

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

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

**МАТЕРИАЛЫ
X Международной межвузовской
научно-технической конференции
студентов, магистрантов и аспирантов**

Гомель, 29–30 апреля 2010 года

Гомель 2010

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

И88

*Подготовка и проведение конференции осуществлены на базе
учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»*

Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики
И88 и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, ма-
гистрантов и аспирантов, Гомель, 29–30 апр. 2010 г. / М-во образования Респ.
Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Су-
хого, 2010. – 502 с.

ISBN 978-985-420-922-7.

Содержатся материалы X Международной межвузовской научно-
технической конференции по следующим направлениям: машиностроение; мате-
риаловедение; энергетика; промышленная электроника; экономика; менеджмент;
экономика и управление в агропромышленном комплексе; маркетинг; информа-
ционные технологии и моделирование; энергоэффективность.

Для студентов, магистрантов и аспирантов всех форм обучения техниче-
ских вузов.

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

ISBN 978-985-420-922-7

© Оформление. Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Агеенко А. В.</i> Глубокая модернизация токарно-револьверного станка 1В340Ф30	11
<i>Степошина С. В.</i> Расчет рабочего усилия при обработке поверхностным пластическим деформированием	14
<i>Ручан М. В., Шукевич Т. В.</i> Расчет на прочность толстостенных цилиндров	17
<i>Шукевич Т. В., Ручан М. В.</i> Исследование напряженного состояния в местах силового контакта	21
<i>Захаров А. В., Захарова И. О.</i> Система управления навесного устройства трактора с возможностью регулирования направления линии тяги в пространстве	24
<i>Прудников А. П.</i> Испытания передач с промежуточными телами качения.....	27
<i>Бобрышев А. Г., Гамазин Е. С.</i> Выбор оптимальной структуры «укладочно-уплотнительного комплекса» при строительстве асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог	30
<i>Левдииков А. Е., Закаблукова Н. Н., Азарко А. А.</i> Техника и технологии оптико-волоконной мутнометрии неоднородных сред	33
<i>Медведев Т. А., Касьян Л. В.</i> К решению интегральных уравнений нестационарных задач термоупругости	36
<i>Левчук В. А., Левкин М. В.</i> Разработка комбинированного очесывающего устройства льноуборочного комбайна	40
<i>Головки И. Н.</i> Исследование гидродинамических процессов, протекающих в направляющем устройстве гидроусилителя типа «золотник-золотник» системы гидравлического качания кристаллизатора блюмового устройства непрерывной разливки стали.....	43
<i>Танкевич А. В.</i> Автоматизация технологического проектирования деталей класса «тела вращения» с использованием системы ТехноПро	46
<i>Хамутовский А. Н.</i> Автоматизация конструкторского проектирования деталей класса «тела вращения» с использованием системы T-Flex	49
<i>Кохно Е. П.</i> Механизм уравнивания уборочных машин. Обзор схем и методов моделирования	53
<i>Воробьева Е. В.</i> Математическое моделирование подъемно-навесного устройства погрузчика «Амкодор 211».....	55
<i>Сибилев А. А.</i> Исследование технологического процесса доизмельчения растительной массы.....	59
<i>Марчук А. С.</i> Автоматизация определения рациональных режимов обработки на протяжных станках	62
<i>Прокопенко Н. Л.</i> Анализ влияния технологических канавок и отверстий в тормозных дисках на тепловой режим работы вентилируемых дисково-колодочных тормозов автомобилей	64
<i>Громыко Е. Ф.</i> Применение электрического моделирования для решения пространственной износостойкой задачи	68

Шельманова Е. П. Анализ нагруженности балки управляемого моста универсального энергосредства УЭС-2-250А	72
Бибик М. М. Ключевые особенности метода конечных элементов на примере балочных схем	76
Сироткин А. С. Исследование влияния параметров сменных многогранных пластин на жесткость сборных резцов	80
Лаевский Д. В., Чекал С. Г. Применение, разработка и расчет героторного насоса	83
Макарецова А. В. Исследование статической и кинематической точности токарно-револьверного станка	86
Асос П. В., Ковалев В. В. Расчет и проектирование соединительно-монтажного корпуса гидроблоков управления приводов технологических машин	89
Бобыренко С. Н. Влияние механизма подпрессовки питающего аппарата на качество измельчения растительной массы в кормоуборочном комбайне	92

Секция II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Чурика И. Н. Разработка метода выбора оптимальных режимов раскатывания внутренних цилиндрических поверхностей	96
Петрикевич М. Е. Исследование закономерностей уплотнения стальных волокон	99
Самкевич В. В. Исследование структурных и гидродинамических свойств высокопористых фильтрующих материалов при их деформировании	101
Фалюшин П. Л., Краснова О. А. Исследование процесса пиролиза упаковочных материалов	104
Курлович И. В., Поляков А. Ю. Определение динамических характеристик контактных сопротивлений при точечной сварке в среде LabVIEW	107
Прач С. И. Использование критерия предельной пластичности для оптимизации маршрутов волочения стальной проволоки	110
Оборов М. В. Исследование микротвердости быстрозакаленных латунных лент	114
Старков Н. В. Изучение топографии поверхности быстрозакаленных латунных лент	116
Урецкая О. В. Формирование стеклообразных материалов золь-гель методом.	119
Боровиков А. А. Технологические аспекты переработки окалины	122
Савченко О. В. Использование нейросетевых методов для оптимизации литейных процессов	125
Авсейков С. В. Направления развития технологий рециклинга чугуновой и стальной стружки в Республике Беларусь	127
Павленок А. В. Разработка составов и методики формирования функциональных композиционных материалов с использованием микроволновой энергии	130

Секция III. ЭНЕРГЕТИКА

Черкашина В. В. Повышение эффективности транспорта электрической энергии на базе управляемых самокомпенсирующихся воздушных линий электропередачи	132
--	-----

<i>Адамцевич В. А.</i> Определение допустимой длительности кратковременной аварийной перегрузки трансформаторов	135
<i>Левков К. Л.</i> Турбина с многоступенчатым расширением потока	138
<i>Гаврилович Д. А., Перемотова О. Н.</i> Современное состояние и тенденции развития светодиодного освещения	143
<i>Спасков А. А., Потачиц Я. В., Шпаковский А. А.</i> Расчет электродинамических усилий в трехфазной системе параллельных проводников, лежащих в одной плоскости	146
<i>Кунцевич А. И.</i> Моделирование несимметричных переходных процессов в математическом пакете MATLAB	149
<i>Мурач В. И., Малашин А. Н.</i> Разработка математического аппарата для поиска и локализации слабых мест электроэнергетических систем	152
<i>Третьяков А. С.</i> Асинхронный электродвигатель с трехроторной электромеханикой (особенности конструкции и технические характеристики)	156
<i>Широкова Д. О.</i> Исследование пусковых характеристик источников света	158
<i>Кузнецов М. Н., Савочкина В. В.</i> Комплекс программ для технико-экономического обоснования выбора распределительных трансформаторов	162
<i>Соболев Е. В.</i> Программа для составления и анализа файлов фотометрических данных световых приборов	165
<i>Ходанович Н. М., Шутов А. Ю.</i> Анализ нагрузочной способности силовых кабелей с пластмассовой изоляцией	167
<i>Волкова Е. Н.</i> Теплообмен при кипении смесевых озонобезопасных хладагентов	170
<i>Юфанова Т. С., Якимченко В. Г.</i> Обобщение экспериментальных данных по исследованию процесса теплообмена при парообразовании в большом объеме озонобезопасных хладагентов на гладких поверхностях	173
<i>Степанишина Ю. А.</i> Анализ экспериментальных исследований теплообмена при пленочной конденсации хладагентов	177
<i>Петреченко Е. В.</i> Анализ работы коргенерационной газотурбинной установки с тепловым насосом	179
<i>Щуплов М. В.</i> Спектральный анализ качества энергопотребления испытательного стенда на основе асинхронно-вентильного каскада	182
<i>Ляховец Ю. Н., Черехухин В. А.</i> Исследование коэффициента передачи и избирательных свойств цепей с управляемыми источниками	185
<i>Толстенков А. А.</i> Колебательная электромеханическая система на базе асинхронного двигателя с импульсным управлением	188
<i>Иванейчик А. В., Кузоро А. М., Харкевич А. С.</i> Программное обеспечение для определения эффективных электрических нагрузок потребителей с кусочно-непрерывной расходной характеристикой электропотребления	191

Секция IV. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

<i>Заерко Д. В.</i> Распространение и потери электромагнитных волн СВЧ-диапазона в управляемых структурированных средах	195
<i>Склипус Д. Б.</i> Разработка мобильной роботизированной платформы для лабораторных практикумов	197

Дорошев Д. В. Контрольно-измерительный снаряд для внутритрубной диагностики нефтепровода.....	200
Старостенко В. О. Сравнительный анализ псевдослучайных последовательностей, применяемых для повышения надежности передачи информации	202
Храмов А. С. Определение мест повреждения изоляционного покрытия нефтепроводов индукционным методом	205
Сахарук А. В., Столбов М. В. Модернизация системы управления внутритрубным герметизатором.....	208
Хананов В. А. Емкостной датчик уровня рассола в баках пескораспределителя	211
Михалевич Д. П. Измерительный преобразователь наноамперного диапазона в сканирующем туннельном микроскопе	213
Лукашов В. М. Идентификации параметров колебательного звена и последующий синтез элементов демпфирующей цепи.....	217
Дудник Д. В. Разработка схемы эксперимента для проверки адекватности математической модели процесса коммутации постоянного и переменного напряжения	220
Соболев Д. В. Дифференциальный металлодетектор.....	224

Секция V. ЭКОНОМИКА

Комлик М. Г., Суховерка А. А. Автомобильные дороги и инвестиции в них	228
Солодкая М. Г., Бриштель Д. В. Методология повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог	231
Шкура В. Г., Шилик М. А. Перспективы развития транспортно-логистической системы на территории Республики Беларусь.....	234
Дубовик Е. С. Повышение эффективности функционирования транспортного комплекса Республики Беларусь за счет применения логистических систем	238
Степина Ю. А. Страхование автомобильного транспорта в Республике Беларусь.....	241
Наливайко Е. В. Демографические аспекты формирования человеческого капитала в Республике Беларусь	243
Волков Д. О. Развитие сферы услуг и ее воздействие на экономику. Деятельность военных организаций и предприятий военно-промышленного комплекса Республики Беларусь по оказанию военных услуг	246
Фадина Т. В. Особенности формирования рыночных отношений в сфере высшего образования	249
Грищенко С. С. Организационные аспекты оценки и способов минимизации инвестиционных рисков (на примере ОАО «8 Марта»).....	252
Стрижак Е. В. Экологическая сертификация промышленных предприятий и ее роль в системе управления окружающей среды.....	255
Каюкова О. С. Экономические аспекты привлечения иностранных инвестиций в Республику Беларусь	258
Климов Д. О. Модернизация тракторного парка сельского хозяйства: теория и практика.....	261
Охотенко А. С. Совершенствование процесса планирования материально-технического обеспечения путем корректировки плана производства	263

Глыцко О. В. Пути активизации воспроизводства основных средств в промышленном потенциале Республики Беларусь	267
Батюк К. А. Кредитование Республики Беларусь в Международном валютном фонде.....	270
Макареня С. С., Урбан Л. Б. Предприятия легкой промышленности в условиях кризиса	273
Табола О. Г. Ипотечное кредитование как наилучший вариант решения жилищной проблемы.....	274
Аганов Д. М. Проблемы развития культуры в современных условиях спада мегаэкономики.....	277
Новик А. А. Белорусский рынок недвижимости в аспекте мирового экономического кризиса	281
Власов Н. А. Пути повышения эффективности использования персонала.....	284
Литош А. Н. Совершенствование управления заказами и материально-техническое обеспечение предприятия.....	287
Мельникова Т. Н. Экологическая отчетность и учет экологических затрат	290

Секция VI. МЕНЕДЖМЕНТ

Моисеева О. А., Пухальская К. Д. Дизайн человекоориентированного интерфейса По и веб-сайтов	294
Лавский М. В. Современные технологии в управлении	296
Долгат И. П. Инновационное развитие как важнейший фактор повышения эффективности работы предприятий в условиях кризиса.....	299
Белоушко Е., Гук О., Нескоромная А. Специфика организационной культуры белорусских предприятий на современном этапе.....	302
Андреев Я. Н. Банковские пластиковые карточки в Республике Беларусь: особенности и перспективы развития	305
Елина Н. М. Основы формирования в Республике Беларусь системы инновационной инфраструктуры поддержки малого предпринимательства, оценка ее функционирования.....	308
Деньгуб Е. В. Методика оперативного управления машиностроительным производством в условиях автоматизации.....	311
Мандрусова Н. А., Попов Д. С. Повышение конкурентоспособности предприятия за счет совершенствования технического уровня производства (на примере ОАО «Гомельстекло»).....	314
Кушнерева Е. В., Федкович И. С. Совершенствование системы нормирования труда при многостаночном обслуживании (на примере РУП «Гомельский завод литья и нормалей»)	316
Савиначкина Е. Н. Финансовые аспекты управления операционной прибылью промышленного предприятия	319
Зыкун И. И. Повышение эффективности управления рисками на промышленном предприятии Республики Беларусь.....	323
Боломчук Б. В. Содержание и имитационная модель функционирования механизма управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий	325
Ницневская А. А. Проблемы внедрения инноваций на промышленных предприятиях Республики Беларусь.....	329

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

Сипайло Н. В. Оценка уровня развития зернового производства в Гродненской области	333
Кузьмич Л. И. Современное состояние и перспективные направления развития молочной отрасли Республики Беларусь	336
Леончик И. А. О развитии экспортоориентированного производства в ОАО «Слонимский мясокомбинат»	340
Савченко В. В. Государственный контроль за использованием и охраной земель как функция управления земельными ресурсами	342
Новикова Д. А., Бруня О. С., Рустамов Т. А. Ведение крестьянского (фермерского) хозяйства в Гомельской области	345
Гурко С. М. Прямой посев: состояние и перспективы	348
Аникеенко О. Ю. Направления энергосбережения в животноводстве	352
Ермалинская Н. В. Методологический подход к обоснованию стадийной эффективности функционирования интегрированных агропромышленных формирований	355
Коцупалов П. А., Кузнецов Ю. С., Степанов С. Ю. Взаимозачет долговых обязательств организаций: постановка задачи и требования к информационной системе	358
Бухель Н. М. Роль опытно-конструкторских работ в обеспечении успеха инновационной деятельности предприятия	361
Будович Т. В. Роль научно-технического прогресса в развитии сельскохозяйственных предприятий	365
Силивончик А. В. Состояние и перспективы ветроэнергетики в Беларуси	368
Щукина Л. В. Методика оценки устойчивого развития субъекта хозяйствования	371
Павлович Д. Н. Анализ влияния толщины перерезаемого слоя растительной массы на удельную работу резания	375
Будович Е. В. Анализ методов моделирования внутривузовской системы управления качеством образования	379
Милевич С. А. Методика оценки эффективности реорганизации неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций (на примере Гомельской области)	382
Седоусов С. М. Теоретические аспекты формирования и содержание механизма повышения эффективности реорганизации субъектов хозяйствования в агропромышленном комплексе Республики Беларусь	384
Новик О. В. Определение эффективности системы управления затратами на производство сельскохозяйственной продукции с учетом производственного потенциала сельскохозяйственной организации	386
Коваленко Н. Н. Определение направлений использования земель сельскохозяйственными организациями, расположенных в экологически нестабилизированных районах Гомельской области	388
Коновалова Ю. С. Дегустация как средство продвижения пищевой промышленности	391

<i>Макария Е. А.</i> Возможности развития инновационного маркетинга в Республике Беларусь. Методы поиска новых идей.....	393
<i>Юрченко Е. Г.</i> Анализ показателей качества туристских услуг	396

Секция VIII. МАРКЕТИНГ

<i>Солодкова Е. Л., Белоусова И. С.</i> Формирование сбытовой политики промышленного предприятия	399
<i>Требенок Е. И.</i> Брендинг на предприятиях, производящих продукцию производственно-технического назначения	402
<i>Пашкевич Т. А.</i> Алгоритм конкурентоспособности автотранспортного предприятия	405
<i>Стефанович Н. В.</i> Связь материальных и финансовых потоков	408
<i>Шишло С. В.</i> Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Беларусь.....	411
<i>Кеня А. Ф.</i> Некоторые проблемы конкурентоспособности туристских услуг Беларуси	415
<i>Давыденко О. И.</i> Значение нейминга в образовании предприятия.....	418
<i>Агеева О. В.</i> Социальная коммерция как один из видов онлайн-маркетинга.....	421
<i>Лаханская Е. В.</i> Белорусская диаспора: проблемы и перспективы развития международного сотрудничества	424
<i>Мельникова Н. М.</i> Страновой маркетинг Республики Беларусь как фактор увеличения привлекательности страны на мировом рынке туризма	428
<i>Старовойтова О. В.</i> Проблемы безопасности в современных парках развлечений и тематических парках.....	431
<i>Трубенко М. А.</i> Повышение уровня конкурентоспособности предприятия за счет сокращения сроков выполнения заказов	433

Секция IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>Дмитриева А. В.</i> Районирование метеорологических данных с использованием принципа «отражающей границы»	438
<i>Волков Е. Г.</i> Определение времени формирования кластер-кластерного агрегата	441
<i>Романович А. Г.</i> Численный синтез и моделирование кольцевой антенной решетки.....	443
<i>Боровой А. Г.</i> Математическая модель измерения навигационных параметров воздушного судна относительно пассивной радионавигационной точки	447
<i>Ростов А. А.</i> Исследование ошибок измерения углового положения сложной цели суммарно-разностным моноимпульсным пеленгатором.....	449
<i>Мархель Т. А., Напрасников В. В.</i> Диалоговая система принятия решений в условиях многокритериальности	452
<i>Ратобыльская Д. В.</i> Автоматизация вероятностно-алгебраического моделирования характеристик надежности сложных технических систем	455

Стищенко А. Н. Моделирование в среде MATLAB/SIMULINK замкнутой системы автоматического управления постоянного тока с изменяемой структурой.....	458
Аниховский П. П. Моделирование прогибов тонких пластинок с применением треугольных конечных элементов.....	461
Фарберов А. Г. Автоматизированное проектирование процесса цементирования в автоматизированном рабочем месте «Гидродинамика цементирования нефтяных скважин»	464
Теплякова А. С., Полешук Е. Н. Автоматизация прочностных расчетов обсадных колонн для нефтяных скважин.....	466
Кухаренко А. А., Левкович Д. А. Сравнение различных функций формы при конечноэлементном моделировании тонких пластинок.....	469
Романов А. Н., Храбров Д. Е. Конвертация чертежей в электронный формат AutoCAD	472

Секция X. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Василевский Ю. Л. Пути повышения энергоэффективности при сооружении жилых общественных и промышленных зданий.....	475
Осадчий И. А. Оптический метод измерения параметров вибрации.....	476
Шейников А. А. Мониторинг и диагностика технического состояния авиационных коллекторных электрических машин на основе анализа формы сигнала потребляемого тока.....	479
Косицын А. В. Вибродиагностика лопаток турбомашин методом эквивалентных масс.....	482
Алферов А. А. Повышение энергоэффективности и надежности оборудования на основе применения эпиламов.....	485
Денисюк Ю. Ю., Колесников П. М. Способы определения предельных значений вибрации при диагностировании электрических машин и трансформаторов.....	488
Горюнова Ю. О. Оценка структуры потребления электроэнергии котельными Гомельской области и определение путей снижения удельных расходов электроэнергии на выработку и транспортировку тепловой энергии.....	490
Алферов А. А., Герин Н. В. Эффективность применения светодиодных светильников для наружного освещения.....	494
Добродей А. О. Преобразователи излучения для светодиодов, применяемых в системах освещения.....	497
Прохорчик М. А. Апробирование методики непрерывного диагностирования устройства регулирования напряжения под нагрузкой на трансформаторе Тр1 подстанции «Тереховка 110».....	499

Секция I МАШИНОСТРОЕНИЕ

ГЛУБОКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО СТАНКА 1В340Ф30

А. В. Агеенко

Брянский государственный технический университет», Россия

Научный руководитель О. Н. Федонин

Для технического перевооружения предприятий России одним из основных направлений является модернизация оборудования, так как возможности машиностроительных заводов по приобретению новых станков весьма ограничены.

Модернизация металлорежущего станка может включать в себя как замену механической части, так и замену системы управления этим станком.

Модернизация механической части станка проводится с целью повышения точности, надежности и долговечности механических узлов станка и включает в себя замену ходовой части приводов подачи, кинематики привода главного движения, восстановление направляющих и замена шпиндельного узла. Помимо этого модернизация механической части может включать комплексную замену пневмо- и гидропривода, внедрение новых конструкций режущих инструментов.

Анализ показывает, что на предприятиях значительный парк станков не используется из-за выхода из строя систем управления, при том что механическая часть станка находится в рабочем состоянии. Решением этой проблемы может стать модернизация устаревших или вышедших из строя систем числового программного управления (СЧПУ).

Модернизация системы управления станка может включать замену устройства числового программного управления (УЧПУ) действующих станков новыми, построенными на базе ПЭВМ, замена измерительной системы, комплексную замену узлов электропривода и электроавтоматики станка.

Примером модернизации токарного металлорежущего станка может служить модернизация системы ЧПУ станка модели 1В340Ф30, выполненная на кафедре «Автоматизированные технологические системы» Брянского государственного технического университета.

Базовая система ЧПУ «Электроника НЦ-31», которой был оснащен токарный станок мод. 1В340Ф30, морально устарела, имела низкую надежность. Было принято решение провести модернизацию данного станка. Был модернизирован не весь станок, так как механическая часть станка находится в хорошем состоянии, а заменена только система ЧПУ «Электроника НЦ-31».

Вместо морально устаревшей системы ЧПУ «Электроника НЦ-31» была установлена система ЧПУ NC201-М производства ОАО «Балт Систем» г. Санкт-Петербург. Она проста в программировании, работе, диагностике и обслуживании, для нее легко найти программное обеспечение. Широки возможности программирования: имеется как стандартный язык программирования ISO 7-bit, параметрическое программирование, так и новые языки программирования, например, GTL, язык визуального программирования.

В связи с установкой новой системы ЧПУ NC201-M была разработана новая электрическая схема станка. Управление электрооборудованием станка, а также контроль за ходом технологического процесса и контроль за состоянием системы осуществляется с помощью системы ЧПУ NC201-M через внешний модуль дискретных входов/выходов NC110-41D. В ходе модернизации были заменены фотоимпульсные датчики, стоявшие на станке на ЛИР158А.

Для согласования системы ЧПУ с токарно-револьверным станком 1В340Ф30 была выполнена характеристика. Характеристикой называется процедура настройки модулей на определенные параметры и характеристики. После завершения процедуры характеристики система ЧПУ еще не способна управлять металлорежущим станком, для этого была составлена программа управления вспомогательными механизмами станка – программа логики станка.

Применение системы ЧПУ NC201-M позволило значительно сократить количество электроаппаратуры, а часть функций реализовать программно. За счет этого возросла надежность работы станка. Применение фотоимпульсных датчиков ЛИР158А позволило повысить точность станка.

На рис. 1 показан токарно-револьверный станок 1В340Ф30 после модернизации его системы управления.



Рис. 1. Токарно-револьверный станок 1В340Ф30 после модернизации его системы управления

Однако только замена системы устройства ЧПУ не гарантирует существенного повышения точности обработки, так как изменение отклонения формы фасонных поверхностей связано с геометрической неточностью станка (для токарно-револьверного станка 1В340Ф30 это непараллельность оси заготовки направляющим приводам подачи), упругими перемещениями элементов СПИД, температурными деформациями элементов СПИД в процессе обработки, а также износом режущего инструмента [1].

Несмотря на высокую точность современных станков на процесс обработки оказывают влияние случайные факторы, связанные с изменением твердости заготовки, а также припуска по длине обработки. В результате действия случайных факторов происходит изменение сил резания, действующих в зоне резания, и, как следствие, изменение качества фасонной поверхности по длине обработки.

Помимо случайной составляющей на качество фасонной поверхности оказывает влияние систематическая составляющая. К систематическим факторам, оказы-

вающим влияние на качество фасонной поверхности, относятся изменение по определенному закону скорости резания, главного угла в плане режущего инструмента, припуска на обработку [2].

На кругломере модели 210 были сняты круглограммы поперечных сечений, изготовленных образцов (рис. 2).

Анализ полученных круглограмм дал следующие результаты:

- скорость резания изменяется: для конуса – в 4,5 раза; сферы с внешним радиусом – в 1,8 раза; сферы с внутренним радиусом – в 6 раз;
- радиальная составляющая силы резания изменяется: для конуса – в 1,6 раза; сферы с внешним радиусом – в 1,4 раза; сферы с внутренним радиусом – в 6,6 раза;

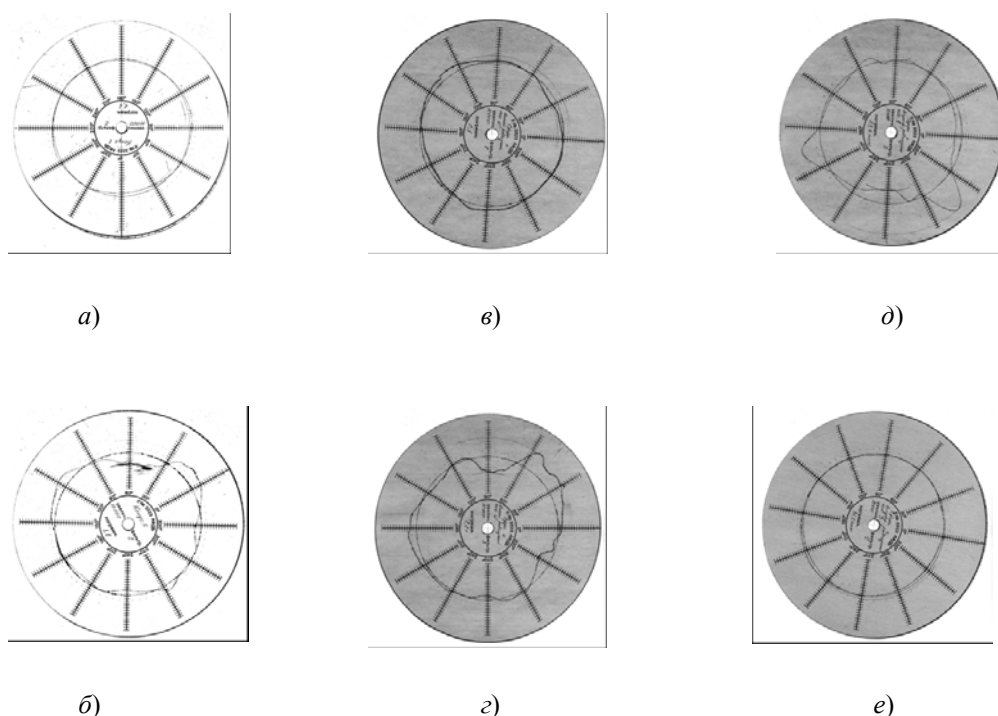


Рис. 2. Круглограммы поперечных сечений образцов конуса:

- a)* больший диаметр, *б)* меньший диаметр;
сферы с внешним радиусом: *в)* больший диаметр; *г)* меньший диаметр;
сферы с внутренним радиусом: *д)* больший диаметр; *е)* меньший диаметр

– отклонение от круглости по длине обработанной поверхности изменяется: для конуса - в 3,5 раза; сферы с внешним радиусом – в 2,7 раза; сферы с внутренним радиусом – в 8 раз;

– среднеарифметическое отклонение от круглости по длине обработки изменяется: для конуса – в 2,9 раза; сферы с внешним радиусом – в 2,3 раза; сферы с внутренним радиусом – в 5 раз.

Видно, что точность обработанных поверхностей значительно изменяется по длине обработке. Стабилизации точности поверхности, а также повышения качества фасонных поверхностей деталей обрабатываемых на токарных станках можно добиться благодаря глубокой модернизации системы управления, позволяющей управлять систематической составляющей, изменяя управляющий параметр по определенному закону.

Повысить точность можно благодаря компенсации погрешностей системы числового программного управления, приводов подач, а также компенсации геометрической неточности станка.

Вариантом дальнейшей модернизации является получение математической модели траектории перемещения режущего инструмента, учитывающей изменение силового фактора по длине обработки, а следовательно, упругих перемещений продольного и поперечного суппортов, геометрическую неточность станка, а также погрешности системы ЧПУ и приводов подач. На основе этой модели компенсировать вышеперечисленные погрешности с помощью уже существующих на металлорежущем станке узлов.

Л и т е р а т у р а

1. Балакшин, Б. С. Адаптивное управление станками : моногр. / Б. С. Балакшин [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1973. – 688 с.
2. Суслов, А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин : учеб. пособие / А. Г. Суслов. – Москва : Машиностроение, 2000. – 319 с.

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО УСИЛИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

С. В. Степошина

Брянский государственный технический университет, Россия

Научный руководитель О. Н. Федонин

Надежность работы машин связана с качеством поверхностного слоя их деталей, которое включает геометрические и физико-механические характеристики. Формировать качество поверхности можно с помощью упрочняющих методов обработки. Среди них широко распространены методы обработки поверхностным пластическим деформированием (ОППД). Их преимуществами являются технологическая надежность и экономичность.

Методы ОППД можно применять на отделочных, отделочно-упрочняющих и упрочняющих режимах. Отделочная обработка производится с целью уменьшения исходной шероховатости поверхности и увеличения ее несущей способности. Отделочно-упрочняющая обработка производится с целью уменьшения исходной шероховатости поверхности, увеличения ее несущей способности и частичного поверхностного упрочнения детали. Упрочняющая обработка производится с целью полного переформирования исходной шероховатости, вплоть до формирования регулярного профиля и упрочнения поверхностного слоя детали.

Для получения требуемого комплекта параметров качества поверхностного слоя необходимо правильно назначить режимы ОППД.

Основным режимом ОППД является рабочее усилие, оказывающее влияние как на физико-механические, так и на геометрические характеристики качества поверхностного слоя деталей машин.

Для теоретического обоснования назначения рабочего усилия обработки необходимо знать вид преобладающей деформации в очаге. Деформация металла всегда является упруго-пластической, причем в различных зонах преобладает тот или иной вид деформации.

Поведение реального металла в процессе деформации устанавливают экспериментально и представляют в виде кривых упрочнения. Как правило, началу испытаний соответствует упругая деформация (в соответствии с законом Гука), но при не-

больших напряжениях начинается движение отдельных дислокаций, что приводит к остаточной (пластической) деформации. Анализ кривых упрочнения показывает, что пластическая деформация на порядки раз больше упругой. Поэтому многие авторы склоняются к пластическим методам при анализе ППД [1], [4].

Ряд теоретических решений базируется не на теории пластичности, а на математическом аппарате теории упругости.

Существуют подходы, основанные на упруго-пластических положениях. Вероятно, они наиболее полно описывают процесс ППД. К ним можно отнести зависимости для расчета радиального усилия при ОППД на основе теории контактирования твердых тел [3], [5]. Данные зависимости позволяют определить диапазоны значений радиального усилия, обеспечивающих требуемый вид ОППД с учетом качества предварительной обработки заготовки, свойств материала и параметров инструмента.

Согласно этому подходу при ОППД рабочее усилие лежит в диапазоне:

1) для отделочной обработки

$$0,6\pi \cdot Y_{\kappa_{\text{ск}}} \cdot r_{\text{пр}} \cdot \sigma_{\text{т}} < P < 2\pi \cdot Y_{\kappa_{\text{ск}}} \cdot r_{\text{пр}} \cdot \sigma_{\text{т}};$$

2) для отделочно-упрочняющей обработки

$$2\pi \cdot Y_{\kappa_{\text{ск}}} \cdot r_{\text{пр}} \cdot \sigma_{\text{т}} < P < 6\pi \cdot Y_{\kappa_{\text{ск}}} \cdot r_{\text{пр}} \cdot \sigma_{\text{т}};$$

3) для упрочняющей обработки

$$6\pi \cdot Y_{\kappa_{\text{ск}}} \cdot r_{\text{пр}} \cdot \sigma_{\text{т}} < P < 11,5\pi \cdot Y_{\kappa_{\text{ск}}} \cdot r_{\text{пр}} \cdot \sigma_{\text{т}},$$

где $Y_{\kappa_{\text{ск}}}$ – контактные деформации в зоне контакта инструмента и заготовки при скольжении или качении; $r_{\text{пр}}$ – приведенный радиус в контакте инструмента и заготовки; $\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести обрабатываемого материала заготовки.

Цель данного исследования – научное обоснование выбора рабочего усилия при ОППД, обеспечивающего отделочную, отделочно-упрочняющую и упрочняющую обработку.

Задачи исследования:

1. Выбор зависимостей для определения рабочего усилия.
2. Расчет по данным зависимостям режимов для каждого метода обработки в соответствии с условиями проведения эксперимента.
3. Выполнение экспериментов на примере обработки наружных цилиндрических поверхностей.
4. Определение параметров качества поверхностного слоя и сравнение их с параметрами, которые характерны для соответствующего вида ОППД.

На кафедре «АТС» Брянского государственного технического университета проводилась экспериментальная проверка теоретических зависимостей по делению ОППД на отделочную, отделочно-упрочняющую и упрочняющую [3]. Обрабатывались наружные цилиндрические поверхности по двум схемам (обкатывание шаровым обкатником улучшенной (твердость 25HRCэ) и закаленной стали 40X (твердость 34HRCэ) и алмазное выглаживание закаленной стали 40X (твердость 34HRCэ).

С помощью теоретических зависимостей были рассчитаны диапазоны радиальных усилий, обеспечивающих отделочную, отделочно-упрочняющую и упрочняющую обработку ППД.

После обработки образцов на токарно-винторезном станке 16К20 были измерены параметры качества поверхностного слоя (шероховатость поверхности и глубина упрочненного слоя).

Шероховатость образцов измерялась на АСНИ на базе профилометра-профилографа мод. 170311 и профилометре Mahr MarSurf PS1.

Для измерения глубины упрочнения после ППД готовился шлиф поверхности образца. Поверхность образца предварительно обрабатывали на плоскошлифовальном станке мод. 3Г71 ($V = 35$ м/с, $V_s = 5$ м/мин, $S_{2x} = 0,003$ мм/дв. ход) и полировали на доводочном станке.

Для статического определения микротвердости вдавливанием использовался микротвердомер ПМТ-3М.

В условиях данных экспериментов для измерения микротвердости образцов использовался груз массой 100 г. Проводилось 5 повторений для измерения микротвердости на одном уровне, после чего отбрасывались грубые ошибки, и находилось среднее значение. На основе полученных результатов построены кривые зависимости микротвердости от глубины упрочнения h , графики изменения шероховатости и глубины упрочнения от радиального усилия (рис. 1, обкатывание одношаровым обкатником улучшенной стали 40Х, твердость 25HRCэ).

Заключение. Получены следующие выводы:

1. С помощью варьирования значения радиального усилия при ОПД можно получить параметры качества поверхностного слоя детали, необходимые для оптимального функционирования изделия.

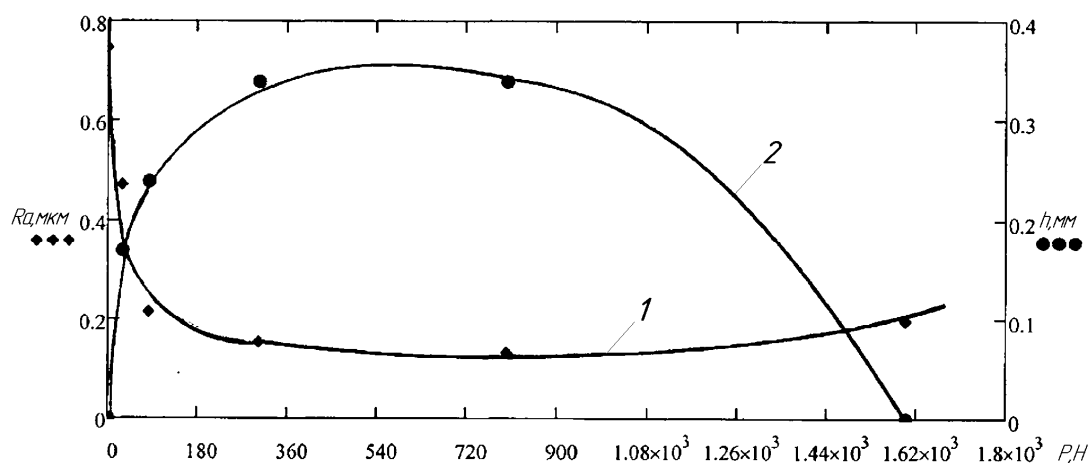


Рис. 1. Изменение шероховатости поверхности (кривая 1) и глубины упрочнения (кривая 2) в зависимости от радиального усилия

2. Зависимости, представленные в источнике [3], обеспечивают хорошую сходимость теоретического и экспериментального значений коэффициентов упрочнения k только при отделочных режимах. При увеличении значения k (отделочно-упрочняющие и упрочняющие режимы) экспериментальные данные значительно отличаются от теоретических (до 38,5 % при $P = 1750$ Н, обкатывание закаленной стали).

Следовательно, нужно ввести поправочный коэффициент в зависимость для расчета радиального усилия при отделочно-упрочняющей и упрочняющей обработке. В источнике [4] автор отмечает, что типичной ошибкой, встречающейся в работах по ППД, является то, что предел текучести материала принимается без учета упрочнения материала, и в расчетные формулы следует подставлять σ_T в 2–2,5 раза превышающие табличные значения. Если принять, что предел текучести упрочненного материала возрастает прямо пропорционально коэффициенту упрочнения, то

$\sigma_T^y = k\sigma_T$. После этого диапазоны значений усилия упрочнения расширяются, и зависимости обеспечивают лучшую сходимость с экспериментом.

3. При упрочняющей обработке рекомендуется не превышать расчетное значение радиального усилия, так как экспериментально подтверждено, что это ведет к ухудшению качества (увеличению шероховатости и разупрочнению поверхностного слоя).

Литература

1. Алексеев, П. Г. Технология упрочнения деталей машин поверхностной пластической деформацией. – Тула : Тул. политехн. ин-т, 1978. – 90 с.
2. Одинцов, Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием : справ. – Москва : Машиностроение, 1987. – 328 с.
3. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием / А. Г. Суслов, Р. В. Гуров, Е. С. Тишевских // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – С. 20–22.
4. Смелянский, В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – Москва : Машиностроение, 2002. – 300 с.
5. Суслов, А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А. Г. Суслов. – Москва : Машиностроение, 2000. – 320 с.
6. Папшев, Д. Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием / Д. Д. Папшев. – Москва : Машиностроение, 1978. – 152 с.

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ТОЛСТОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ

М. В. Ручан, Т. В. Шукевич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель А. В. Чигарев

Постановка задачи. Рассчитать напряженно-деформированное состояние трубы с внутренним и внешним радиусами $R_1 = 1,40$ м и $R_2 = 1,5$ м соответственно, находящейся под действием внутреннего давления $P = 400$ МПа.

Поскольку в рассматриваемой цилиндрической трубе нагрузка не изменяется по длине трубы, то напряжения, деформации и перемещения зависят только от двух координат, т. е. имеет место плоская задача. Данная задача сводится, по существу, к идентичной математической задаче, что позволяет использовать при ее решении одинаковые математические методы. В теории упругости различают два типа плоских задач: плоская деформация и плоское напряженное состояние. Так как объектом рассматриваемой задачи является бесконечно длинная труба, а внешняя нагрузка представляет собой поперечную силу, не изменяющуюся по длине трубы, то типом рассматриваемой плоской задачи является плоская деформация.

Для решения данной задачи целесообразно воспользоваться цилиндрической системой координат r, θ, x_3 , так как труба имеет форму тела вращения. В случае плоской задачи координата x_3 не участвует в решении, и компоненты напряжений, деформаций и перемещений являются функциями только r и θ . В этом случае удобнее воспользоваться полярными координатами.

Задача о расчете цилиндра решается с учетом равномерно распределенного внутреннего давления P . Мы исходим из того, что такая нагрузка не может вызвать деформации изгиба цилиндра. Нормальные напряжения σ_θ в сечениях плоскостями, перпендикулярными оси симметрии O цилиндра нельзя считать равномерно распре-

деленными по толщине стенки, как это делается при расчете тонкостенных оболочек вращения.

Вывод формул расчета напряжений в толстостенных цилиндрах основан на том, что для них соблюдается гипотеза плоских сечений, т. е. поперечные сечения цилиндра, плоские до нагружения, останутся плоскими и после нагружения.

Для расчетной схемы трубы, представленной на рисунке 1, запишем следующие граничные условия:

$$\sigma_{rr} = 0 \text{ при } r = R_2; \sigma_{\theta\theta} = -p \text{ при } r = R_1.$$

Рассмотрим равновесие малого элемента тела (рис 2.). Составляющие объемной силы в радиальном и тангенциальном направлениях обозначим R_r , R_θ , проецируя действующие силы на радиальное и перпендикулярное ему направления.

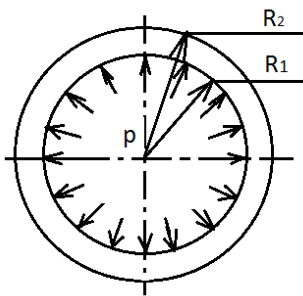


Рис. 1

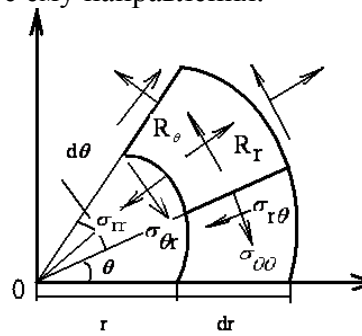


Рис. 2

Получим дифференциальные уравнения равновесия элемента тела в полярных координатах:

$$\frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}}{r} + R_r = 0; \quad \frac{\partial \sigma_{\theta r}}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{2\sigma_{r\theta}}{r} + R_\theta = 0. \quad (1)$$

Введем функцию напряжений $\varphi(r, \theta)$, тогда уравнения равновесия примут вид:

$$\sigma_{rr} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} - r \cdot R_r; \quad \sigma_{\theta\theta} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} - r \cdot R_r; \quad \sigma_{r\theta} = 0; \quad (2)$$

$\sigma_{r\theta} = 0$, так как рассматриваемая задача является осесимметричной, т. е. $\varphi(\theta) = const$.

Решением системы (2) д.у. будет:

$\varphi = Ar^2 \cdot \ln r + B \cdot \ln r + Cr^2 + D$, тогда согласно (1) имеем:

$$\sigma_{rr} = A(2 \ln r + 1) + 2B + \frac{C}{r^2}; \quad \sigma_{\theta\theta} = A(2 \ln r + 1) + 2B - \frac{C}{r^2}; \quad \sigma_{r\theta} = 0. \quad (3)$$

Поскольку труба находится в условиях плоской деформации, тогда согласно (5) и (6) имеем:

$$\frac{dU}{dr} = \frac{1+\mu}{E}((1-\mu)\sigma_{rr} - \mu\sigma_{\theta\theta}); \quad \frac{U}{r} = \frac{1+\mu}{E}((1-\mu)\sigma_{\theta\theta} - \mu\sigma_{rr}), \quad (4)$$

где (5) – условия плоской деформации:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1+\mu}{E}((1-\mu)\sigma_{rr} - \mu\sigma_{\theta\theta}); \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1+\mu}{E}((1-\mu)\sigma_{\theta\theta} - \mu\sigma_{rr}); \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{1+\mu}{E}\sigma_{r\theta}, \quad (5)$$

и (6) – условия плоской деформации через перемещения:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{\partial U_r}{\partial r}; \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{U_r}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial U_\theta}{\partial \theta}; \quad 2\varepsilon_{r\theta} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial U_r}{\partial \theta} + \frac{\partial U_\theta}{\partial r} - \frac{U_\theta}{r}. \quad (6)$$

Умножая второе уравнение системы (4) на r , дифференцируя один раз по r и приравнявая к правой части первого уравнения, получим $A = 0$. Две остальные постоянные найдем из Г.У.:

$$2B = -\frac{C}{R_2^2}; \quad C = \frac{p \cdot R_1^2 \cdot R_2^2}{R_1^2 - R_2^2}. \quad (7)$$

Эпюры напряжений для решаемой задачи представлены на рис. 3. Окружное напряжение является расширяющим, а радиальное – сжимающим. Соответствующие выражения для напряжений имеют вид:

$$\sigma_{rr} = \frac{p \cdot R_1^2}{R_1^2 - R_2^2} \left(1 - \frac{R_2^2}{r^2}\right); \quad \sigma_{\theta\theta} = \frac{p \cdot R_1^2}{R_1^2 - R_2^2} \left(1 + \frac{R_2^2}{r^2}\right); \quad \sigma_{r\theta} = 0, \quad (8)$$

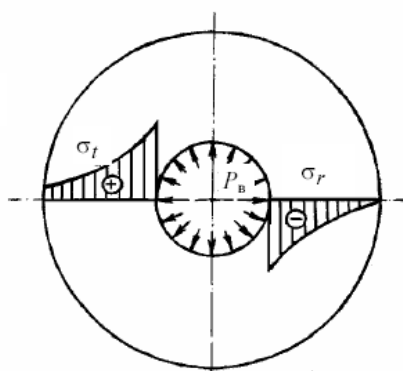
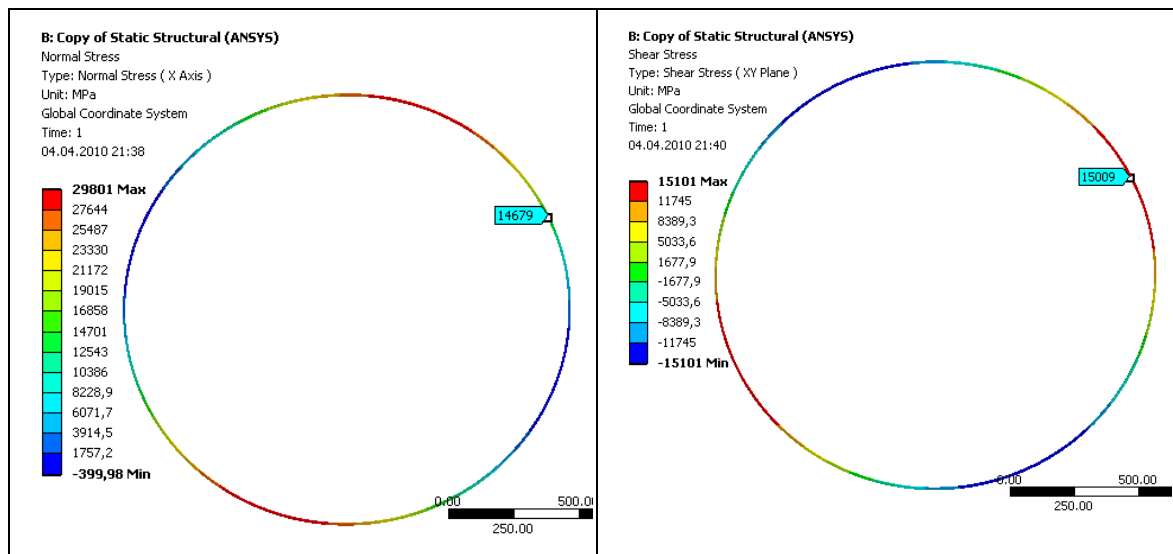


Рис. 3. Эпюры напряжений

Для численного решения поставленной задачи воспользуемся методом конечных элементов, используя инженерный пакет ANSYS. Полученные результаты представлены на рис. 4, 5.



а)

б)

Рис. 4. а – распределение нормальных напряжений, МПа;
б – распределение касательных напряжений, МПа

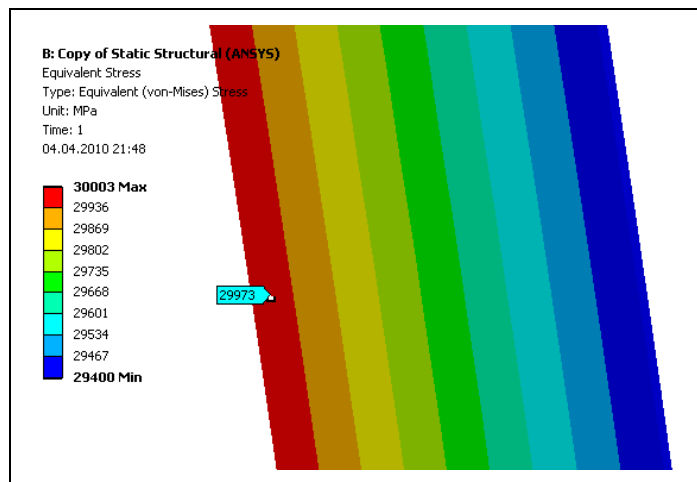


Рис. 5. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу, МПа

Сравним полученные результаты эквивалентных напряжений с аналитическим расчетом:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{1}{2}((\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{xz}^2))},$$

где σ_x, σ_y – нормальные напряжения, соответственно равны 14690 МПа и 14710 МПа;
 σ_{xy} – касательные напряжения, соответственно равны 15040 МПа и -15040 МПа;
 $\sigma_z = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0$, так как плоская задача.

Тогда $\sigma_{\text{экв}} = 29910$ МПа.

Литература

1. Колкунов, Н. В. Основы расчета упругих оболочек / Н. В. Колкунов. – Москва : Высш. шк., 1972. – 368 с.
2. Кравчук, А. С. ANSYS для инженеров / А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк, А. В. Чигарев. – Москва : Машиностроение, 2004. – 510 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
В МЕСТАХ СИЛОВОГО КОНТАКТА****Т. В. Шукевич, М. В. Ручан***Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. В. Чигарев

Расчет контактных деформаций и напряжений необходим для разрешения проблемы прочности деталей в местах их взаимодействия (контакта) при передаче усилий от одного элемента конструкции другому. Расчет деформаций и напряжений в местах контакта будет рассмотрен на примере цилиндрической зубчатой передачи.

Необходимой составной частью расчета на прочность рабочей поверхности зуба является определение величины наибольшего давления по площадке контакта. До деформации находящиеся в зацеплении зубья соприкасаются по линии, а после деформации — по узкой полоске, ограниченной параллельными прямыми (площадка контакта). Выкрашивание рабочих поверхностей зубьев начинается и протекает наиболее интенсивно поблизости от полюса зацепления. Поэтому и расчет рабочих поверхностей на прочность принято относить к моменту контакта соприкасающихся зубьев именно в полюсе зацепления.

Используя результаты классической теории линейного контакта для расчета эвольвентных цилиндрических зубчатых колес, можно считать, что в любой фазе зацепления зубья этих колес могут быть заменены прямыми круговыми цилиндрами с параллельными осями, кривизна которых равна кривизне эвольвент в соответствующей контактной точке. При этом принимается, что возникающее между цилиндрами давление распределяется равномерно вдоль первоначальной контактной линии; радиусы цилиндров велики по сравнению с шириной площадки касания.

Теория упругих деформаций тел в местах контакта позволяет, зная главные радиусы кривизн поверхностей тел в точке касания, упругие постоянные материалов тел и величину приложенной нагрузки, установить: величину и распределение давления, оказываемое одним телом на другое и передаваемое через площадку контакта. В зубчатых передачах оказывает влияние на величину давления в зоне площадки контакта радиус главных кривизн эвольвентных профилей зубьев в полюсе зацепления. Далее будет рассмотрена зависимость величины наибольшего контактного давления цилиндрических колес от величины коэффициента формы зуба, определяющего непосредственно геометрию профиля, на примере пар зубчатых колес однопарного и двухпарного зацепления.

Прямозубые колеса внешнего зубчатого зацепления имеют следующие характеристики: для однопарного зацепления модуль $m = 5$ мм, количество зубьев шестерни и колеса $z_1 = 17$, $z_2 = 38$, соответственно, ширина зубчатого венца $b = 30$ мм, радиусы кривиз профиля зуба шестерни и колеса $\rho_1 = 8,721$ мм и $\rho_2 = 22,636$ мм, соответственно, окружная сила $P = 7928$ Н; для двухпарного зацепления модуль $m = 4,5$ мм, количество зубьев шестерни и колеса $z_1 = 35$, $z_2 = 50$, соответственно,

ширина зубчатого венца $b = 30$ мм, радиусы кривиз профиля зуба шестерни и колеса $\rho_1 = 7,949$ мм и $\rho_2 = 13,463$ мм, соответственно, окружная сила $P = 12306$ Н. Для двух видов зацепления частота вращения шестерни при нагрузке $n_1 = 420$ мин⁻¹, момент вращения $T_1 = 641$ Н·м, угол зацепления $\alpha = 20^\circ$. Материал сталь 15ХГН2ТА с характеристиками: коэффициент Пуассона $\mu = 0,23$, модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па, плотность $\nu = 7800$ кг/м³.

Наибольшее давление имеет место по средней линии полоски контакта [1], для определения его величины воспользуемся формулой:

$$P_0 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \frac{\sum \kappa}{\eta} q}, \quad (1)$$

где q – линейная интенсивность распределения нагрузки по длине; $\sum \kappa$ – сумма главных кривизн; η – эффективный коэффициент упругости, вычисляемый по формуле

$$\eta = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль линейной упругости.

В случае, когда шестерня и колесо изготовлены из одного материала $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ и $E_1 = E_2 = E$.

Обозначим соответственно через ρ_1 и ρ_2 радиусы главных кривизн эвольвентных профилей зубьев колеса и шестерни в полюсе зацепления. Тогда сумма главных кривизн будет:

$$\sum \kappa = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}. \quad (3)$$

На рис. 1 радиусы кривизны изображаются отрезками АК и ВК общей касательной к основным окружностям I и II, где К – полюс зацепления.

Из геометрических соображений $\rho_1 = \frac{d_1}{2} \sin \alpha$ и $\rho_2 = \frac{d_2}{2} \sin \alpha$, где d_1 и d_2 – диаметры полоидных окружностей шестерни и колеса; α – угол зацепления.

Нагрузка на единицу длины зуба будет:

$$q = \frac{P_n}{\ell} = \frac{P}{\ell \cdot \cos \alpha}, \quad (4)$$

где ℓ – длина зуба или ширина венца; P_n – сила нормального давления между находящимися в зацеплении зубьями; P – окружная сила (рис. 2).

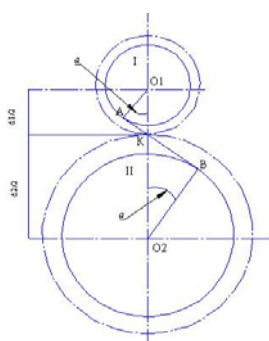


Рис. 1

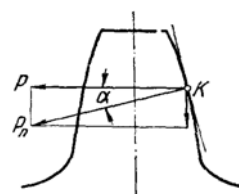


Рис. 2

Применяя все приведенные выше формулы, необходимо иметь в виду, что они справедливы только в том случае, когда ширина полоски контакта достаточно мала по сравнению с радиусами соприкасающихся цилиндров. Так, если радиусы цилиндра и цилиндрической впадины весьма мало отличаются один от другого, то даже при небольшой величине приложенных нагрузок контакт между их поверхностями может распространиться на достаточно значительную часть этих поверхностей.

Для рассматриваемого примера величина упругой постоянной материалов по формуле (2) будет $\eta = 2 \cdot \frac{1 - 0,23^2}{2 \cdot 10^{11}} = 9,471 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{Н}$; по формуле (3) сумма главных

кривизн для однопарного и двухпарного зацепления соответственно будет

$$\sum \kappa = \frac{1}{8,721 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{22,636 \cdot 10^{-3}} = 0,16 \cdot 10^3 \text{ м}; \quad \sum \kappa = \frac{1}{7,949 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{13,463 \cdot 10^{-3}} =$$

$= 0,20 \cdot 10^3 \text{ м}$; по формуле (4) нагрузка на единицу длины зуба будет

$$q = \frac{7928}{0,03 \cdot \cos 20} = 281226 \text{ Н/м}, \quad q = \frac{12306}{0,03 \cdot \cos 20} = 436529 \text{ Н/м}.$$

Подставляя вычисленные значения в формулу (1), получаем наибольшее давление соответственно для однопарного и двухпарного зацепления: $p_0 = 1230 \text{ МПа}$, $p_0 = 1841 \text{ МПа}$. Произведенные

расчеты наглядно отражают влияние геометрии формы зуба, что учтено непосредственно величиной радиуса кривизны, на контактное давление.

Выполним расчет контактных давлений методом конечных элементов средствами инженерного пакета ANSYS 12.0 ранее рассмотренных пар зубьев. Результаты расчетов контактных давлений для однопарного зацепления (рис. 3), для двухпарного зацепления (рис. 4).

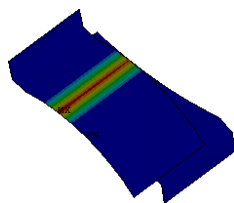


Рис. 3

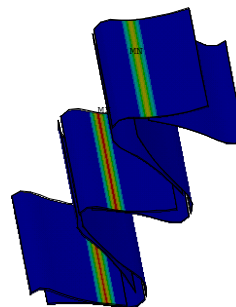


Рис. 4

Таким образом, проведенные при помощи пакета ANSYS исследования контактного давления рабочих поверхностей зубьев показывают, что на результаты расчета оказывает существенное влияние геометрия профиля зуба, которую определяет коэффициент формы зуба. Для однопарного зацепления величина наибольшего контактного давления составляет 1070 МПа, для двухпарного — 699 МПа, что меньше величин рассчитанных на основе теории упругих деформаций. При аналитическом решении напряжения и деформации вблизи поверхности контакта исследуются независимо от общего напряженного состояния соприкасающихся тел. Это допущение оправдывается только в том случае, когда размеры соприкасающихся тел достаточно велики по сравнению с размерами площадки контакта и когда нагрузки на соприкасающиеся тела приложены достаточно далеко от этой площадки. Это решение используется для установления влияния места приложения нагрузки на напряжения и деформации соприкасающихся тел. В сравнении с аналитическими расчетами МКЭ дает более реальное представление о контакте между рабочими поверхностями зубьев, так как рассматривается не идеальный случай, когда происходит контакт по линии, а учитывается деформация, вследствие которой образуется площадка контакта.

Л и т е р а т у р а

1. Ворович, И. И. Механика контактных взаимодействий / И. И. Ворович, В. М. Александров. – Москва : Физматлит, 2001. – 671 с.
2. Чигарев, А. В. ANSYS для инженеров / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. – Москва : Машиностроение, 2004. – 510 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ТРАКТОРА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ТЯГИ В ПРОСТРАНСТВЕ

А. В. Захаров, И. О. Захарова

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. П. Бойков

Основные требования к навесному устройству (НУ) и терминологию определяет ГОСТ 10677–2001.

Данный стандарт устанавливает три класса (категории по ИСО) НУ с высотой присоединительного треугольника:

НУ-2, $y_0 = 610$ мм;

НУ-3, $y_0 = 685–700$ мм;

НУ-4, $y_0 = 1100$ мм.

Для тракторов всех тяговых классов устанавливается высота оси подвеса $m_2 = 0,4$ м.

Рационально выбранные точки крепления подъемно-навесного устройства к заднему мосту трактора и его геометрические размеры должны обеспечивать:

- возможность быстрого заглубления в почву рабочих органов навесного орудия без принудительного внешнего воздействия на наименьшем пути заглубления;
- стабильность хода орудия по глубине;
- догрузку задних колес трактора с целью увеличения сцепного веса и его тягово-сцепных свойств;
- допустимую разгрузку передних колес трактора с целью сохранения управляемости;

– постоянную ширину захвата навесной машины вследствие устойчивого прямолинейного движения МТА.

Кроме того, ГОСТ10677–2001 определяет продольную координату центра вращения (ЦВ) тяг НУ:

- для колесных тракторов $x = (1,25 - 1,5)L$, L – база трактора;
- для гусеничных тракторов $x = (0,8 - 1,25)L$.

У тракторов «Беларус», особенно тяговых классов 4 и 5, данное требование не выполняется в результате увеличенный путь заглубления сельскохозяйственного орудия и сниженная стабильность глубины почвообработки. Эти недостатки компенсирует установленная на тракторе электрогидравлическая система регулирования навесного устройства трактора фирмы BOSCH-REXROTH. Однако постоянная коррекция положения навесного устройства, а вместе с ним и сельскохозяйственного орудия, ведет к увеличению энергозатрат на привод насоса, нагреву рабочей жидкости и т. п. К этому также добавляются автоколебания, вызванные продольными дифферентами при переезде макро- и микрорельефа полей, вызывающие и вовсе ложный сигнал у датчиков положения системы регулирования [1], [2]. Поэтому целью исследований является поддержание необходимого пути заглубления сельскохозяйственного орудия и стабилизация глубины его работы в агрегате с колесным трактором «Беларус».

Для уменьшения пути заглубления рабочих органов необходимо, чтобы ЦВ тяг навески находился впереди оси подвеса (ось проходящая через точки крепления сельскохозяйственного орудия к тягам трактора). В этом случае угол входа рабочих органов сельскохозяйственного орудия γ должен иметь положительное значение и находиться в пределах $\gamma = 0,05 - 0,09$ рад ($3-5^\circ$).

Положительное значение заглубляющего момента $M_{\text{заг}}$ в определенных пределах обеспечивает и стабильность хода рабочих органов по глубине. Заглубляющую способность плугов оценивают по удельному заглубляющему моменту $m_{\text{загл}}$, приходящемуся на единицу ширины захвата плуга. Для работы тракторных агрегатов с плугами общего назначения в средних почвенных условиях (с удельным сопротивлением почвы $k = (3-6)10^4$ кН/м²), оптимальное значение $M_{\text{загл}}$ составляет 4–5 кН · м. Для работы в наиболее тяжелых условиях ($k = (7-8)10^4$ кН/м² – плотные почвы и затупленные лемеха) $M_{\text{загл}} = 6-8$ кН · м.

Исходя из вышеизложенного? для поддержания необходимого пути заглубления сельскохозяйственного орудия и повышения стабильности глубины работы необходимо центр вращения (ЦВ) тяг НУ располагать на определенном расстоянии (плече) от результирующей тягового сопротивления или наоборот результирующую тягового сопротивления располагать на определенном расстоянии (плече) от центра вращения тяг НУ [3].

Первому варианту посвящено большое количество работ. На старых тракторах МТЗ кронштейн крепления верхней тяги выполнен с тремя отверстиями для ее перестановки. Таким образом изменяли продольную координату ЦВ тяг НУ, плече и заглубляющий момент. Перестановку осуществляли при смене типа почвы торфяник, суглинок и т. д.

Второй вариант предусматривает изменять избыточное давление в гидроцилиндре в зависимости от знака усилия (– вверх, + вниз) в захватах крепления сельскохозяйственного орудия в нижних тягах навесного устройства трактора.

Так как новое НУ, устанавливаемое на тракторах «Беларус», имеет два гидроцилиндра работающие только на подъем, а опускание происходит под собственным

весом, необходимо установить гидроцилиндры двойного действия, что приведет к удорожанию НУ, поэтому рациональнее установить двусторонний гидроцилиндр вместо верхней тяги. В электрогидравлическую систему регулирования включить электромагнитный клапан и гидроаккумулятор (рис. 1). На старых тракторах МТЗ сходные функции выполнял гидроувеличитель сцепного веса (ГСВ). Им вручную устанавливалось давление подпора в полости подъема гидроцилиндра, которое оставалось постоянным в процессе работы.

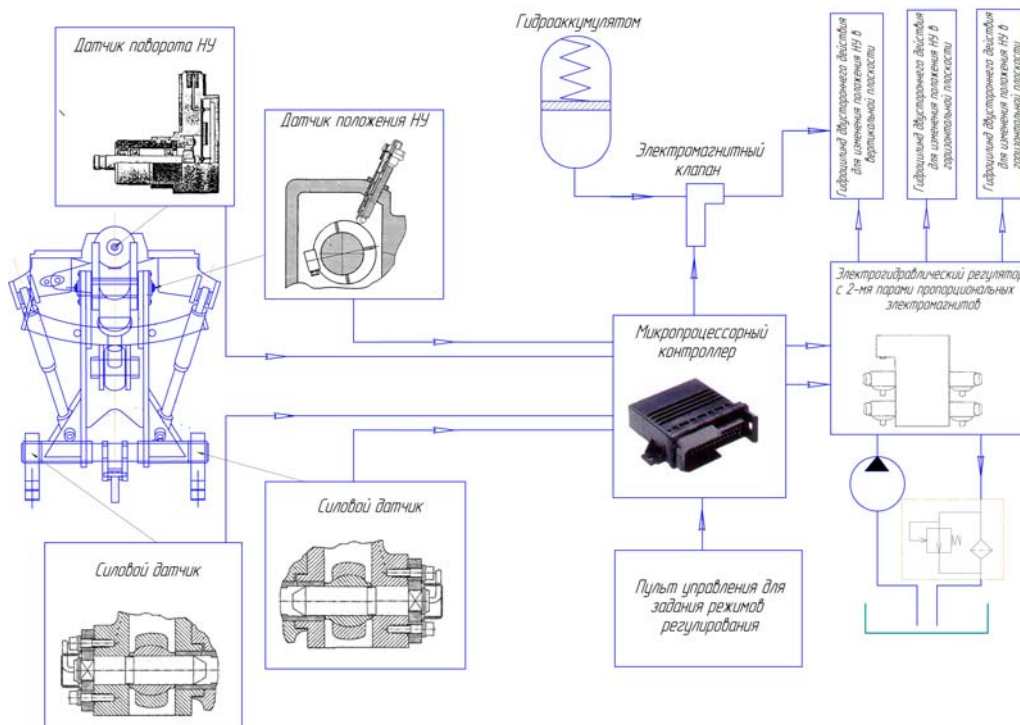


Рис. 1. Функциональная схема системы управления навесного устройства трактора с возможностью регулирования направления линии тяги в пространстве

Еще одно требование, которое необходимо учитывать, – направление линии тяги должно находиться в одной продольно-вертикальной плоскости с центром вращения тяг НУ. В противном случае будет происходить перекокс навесного устройства и нарушена работа сельскохозяйственного орудия, большое перераспределение нагрузки между задним правым и левым колесами, что влечет к снижению тягово-сцепных свойств и курсовой устойчивости агрегата в целом [4].

Например, в работе [5] Шарова Н. М. доказывається, что для пахотного агрегата на базе колесного трактора класса 1,4 с трехкорпусным плугом ЦВ тяг НУ должен находиться в зоне линии действия силы тяжести. Наилучшая равномерность глубины хода достигается, если опорное колесо плуга расположено на расстоянии $l_{пл} = 0,7$ м от оси подвеса.

В работе [6] поясняется, что центр вращения тяг НУ должен совпадать с центром упругости ходовой системы как гусеничного, так и колесного трактора.

В своих исследованиях Ким Л. Х. [7] объясняет, что перестановкой опорного колеса орудия с переднего положения на заднее можно добиться оптимального направления линии тяги, при котором глубина работы сельскохозяйственного орудия будет стабильна, и приводит экспериментальные данные, что при пахоте плугом с

задним расположением опорного колеса, расход топлива составил 14,28–14,45 кг/га вместо 18,3–19,19 кг/га у плуга с передним расположением опорного колеса.

Проанализировав многочисленные работы, посвященные взаимодействию трактора с сельхозорудием, выяснено, что поддержание взаимного расположения результирующей тягового сопротивления и центра вращения тяг навесного устройства трактора дает ощутимые энергетические эффекты. Однако данных по автоматизации процесса поддержания оптимального взаимного расположения результирующей тягового сопротивления сельскохозяйственного орудия и центра вращения тяг навесного устройства трактора не приводится.

Л и т е р а т у р а

1. Такой тяжелый и всетаки такой легкий. Испытания плуга Lemken Vari Transit 8 // Современная с.-х. техника и оборудование. Осенний вып. – 2007. – № 34–37.
2. Горин, Г. С. Расчет показателей силового взаимодействия трактора с навесным орудием в рабочем и транспортном положениях / Г.С. Горин, А. В. Захаров // Современ. технологии и комплексы техн. средств в с.-х. пр-ве : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–27 мая 2005 г. / БГАТУ. – Минск, 2005. – С. 28–31.
3. Синеоков, Г. Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г. Н. Синеоков. – Москва : Машиностроение, 1965. – 310 с.
4. Турбин, Б. Г. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет / Б. Г. Турбин [и др.]. – Ленинград : Машиностроение, 1967. – 577 с.
5. Шаров, Н. М. Изыскание оптимальных значений параметров навесного устройства трактора для работы с плугом : автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.05.03 / Н. М. Шаров / МИИСП. – Москва, 1965. – 20 с.
6. Горин, Г. С. Влияние малых взаимных перемещений трактора и навесного сельхозорудия на тяговую и общую динамику их взаимодействия Г. С. Горин, А. В. Захаров, А. В. Ващула // Весн. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2009. – № 4. – С. 97–107.
7. Ким, Л. Х. Исследование и усовершенствование механизмов навески многокорпусных плугов: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.05.03 / Л. Х. Ким ; объедин. Совет ВИСХОМ и НАТИ. – Москва, 1966. – 36 с.

ИСПЫТАНИЯ ПЕРЕДАЧ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

А. П. Прудников

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Научный руководитель М. Е. Лустенков

Применение механических передач с использованием системы тел качения для передачи нагрузки позволяет создавать удобные в эксплуатации средства малой механизации (гайковерты, баллонные ключи, ручные лебедки и др.) со встроенными редуцирующими узлами [1].

Преимущества передач с промежуточными телами качения (ППТК):

– компактность, особенно в радиальном направлении, высокие значения коэффициента перекрытия, возможность создания многоступенчатых конструкций, соосность, самоторможение.

В [2] рассмотрена возможность применения передач данного типа для создания автотракторного межколесного дифференциала повышенного трения.

Целью данной работы являлось экспериментальное определение КПД редукторов, созданных на базе ППТК, и оценка влияния на него определенных геометрических параметров основных звеньев передачи.

На рис. 1, *a* представлена 3D-модель разрабатываемой разновидности ППТК с шариками в зацеплении, а на рис. 1, *б* показан узел данной передачи.

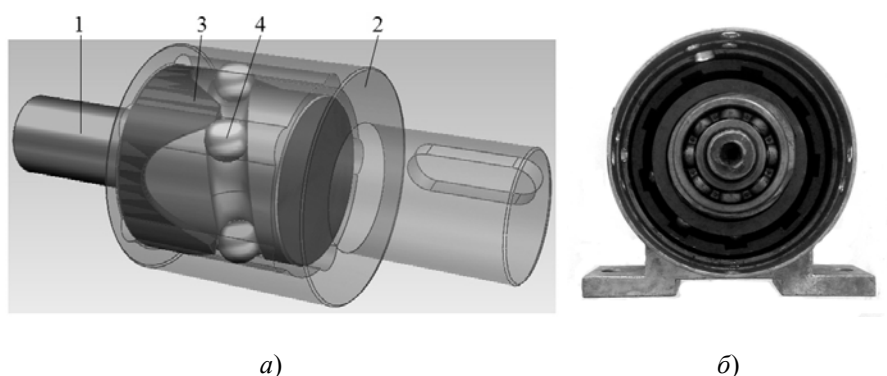


Рис. 1. Передачи с промежуточными телами качения

В конструкцию ППТК входит составной либо цельный внутренний кулачок 1 (рис. 1, *a*), на цилиндрической поверхности которого имеется эллипсовидная беговая дорожка, вал 2 с продольными пазами на внутренней цилиндрической поверхности и наружный кулачок 3 с периодической торцевой поверхностью. В рассматриваемой кинематической схеме кулачок 3 закреплен в корпусе, который на рисунке 1 не показан. Взаимодействие между звеньями 1, 2 и 3 осуществляется посредством тел качения 4. При вращении внутреннего кулачка (генератора) тела качения перемещаются по его эллипсовидной (однопериодной) беговой дорожке и по периодической (многопериодной) рабочей поверхности наружного кулачка, закрепленного в корпусе. При этом они совершают колебательные движения вдоль пазов вала 2, одновременно поворачивая его с меньшей угловой скоростью.

Передаточное число определяется по формуле Виллиса, что позволяет отнести данные передачи к классу планетарных, причем функцию чисел зубьев в формуле Виллиса выполняют числа периодов рабочих поверхностей (беговых дорожек) основных контактирующих звеньев. Для ППТК, изображенных на рис. 1, передаточное число определяется числом периодов (выступов) наружного кулачка Z_3 : $u = 1 + Z_3$.

Для определения КПД разработанных на базе ППТК соосных редукторов был создан лабораторный испытательный комплекс, включающий испытательный стенд, первичные преобразователи, персональную ЭВМ с регистраторами сигналов от преобразователей и программным обеспечением.

Схема стенда для испытаний механических передач приведена на рис. 2.

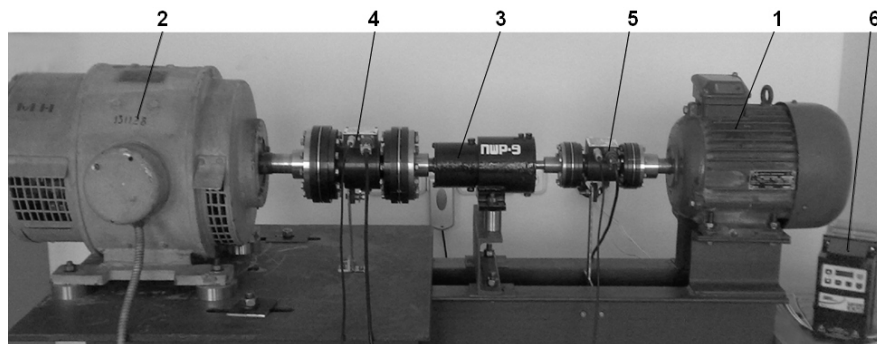


Рис. 2. Стенд для испытания редукторов

Стенд состоит из асинхронного электродвигателя 1 (с номинальной мощностью $P = 4$ кВт и частотой вращения $n = 2880$ мин⁻¹), нагрузителя (машины постоянного тока с параметрами $P = 3,3$ кВт, $n = 1450$ мин⁻¹) 2, испытываемого редуктора 3, датчиков 4 и 5 крутящего момента и частоты вращения. Для регулировки скорости вращения вала двигателя в конструкции стенда предусмотрен частотный преобразователь 6.

Крутящий момент на выходном валу редуктора создается посредством работы нагрузителя в режиме динамического торможения. Увеличение нагрузки на валу нагрузителя достигается ступенчатым увеличением сопротивления в якорной цепи.

В качестве измерительных устройств используются изготовленные ООО «ГИЛКОМ» датчики крутящего момента и частоты вращения М20С-50 (номинальный крутящий момент 50 Нм) и М20С-500 (номинальный крутящий момент 500 Нм).

Соединение датчиков с валами испытываемого редуктора, приводного двигателя и нагрузителя осуществляется посредством дисковых муфт, предназначенных также для компенсации осевых, радиальных, угловых смещений и температурных деформаций, возникающих при монтаже и в ходе эксплуатации датчиков.

В процессе нагружения редуктора крутящим моментом происходит деформирование тензоэлемента из-за увеличения нагрузки на роторе датчика, связанного с испытываемым редуктором, и возникает разбалансировка тензометрической мостовой схемы (тензомоста). Тензомост своим выходом соединен с передатчиком, который усиливает сигнал и преобразует его в цифровой код. Также при вращении ротора его инфракрасный приемник периодически попадает под излучение источника, установленного на статоре, в результате чего на выходе инфракрасного приемника генерируется один импульс за один оборот ротора.

Точность измерения крутящего момента и надежность датчика обеспечивается рядом конструктивных мер, в частности, отсутствием скользящих электрических и механических контактов; высокой линейностью, временной и температурной стабильностью схем цифрового преобразования и декодирования сигналов; компенсацией температурного ухода нуля, и рабочего коэффициента передачи тензометрической мостовой схемы, гальванической развязкой корпусов статора и декодера.

Для отображения измеряемых датчиком величин крутящего момента и частоты вращения используется ПЭВМ с установленным программным обеспечением «Датчик крутящего момента», которое предназначено для автоматизации измерения крутящего момента и частоты вращения на валах, визуализации полученных данных в режиме реального времени и их хранения.

Испытаниям подвергался опытный образец малогабаритного редуктора с шариковыми сателлитами. Передаточное число редуктора равно 9, максимальный диаметр корпуса – 100 мм. В ходе проводимых экспериментов определялся КПД редуктора при разных частотах вращения ведущего вала и различной степени нагружения ведомого вала. При этом было проведено две серии испытаний с использованием вала с пазами прямоугольного и дугообразного профилей при разных режимах работы передачи. Испытания проводились в два этапа – без смазки и со смазочным материалом, содержащим графит и масло ТАД17-и. Испытания проводились при кратковременном режиме работы (в течение 1–1,5 ч, что объясняется спецификой практического использования передач данного типа).

Результаты испытаний представлены на рисунке 3. Как показали испытания, при отсутствии смазочного материала, КПД шарикового редуктора снижается на 15–20 %.

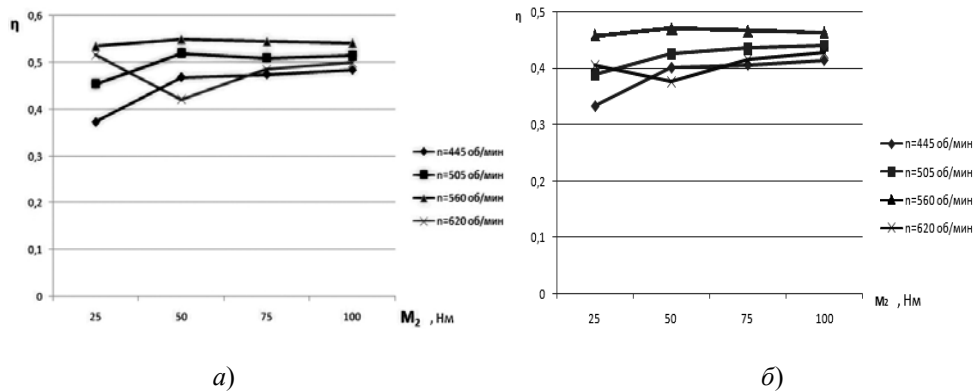


Рис. 3. Зависимость КПД редуктора с шариковыми сателлитами от нагрузки на выходном валу: *а* – с прямоугольным профилем пазов; *б* – с дуговым профилем пазов

На основании проведенных экспериментов установлено, что КПД ППТК с промежуточными телами качения соответствует КПД червячных передач и существенно зависит от смазочного материала. Доказано, что прямоугольный профиль пазов ведомого вала позволяет достичь более высокий КПД нежели дугообразный профиль. Применение прямоугольного профиля вместо дугообразного, однако, заменяет линейный контакт тел качения с пазами ведомого вала на точечный, что приводит к возрастанию контактных напряжений. Поэтому его целесообразно использовать для низкоскоростных механизмов или механизмов с ручным приводом.

Литература

1. Лустенков, М. Е. Планетарные шариковые передачи цилиндрического типа : моногр. / М. Е. Лустенков, Д. М. Макаревич. – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2005. – 123 с. : ил.
2. Лустенков, М. Е. Межколесные кулачковые дифференциалы повышенного трения / М. Е. Лустенков // Тракторы и с.-х. машины. – 2004. – № 3. – С. 16–17.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ «УКЛАДОЧНО-УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА» ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А. Г. Бобрышев, Е. С. Гамазин

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Научный руководитель С. Б. Партнов

Принятие в Республике Беларусь Программы «Дороги Беларуси» на 2006–2015 гг. предусматривает строительство новых и реконструирование старых автомобильных дорог с твердым покрытием. Реализация задач, поставленных в Программе «Дороги Беларуси», выполнение намеченных объемов работ и обеспечение высокого качества дорожного строительства требует совершенствования технологии и организации производства, повышение технической оснащенности применяемых машин.

Качество асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог характеризуется соответствием комплексов показателей строительно-технических свойств уплотненного асфальтобетона с условиями работы материала. Получение требуемых свойств

асфальтобетона взаимосвязано со свойствами исходных компонентов, составом смеси, технологией приготовления асфальтобетонных смесей, их транспортировки, укладки и уплотнения.

Одним из наиболее важных этапов структурообразования асфальтобетона является его укладка и уплотнение.

Развитие асфальтоукладочных и уплотняющих машин на протяжении многих лет осуществлялось в направлении обеспечения максимальной плотности и ровности покрытий. Объясняется это тем, что коэффициент уплотнения асфальтобетонных смесей существенно предопределяет надежность и долговечность материала, а ровность – комфортность передвижения.

Исследованиями, проведенными в Республике Беларусь и за рубежом, установлено, что важнейшим фактором повышения ровности асфальтобетонных покрытий и их плотности является предварительное уплотнение асфальтобетонной смеси, осуществляемое асфальтоукладчиком, с одновременным заданием продольного и поперечного профиля покрытия.

Формирование оптимального состава и обеспечение рациональных режимов работы машин, входящих в комплект для сооружения оснований и покрытий дорог, является одним из основных путей снижения затрат и повышения эффективности капитальных вложений в строительство автомобильных дорог.

Процесс уплотнения дорожно-строительных материалов является завершающим этапом строительства автомобильных дорог, во многом определяющим качество и надежность всего сооружения в целом. В связи с тем, что современные асфальтоукладчики не только укладывают, но и позволяют получить высокую степень предварительного уплотнения дорожного покрытия после укладки, эффективность использования комплектов уплотняющих машин (дорожных катков) и режимов их эксплуатации являются весьма актуальной задачей.

На современном этапе развития техники, когда одна и та же производственная задача может быть решена с помощью большого числа различных вариантов конструкций машин, многие расчеты и обоснования вариантов уже не могут быть выполнены традиционными методами и средствами и требуют применения соответствующих математических моделей и методов решения задачи и анализа вариантов с применением современной вычислительной техники [1]. Для этого нами разработана математическая модель функционирования технологического комплекса машин для строительства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей, структурные и функциональные взаимосвязи факторов, определяющих эффективность и качество процесса уплотнения применительно к поточному производству строительства автомобильных дорог.

Наиболее весомыми технологическими факторами, определяющими кинетику процесса структурообразования асфальтобетона при уплотнении, являются интенсивность и время действия уплотняющей нагрузки, а также температура уплотнения.

В Республике Беларусь укладка асфальтобетонных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей, в соответствии с действующим документом (ТКП 45–3.02–70–2009.(02250), должна проводиться весной и летом при температуре окружающего воздуха не ниже +5 °С, а осенью не ниже +10 °С, разработаны рекомендации по укладке горячих смесей при температуре до минус 10 °С. При этом результаты исследований и полученные данные при производстве работ по укладке показывают, что температура асфальтобетонной смеси, доставляемой в автомобилях – самосвалах к месту укладки, находится в интервале 150–120 °С, температура же окончания уплот-

нения составляет 75–85 °С и последующее уплотнение катками может привести к дроблению зерен, входящих в состав смеси, и ее разуплотнению.

На скорость остывания асфальтобетона оказывают воздействие такие факторы как толщина слоя, температура воздуха, температура основания, температура слоя (перед уплотняющими рабочими органами асфальтоукладчика), скорость ветра и поток солнечной радиации. Комплексное управление качеством асфальтобетона охватывает все технологические процессы: приготовление, транспортирование, укладка и уплотнение.

Многочисленными наблюдениями, проведенными как в Республике Беларусь, так и ряде других стран, установлено, что снижение со временем температуры асфальтобетонной смеси, уложенной в виде слоя на предварительно подготовленное основание, зависит от толщины этого слоя и температуры как основания, так и воздуха.

Как показали исследования [2], [3] характер этого снижения позволяет заключить, что оно может быть определено уравнением:

$$T = T_B + (T_H - T_B) \cdot e^{-\mu \cdot t}, \quad (1)$$

где T – текущая температура смеси, соответствующая времени t , отсчитываемого от времени ее укладки; T_H – начальная температура смеси; T_B – температура воздуха; μ – постоянная, зависящая от температуры основания, толщина слоя и погодных условий.

Так как на эффективность функционирования комплекса оказывает влияние большое число факторов, определяющих климатические, технологические и режимные условия эксплуатации машин, а также условия, определяемые состоянием и физико-механическими свойствами уплотняемых материалов, основным условием оптимального протекания рабочего процесса комплекса «асфальтоукладчик – дорожные катки» является ограничение суммарного времени выполнения технологических операций, не позволяющее остывать уплотняемой асфальтобетонной смеси до критически низких температур:

$$t_K < t_D, \quad (2)$$

где t_K – общее время укладки и уплотнения смесей по длине захватки; t_D – допустимое время процесса уплотнения.

Модель функционирования системы и проведенные теоретические исследования были положены в основу синтеза алгоритма оптимизации режимов работы и структуры машинного комплекса при укладке и уплотнении покрытий.

Алгоритм предусматривает последовательное сопоставление эффективности применения возможных вариантов комплектов применяемых машин и выбор оптимального варианта для заданных условий дорожного строительства.

На основе разработанного алгоритма с использованием системного подхода сформированы и проанализированы модели и условия функционирования машин применительно к строительству покрытий из горячих асфальтобетонных смесей. Модели осуществления уплотнения асфальтобетонных смесей базируются на законах послойной теплопередачи смесей, функциональной взаимосвязи параметров эксплуатационного фона и режимов работы уплотняющих машин с учетом ограничения процесса по времени. Реализация указанных моделей на ЭВМ позволила оце-

нить влияние отдельных факторов эксплуатационного фона на эффективность функционирования системы «автосамосвал – асфальтоукладчик – дорожные катки» при строительстве асфальтобетонных дорожных покрытий.

Выполненные расчеты позволили установить области рационального применения комплектов самоходных катков и допустимые границы их использования при строительстве покрытий из горячих асфальтобетонных смесей.

Так при скоростях укладки смесей до 8 м/мин использование комплектов самоходных катков возможно при значениях допустимого времени уплотнения более 12 мин. Для обеспечения непрерывности потока, качества и эффективности строительства покрытий, при значениях допустимого времени уплотнения, ограниченного 16–20 мин скорость асфальтоукладчика должна быть более 4 м/мин.

Л и т е р а т у р а

1. Болтянский, В. Г. Математические методы оптимального управления / В. Г. Болтянский. – Москва : Наука, 1969. – 372 с.
2. Партнов, С. Б. Закономерности изменения физико-механических свойств асфальтобетонных смесей при уплотнении / С. Б. Партнов, В. И. Семчен // Перспективные технологии, материалы и системы : сб. науч. работ, 2003. – С. 260–265.
3. Партнов, С. Б. Влияние работы и характеристик уплотняющей нагрузки на конечные результаты уплотнения дорожно-строительных материалов / С. Б. Партнов. – Вестн. Могилев. гос. техн. ун-та «Транспортные и строительные машины». – 2005. – № 2(9). – С. 123–127.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ОПТИКО-ВОЛОКОННОЙ МУТНОМЕТРИИ НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД

А. Е. Левдиков, Н. Н. Закаблукова, А. А. Азарко

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Научные руководители: А. П. Марков, В. Ф. Гоголинский

В процессе эксплуатации машин и механизмов используются разнообразные технические среды и масла. Как объекты контроля они являются изменяющимися в пространственно-временных координатах технологического процесса.

Техника и технологии неразрушающего контроля обеспечивают оценку реального состояния среды без изменения ее структуры, свойств и параметров. При работе оборудования изменяются свойства нормированных технических сред и масел и образуются промежуточные мутные смеси однородной фазы и инородных взвешенных частиц. Нерастворимые друг в друге они образуют неоднородные полидисперсные системы, которые существенно влияют на работоспособность оборудования и качество производимой продукции.

Задача мутнометрии неоднородных сред состоит в своевременном выявлении технологических признаков зарождающейся неоднородной среды. Отсутствие или недостаток оперативных данных ограничивает статистически установленные сроки эксплуатации технических сред и масел и сказывается на ходе технологических процессов. Техничко-экономические показатели и безаварийная эксплуатация различных объектов неразрывно связаны с аппаратным обеспечением для осмотра, наблюдения, контроля, диагностики и управления производством.

Ресурс работы машин и механизмов с высокой достоверностью определяет их гарантированную надежность. Их эффективность обеспечивается не только высокой производительностью, но и их рентабельностью. С учетом этих показателей, а также степени износа, морального старения и целого ряда противоречивых условий ста-

вится задача установления реальных сроков эксплуатации и оценки качества по фактическому состоянию используемого оборудования и применяемых технических сред и масел [1].

В существующих технологиях затраты на фильтрацию и замену смазочно-охлаждающих сред превышают расходы на оценку их текущего состояния. В свою очередь дороговизна ремонтно-восстановительных работ значительно превышает материальные, трудовые и финансовые затраты на оперативный контроль и мониторинг технических сред и масел.

Многофакторная зависимость состояния таких сред и масел требует совершенствования контрольно-измерительной аппаратуры для эффективной оценки и установления сроков эксплуатации в реальных условиях производства.

Определяющее значение в мутнометрии имеет своевременное обнаружение признаков появляющихся неоднородностей в однородной среде. Во взаимодействии лучистого потока с неоднородностями среды формируются источники первичной информации. Соответственно характеру информативного излучения и спектрально-энергетическому распределению его составляющих оптические способы мутнометрии подразделяются на абсолютные, энергетические, относительные и спектрально-го отношения.

В энергетических способах прием и измерение интенсивности информативного излучения осуществляется в одном участке спектра. В отличие от них в спектральных способах используется большой диапазон спектра излучений.

Как более перспективные спектрально-энергетические способы мутнометрии подразделяются на:

- интегральные, при приеме излучения с $\Delta\lambda \rightarrow \infty$;
- селективные, при приеме частичного излучения (монохроматические) с $\Delta\lambda = \text{const}$ и $\Delta\lambda \rightarrow 0$;
- спектральные, при приеме спектрально окрашенного излучения от нескольких источников (цветовые);
- смешанные, при приеме многоспектрального (многоцветного) излучения.

В этих способах мутноскопии информативное излучение, отражающее характер взаимодействия излучения с неоднородностями среды, определяется эффективным лучистым потоком и коэффициентом τ_λ спектрального согласования.

Спектрально-энергетические параметры, направленность и особенно полоса длин волн информативного излучения должны максимально согласовываться с более чувствительными и помехозащищенными элементами и структурами мутноскопии. Наряду с видимой областью спектра все шире осваиваются прилегающие к ней ультрафиолетовая и инфракрасная области спектра излучений.

В общем случае абсолютное значение информативного лучистого потока Φ_λ определяется эффектом суммарного воздействия на среду и может быть представлено выражением:

$$\Phi_\lambda = F \cdot \int_0^\infty b_\lambda \cdot \tau_\lambda \cdot d\lambda, \quad (1)$$

где F – эффективный коэффициент использования отображаемого средой лучистого потока; b_λ – плотность энергии, отображаемой средой излучения; τ_λ – коэффициент спектрального преобразования излучения при взаимодействии со средой.

Эффективный лучистый поток определяется выражением:

$$\Phi_e = \int_0^{\infty} b_{\lambda} \cdot \tau_{i\lambda} \cdot d\lambda. \quad (2)$$

При этом неопределенность в функциональной зависимости b_{λ} и $\tau_{i\lambda}$ ограничивает возможность установления функциональной связи между Φ_e и физико-техническим состоянием неоднородной среды.

Для некоторой эффективной длины волны $\lambda_{эф}$ отражаемое средой излучение более достоверно отображает состояние и свойства как неоднородностей, так и неоднородной среды. В сравнении экстремальных значений эффективного $\Phi_{эф}$ и опорного $\Phi_{он}$ лучистых потоков для ограниченного участка спектра более эффективно реализуется информационно-преобразовательный процесс.

Для решения задачи выбора участков эффективной длины волны и опорной исследуются спектрально-энергетические особенности информативного лучистого потока во всем спектральном диапазоне взаимодействия излучений и неоднородностей. В сравнении информативного излучения для $\lambda_{эф}$, в котором сосредоточена оптически контрастная зона неоднородной среды и $\lambda_{он}$, выступающего в роли фона, особенно проявляется качественная сторона неоднородной среды.

При спектрально-энергетическом воздействии селективного излучателя с варьируемыми λ_i отраженное и рассеянное излучение, как результат взаимодействия с неоднородностями, представляется совокупностью элементарных излучателей в виде разносветящихся точек.

Долевое спектрально-энергетическое распределение составляющих информативного излучения зависит от природы, структуры, геометрии и концентрации неоднородностей, а также от соотношения спектральных составляющих воздействующего на среду излучения.

Зависимость выходной и входной величин в мутномерах турбидиметрического типа описывается выражением:

$$\Phi_u = \Phi_0 \cdot e^{\varepsilon_{\lambda} \cdot C \cdot l}, \quad (3)$$

где Φ_u и Φ_0 – информативный и воздействующий световой поток; ε_{λ} – удельная экстинкция; C – концентрация неоднородностей; l – длина пути просвечиваемого элементарного объема среды.

В нефелометрических мутномерах используется зависимость Релея [1], [2]:

$$\Phi_u = \Phi_0 \frac{C \cdot V^2}{l^2 \cdot \lambda^4} (1 + \cos^2 \theta) \cdot m, \quad (4)$$

где Φ_u – информативный световой поток, рассеянный единицей элементарного объема среды под углом θ к направлению распространения воздействующего потока Φ_0 при расстоянии l от излучателя до приемника; V – объем неоднородности; λ – длина волны светового потока; m – коэффициент, зависящий от показателя преломления неоднородностей и однородной среды.

В настоящее время ведутся работы по созданию комплексных и универсальных методов и средств для автоматизированного мониторинга неоднородных сред непосредственно на объекте контроля. Световодные зонды расширяют доступ к исследуемой среде.

В этом направлении перспективны разработки мобильного переносного мутномера с выносными волоконно-оптическими датчиками. Они могут быть использованы как в промышленности, так и для различных лабораторных исследований при испытаниях, доводке и опытной эксплуатации [3].

Применение волоконно-оптических датчиков и оптико-волоконных мутномеров обусловлено необходимостью мониторинга в труднодоступных зонах, в условиях воздействия помех и дестабилизирующих факторов.

В оптико-волоконных мутномерах важное значение имеет согласование коэффициента ввода излучения в фотоприемник и приемную часть световода. Для портативных измерителей прозрачности среды среднее значение коэффициента ввода составляет 0,97. На информационно-энергетические и массогабаритные параметры мутномеров особенно влияет выбор схемы расположения источника, излучателя и приемника излучения.

Экологическая безопасность и герметичность расширяют области практического применения оптико-волоконных мутномеров для мониторинга в пищевой промышленности, например, для контроля вино-водочной продукции, пива, растительных масел, на предприятиях водоканала и других областях.

Л и т е р а т у р а

1. Пивоварова, Е. В. Автоматизированный мониторинг технических сред и масел / Е. В. Пивоварова [и др.]. // Неразрушающий контроль и диагностика окружающей среды, материалов и промышленных изделий : Межвуз. сб. – Санкт-Петербург : СЗГУ, 2010. – вып. 17. – С. 28–36.
2. Марков, А. П. Световодные способы и средства оперативного контроля неоднородных сред и масел / А. П. Марков, Е. И. Марукович // Литье и металлургия, 2007. – № 4(44). – С. 104–109.
3. Пат. № 5903 ВУ. Мутномер / А. П. Марков, Е. И. Марукович, Е. М. Патук, А. Е. Левдикова, 2010.

К РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ТЕРМОУПРУГОСТИ

Т. А. Медведев, Л. В. Касьян

Брестский государственный технический университет, Беларусь

Научный руководитель А. И. Веремейчик

Потребности современной техники во многих случаях требуют исследования напряженно-деформированного состояния конструкций, которые подвергаются воздействию механических нагрузок и изменяющихся во времени температур. Сложность геометрических форм конструктивных элементов наряду со сложным характером тепловых воздействий требуют разработки новых средств и методов расчета на прочность и жесткость для получения данных об их поведении при эксплуатации еще на этапе проектирования. Вопрос о нестационарных тепловых воздействиях актуален еще и потому, что на практике механизмы, машины и строительные конструкции эксплуатируются в условиях неравномерного нагрева, который вызывает значительные температурные напряжения и в сочетании с напряжениями, вызванными действием механических нагрузок, часто становятся причиной частичного или полного вывода элементов из строя. При резко нестационарных процессах теплообмена возникает также большая неравномерность температуры и напряжений. Все это требует развития методов исследования нестационарных задач термоупругости, свя-

занных со строгим удовлетворением граничных условий по всей границе области при произвольном распределении в ней температуры.

Решение задачи термоупругости проводится в 2 этапа. На первом этапе решается задача теплопроводности. Дифференциальное уравнение (ДУ) в этом случае запишем в виде [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \nabla^2 T, \quad (1)$$

при соответствующих краевых условиях задачи. Здесь $a = \frac{\lambda}{c\rho}$ – коэффициент температуропроводности; λ – коэффициент теплопроводности; ρ – плотность материала; c – удельная теплоемкость.

Для решения ДУ теплопроводности (1) применим метод потенциала. Основными преимуществами данного метода по сравнению с другими существующими численными методами (конечных элементов, конечных разностей) является необходимость дискретизации только границы области, при этом сохраняется высокая точность решения при относительно небольших затратах машинного времени [2].

Решение ДУ (1) разыскивается в виде потенциалов простого (2) или двойного (3) слоев [3], которые вне точек поверхности, по которой проводится интегрирование, являются решениями уравнения теплопроводности:

$$V(x, t) = \int_0^t ad\tau \left[\int_L T(x, t, y, \tau) \nu(y, t) \right] dl; \quad (2)$$

$$W(x, t) = \int_0^t ad\tau \left[\int_L \frac{\partial T}{\partial n} \mu(y, t) \right] dl. \quad (3)$$

В выражениях (2) и (3) функция T является фундаментальным решением уравнения теплопроводности [2]:

$$T(x, t, y, \tau) = \left(\frac{1}{2\sqrt{\pi a(t-\tau)}} \right)^d e^{-\frac{r^2}{4a(t-\tau)}}, \quad (4)$$

где r – расстояние между фиксированной точкой x и параметрической точкой y ; d – число, характеризующее размерность пространства; $d = 3$ – для трехмерной задачи и т. д. Выражение (3) используется в случае рассмотрения задачи теплопроводности с граничными условиями первого рода [1], выражение (2) – в случае решения краевых задач с граничными условиями второго и третьего рода. При задании смешанных граничных условий решение определяется в виде суммы тепловых потенциалов простого слоя по той части поверхности, где заданы граничные условия 2-го и 3-го рода, и потенциала двойного слоя по той части поверхности, где заданы граничные условия 1-го рода. При ненулевых начальных условиях задачи следует использовать также интеграл Пуассона.

Исследуя свойства тепловых потенциалов, учтем, что при подходе к точкам границы области L тепловой потенциал двойного слоя $W(x, t)$ и производная по нормали к поверхности от теплового потенциала простого слоя $\frac{\partial V(x, t)}{\partial n}$ имеют разрыв:

$$W^+(x, t) = -\frac{\mu(x, t)}{2} + W(x, t); \quad (5)$$

$$W^-(x, t) = -\frac{\mu(x, t)}{2} + W(x, t); \quad (6)$$

$$\frac{\partial V^+(x, t)}{\partial n} = -\frac{\mu(x, t)}{2} + \frac{\partial V(x, t)}{\partial n}; \quad (7)$$

$$\frac{\partial V^-(x, t)}{\partial n} = \frac{\mu(x, t)}{2} + \frac{\partial V(x, t)}{\partial n}, \quad (8)$$

где W^+, W^-, V^+, V^- – предельные значения тепловых потенциалов при подходе вдоль нормали к поверхности соответственно изнутри и извне.

Рассмотрим решение задачи с граничными условиями первого рода. Дифференцируя выражение (4), получаем выражение для теплового потенциала двойного слоя в следующем виде:

$$W(x, t) = \int_0^t \frac{2\pi d\tau}{\left(\sqrt{4\pi a(t-\tau)}\right)^{3/2}} \int_L r \cos \varphi e^{\left(\frac{r^2}{4a(t-\tau)}\right)} \mu(y, \tau) dl. \quad (9)$$

В случае задания на поверхности тела граничных условий первого рода $F = F(y, t)$ получено интегральное уравнение для определения плотности теплового потенциала двойного слоя $\mu(y, \tau)$:

$$\pm \frac{1}{2} \mu(x, t) + \frac{4a}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{d\tau}{\left(\sqrt{2a(t-\tau)}\right)^5} \int_L K(y, x, t-\tau) \mu(y, \tau) dl = F(y, t) \quad (10)$$

Ядро $K(y, x, t-\tau) = e^{\left(\frac{r^2}{4a(t-\tau)}\right)} [cI_1(B) - bI_0(B)]$ интегрального уравнения представляет собой произведение показательной функции на функцию Бесселя первого рода. Знак «+» применяется при решении внешней задачи, знак «-» – для внутренней задачи.

Уравнение (10) является линейным интегральным уравнением второго рода в двумерном измерении L, t . В результате решения этого уравнения будет найдена плотность μ потенциала двойного слоя, что даст возможность найти распределение температуры в любой точке рассматриваемой области L в данный момент времени путем подстановки данной плотности в выражение (9) потенциала двойного слоя. Необходимо также отметить, что ядро уравнения (4) имеет сингулярную особенность в точке $x = y, t = \tau$. Аналогично могут быть построены интегральные уравнения для задач с граничными условиями второго и третьего рода.

После определения температурного поля на втором этапе определяется соответствующее ему напряженно-деформированное состояние. Необходимо найти решение дифференциальных уравнений равновесия [4] при отсутствии массовых сил:

$$\Delta u_i + \frac{1}{1-2\nu} \text{grad} \text{div} u_i = \frac{2(1+\nu)}{1-2\nu} \alpha \text{grad}(T - T_0), \quad (11)$$

при определенных граничных условиях на контуре области, которые совместно с уравнением теплопроводности (1) описывают изменение в пространстве и во времени поля перемещений и температурного поля. В выражении (11) α – коэффициент линейного расширения, ν – коэффициент Пуассона.

Аналитическое решение уравнения (11) для любой геометрии области чрезвычайно сложно. С помощью теории потенциала дифференциальные уравнения в частных производных заменяются интегральными уравнениями, которые удобны для численной реализации. Краевая задача в виде (11) сводится к задаче изотермической теории упругости. Влияние неравномерности температуры по области L^\pm может быть учтено в уравнениях изотермической теории упругости в перемещениях как действие поверхностных сил с потенциалом

$$n = \frac{2(1+\nu)}{1-2\nu} \alpha_T (T - T_0), \quad (12)$$

что свидетельствует о том, что нагревание области до температуры T создает в теле такие же перемещения, что и распределение нагрузки на границе области с интенсивностью $\varphi = \Pi$.

Решение упругой задачи для плоских областей достаточно хорошо исследовано в работах [3], [4] и не представляет особого интереса. Основной проблемой является нахождение температурных добавок перемещений и напряжений. Для определения эквивалентных нестационарным температурам поверхностных нагрузок необходимо определить $\text{grad} T$.

В результате решение системы ДУ термоупругости (11) можно представить как сумму общего решения однородного ДУ u_i^u и частного решения u_i^T :

$$u_i = u_i^u + u_i^T, \quad (13)$$

причем частное решение в форме, предложенной Гудьером [5], определяется как градиент некоторой бигармонической функции W , полученной на основании решения задачи теплопроводности:

$$u^T = \text{grad} W. \quad (14)$$

Тогда напряжения задачи в постановке (13) определяются как

$$\sigma_{ij}^0 = \sigma_{ij}^u + \sigma_{ij}^T. \quad (15)$$

Здесь тензор σ_{ij}^u соответствует u_i^u , а σ_{ij}^T – вектору u_i^T .

Следует также отметить, что решение задачи термоупругости производится одинаково независимо от граничных условий задачи теплопроводности, что делает используемый метод для определения напряжений и деформаций универсальным и позволяет проводить решение (1) и (11) независимо друг от друга.

Литература

1. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – Москва : Высш. шк., 1967. – 599 с.
2. Беляев, Н. М. Методы теории теплопроводности: В 2 ч. / Н. М. Беляев, А. А. Рядно. – Москва : Высш. шк., 1982. – Т. 1 – 327 с. ; Т. 2. – 304 с.
3. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1966. – 735 с.
4. Новацкий, В. Теория упругости / В. Новацкий. – Москва : Мир, 1975. – 872 с.
5. Хвисевич, В. М. Интегральные уравнения плоской краевой задачи нестационарной термоупругости методом потенциала / В. М. Хвисевич // Строительная механика и расчет сооружений. – 1991. – № 2. – С. 48–51.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ОЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛЬНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В. А. Левчук, М. В. Левкин

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки

Научный руководитель В. Е. Круглень

Уборка льна является наиболее трудоемким этапом в технологии производства льна (около 70 % от всех трудозатрат) и во многом определяет себестоимость и качество готовой продукции, а также общие энергозатраты.

Потери урожая и качество получаемой продукции в значительной степени зависят от применяемых технологий уборки и сроков их проведения.

В настоящее время в мировой практике существует три технологии: сноповая, комбайновая, и раздельная. Сноповая уборка льна-долгунца сопряжена с большими затратами ручного труда и в настоящее время применяется только в селекции и семеноводстве.

Технология комбайновой уборки включает в себя тербление растений с одновременным очесом семенных коробочек и расстилом льносолумы в ленты. Технология комбайновой уборки предусматривает достижение высокого уровня выполнения технологических требований. Она позволяет уменьшить затраты труда в 1,7–3,4 раза по сравнению со сноповой уборкой и в наименьшей степени зависит от погодных условий. Несмотря на достоинства технологии комбайновой уборки в процессе вылежки льносолумы имеет место неоднородность тресты по ее основным качественным признакам: цвету, прочности и, особенно, по степени вылежки. Низкое качество тресты обусловлено различным воздействием рабочих органов льноуборочных машин на отдельные участки стеблей путем их однократного и многократного плющения в комлевой части. Существенным недостатком комбайновой уборки является ее высокая энергоемкость в связи с большими затратами энергоресурсов на искусственную сушку сырого льновораха при получении семян.

Технология раздельной уборки включает тербление льна, расстил его на поле в ленты, естественную сушку лент льна, их подъем и очес семенных коробочек, расстил очесанных лент льносолумы на льнище. Основной ее недостаток заключается в большой зависимости от погодных условий. При раздельной (двухфазной) уборке треста также получается с неравномерной степенью вылежки по длине стеблей и при ее переработке выход и качество волокна снижаются. Затраты труда при комбайновой и раздельной уборке практически одинаковы и равны примерно 70 чел.-ч/га.

Повысить эффективность уборки льна-долгунца, на наш взгляд, позволит переход на технологию комбинированной уборки, отвечающую требованиям адаптив-

ности к различным погодным условиям, когда при достижении посевами ранней желтой спелости применяют технологию раздельной уборки, а затем технологию комбайновой уборки по мере достижения культурой конца желтой и полной спелости. Применение комбинированной уборки экономически оправдано и является перспективным направлением совершенствования технологий в льняном комплексе. Условием применения этой технологии является возделывание льна хозяйствами в достаточно крупных масштабах.

Во Франции, Бельгии, Венгрии, Румынии применяется «технология заводского обмолота». Она начала осваиваться и в нашей стране. К недостаткам этой технологии относятся большие потери семян (более 70 %) и их низкое качество. Таким образом, наиболее перспективными являются технологии комбайновой и раздельной уборки льна-долгунца.

В настоящее время в Республике Беларусь в основном применяется комбайновая уборка льна прицепными льнокомбайнами ЛК-4А. Она имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, биологическая особенность льна заключается в том, что наибольшее количество и наилучшее качество волокна получается при тереблении льна в фазе ранней желтой спелости. Семена в этот период имеют пониженную жизнеспособность, необходимую для использования на семенные цели. Для получения хороших кондиционных семян уборку льна необходимо проводить в фазе желтой спелости. Таким образом, при комбайновой уборке однозначно теряется часть урожая волокна или семян, величина которой интенсивно возрастает со смещением сроков уборки в фазу полной спелости культуры. Во-вторых, получаемый льноворох имеет высокую влажность, что вызывает необходимость его быстрой активной сушки и, как следствие, дополнительные энергозатраты.

Применение раздельной уборки льна позволяет проводить теребление льна в более сжатые сроки в оптимальную фазу (ранняя желтая спелость).

Однако при реализации второй фазы раздельной уборки – подборе и отделении коробочек льна от стеблей – необходимо обеспечить минимальный отход стеблей в путанину и потери семян от недоочеса. Последние, в свою очередь, зависят от типа аппарата для отделения семенной части урожая от стеблей и условий его работы.

Нами предлагается комбинированное очесывающее устройство льноуборочного комбайна (рис. 1) позволяющее улучшить качество работы и повысить надежность технологического процесса отделения головок от стеблей во время уборки за счет предварительного разрушения семенных коробочек с последующим обмолотом.

В комбинированном аппарате лента вытеребленного льна, сформированная теребильным аппаратом, или лента льна, разосланного на поле для сушки и дозревания семян, вытеребленного в фазе ранней желтой спелости, для получения высококачественного волокна, поднятая подборщиком, подается в зажимной транспортер 1, удерживается в нем и им же подается к коническим обрезиненным вальцам 2 (для улучшения затягивания слоя стеблей), где за счет сил трения в слое, происходит разрушение головок и их частичное отделение от стеблей. Угол образующей конуса вальцов обоснован толщиной верхушечной части стеблей содержащей семенные коробочки и составляет 3–5°. Чистики 3 очищают рабочую поверхность вальцов от налипших семян и разрушенных головок. При дальнейшем движении в зажатом транспортере 1 лента льна подается к обмолачивающему барабану 4 с эластичными рифлеными бичами 5, под действием многократных ударов которых отделяются остав-

шиеся на стеблях семенные коробочки и просеиваются свободные семена. При этом за счет рифленой поверхности бича происходит частичная параллелизация верхушечной части стебля, что значительно облегчает размотку рулонов в линии переработки и повышает качество волокнистой продукции.

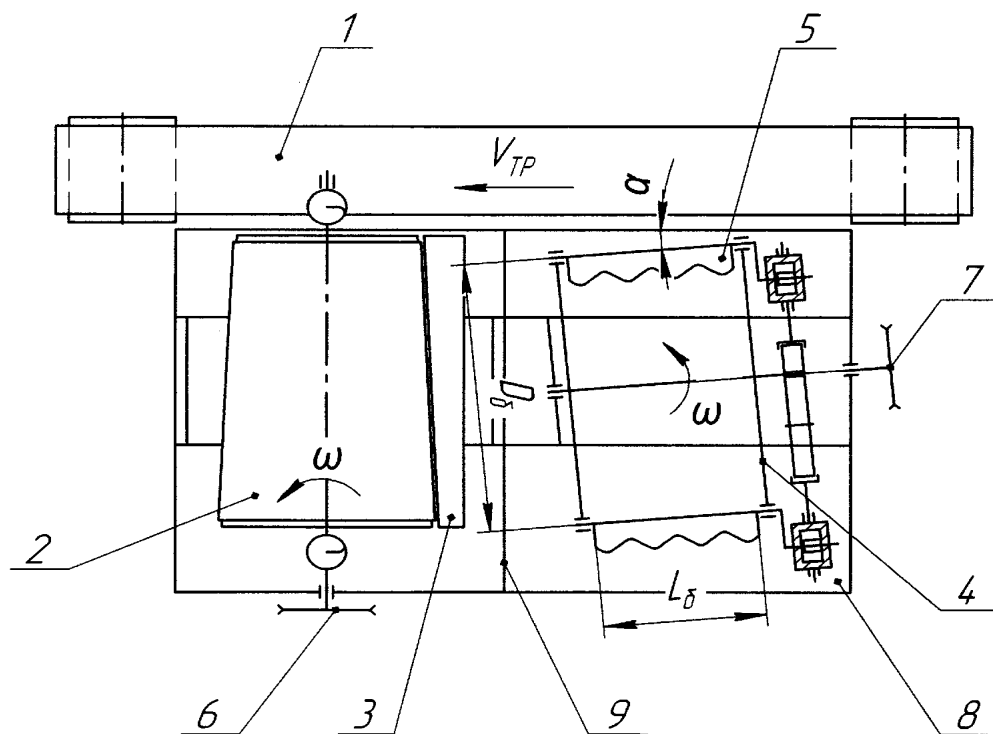


Рис. 1. Комбинированное очесывающее устройство льноуборочного комбайна:
 1 – зажимной транспортер; 2 – валец; 3 – чистик; 4 – обмолачивающий барабан;
 5 – рифленый бич; 6, 7 – приводы; 8 – сборник вороха;
 9 – разделительная перегородка

Предлагаемый аппарат имеет простую конструкцию, в сравнении с зарубежными, и технологические регулировки, малую металлоемкость, высокую надежность, способность выполнять технологический процесс более качественно при повышенной засоренности и влажности льна в период уборки, а открытая конструкция обеспечивает легкий доступ к узлам, осмотр и контроль их функционирования. Устройства имеют индивидуальные приводы 6 и 7, размещенные в общей камере с разделительной перегородкой 9 и окном для прохода стеблей. Камера в нижней части имеет общий сборник вороха 8 в форме улитки, что позволяет обеспечивать его выгрузку в транспортное средство за счет созданного очесывающим аппаратом воздушного потока, и исключает установку дополнительного устройства и соответствующих энергозатрат на его привод. Учитывая то, что количество отделенных коробочек и семян, застрявших в ленте, увеличивается по мере ее продвижения в зажимном транспортере 1, обмолачивающий аппарат расположен под острым углом $8-12^\circ$ к задней части зажимного транспортера, что обеспечивает увеличение зоны обмолота стеблей льна и выделения семян. В результате этого снижаются потери семян, и увеличивается полнота обмолота.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ПРОТЕКАЮЩИХ В НАПРАВЛЯЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ
ГИДРОУСИЛИТЕЛЯ ТИПА «ЗОЛОТНИК-ЗОЛОТНИК»
СИСТЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КАЧАНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА
БЛЮМОВОГО УСТРОЙСТВА НЕПРЕРЫВНОЙ
РАЗЛИВКИ СТАЛИ**

И. Н. Головки

Гомельский государственный университет имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Д. Н. Андрианов

В настоящее время при разработке и модернизации современных блюмовых и слябовых установок непрерывной разливки стали (УНРС), механизм качания кристаллизатора приводится в действие следящим электрогидравлическим приводом. Электрогидравлический привод имеет ряд достоинств перед электромеханическим, одним из которых является возможность получения синусоидального и несинусоидального возвратно-поступательного движения и возможность его изменения без остановки УНРС с пульта оператора, что не позволяет обеспечивать электромеханический привод.

Электрогидравлический привод (гидроусилитель с электроуправлением) состоит из гидроцилиндра с высокоточным датчиком перемещения и быстродействующего направляющего гидравлического распределителя не прямого действия. Гидравлический распределитель, используемый в таких системах состоит из основного (золотникового) и управляющего (золотник, «сопло-заслонка», струйная трубка и т. д.) каскадов. Золотник основного каскада имеет высокоточный датчик перемещения.

Основными техническими характеристиками электрогидравлического усилителя типа «золотник-золотник» наряду с номинальными значениями давления и расхода, является полоса пропускания (амплитудно-частотная характеристика) управляющего и основного каскадов. Согласно литературным источникам частота возвратно-поступательного движения кристаллизатора и следовательно штока гидроцилиндра электрогидравлического усилителя не превышает 350 качаний в минуту (5,8 Гц).

Амплитудно-частотная характеристика гидравлического устройства зависит не только от массы и сил трения между подвижными деталями, но и от гидродинамических сил возникающих из-за появления дозвуковых скоростей движения на дросселирующих кромках. Возникающие гидродинамические силы требуют не пропорционального увеличения (уменьшения) управляющего усилия от перемещения по достаточно сложному закону, что влияет на точность позиционирования четырех дроссельного золотника относительно гильзы направляющего гидравлического распределителя при его работе.

С целью определения величины гидродинамической составляющей силы, действующей в осевом направлении золотника и требуемого усилия управления для перемещения золотника основного каскада при различных перекрытиях дросселирующих кромок в момент соединения напорной (Р) гидравлической линии с рабочими (А и В) (рис. 1) подключенными к полостям гидроцилиндра, требуется проведение натурного эксперимента. Перед проведением экспериментальных исследований необходимо обобщить все физические гидродинамические явления и методы математического моделирования согласно литературным источникам по настоящей тематике [1]–[4], разработать методику математического моделирования с использованием современных программных инструментов, позволяющих произвести моделирование

гидродинамических процессов. Одним из методов, позволяющих моделировать течения рабочей среды в дросселирующих устройствах сложной геометрической формы, является метод конечных элементов (МКЭ).

Моделирование течения на кромках дросселирующего направляющего устройства производится после определения граничных условий (свойств рабочей среды, усилий, давлений и т. д.) и геометрических размеров расчетной области, через которое происходит истечение [5].

По предварительному гидравлическому расчету определены давления и расходы на участках гидравлической системы и заданы как *граничные условия* для решения уравнений Навье-Стокса в численном виде средствами программного комплекса ANSYS Flotran. При расчете МКЭ использовались физические характеристики рабочих жидкостей, которые предпочтительно используются в гидроприводах, работающих в составе установок непрерывной разливки стали, а именно воднополиалкиленгликолевые (НFC) (значение вязкости и температуры принимались постоянными).

После выбора оптимальной схемы распределения потока согласно критерию снижения полного времени переключения золотника, уменьшения зоны нечувствительности, возникающей при переключении из начального положения в рабочее (рис. 1). Произведен расчет основных геометрических размеров корпуса гильзы, золотника основного каскада направляющего устройства гидроусилителя и получена точная *геометрическая расчетная область* с учетом зазоров. При этом сделано допущение, что зазор между золотником и корпусом постоянный и имеет форму кольца. Также произведено сравнение с уже существующими образцами серийного производства (Parker Hann., MOOG, ОАО «ГСКТБ ГА»), занимающихся проектировкой и изготовлением гидравлических аппаратов с пропорциональным управлением.

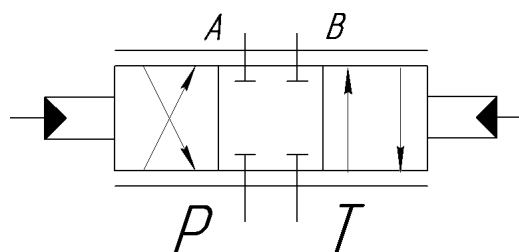


Рис. 1. Принципиальная схема распределения потока основного каскада управляющего гидрораспределителя

Далее была составлена схема размеров гильзы и золотника основного каскада с учетом зазора между ними (рис. 3) и разработана программа для построения плоской осесимметричной параметрической модели средствами САЕ-пакета ANSYS (рис. 2).

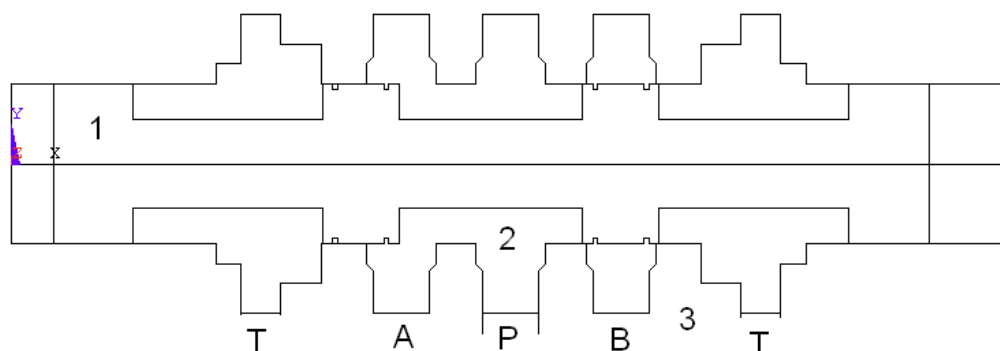


Рис. 2. Плоская осесимметричная модель (соединение гидравлических линий P-A):
 1 – золотник; 2 – расчетная область; 3 – корпус; P – напорная гидролиния;
 A, B – рабочие гидролинии, подключаемые к гидроцилиндру;
 T – сливная гидролиния

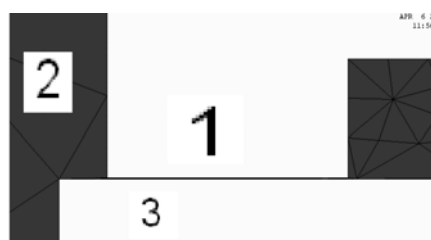


Рис. 3. Модель расчетной области с учетом зазора (6 мкм) между гильзой и золотником основного каскада гидрораспределителя

Преимущественное отличие такого метода задания расчетной области заключается в том, что при моделировании процесса изменения характера течения через дросселирующие кромки требуется многократное (700 раз) перестроение с малым шагом изменения геометрии канала заключенного между геометрической областью гильзы корпуса и золотника основного каскада и получения конечно-элементной сетки (рис. 4). Автоматизация процесса перестроения расчетной области приводит к снижению времени расчета и вероятности возникновения ошибки.

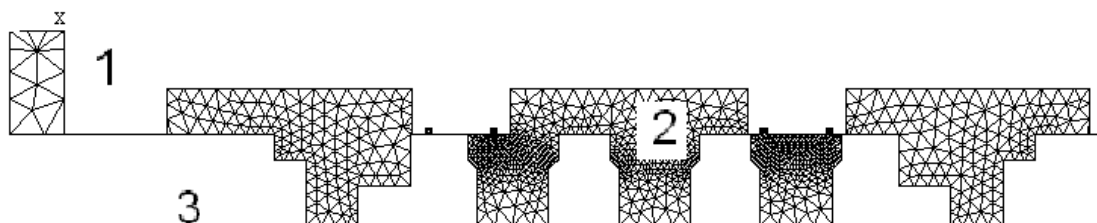


Рис. 4. Участок расчетной области с нанесенной сеткой из треугольных элементов (1180 узлов)

Расчет проводился с использованием k-е модели движения рабочей среды.

В результате можно получить линии тока (значения векторов скоростей в узлах расчетной области) и поля давлений на шейках золотника при различных перекры-

тиях дросселирующих каналов, возникающих в момент переходного процесса переключения из нейтрального положения в крайнее рабочее. По значениям величины давления, действующего на шейки золотника, получено значение и направление результирующей силы при движении золотника в сторону увеличения площади открытия дросселирующего канала. Определена степень влияния гидродинамических сил течения рабочей среды (Р-А, Р-В) на усилие, возникающее в осевом направлении золотника.

Литература

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ТЕХНОПРО

А. В. Танкевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Петухов

Как известно, повышение качества и сокращение сроков проектирования является одним из важнейших факторов внедрения автоматизации. Объективным препятствием повышению качества объектов проектирования и сокращению сроков их разработки является несоответствие между сложностью проектируемых объектов и устаревшими методами их проектирования. Медлительность при разработке проектов приводит к моральному старению технических решений.

Целью работы является сокращение трудоемкости, повышение качества технологического проектирования деталей класса «тела вращения» и создание возможности автоматической передачи его результатов для использования в автоматизированной системе управления производством.

Проектирование технологических процессов механической обработки деталей представляет собой комплекс интеллектуальных действий проектировщика, состоящий из последовательного принятия технологических решений. Анализ состава полных технологических решений r показывает, что они состоят из ряда частных технологических решений:

$$r = \{r_{нов}, r_{он}, r_{об}, r_{сх}, r_{пр}, r_n, r_{пу}, r_{ми}, r_{ви}\} \quad (1)$$

где $\{r_{нов}\}$ – описание формируемых при обработке поверхностей; $\{r_{он}\}$ – наименование технологической операции; $\{r_{об}\}$ – наименование и модель оборудования; $\{r_{сх}\}$ – схема базирования и закрепления детали; $\{r_{пр}\}$ – наименование и обозначение при-

способления; $\{r_n\}$ – содержательная формулировка предписания (тексты переходов); $\{r_{pu}\}$, $\{r_{mi}\}$, $\{r_{vi}\}$ – наименования и обозначения режущих, мерительных и вспомогательных инструментов.

Каждый элемент, входящий в выражение (1), является элементом соответствующего одноименного с ним множества частных технологических решений $R_{нов}$, $R_{он}$, $R_{об}$, $R_{сх}$, R_{np} , R_n , R_{pu} , R_{mi} , R_{vi} .

Частное технологическое решение определено, если известны следующие его параметры: d_1 – наименование частного технологического решения; d_2 – значение наименования d_1 ; d_3 – набор характеристик частного технологического решения; d_4 – набор значений характеристик. Совокупность одноименных параметров частных технологических решений образует соответствующие множества: $D_1 = \{d_1\}$, $D_2 = \{d_2\}$, $D_3 = \{d_3\}$, $D_4 = \{d_4\}$. При этом целесообразно считать, что множество D_3 в качестве характеристик включает все наименования d_1 частных технологических решений, а множество D_4 – все их значения d_2 , т. е. $D_1 \subset D_3$ и $D_2 \subset D_4$.

Множество всех частных технологических решений можно представить в виде объединения двух множеств I_R и T_R :

$$R = I_R \cup T_R, \text{ при этом } I_R \cap T_R = \emptyset, \quad (2)$$

где I_R – множество частных индивидуальных технологических решений, принимаемые технологом директивно на творческих этапах проектирования технологий; T_R – множество частных типовых технологических решений, процесс выбора которых поддается формализации.

Одноименные частные индивидуальные технологические решения образуют соответствующие непересекающиеся подмножества множеств I_R и T_R , т. е.

$$I_R = R_{Инов} \cup R_{Ион} \cup R_{Исх} \cup R_{Иnp} \cup R_{Иn}; \quad (3)$$

$$T_R = R_{Тоб} \cup R_{Тпу} \cup R_{Тви} \cup R_{Тми}, \quad (4)$$

где $R_{Иi} \subset I_R$ – множество одноименных частных индивидуальных решений; $R_{Ti} \subset T_R$ – множество одноименных частных типовых решений.

При проектировании конкретного технологического процесса на множестве $R_{Инов}$ выделяется $R'_{Инов}$ индивидуальных решений, определяющих этапы изменения состояния обрабатываемой детали, т. е.

$$R'_{Иi} \subset R_{Иi}; \quad (5)$$

$$R'_{Иi} \subset \{r'_{Иi}\}, \quad (6)$$

где $r'_{Иi}$ – индивидуальные технологические решения для данного технологического процесса.

В процессе проектирования технологии каждому элементу r'_{ii} множества R'_{ii} необходимо поставить в соответствие один (оптимальный) элемент r_{Tj} множества R_{Tj} , т.е. произвести отображение R'_{ii} в R_{Tj} :

$$f : R'_{ii} \rightarrow R_{Tj}, \quad (7)$$

где f – функция отображения, которая устанавливает соответствие между элементами $r'_{ii} \in R'_{ii}$ и $r_{Tj} \in R_{Tj}$:

$$r_{Tj} = f(r'_{ii}). \quad (8)$$

Установление соответствия между элементами r'_{ii} и r_{Tj} в технологической интерпретации означает определение необходимого оборудования, режущих, мерительных и вспомогательных инструментов для обработки заданного набора поверхностей детали (на заданной операции с использованием указанного приспособления при выполнении известного перехода).

Все элементы r'_{Tj} множества R_{Tj} , удовлетворяющие (8), образуют подмножество R'_i множества R_{Tj} , т. е.

$$R'_i \subset R_{Tj}; \quad (9)$$

$$R'_i \subset \{r'_{Ti}\}, \quad (10)$$

где r'_{Tj} – типовые технологические решения для проектируемого технологического процесса.

В данной работе проведена разработка, на основе параметрической модели графического отображения деталей класса «тела вращения», общего технологического процесса (ОТП) изготовления с обеспечением возможности автоматического проектирования конкретных процессов для деталей указанного класса.

Далее представлены графические отображения этапов проектирования ОТП.

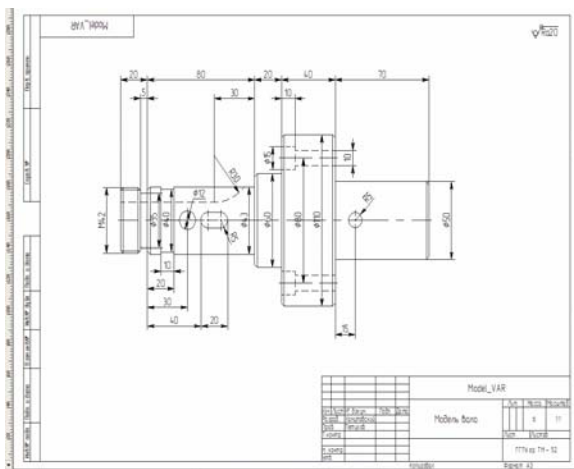


Рис. 1. Чертеж параметрической модели

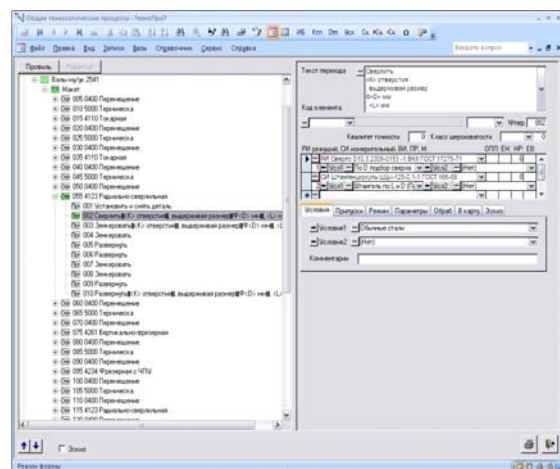


Рис. 2. Окно проектирования общего технологического процесса

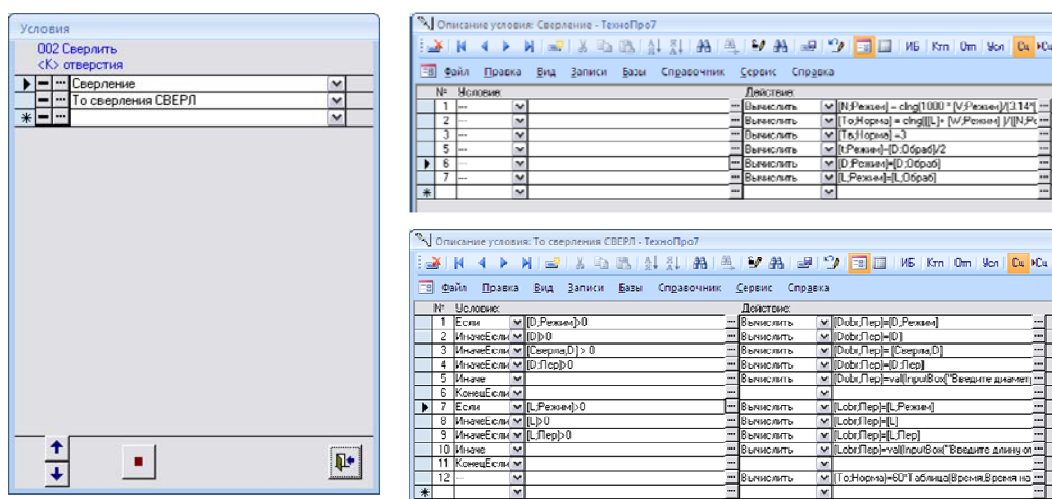


Рис. 3, 4, 5. Условия расчета режимов резания, норм времени и припуска

Итогом работы является создание общего технологического процесса изготовления деталей класса «тела вращения», использование которого реально сокращает трудоемкость, повышает качество технологического проектирования и обеспечивает автоматическую передачу его результатов в автоматизированную систему управления производством.

Литература

1. Петухов, А. В. Модель принятия решений при проектировании технологических процессов изготовления опытных образцов / А. В. Петухов // Науч. изд. «Известия Тульского университета». Сер. «Бизнес-процессы и бизнес-системы». – Вып. 3. Избран. тр. участников Первой Междунар. электрон. науч.-техн. конф. – Тула : ГУ, 2006. – С. 3–8.
2. Технология машиностроения : В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / Э. Л. Жуков, И. И. Козарь ; под. ред. С. Л. Мурашкина. – Москва : Высш. шк., 2003. – 278 с. : ил.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ T-FLEX

А. Н. Хамутовский

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель А.В. Петухов

Целью данного исследования является сокращение трудоемкости, повышение качества конструкторского проектирования деталей класса «тела вращения» и создание возможности автоматической передачи его результатов для использования в системе автоматизированного проектирования технологических процессов.

Метод. Разработка на основе анализа деталей класса «тела вращения» параметрической модели их графического отображения.

Шаг первый – анализ чертежей деталей, входящих в группу, с целью определения состава конструктивных параметров. Для этого из [1] были выбраны несколько конструкций валов, по результатам анализа которых, была разработана параметрическая модель, представленная на рис. 1.

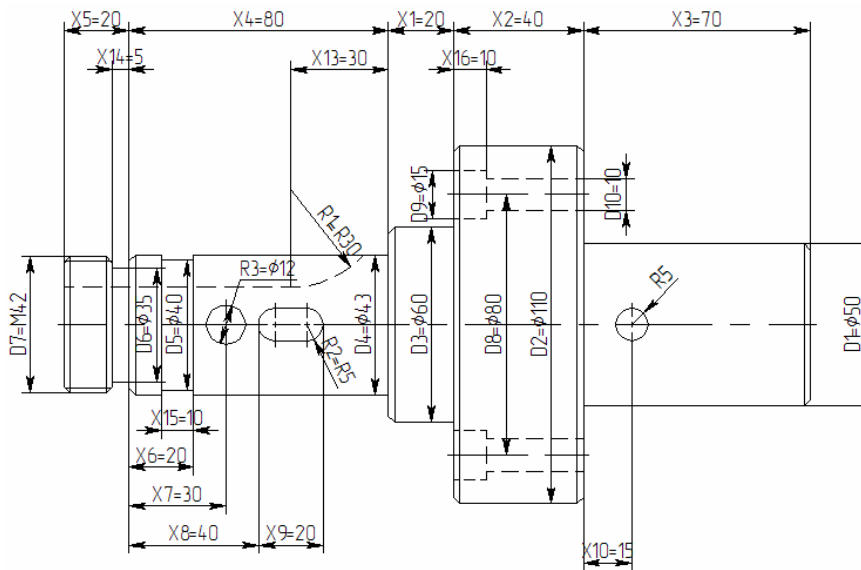


Рис. 1. Параметрическая модель детали «Вал»

Значения параметров элементов модели можно задавать с использованием переменных и выражений. Каждая переменная имеет уникальное имя и значение, которое рассчитывается в соответствии с математическим выражением. Кроме того, переменная имеет комментарий, в котором можно указать параметр, определяемый этой переменной (длину или радиус, а может быть, вообще массу). Переменные бывают двух типов: вещественные и текстовые. Тип переменной определяет, какие значения может принимать данная переменная. Значение вещественной переменной – это число. Значение текстовой переменной – строка символов. Выражение в T-FLEX CAD – это математическая формула, содержащая стандартные алгебраические действия, логические действия, условные операции, обращения к математическим функциям и функциям T-FLEX CAD. В результате вычисления выражения получается значение, соответствующее типу переменной. Важно отметить, что прежде чем создавать элементы построения чертежа, необходимо проанализировать, какие именно отношения между линиями нужно задать. Ведь именно от этого зависит способность чертежа к параметрическим изменениям. С помощью простых математических формул в редакторе переменных параметры можно увязывать между собой.

При изменении положения какого-либо элемента построения или значения какой-либо переменной система производит пересчет чертежа и его последующую перерисовку. Пересчет производится в соответствии с теми геометрическими отношениями, которые были заложены при его создании, а также, исходя из математических связей между переменными. Как правило, грамотно созданный параметрический чертеж содержит несколько ключевых (внешних) переменных, в зависимости от которых производится перерасчет остальных переменных и всего чертежа.

Шаг второй – создание внешней базы данных конструктивных параметров деталей группы и ее наполнение численными значениями. Известно, что создание базы данных – это способ их упорядоченного хранения. База данных представляет собой набор строк (записей). Каждая строка (запись) состоит из отдельных колонок (полей). Каждое поле идентифицируется своим именем. На рис. 2 представлен результат выполнения этого этапа в виде фрагмента внешней базы данных.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
1	PARAM	MACCD1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	C1	C2	C3	C4	C5	C6	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12		
2	Model_VAR	6,0	50,0	110,0	60,0	43,0	40,0	35,0	42,0	80,0	15,0	10,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	20,0	40,0	70,0	80,0	20,0	20,0	30,0	40,0	20,0	15,0	4,0	18,0	
3	VAR_2	0,5	20,0	16,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	52,7	3,3	54,0	0,0	0,0	0,0	11,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	
4	VAR_14	1,3	40,0	72,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,0	12,0	6,6	0,0	1,0	1,0	6,0	0,0	0,0	0,0	12,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
5	VAR_17	0,2	15,0	16,0	11,5	18,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	3,3	35,7	16,0	45,0	0,0	5,0	0,0	7,0	16,0	8,0	0,0	0,0	
6	VAR_24	2,1	35,0	42,0	40,0	35,0	35,0	29,8	33,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,6	0,0	1,6	25,0	73,0	61,0	70,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7	VAR_31	2,8	30,0	42,0	40,0	35,0	35,0	29,8	33,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,6	0,0	1,6	25,0	125,0	46,0	42,0	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	40,0

Рис. 2. Фрагмент внешней базы данных деталей группы

Шаг третий – организация процесса передачи текстовых и численных значений конструктивных параметров деталей группы из внешней базы в систему T-FLEX CAD.

Для того чтобы принимать данные из внешних баз, необходимо в файле чертежа, создаваемом при помощи системы T-FLEX CAD, описать внешние (принимаемые) параметры. Делается это при помощи редактора переменных (рис. 3). Основное его предназначение – создавать новые переменные и задавать выражения, определяющие их значения.

Имя	Выражение	Значение	Комментарий
Группа:			
Группа: Диаметры			
Группа: Длина			
Группа: Радиусы			
Группа: Фрезы			
Группа: Шаг и глубина шпонки			
P	dbl("<>Model_VAR";"P";"{SOбозначение}==PARAM")	1,5	Шаг резьбы
B	dbl("<>Model_VAR";"B";"{SOбозначение}==PARAM")	4	Глубина шпоночного паза
B1	dbl("<>Model_VAR";"B1";"{SOбозначение}==PARAM")	10	Глубина второго шпоночного ...
B2	dbl("<>Model_VAR";"B2";"{SOбозначение}==PARAM")	10	Ширина шпоночного паза
K	dbl("<>Model_VAR";"K";"{SOбозначение}==PARAM")	2	Количество отверстий

Рис. 3. Вид экрана при работе в режиме редактора

Шаг четвертый – построение параметрического чертежа, обобщающего все конструктивные элементы группы деталей. Работа базы данных с T-FLEX CAD на примере процесса автоматизации изменения чертежа при различной количестве отверстий во фланцевом элементе детали проиллюстрирована на рис. 4.

Шаг пятый – кодирование поверхностей деталей. К сожалению, чертеж, выполненный в любой системе автоматизации конструирования и черчения, не несет в себе достаточной информации об элементах конструкции, входящих в изображенную деталь. Для указания соответствия параметров элементов конструкции размерным линиям и другим элементам чертежа используется интерфейс ТехноКАД.

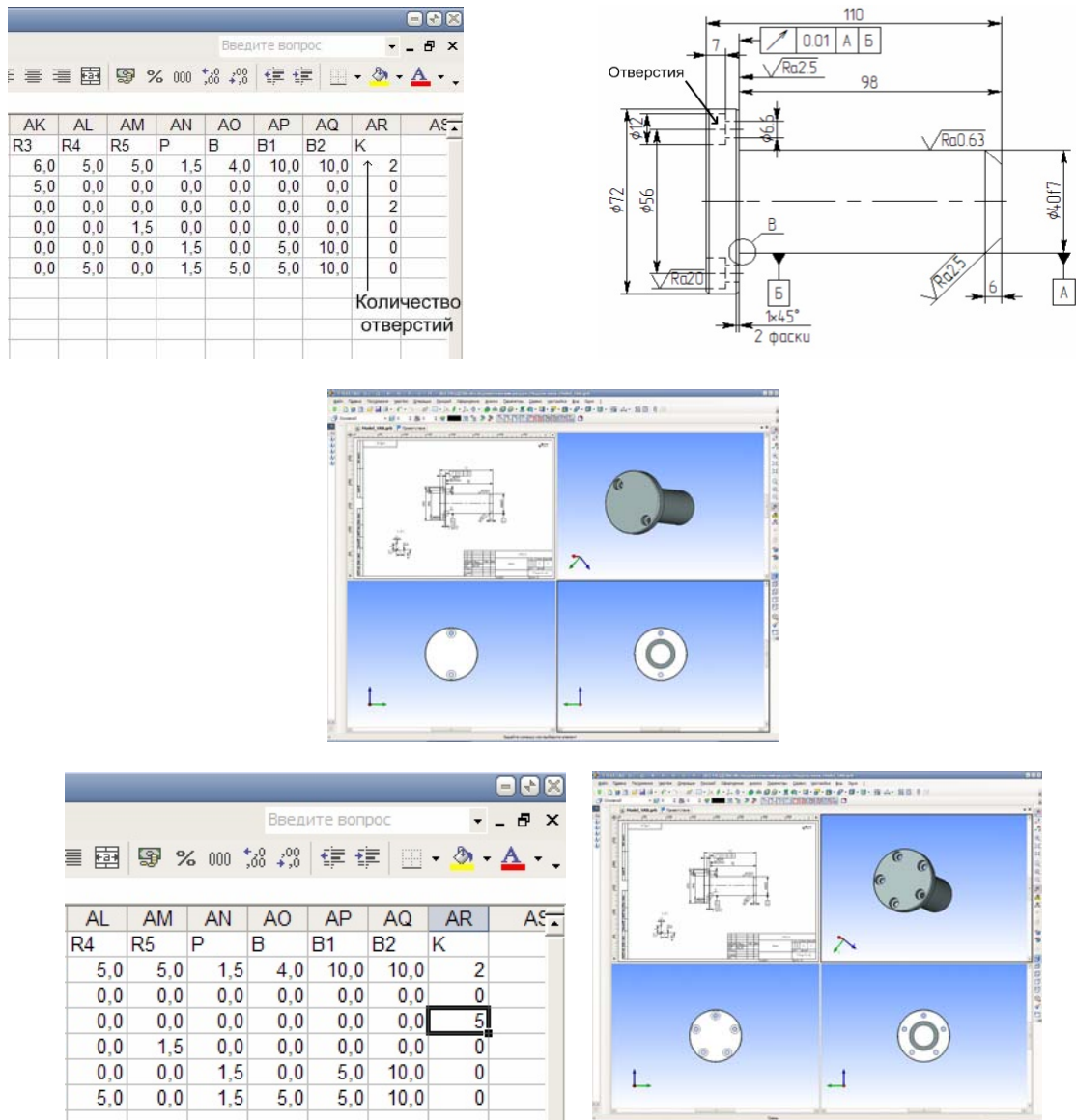


Рис. 4. Пример работы базы данных с T-FLEX CAD при изменении количества отверстий во фланцевом элементе детали

Итог работы. Создана параметрическая модель графического отображения деталей класса «тела вращения», использование которой реально сокращает трудоемкость, повышает качество конструкторского проектирования и обеспечивает автоматическую передачу его результатов в систему автоматизированного проектирования технологических процессов.

Заключение. Цель исследования достигнута, отработанная методика рекомендуется для использования в учебном процессе и конструкторском проектировании деталей промышленного изготовления.

Литература

1. Пучков А. А. Чертеж деталей типа «вал»: практ. пособие к контрольным, лаборатор. и практ. работам для студентов специальности Т.03.01.00 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроения». Варианты заданий / А. А. Петухов [и др.]. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2001. – 54 с.

МЕХАНИЗМ УРАВНОВЕШИВАНИЯ УБОРОЧНЫХ МАШИН. ОБЗОР СХЕМ И МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е. П. Кохно

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

Механизмы вывешивания (уравновешивания) адаптера (МВА) мобильных сельскохозяйственных агрегатов (МСХА) служат для связи посредством тяг энергоносителя с адаптером (подборщиком, жаткой) и компенсируют большую часть веса адаптера с помощью пружинных блоков. МВА предназначен для обеспечения качественного копирования опорной поверхности башмаками адаптера, стабилизируя их давление на почву в заданных пределах. Некачественное копирование приводит либо к увеличению высоты среза убираемой культуры и тем самым к росту потерь урожая, либо к повышенному износу башмаков и эрозии поверхностного слоя почвы.

Начальным этапом любого исследования является оценка актуального состояния разработанности решаемой проблемы и литературный поиск по заданной тематике.

В ходе литературного поиска были найдены статьи, патенты и другие работы, описывающие различные механизмы копирования.

Среди них патент, в котором описывается механизм подъема и уравновешивания режущего аппарата косилки (рис. 1).

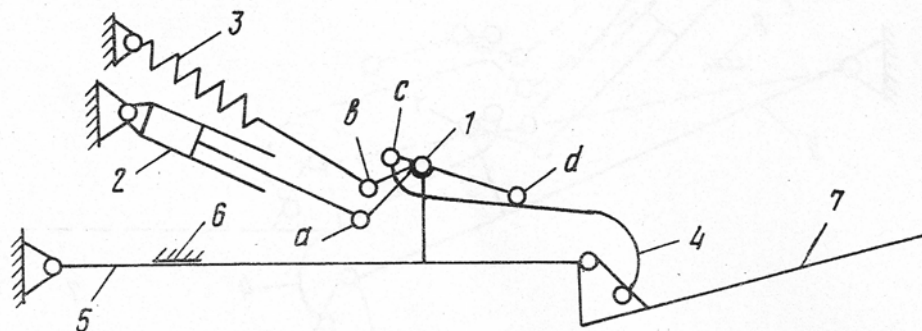


Рис. 1. Механизм подъема и уравновешивания режущего аппарата косилки

Механизм подъема и уравновешивания режущего аппарата содержит четырехплечий рычаг 1 с плечами *a*, *b*, *c*, *d*, гидроцилиндр 2, уравновешивающую пружину 3, гибкую связь 4, консоль 5 и упор 6. Плечо *a* рычага 1 связано со штоком гидроцилиндра 2, плечо *b* с уравновешивающей пружиной, плечо *c* – одним концом с гибкой связью, другой конец которой закреплен на режущем аппарате 7. Плечо *d* четырехплечего рычага размещено с возможностью взаимодействия с гибкой связью 4 в средней ее части. Таким образом, имеем сводимый к плоскому варианту рычажный механизм. Методы изучения таких механизмов известны и не представляют интереса в рамках описываемого исследования.

С другой стороны, в ходе исследования были найдены пространственные рычажные механизмы, не сводящиеся к плоскому варианту. Среди них механизм навески режущего аппарата косилки для окашивания откосов каналов и дамб (рис. 2). Копирование этот механизм осуществляет следующим образом: при работе косилки

режущий аппарат 6 под действием силы лобового сопротивления стремится отстать от базовой машины 1, разворачивая стрелу 5 вокруг шарнира 2. Однако, благодаря тому что шарнир 8 крепления гидроцилиндра 7 (находится в запертом состоянии) к стреле 5 смещен назад по ходу трактора и расположен ниже шарнира 4, разворот стрелы 5 будет сопровождаться подъемом режущего аппарата за счет поворота стрелы 5 в вертикальной плоскости вокруг шарнира 4. В свою очередь, благодаря наклону оси шарнира 2 на угол α по отношению к вертикали, разворот стрелы 5 в горизонтальной плоскости вокруг шарнира 2 вызовет поворот режущего аппарата вокруг его продольной оси, обеспечивая ему угол атаки, исключая возможность его зацепов и способствуя стабильной работе навески, т. е. удовлетворительному копированию окашиваемой поверхности.

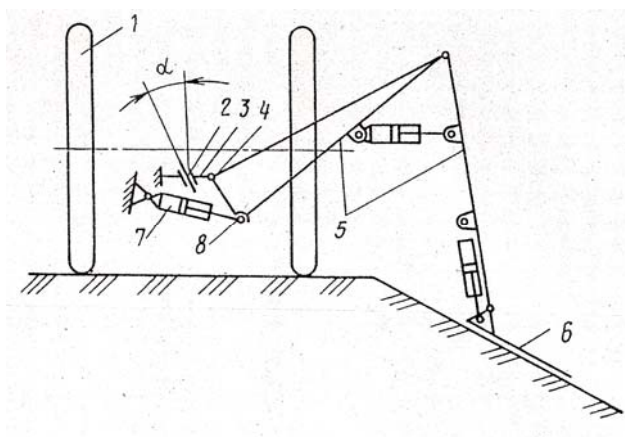


Рис. 2. Механизм навески режущего аппарата косилки для окашивания откосов каналов

Другой механизм уравнивания, теоретическое описание которого способами, применяемыми для плоских механизмов, невозможно представлен на рис. 3.

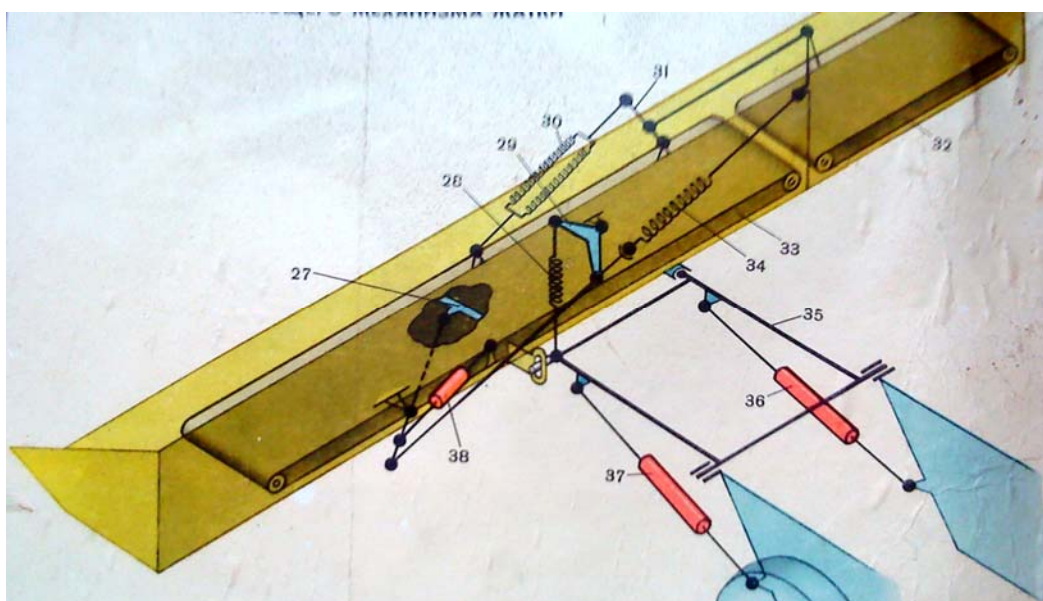


Рис. 3. Схема механизма уравнивания жатки ЖВР-10

Очевиден тот факт, что две последние схемы механизмы навески и уравнивания невозможно свести к плоскому варианту, следовательно, теоретическое его изучение затруднительно. Поэтому актуально создание универсальной методики, при помощи которой будет возможен анализ пространственных схем механизмов.

С другой стороны, литературный обзор по тематике исследования проводился с целью поиска существующих методик анализа и синтеза механизмов уравнивания. Он показал, что проектирование и анализ МВА кормоуборочных машин не имеет достаточной теоретической базы, позволяющей еще на стадии проектирования заложить в механизм вывешивания оптимальные для копирования параметры. Обзор реферативных журналов по тематике, научных журналов отечественного издания, а также изданий ближнего зарубежья за последние 20 лет, подтвердил указанное замечание.

Основные из найденных работ по МВА являются патентами, поэтому использовать эти работы как источник теоретических закономерностей, для анализа МВА, не представляется возможным.

Небольшая доля найденных работ относится к описаниям теоретических исследований рычажных механизмов. Среди них работы авторов: Валге А. М., Петухова Б. С., Хусанова Я. Х., Губайдулина Ф. Н., Чепурного А. И. Эти работы пересекаются с тематикой диссертационного исследования в той лишь области, что МВА также является рычажным механизмом. Однако, как показано выше, в общем случае МВА – пространственный механизм, что не позволяет использовать для его анализа методы, применяемые для плоских рычажных механизмов.

При литературном поиске были найдены работы Белова В. В. [2], которые напрямую пересекаются с тематикой диссертационного исследования. Белов В. В. рассматривает механизм уравнивания также как пространственный рычажный механизм симметричный относительно продольной плоскости симметрии уборочной машины, а значит сводимый к плоскому варианту. Пространственные схемы в работах указанного автора не рассматриваются.

Таким образом, МВА, в общем случае, пространственный рычажный механизм, поэтому для его анализа нужно использовать методики для пространственных рычажных механизмов. Однако подобные методики не всегда применимы для полного описания работы МВА. Поэтому актуально создание нового, обобщающего метода, охватывающего многие схемы МВА, в том числе непlosкие.

Л и т е р а т у р а

1. Алатырев, С. С. Совершенствование копирующего устройства капустоуборочных машин / С. С. Алатырев // Тракторы и с.-х. машины. – 2001. – № 3. – С. 25–28.
2. Белов, В. В. Новый метод оптимизации механизма подвески рабочих органов / В. В. Белов, С. В. Белов // Тракторы и с.-х. машины. – 2005. – № 6. – С. 54–55.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ПОГРУЗЧИКА «АМКОДОР 211»

Е. В. Воробьева

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

В статье представлена методика расчета основных выходных параметров ПНУ погрузчика «Амкодор 211», определяющих его грузоподъемность.

Разработанный ОАО «Амкодор» малогабаритный погрузчик с бортовым поворотом предназначен для механизации небольших по объему работ, выполняемых как в обычных, так и в стесненных условиях. Его компактность, а также хорошая устойчивость обеспечивают проведение погрузочно-разгрузочных работ, прокладку коммуникаций и т. д. Использование различного рабочего оборудования (более 15 наименований) требует повторного анализа возможности подъема, навешиваемого на погрузчик рабочего орудия, а также управляемости мобильного агрегата в целом.

Возможность эффективного агрегатирования «Амкодор 211» с различными рабочими машинами и орудиями, определяется в первую очередь грузоподъемностью его подъемно-навесного устройства (ПНУ). ПНУ погрузчика состоит из нерегулируемого объемного гидропривода, гидроцилиндры которого движут, расположенные симметрично относительно продольной плоскости симметрии погрузчика механизмы подъема стрелы (МПС) и поворота траверсы (МПТ), на которой жестко крепится рабочая машина или орудие [2]. На рис. 1 представлен общий вид погрузчика с бортовым поворотом «Амкодор 211» и схема движения его ПНУ с рабочим орудием в виде ковша.

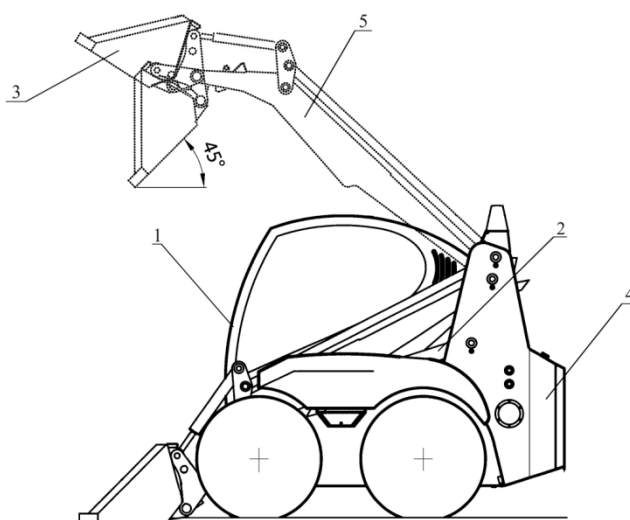


Рис. 1. Схема движения ПНУ с ковшом погрузчика «Амкодор 211»:

- 1 – механизм подъема стрелы; 2 – механизм поворота траверсы;
3 – рабочее орудие (ковш); 4 – минипогрузчик; 5 – стрела

МПС устроен следующим образом: на раме погрузчика шарнирно закреплена стрела, поворачивающаяся при помощи гидроцилиндров в продольной плоскости. Структурный анализ, выполненный по методике изложенной в [1] показывает, что в проекции на продольную плоскость симметрии погрузчика МПС представляет собой одноподвижный четырехзвенник со средней поступательной парой. Справа и слева на стреле шарнирно закреплены два МПТ, включающие два гидроцилиндра, соединенные штоком гидроцилиндра с траверсой, а гильзой через рычаг со стрелой. На плоскости МПТ идентифицируется одноподвижный четырехзвенник.

В установленном режиме подъема стрелы грузоподъемность ПНУ пропорциональна величине установленного давления в гидроцилиндре МПС со стороны нагнетающей магистрали. Это давление определяется внешней нагрузкой, причем его

максимум ограничивается настройкой предохранительного клапана ($p_{нк}$), а также потерями давления на дросселе ($\Delta p_{др}$) и в гидромагистрали ($\Delta p_{зм}$):

$$p_{ци}^{\max} = p_{нк} - (\Delta p_{др} + \Delta p_{зм}). \quad (1)$$

Аналитическое исследование механизмов ПНУ было выполнено на основе метода векторных контуров [1], разработанного В. А. Зиновьевым (рис. 2). Так, в результате геометрического анализа МПС были получены аналитические выражения для координат центра тяжести стрелы S_3 и оси подвеса стрелы (центр шарнира Π_{09}) в зависимости от обобщенной координаты S :

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

$$Y_{S_3}(S) = Y_{03} + L_{S_3} \cdot \sin[\varphi_3(S) + \Delta\varphi]; \quad (3)$$

$$X_{09}(S) = X_{03} + L_{39} \cdot \cos[\varphi_3(S) + \Delta\varphi_1]; \quad (4)$$

$$Y_{09}(S) = Y_{03} + L_{39} \cdot \sin[\varphi_3(S) + \Delta\varphi_1], \quad (5)$$

где $\Delta\varphi$ – угол между векторами \vec{L}_3 и \vec{L}_{S_3} ; $\Delta\varphi_1$ – угол между векторами \vec{L}_3 и \vec{L}_{39} .

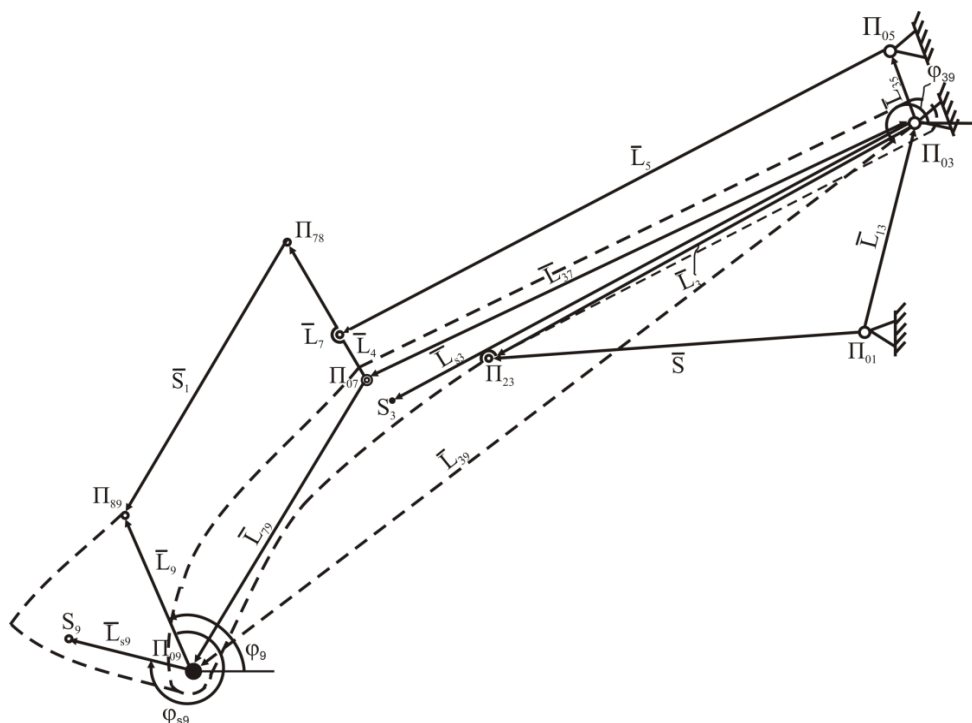


Рис. 2. Векторная интерпретация механизмов подъема стрелы и поворота траверсы

По результатам анализа МПТ были определены координаты центра тяжести рабочего орудия (точка S_9) в зависимости от обобщенных координат S, S_1 :

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

$$Y_{S_9}(S, S_1) = Y_{09}(S) + L_{S_9} \cdot \sin[\varphi_9(S_1) + \varphi_{S_9}], \quad (7)$$

где φ_9 – угол, образуемый вектором \vec{L}_9 (геометрическая модель траверсы) в правой декартовой системе координат; φ_{S_9} – угол между векторами \vec{L}_9 и \vec{L}_{S_9} в момент начала движения закрепленного на траверсе рабочего орудия.

Передаточное число МПС (I_{S_9}) и аналог вертикальной скорости центра тяжести, закрепленного на траверсе рабочего орудия – подобны. Аналоги вертикальных скоростей характерных точек МПС и МПТ получены дифференцированием по независимой переменной t выражений (3), (5), (7):

$$I_{S_3}(S) = \varphi_3'(S) \cdot L_{S_3} \cdot \cos[\varphi_3(S) + \Delta\varphi_1]; \quad (8)$$

$$I_{09}(S) = \varphi_3'(S) \cdot L_{39} \cdot \cos(\varphi_{39}(S)); \quad (9)$$

$$I_{S_9}(S, S_1) = I_{09}(S) + \varphi_7'(S_1) \cdot U_{97}(S_1) \cdot L_{S_9} \cdot \cos(\varphi_9(S_1)), \quad (10)$$

где $\varphi_3'(S)$ и $\varphi_7'(S_1)$ – аналоги угловой скорости звеньев L_3 и L_7 ; $I_{09}(S)$ – аналог вертикальной скорости оси подвеса стрелы; $U_{97}(S_1)$ – передаточное отношение угловых скоростей звеньев L_9 и L_7 МПТ.

Поскольку аналоги вертикальных скоростей характерных точек изменяются в зависимости от текущего положения звеньев МПС и МПТ, постольку и грузоподъемность ПНУ – $G(S, S_1)$ в диапазоне изменения обобщенных координат (S, S_1), будет величиной переменной:

$$G(S, S_1) = \frac{2 \cdot p_{2y}^{\max} \cdot F_n \cdot \eta_{МПС}}{g \cdot \left[I_{S_9}(S, S_1) + I_{S_3}(S) \cdot \frac{m_{cmp}}{m_{po}} \right]}. \quad (11)$$

В функции изменения $G(S, S_1)$ нас интересует минимальное значение грузоподъемности, поскольку рабочее орудие с таким весом устойчиво перемещается ПНУ во всем диапазоне изменения (S, S_1). В этом положении аналог вертикальной скорости центра тяжести рабочего орудия – наиболее влиятельный выходной параметр МПС и ПНУ, становится максимальным.

Проанализировав связь между грузоподъемностью ПНУ, продольной устойчивостью и управляемостью мобильного агрегата, когда центр тяжести рабочего орудия максимально удален от центра тяжести погрузчика, т. е., когда МПС и МПТ одновременно обеспечивают X_{09}^{\max} и $X_{S_9}^{\max}$. В этом положении грузоподъемность ПНУ определяется из выражения:

$$G(S^*, S_1^*) = \frac{2 \cdot p_{ци}^{\max} \cdot F_n \cdot \eta_{МПС}}{g \cdot \left[I_{S9}(S^*, S_1^*) + I_{S3}(S^*) \cdot \frac{m_{cmp}}{m_{po}} \right]}. \quad (11a)$$

Заключение.

В результате данной работы были получены аналитические выражения для грузоподъемности, позволяющие оценить возможность агрегатирования «Амкодор 211» с различными рабочими машинами и орудиями. Методология анализа и полученные аналитические выражения (6) – (11) могут быть использованы также для исследования грузоподъемности других ПНУ и мобильных агрегатов.

Литература

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин : учеб. для вузов / И. И. Артоболевский. – Москва : Наука, 1988. – 640 с.
2. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вест. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 25–29.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ

А.А. Сибилев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. В. Миренков

Процесс доизмельчения растительной массы в кормоуборочных комбайнах можно рассматривать с помощью расчетных программ конечно-элементного анализа.

Одним из представителей семейства расчетных программ является Solid Works. Программа Solid Works предлагает широкий спектр возможностей конечно элементного анализа, начиная от простого линейного стационарного анализа и заканчивая комплексным нелинейным анализом переходных процессов.

При расчете для облегчения задания граничных условий и учета различных динамических факторов используется исследование движения моделей сборки Motion. Исследования движения не изменяют модель сборки или ее свойства. Они моделируют и анимируют движение, указанное Вами для модели. Можно использовать сопряжения SolidWorks для ограничения движения компонентов в сборке при моделировании движения модели.

Моделирование контакта компонентов при изучении движения, когда компоненты сталкиваются, катятся или скользят, сводит до минимума количество заданий сил, распределенных нагрузок, динамических коэффициентов и др. Можно также использовать контакт для ограничения соприкосновения частей в процессе анализа движения.

SolidWorks Motion является продуктом, моделирующим механизмы сборок с движущимися компонентами. Программа рассчитывает силы, которые образуются на компонентах во время движения, и импортирует эти силы автоматически.

Для моделирования процессов деформирования и разрушения валов доизмельчающего устройства принято использование объемных конечных элементов, используемых в программном продукте Solid Works. Целесообразность выбора типа конечного

элемента определяется степенью сложности геометрии узла и требуемой точностью решения. Поэтому для разбиения геометрической модели конечными элементами были использованы следующие типы элементов: SOLID 185 и SOLID 187.

Нагрузки, импортированные из Motion с указанным количеством мгновений времени (кадров), соединительных деталей, анализируются в эти мгновения времени с использованием сценария проектирования. Можно определить критические моменты времени, в которых вероятно максимальное напряжение в соединительной детали.

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

В качестве граничных условий использовались частоты вращения валов доизмельчающего устройства (3528 об/мин – верхний и 4453 об/мин – нижний) и шарниры в местах установки подшипников.

Материалы деталей:

1) валы - Сталь 40х: модуль упругости – 214 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,26;

2) диски – Сталь 45: модуль упругости – 204 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;

3) втулки – Сталь 18 ХГТ: модуль упругости – 203 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,29;

4) корпус – ВЧ 45: модуль упругости – 89 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,27;

5) кукурузная масса: модуль упругости – 1865 МПа, коэффициент Пуассона – 0,394, плотность – 810 кг/м³, предел прочности при сжатии – 167 МПа, предел текучести – 21,5 МПа.

Твердотельная модель доизмельчающего устройства представлена на рис. 1.

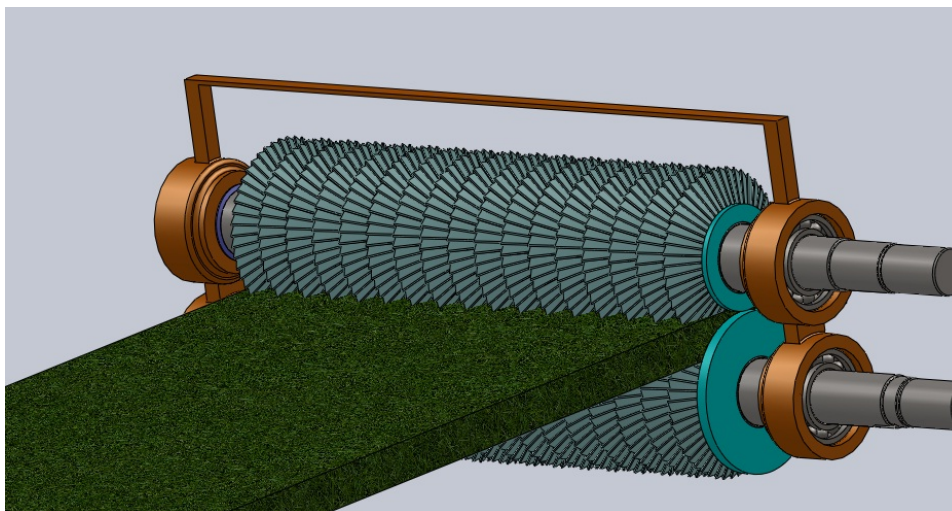
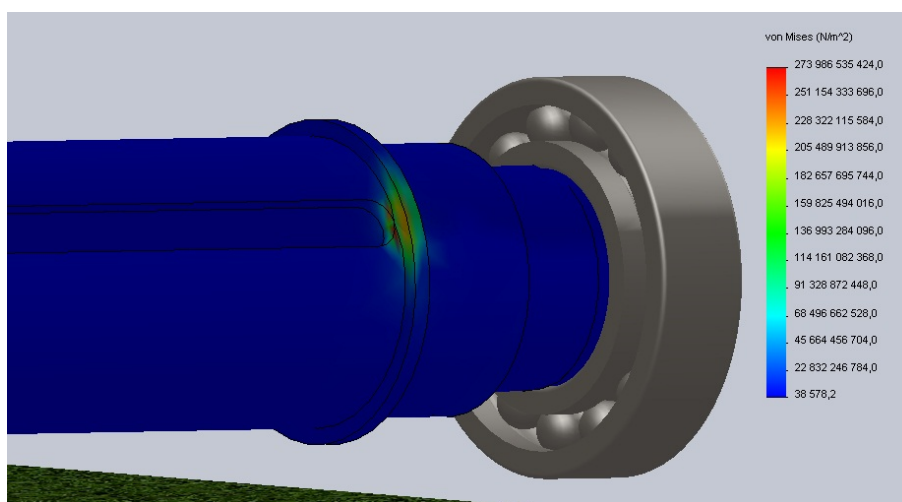


Рис. 1. Твердотельная модель доизмельчающего устройства

В результате проведенных расчетов (рис. 2) установлено, что максимальное расчетное напряжение составило 2,7 ГПа. Оценка нагруженности рычага производилась по критерию Мизеса для эквивалентных напряжений (3 теория прочности).



а)



б)

Рис. 2. Распределение механических напряжений по критерию Мизеса на валах:
а – общий вид; б – наиболее нагруженное место

Проведенный расчет показал, что валы доизмельчающего устройства нагружены равномерно и имеют большой запас прочности (рис. 3).

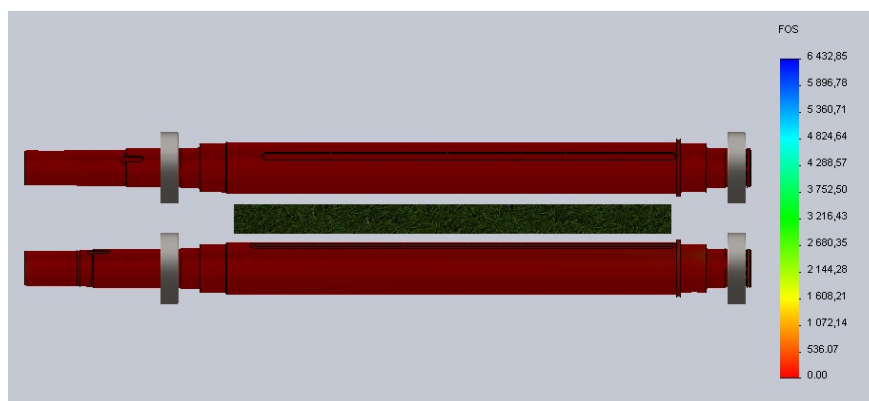


Рис. 3. Эпюра запаса прочности

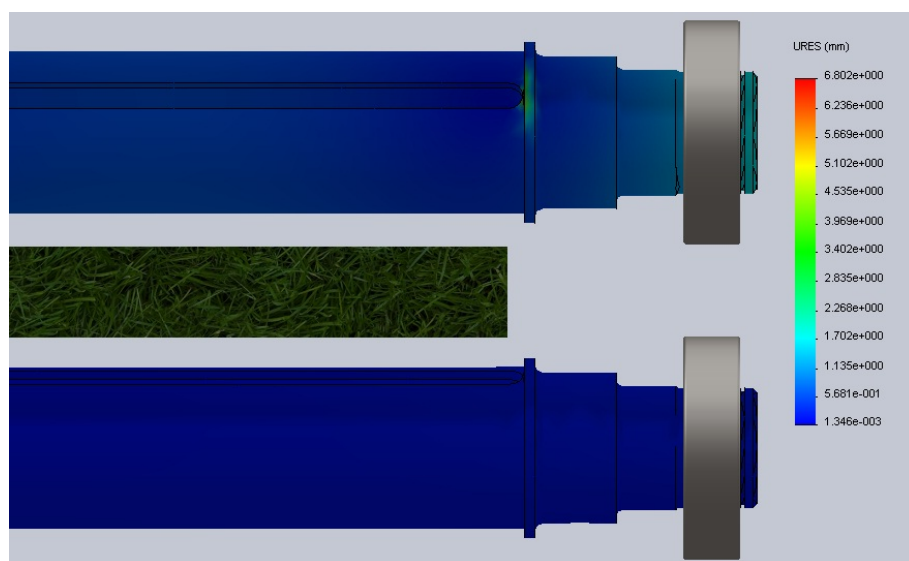


Рис. 4. Эпюра деформационного перемещения

Заключение. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработанная конечноэлементная модель адекватно описывает напряженно-деформированное состояние конструкции доизмельчающего устройства и может быть использована при проектировании.
2. Использование предложенной модели существенно сокращает затраты при проектировании и изготовлении конструкции доизмельчающего устройства.

Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – Москва : Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
3. Метод конечных элементов и САПР / Ж.К. Сабоннадьер [и др.] ; пер. с фр. В. А. Соколова ; под ред. Э. К. Стрельбицкого. – Москва : Мир, 1989. – 192 с.
4. Прочность, устойчивость, колебания : справ. В 3 т / редкол.: И. А. Биргер [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1968–1988. – Т. 1: Прочность, устойчивость, колебания / И. А. Биргер и др.], 1968. – 831 с.
5. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide, 2006.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА ПРОТЯЖНЫХ СТАНКАХ

А. С. Марчук

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. С. Мурашко

Целью данной работы является автоматизация определения рациональных режимов обработки на протяжных станках.

Протягивание занимает значительное место в технологии современного машиностроения. Оно успешно заменяет ряд других видов механической обработки: долбление, строгание, фрезерование (в том числе и зубофрезерование), зенкерова-

ние, развертывание, резьбонарезание резцами и метчиками, растачивание и даже точение.

Протягивание имеет свои особенности:

- требует применения точного многолезвийного, сложного в изготовлении инструмента;
- имеет одно прямолинейное (иногда вращательное) рабочее движение;
- изделие обрабатывается одновременно по всему профилю;
- отсутствуют между инструментом и изделием промежуточные звенья в виде механизмов подачи и деления;

К преимуществам протягивания перед другими методами обработки относятся:

- высокая производительность труда, достигаемая резким сокращением как основного, так и вспомогательного времени, а также совмещением черного и чистового проходов;
- высокая точность размеров протягиваемого профиля и высокое качество протянутых поверхностей;
- надежность процесса, связанная с высокой стойкостью инструмента;
- простота наладки станков и выполнения процесса.

Область применения протягивания в современном машиностроении непрерывно расширяется. Оно применяется не только в массовом и крупносерийном производстве, где этот процесс во многих случаях незаменим, но и в мелкосерийном и даже индивидуальном производстве [1], [2].

При обработке протягиванием решающее значение для результатов работы имеет инструмент, его конструкция и качество изготовления.

Протяжка является сложным и точным инструментом, который выполняет также функции механизма подачи станка. Процесс резания усложняется вследствие необходимости размещения стружки в ограниченном пространстве впадины зуба. Вместе с тем к операции протягивания предъявляются высокие требования в отношении точности размеров и качества поверхности. Все это определяет высокие требования к качеству протяжек [1], [2].

Режимы резания при протягивании определяются подачей на зуб, шириной среза (стружки) и скоростью резания. Подача на зуб и ширина среза заложены в конструкции режущей части протяжки и их выбор зависит от длины протягивания, обрабатываемого материала, диаметра (или других поперечных размеров) протягиваемого профиля.

Рекомендуемые значения величины подачи на зуб при различных схемах резания приведены в таблицах [1], [3]. Поддачи на чистовые зубья берут в размере до 60 % от подач на черновые зубья. Для более точных отверстий, пазов или других профилей, требующих очень чистой поверхности, подачу на зуб уменьшают.

Ширина среза оказывает значительное влияние на усилие при протягивании, условие стружкообразования, размещения стружки в канавке и чистоту протягиваемой поверхности. Исходя из условий стружкообразования, ширина режущего элемента зуба протяжки, т. е. ширина стружки, выбирается по следующим соотношениям: $b = (1 - 1,5)\sqrt{D}$, где D – диаметр протяжки, мм.

Скорость резания при протягивании значительно меньше, чем при других видах обработки. В таблицах [1, 3] приведены рекомендуемые скорости резания при протягивании. Выбранная скорость резания должна быть проверена по мощности станка.

Режимы резания при протягивании специальных сталей и сплавов имеют свои особенности.

Необходимость разработки алгоритма и программы для автоматизации определения рациональных режимов обработки при протягивании появилось потому, что традиционный поиск справочно-нормативных данных замедляет техническую подготовку производства, повышает вероятность случайных ошибок при расчете величин, использующих таблицы, заставляет выполнять много рутинной однообразной работы.

Проанализировав предметную область поставленной задачи, был разработан алгоритм автоматизации определения рациональных режимов обработки на протяжных станках.

Для программной реализации алгоритма на ЭВМ была использована система визуального объектно-ориентированного проектирования Delphi.

Программа состоит из двух частей:

- определение рациональных режимов обработки на протяжных станках, расчет машинного и вспомогательного времени на операцию;
- работа с базой данных «Протяжные станки».

Просмотр (изменение) базы данных «Протяжные станки» осуществляется по следующим группам: горизонтально-протяжные станки, вертикально-протяжные станки, протяжные станки – непрерывного действия, шпоночно-протяжные станки.

Программа представляет собой совокупность некоторых форм, в которые вносятся исходные данные. Для внесения исходных данных используется диалоговый режим, реализованный при помощи визуальных компонентов Delphi. Проанализировав исходные данные, выдается результат: инструкционная карта, в которой указано наименование операции, данные о материале и форме заготовки, сведения о станке и режущем инструменте, рациональные режимы резания, а также вспомогательное и машинное время, необходимое для выполнения операции.

Программа исключает случайные ошибки, которые может допустить человек. Использовать предлагаемую программу могут студенты в курсовых и дипломных работах, а также пользователи-технологи.

Литература

1. Кацев, П. Г. Протяжные работы : учеб. пособие для индивидуального и бригадного обучения рабочих на производстве / П. Г. Кацев. – Москва : Высш. школа, 1968. – 246 с.
2. Маргулис, Д. К. Протяжки для обработки отверстий / Д. К. Маргулис [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1986. – 282 с.
3. Режимы резания металлов : справ. / под ред. Ю. В. Барановского. – Москва : Машиностроение, 1972. – 408 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАНАВОК И ОТВЕРСТИЙ В ТОРМОЗНЫХ ДИСКАХ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ДИСКОВО-КОЛОДОЧНЫХ ТОРМОЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Н. Л. Прокопенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Целью данной работы является исследование влияния изменения площади контакта фрикционных пар, на тепловой режим работы тормозов при движении с различными скоростями.

Постановка задачи. Расчет дисково-колодочного тормоза с вентилированным диском проводим для трех случаев, при цельном диске, диске с технологическими канавками количеством $N_2 = 10$ шт. и отверстиями $\text{Ø} 5$ мм количеством $N_1 = 30$ шт, диске с технологическими канавками количеством $N_2 = 20$ шт и отверстиями $\text{Ø} 5$ мм количеством $N_1 = 60$ шт. Автомобиль движется с различными скоростями (90, 120, 150 км/ч) по сухой асфальтированной дороге ($\varphi = 0,7$). Тепловую задачу рассматриваем в двух случаях, без учета теплоотдачи в окружающую среду, с учетом теплоотдачи в окружающую среду.

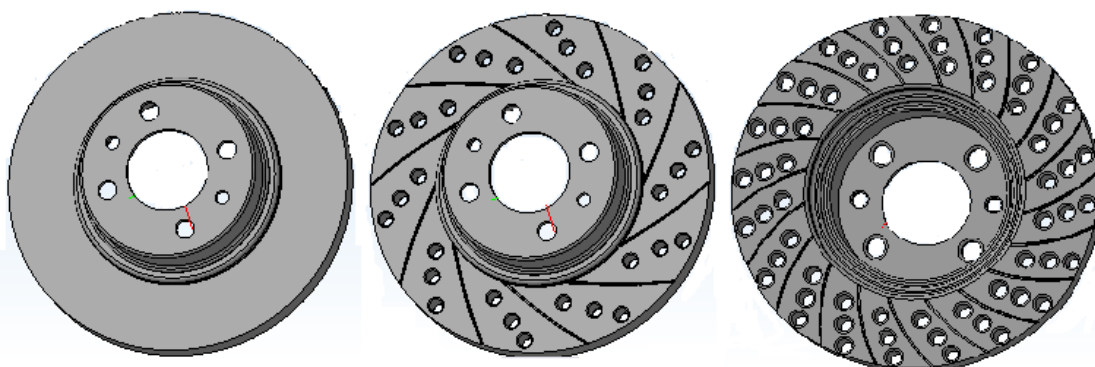


Рис. 1. Исследуемые диски

Теплофизические свойства для накладок:

$$\lambda_1 = 0,42 \text{ Вт/мК}; \quad c_1 = 800 \text{ Дж/кгК}; \quad \rho_1 = 2600 \text{ кг/м}^3; \quad a_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Теплофизические свойства для дисков:

$$\lambda_1 = 30 \text{ Вт/мК}; \quad c_1 = 540 \text{ Дж/кгК}; \quad \rho_1 = 7700 \text{ кг/м}^3; \quad a_1 = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Номинальная площадь контакта дорожки трения диска:

– площадь дорожки трения цельного диска.

$$Aa_2 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2);$$

– площадь дорожки трения модернизированных дисков.

$$Aa_2 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) - S_1 - S_2,$$

где S_1 , S_2 площадь отверстий и канавок на диске.

$$S_1 = \frac{N_1 \cdot \pi \cdot d_{\text{отв}}^2}{4}; \quad S_2 = N_2 \cdot l \cdot b;$$

где N_1 , N_2 – количество отверстий, канавок; $d_{\text{отв}}$ – диаметр отверстий; l , b – длина и ширина канавки.

Коэффициент взаимного перекрытия трущихся пар для дисковых тормозов:

$$K_{\text{вз}} = \frac{Aa_1}{Aa_2},$$

где Aa_1 – номинальная площадь контакта фрикционных накладок.

Формула для определения тормозного пути:

$$S_T = \frac{v_0^2}{2 \cdot g \cdot \varphi}.$$

Считая торможения равнозамедленное, полное время торможения определяется формулой:

$$t_T = \frac{2 \cdot S_T}{v_0}.$$

Энергия, приходящаяся на одну фрикционную пару, в первом приближении (без учета сил инерции) может быть представлена в виде

$$W_1 = \frac{W}{8} = \frac{k \cdot m \cdot v_0^2}{8}.$$

Для нахождения начальной интенсивности фрикционного тепловыделения воспользуемся формулой

$$q_0 = \frac{2 \cdot W_1}{Aa_1 \cdot t_T}.$$

Коэффициент распределения тепловых потоков находится по формуле

$$\alpha_T = \frac{K_{\text{вз}} \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1}}{K_{\text{вз}} \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1} + \sqrt{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \rho_2}}.$$

Приращения температур на поверхности трения диска без учета теплоотдачи в окружающую среду равно.

$$\vartheta_2(0, Fo_2) - \vartheta_0 = \frac{(1 - \alpha_T) K_{\text{вз}} \cdot q_0 \cdot h_2}{\lambda_2} \cdot \Theta_2'(0, Fo_2) - \frac{(1 - \alpha_T) K_{\text{вз}} \cdot q_0 \cdot h_2^3}{\lambda_2 \cdot a_2 \cdot t_T} \cdot \Theta_2''(0, Fo_2),$$

где $\Theta_2'(0, Fo_2) = Fo_2 + \frac{1}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n' \cdot \cos(\mu_n) \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_2)$;

$$\Theta_2''(\eta_2, Fo_2) = \frac{Fo_2^2}{2} + \frac{Fo_2}{3} - \frac{1}{45} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n'' \cdot \cos(\mu_n) \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_2);$$

$$A_n' = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^2}, \quad A_n'' = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^4}, \quad Fo_2 = \frac{a_2 \cdot t}{h_2^2}, \quad \mu_n = n \cdot \pi, \quad t - \text{время.}$$

Среднее приращение температуры

Режимы скоростей км/ч	При цельном диске	При диске с канавками количеством $N_2 = 10$ шт. и отверстиями $\varnothing 5$ мм количеством $N_1 = 30$ шт.	При диске с канавками количеством $N_2 = 20$ шт. и отверстиями $\varnothing 5$ мм количеством $N_1 = 60$ шт.
90	86,171	92,779	97,525
120	150,602	162,152	170,446
150	233,441	251,344	264,201

Приращения температур в диске с учетом теплоотдачи в окружающую среду равно.

$$\vartheta_2(\eta_2, Fo_2) - \vartheta_0 = \frac{(1 - \alpha_T) K_{B3} \cdot q_0 \cdot h_2}{\lambda_2} \Theta_2'''(\eta_2, Fo_2) - \frac{(1 - \alpha_T) K_{B3} \cdot q_0 \cdot h_2^3}{\lambda_2 \cdot a_2 \cdot t_T} \Theta_2''(\eta_2, Fo_2),$$

где ϑ_2 – температура диска; ϑ_0 – начальная температура;

$$\Theta_2'''(\eta_2, Fo_2) = 1 - \eta_2 + \frac{1}{Bi_2} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n''' \cdot \cos(\mu_n \cdot \eta_2) \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_2);$$

$$Bi_2 = \frac{\alpha'' \cdot h_2}{\lambda_2}, \quad ctg \mu_n = \frac{1}{Bi_2} \cdot \mu_n, \quad A_n''' = \frac{2 \cdot (\mu_n^2 + Bi_2^2)}{\mu_n^2 \cdot (\mu_n^2 + Bi_2^2 + Bi_2)}, \quad \eta_2 = \frac{z_2}{h_2};$$

$$\Theta_2''(\eta_2, Fo_2) = \frac{Fo_2^2}{2} + \frac{Fo_2}{3} - Fo_2 \cdot \eta_2 + \frac{Fo_2 \cdot \eta_2^2}{2} + \frac{\eta_2^4}{24} - \frac{\eta_2^3}{6} + \frac{\eta_2^2}{6} - \frac{1}{45} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n'' \cdot \cos(\mu_n \cdot (1 - \eta_2)) \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_2).$$

Среднее приращение температуры

Режимы скоростей км/ч	При цельном диске	При диске с канавками количеством $N_2 = 10$ шт. и отверстиями $\varnothing 5$ мм количеством $N_1 = 30$ шт.	При диске с канавками количеством $N_2 = 20$ шт. и отверстиями $\varnothing 5$ мм количеством $N_1 = 60$ шт.
90	80,324	81,592	83,216
120	145,931	155,816	159,314
150	230,948	247,388	257,438

Закключение. Сравнивая результаты расчетов, представленных в табл. 1 и 2 что оптимальным вариантом будет цельный диск. Разница температур в цельном диске, без выделением и с выделения теплы в окружающую среду, при скорости в 90 км/ч равна 5,847 К, так как происходит процесс конвективного охлаждения дисков, а при скорости в 150 км/ч равна 2,493 К, так как коэффициент теплоотдачи зависит от скорости.

В дисках с технологическими канавками и отверстиями поверхность охлаждения больше и коэффициент теплоотдачи у них тоже больше, чем у цельного диска, что тем самым уменьшает среднее приращение температуры на диске.

Увеличением скорости ухудшается тепловой режим работы тормозов, что приводит к повышению тормозного пути и времени торможения.

Литература

1. Балакин, В. А. Тепловые расчеты тормозов трения / В. А. Балакин, В. П. Сергиенко. – Гомель : ИММСНАН Республики Беларусь, 1999
2. Сравнительный анализ тормозов грузовых автомобилей / В. А. Балакин // Трение и износ. – 2001. – Т. 22, № 2. – С. 123–127.
3. Балакин, В. А. Тепловая нагруженность тормозов с учетом сил инерции / В. А. Балакин, В. П. Сергиенко, П. Е. Родзевич // Трение и износ. – 2000. – Т. 21, № 6.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗНОСОКОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ

Е. Ф. Громыко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. П. Тариков

Решение пространственных износоконтактных задач представляет известный интерес при расчете трибосопряжений на контактную прочность и износостойкость. Однако получить их решения аналитическими и численными методами весьма затруднительно. Поэтому, возможность их решения с помощью электрического моделирования представляет как научный, так и практический интерес.

Постановка задачи. Рассматривается задача о скользящем контакте двух упругих тел в виде зубьев зубчатой передачи с учетом износа контактирующих поверхностей.

Полагаем, что зубья имеют бочкообразную форму. В этом случае имеем задачу с первоначальным точечным контактом поверхностей зубьев. В этом случае имеем задачу с первоначальным точечным контактом поверхностей зубьев. Площадка контакта, полученная в результате приложения нагрузки P , как правило, имеет сложную форму.

Рассмотрим контакт двух упругих тел в виде зубьев зубчатой передачи, ограниченных поверхностями S_1 и S_2 и соприкасающихся в точке O (рис. 1). Принимая эту точку за начало координат, проведем оси z_1 и z_2 , перпендикулярно к общей касательной плоскости Π , внутри каждого из тел. Полагаем, что зубья находятся в скользящем контакте. На площадке контакта кроме нормальных напряжений возникают и касательные усилия трения.

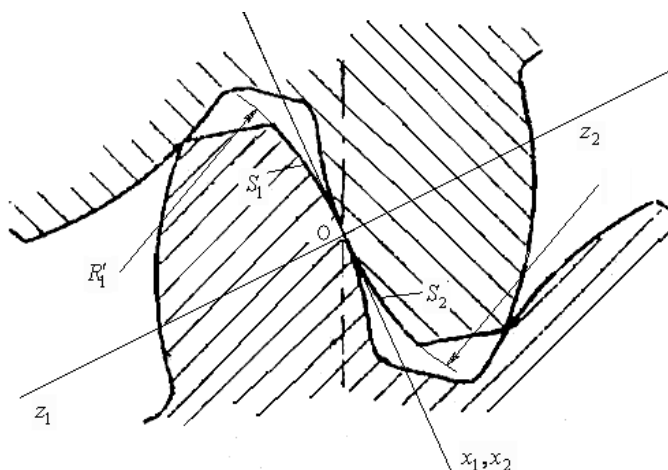


Рис. 1. Контакт двух зубчатых колес

Условие контакта двух упругих тел с учетом износа можно представить в таком виде:

$$u_z^{(1)} + u_{z^*}^{(1)} + u_z^{(2)} + u_{z^*}^{(2)} = \delta - \varphi_1(x, y) - \varphi_2(x, y), \quad (1)$$

где $u_z^{(i)}$ – проекции вектора перемещения на ось z в результате упругих деформаций; $u_{z^*}^{(i)}$ – проекции вектора перемещения на ось z в результате износа; δ – сближение упругих тел; φ_i – уравнение поверхности S_i ($i = 1, 2$).

Следуя Герцу, соприкасающиеся тела заменим упругими полупространствами прижатыми друг к другу по площадке Ω , расположенной в плоскости Π . На этой плоскости:

$$z_1 = z_2 = z = 0.$$

С учетом (1) принимаем следующие граничные условия при $z = 0$:

$$\begin{aligned} u_z^{(1)} + u_{z^*}^{(1)} + u_z^{(2)} + u_{z^*}^{(2)} &= \delta - \varphi_1(x, y) - \varphi_2(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \\ \sigma_z^{(i)} &= -p(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \\ \sigma_z^{(i)} &= 0, \quad (x, y) \notin \Omega, \\ \tau_{xz}^{(i)} = \tau_{yz}^{(i)} &= 0, \quad -\infty < x, y < \infty. \end{aligned} \quad (2)$$

где ($i = 1, 2$), σ_z – нормальное напряжение, τ_{xz} , τ_{yz} – касательные напряжения, $p(x, y)$ – нормальное давление на площадке контакта.

Функция $p(x, y)$ определяется в процессе решения контактной задачи.

На основании первого условия (2) приходим к интегральному уравнению контактной задачи с учетом износа:

$$\iint_{\Omega} \frac{p(x_1, y_1) dx_1 dy_1}{\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}} = \frac{\delta - \varphi_1(x, y) - \varphi_2(x, y) - u_{z^*}^{(1)} - u_{z^*}^{(2)}}{\Theta_1 + \Theta_2}, \quad (3)$$

где $\Theta_1 = \frac{1-v_1^2}{\pi E_1}$, $\Theta_2 = \frac{1-v_2^2}{\pi E_2}$;

При этом должно выполняться уравнение статики:

$$P = \iint_{\Omega} p(x, y) dx dy.$$

Для определения функций $u_{z^*}^{(i)}$ ($i=1,2$) необходимо выбрать закон изнашивания. Функции $u_{z^*}^{(i)}$ и давления p зависят не только от координат x, y , но и от времени t .

Наиболее часто используется следующая зависимость для определения функций $u_{z^*}^{(i)}$:

$$u_{z^*}^{(i)}(x, y, t) = k_w^{(i)} \int_0^t p(x, y, \tau)^\alpha v(x, y, \tau)^\beta d\tau, \quad (4)$$

где v – скорость скольжения; $k_w^{(i)}$ – коэффициент изнашивания; α, β – параметры закона изнашивания.

Обозначив правую часть через $W(x, y)$, получим:

$$\iint_{\Omega} \frac{p(x_1, y_1, \tau) dx_1 dy_1}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} = W(x, y). \quad (5)$$

При этом должно выполняться уравнение статики

$$P(t) = \iint_{\Omega} p(x, y, t) dx dy. \quad (6)$$

Выражение для электростатического потенциала токопроводящего элемента, имеющего форму площадки контакта, можно записать в виде:

$$\iint_{\Omega} \frac{q(x_1, y_1) dx_1 dy_1}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} = \Psi(x, y), \quad (7)$$

где $\Psi(x, y) = \psi(x, y) 4\pi k_0 \varepsilon$; k_0 – диэлектрическая постоянная; ε – диэлектрический коэффициент среды; $q(x, y)$ – плотность заряда на поверхности токопроводящего элемента.

Общее количество электричества токопроводящего элемента будет:

$$Q = \iint_{\Omega} q(x, y) dx dy. \quad (8)$$

В основе метода электрического моделирования пространственных контактных задач с учетом износа лежит аналогия интегральных уравнений (5), (7) и (6), (8). В соответствии с этой аналогией, распределение электрического заряда на поверхности токопроводящего элемента, являющегося аналогом площадки контакта аналогично распределению контактных давлений на площадке контакта. Задавая электри-

ческий потенциал на токопроводящий элемент в соответствии с правой частью интегрального уравнения (5) контактной задачи и замерив плотность заряда на его поверхности в исследуемых точках, используя критерии подобия можно определить контактные давления в соответствующих точках площадки контакта.

Погрешность метода в основном не превышает 5 %.

Методика решения задачи. Непосредственно к уравнению (5) применить электростатическую аналогию нельзя. Поэтому поступаем следующим образом. Будем рассматривать процесс износа на протяжении времени t . Интервал времени $(0, t)$ разделим на n равных частей τ и будем считать, что на каждом i -м интервале ($i = 1, 2, 3 \dots n$) давление на площадке контакта не зависит от времени.

В начальный момент времени уравнение (3) можно записать в виде:

$$\iint_{\Omega} \frac{p_0(x_1, y_1) dx_1 dy_1}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} = w_0(x, y), \quad (9)$$

где $w_0(x, y) = \frac{\delta - \varphi_1(x, y) - \varphi_2(x, y)}{\Theta_1 + \Theta_2}$

Для любого последующего промежутка времени уравнение (3) будет иметь вид:

$$\iint_{\Omega} \frac{p_i(x_1, y_1) dx_1 dy_1}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} = W_i(x, y), \quad (10)$$

где $i = 1, 2, 3 \dots n$.

$$W_i = w_0(x, y) - \frac{0.466 \cdot 10^{-14} \int_0^t p(x, y, \tau)^{0.621} \cdot \left| \frac{V_1(x, y, \tau)}{V_2(x, y, \tau)} - 1 \right|^{0.399} d\tau}{\Theta_1 + \Theta_2}.$$

К уравнениям (9) и (10) уже можно применить электростатическую аналогию и, следовательно, решить рассматриваемую износостатическую задачу с помощью электрического моделирования.

Порядок решения задачи:

1. Решаем уравнение (9) и определяем значения $p_0(x, y)$.
2. Считая, что на первом промежутке времени τ , на площадке контакта действует это давление, подставляем его значение в уравнение (10) и решаем его, т. е. определяем значение $p_1(x, y)$.
3. Подставляем значение $p_1(x, y)$ в такое же уравнение, составленное для следующего промежутка времени τ и, решая его, определяем значение $p_2(x, y)$.

Затем циклы повторяются.

Изменение размеров площадки контакта в результате износа трущихся поверхностей моделируется соответствующим изменением размеров ее аналога используя их геометрическое подобие.

Результаты решения задачи. Рассмотрим результаты решения поставленной задачи. Для большего приближения к задачам инженерной практики, считаем, что оси вращения зубчатых колес непараллельны.

На линии зацепления зубьев намечаем шесть точек. Первая точка соответствует входу зубьев в зацепление, шестая точка соответствует выходу из зацепления. Остальные четыре точки располагаем через одинаковые расстояния между первой и

шестой точками. Для каждой точки профиля решаем контактную задачу с учетом формоизменения зуба колеса в результате износа.

В качестве примера на рис. 2 показаны площадки контакта и распределение контактных давлений для точки входа зубьев в зацепление. На рисунке 3а,б показаны эпюры контактных давлений, построенные по различным сечениям вдоль стороны a рассматриваемых площадок контакта соответственно.

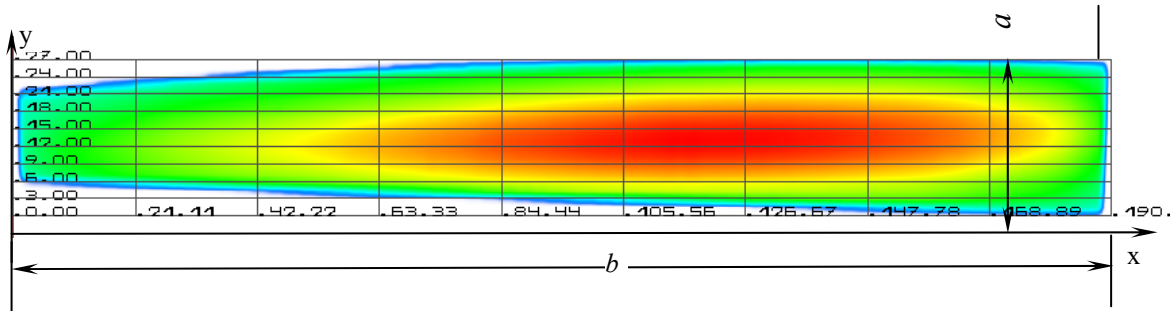


Рис. 2. Площадка контакта и распределение контактных давлений (вход зубьев в зацепление, исходные контактирующие поверхности)

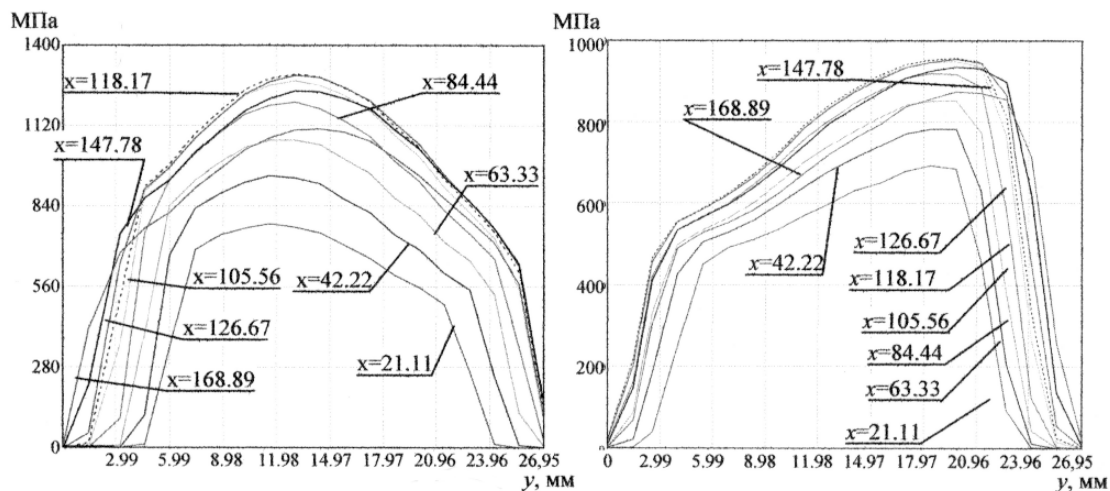


Рис. 3. Эпюры контактных давлений

Аналогичные площадки контакта и эпюры контактных давлений для исходных и изношенных контактирующих поверхностей построены для всех рассматриваемых точек.

АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ БАЛКИ УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А

Е. П. Шельманова

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

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Анализ конструкции балок управляемых мостов различных тракторов и энерго-средств показывает, что они выполняются в основном в виде труб круглого и прямо-

угольного сечения. Балка моста управляемых колес универсального энергосредства УЭС-2-250А выполнена в виде трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка.

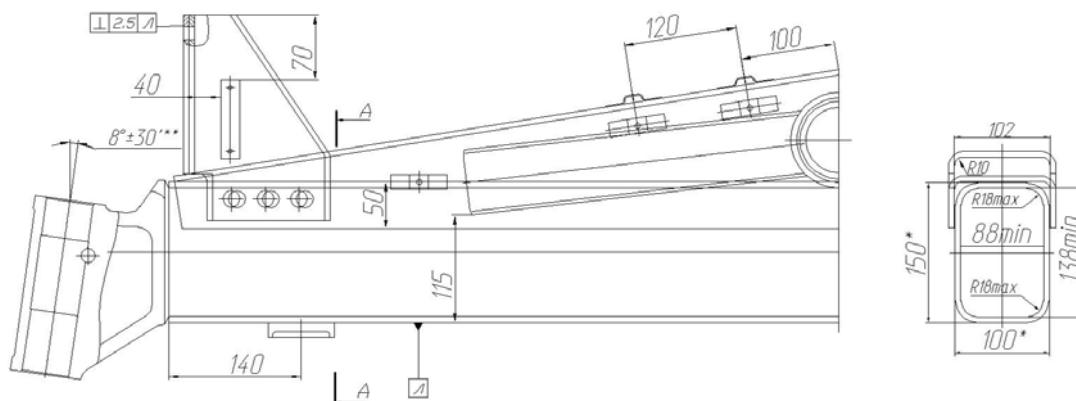


Рис. 1. Балка управляемого моста

Балка моста работает в условиях косоугольного изгиба. В вертикальной плоскости на балку действуют распределенная нагрузка интенсивностью q и сила реакции дороги F_1 , которая соответствует весу энергосредства, приходящегося на одно колесо без учета веса последнего. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления перемещению F_2 . Нагрузка q представляет собой вес самой балки моста, который распределен по длине неравномерно. Однако для упрощения расчетной модели балки моста считаем, что нагрузка, соответствующая весу самой балки, распределена равномерно по длине.

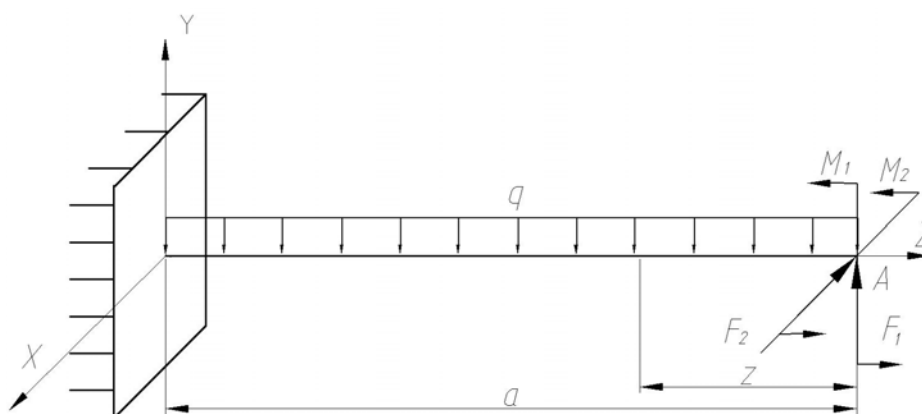


Рис. 2. Расчетная схема

Исходные данные для расчета: $G = 18390$ Н – вес энергосредства, приходящийся на управляемый мост; $F_1 = 9195$ Н; $F_2 = 6436$ Н; $q = 650$ Н/м; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа – модуль продольной упругости первого рода.

Уравнения моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях записывается в виде:

$$M_x(z) = M_1 + F_1 \cdot z - q \cdot \frac{z^2}{2},$$

$$M_y(z) = M_2 + F_2 \cdot z.$$

Нормальное напряжение при косом изгибе имеет вид:

$$\sigma_{\max} = \left(\frac{M_x(z) \cdot Y_{\max}(z)}{I_x(z)} \right) + \left(\frac{M_y(z) \cdot X_{\max}(z)}{I_y(z)} \right).$$

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

$$k_{\delta} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}},$$

где H – глубина препятствия, м; δ_{cm} – статическое перемещение точки удара (точка А), м.

Для определения коэффициента динамичности находится перемещение точки А (рис. 2) в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью интеграла Мора:

$$\delta = \int_0^l \frac{M_F(z) \cdot \bar{M}(z) \cdot dz}{E \cdot I(z)},$$

где E – модуль продольной упругости первого рода, Па; I – осевой момент инерции, м⁴.

Полное перемещение определяется формулой

$$\delta_{cm} = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2},$$

где δ_x, δ_y – перемещение точки А в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно, м.

Таким образом, величина статического перемещения равна

$$\delta_{cm} = 7,883 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Значения коэффициента динамичности при различных величинах H представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значение коэффициента динамичности при различных величинах H

k_{δ}	2	6,135	8,193	9,781	11,123	12,307
$H, \text{ м}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Результаты расчетов нагруженности балки представлены на рис. 3 и в табл. 2.

Таблица 2

Динамические и статические напряжения, действующие в балке моста

Длина балки z, м	Статические напряжения		Динамические напряжения					
	Растяжение σ_p , МПа	Сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Сжатие $\sigma_{сж}$, МПа			Растяжение σ_p , МПа		
			H , м					
			0	0,02	0,05	0	0,02	0,05
0	31	32	65,2	267	401	63	258	387
0,1	41	44	88,1	360	542	83	340	511
0,2	50	54	109	446	670	101	413	621
0,3	57	63	126	518	778	115	473	711
0,4	63	70	140	574	862	127	520	781
0,5	67	75	150	615	924	135	554	832
0,6	70	78	157	643	966	141	577	867
0,7	72	80	161	661	993	144	593	891

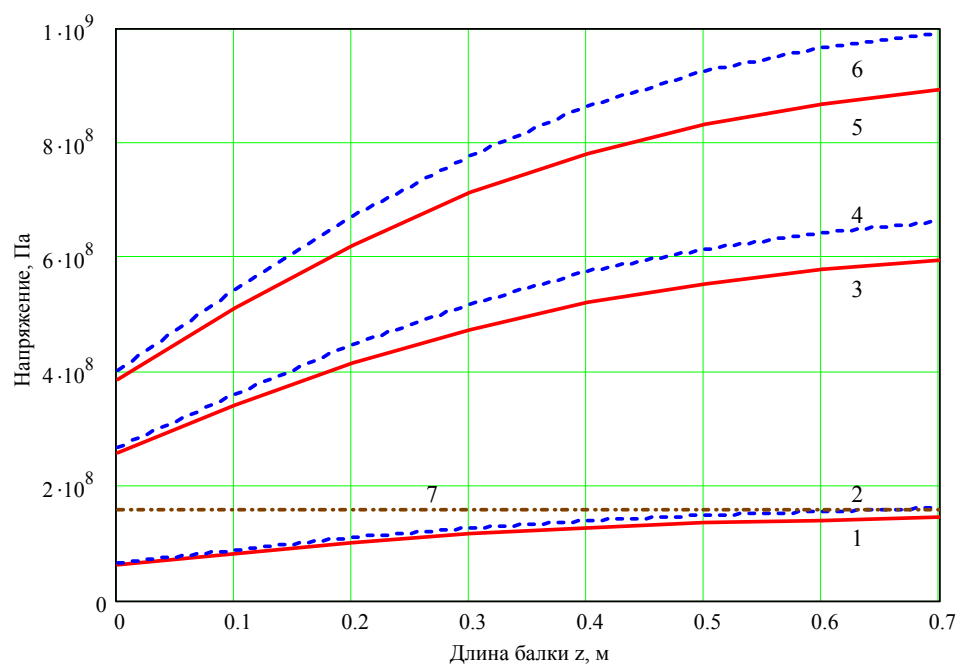


Рис. 3. График изменения напряжений:

- 1, 2 – напряжение растяжения и сжатия при $H = 0$; 3, 4 – напряжение растяжения и сжатия при $H = 0,02$ м; 5, 6 – напряжение растяжения и сжатия при $H = 0,05$ м;
7 – допустимое напряжение $\sigma_{доп} = 160$ МПа.

Статические напряжения, возникающие в балке моста, не превышают допустимого напряжения 160 МПа. При изменении коэффициента динамичности от минимального значения 2 до 12,3 величины динамических напряжений также будут увеличиваться. Так, при глубине препятствия 5 см максимальное напряжение сжатия составляет 993 МПа, а растяжения – 891 МПа, что может негативно сказаться на прочности конструкции. Поперечное сечение балки моста расположено таким образом, что наиболее удаленные от главной центральной оси X точки сечения находятся в области растяжения, т. е. сечение расположено нерационально.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ БАЛОЧНЫХ СХЕМ

М. М. Бибик

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. А. Орлов

Введение. Возникновение метода конечных элементов (МКЭ) связано с решением задач космических исследований (идея МКЭ была разработана советскими учеными еще в 1936 г., но из-за неразвитости вычислительной техники метод не получил развития) в 1950 г. Этот метод возник из строительной механики и теории упругости, и уже потом был осмыслен математиками, которые часто называют данный метод вариационно-разностным, подчеркивая тем самым его математическую природу. Они занимаются математическим обоснованием МКЭ, т. е. проводят теоретический анализ его сходимости и точности результатов. Существенный толчок в своем развитии МКЭ получил после того, как в 1963 г. было доказано, что этот метод можно рассматривать как один из вариантов известного в строительной механике метода Рэлея–Ритца, который путем минимизации потенциальной энергии позволяет свести задачу к системе линейных уравнений равновесия.

К сегодняшнему дню метод реализован в виде мощных промышленных систем автоматизированного проектирования, сопровождающих весь так называемый жизненный цикл изделия: от первого эскиза до программ для управления технологическим процессом изготовления. Трудно назвать отрасль промышленности, где бы ни применялся метод конечных элементов. Строительная механика, тепловые расчеты в машиностроении и строительстве, гидро- и газодинамика – традиционные сферы применения МКЭ. Однако отметим одну особенность, о которой высказался один из основоположников самого метода О. Зенкевич так: «Представители инженерного направления решают довольно сложные технические задачи, часто не задумываясь над строгим обоснованием применяемых ими приемов, а построенные алгоритмы и программы проверяют на известных точных решениях».

Цель работы. Поставим цель выявить на балочных схемах принципиальные особенности: преимущества и недостатки метода конечных элементов МКЭ с позиций классических принципов механики материалов на простейших балочных схемах.

Как известно, МКЭ представляет собой метод перемещений механики материалов, когда речь идет о стержневых системах и необходимо получить точное решение. С другой стороны, МКЭ базируется на методе Рэлея-Ритца для приближенных расчетов трехмерных тел и конструкций, когда точное решение получить невозмож-

но в принципе, или весьма затруднительно. Эта последняя проблема типична для физики вообще и состоит в удовлетворении дифференциальным уравнениям, не интегрируемым в квадратурах.

Приведем ключевые особенности метода Рэля–Ритца, поскольку целью исследования является рассмотрение именно этого аспекта МКЭ с той лишь разницей, что в методе конечных элементов область решения задачи разбивается не на одну характерную структурную составляющую, а на множество таковых с целью частичного удовлетворения граничных и краевых условий.

Ключевые особенности метода Рэля–Ритца:

- Угадывание функции формы. Предположим, что мы имеем дело с конструкцией, где число степеней свободы бесконечно велико. В этом случае можно было бы аппроксимировать истинную форму конструкции при помощи выбранной деформированной формы. Такая деформированная форма характеризуется *функцией формы*, содержащей один или несколько неизвестных *параметров перемещения*.

- Формирование потенциальной энергии системы. Дифференцируя последнюю, получаем систему уравнений, содержащую в качестве неизвестных величин параметры перемещений; уравнений будет столько же, сколько и неизвестных параметров, и, следовательно, решив данные уравнения, можно найти параметры. Если известны параметры перемещений, то это означает, что выбранная деформированная форма установлена.

- Чем точнее выбрана функция формы, тем лучше будут результаты вычислений.

- Принципиальный недостаток: дифференцирование найденных функций перемещений неизбежно приводит к ошибкам ввиду естественных разрывов в месте стыковки кусочно определенного решения.

- Принципиальное преимущество: поскольку метод Рэля–Ритца основывается на принципе стационарности потенциальной энергии, его можно применять к конструкциям как с линейным, так и с нелинейным поведением. Иначе метод универсален.

Постановка задачи. Исследуем тестовую сходимость приближенного решения для балочной схемы рис. 1. Для этого, к примеру, рассмотрим стальную балку, нагруженную на всем участке распределенной нагрузкой $q = 10$ кН и центральной сосредоточенной силой $F = 10$ кН с моментом инерции сечения $I_x = 200 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$. Точное решение механики материалов [1] представлено на рис. 1¹.

Далее, с другой стороны, в качестве функции формы примем полином с текущей степенью $n = 1 \dots 20$ и исследуем сходимость приближенных решений по методу Рэля–Ритца. На рис. 2 показана практическая сходимость прогиба исследуемой балки. Как видно из рис. 2 увеличение степени полинома $n = 1 \dots 20$ приводит к очень быстрой сходимости прогиба, и результат практически соответствует точному решению механики материалов. Чтобы получить поперечные силы и изгибающие моменты в балке следует продифференцировать функцию прогиба три и два раза соответственно. Результаты приведены на рис. 3 и 4. Здесь мы наблюдаем обратное: приближение к точному решению наблюдается лишь в средней части балки, при удалении от центра решение менее точное, а непосредственно по краям сходимость неудовлетворительна, то есть результат вовсе не соответствует точному решению.

¹ Решение сгенерировано комплектом инструментов Mechanics of Materials™ for Maple™.

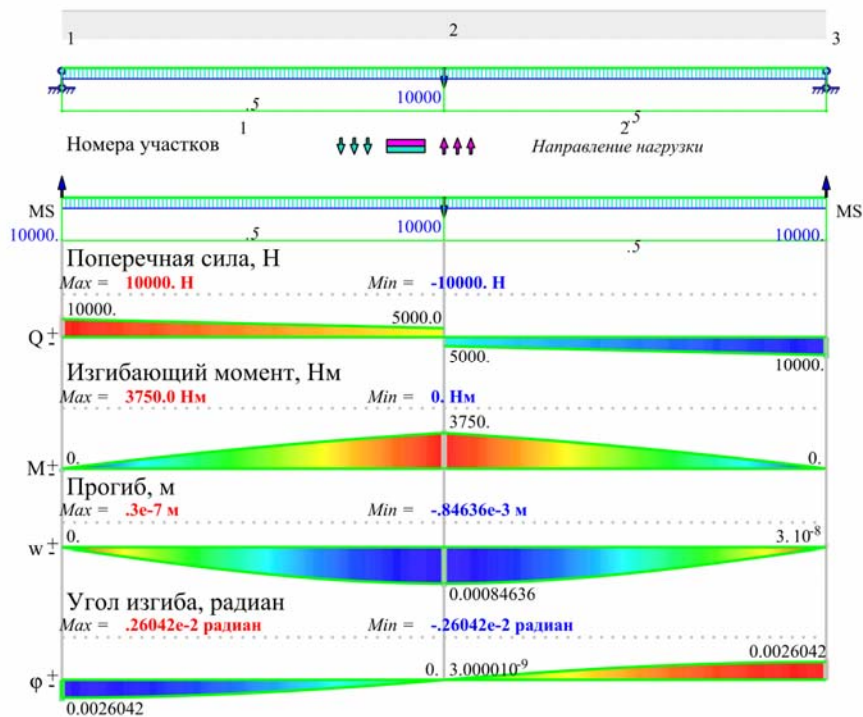


Рис. 1. Точное решение механики материалов для балочной схемы

Указанная особенность является неустранимой проблемой как метода Рэлея-Ритца, так и метода конечных элементов в целом. Она связана с невозможностью избавиться от разрывов в производных слева и справа от узловых граничных точек дискретизации конструкции. Частично эта проблема может быть решена рассмотрением точных аппроксимирующих функций на структурном элементе разбиения [2].

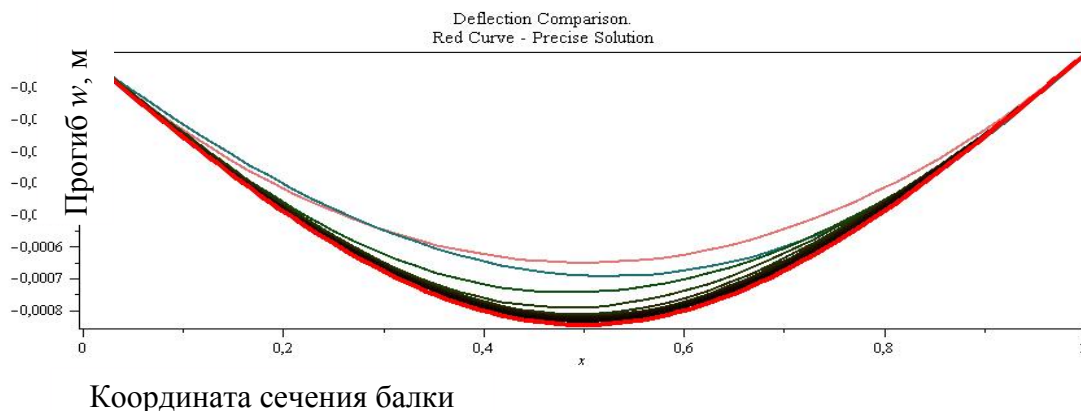


Рис. 2. Сходимость прогибов балки с увеличением порядка приближающего полинома. Красная кривая – точное решение механики материалов

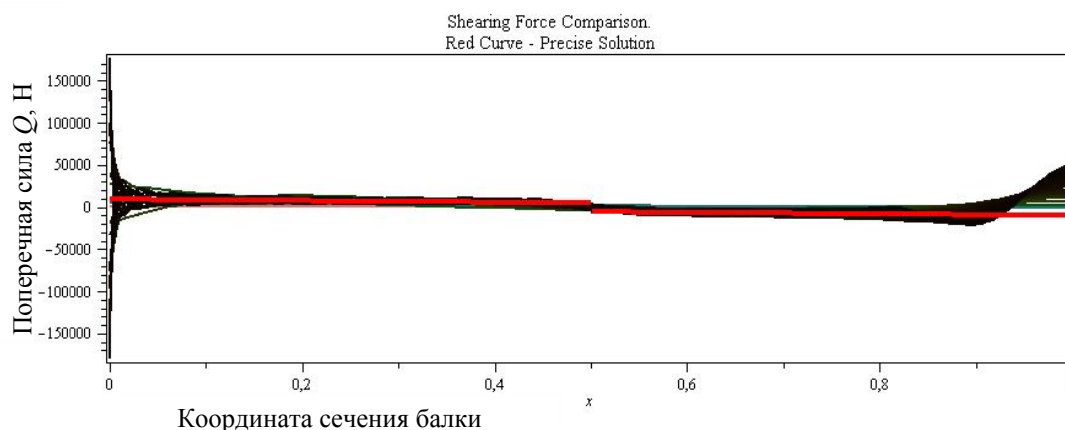


Рис. 3. Сходимость поперечных сил по длине балки.
Красная кривая – точное решение механики материалов

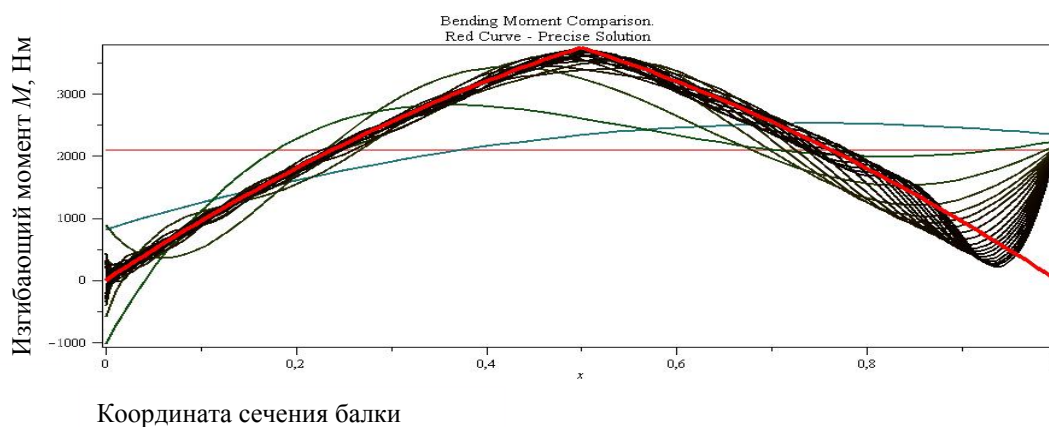


Рис. 4. Сходимость изгибающих моментов. Красная кривая – точное решение механики материалов

Заключение. Метод конечных элементов надежен в отношении перемещений системы и универсален в постановках и алгоритмах решения задач. Метод отлично адаптируется к матричному исчислению – удобен к реализации на персональном компьютере. К недостаткам МКЭ следует отнести принципиальные трудности численных методов: дифференцирование кусочных функций неизбежно приводит к ошибкам на границах решения. Существенно то, что производные перемещений определяют внутренние факторы, а значит – напряжения.

Литература

1. Тимошенко, С. П. Механика материалов : учеб. для вузов / С. П. Тимошенко, Дж. Гере. – Лань, 2002. – 672 с.
2. Орлов, С. А. Новый метод расчета в механике стержневых систем / С. А. Орлов // Вестн. БелГУТа. – 2004. – № 2(9). – С. 29–34.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН (СМП) НА ЖЕСТКОСТЬ СБОРНЫХ РЕЗЦОВ

А.С. Сироткин

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Повышение производительности и качества обработки в машиностроении в значительной степени определяется работоспособностью металлорежущего инструмента. В условиях современного производства более широко используется сборный режущий инструмент, в котором в качестве режущих элементов используется дорогостоящий материал. Повышение износостойкости и прочности инструмента приведет к снижению расхода дефицитного материала, что является важным для экономики Беларуси. В условиях современного производства более широко используется сборный режущий инструмент. Влияние многих технических показателей сборного инструмента на его работоспособность еще недостаточно изучено. Современные методики расчета прочности, жесткости и износостойкости сборного инструмента позволяют более полно учитывать технологические и конструктивные параметры его элементов. Основные показатели работоспособности сборных резцов, как показывают исследования, зависят от системы крепления спеченных многогранных пластин (СМП).

Цель настоящей работы заключалась в определении зависимости жесткости сборного инструмента от параметров СМП и типов их крепления.

Исследованию подвергались сборные резцы с различными типами крепления режущих пластин, широко используемые в промышленности, такими как РТ, РW и РТ (рис. 1, 2 и 3).

Тип крепления принимался по известной классификации. Исследования проводились на специальном стенде. Стенд представляет собой гидрофицированную установку, состоящую из нагружающей и измерительной систем. Сила, с которой нагружался инструмент, совпадала по направлению с результирующей силой резания по направлению с результирующей силой резания (рис. 4).

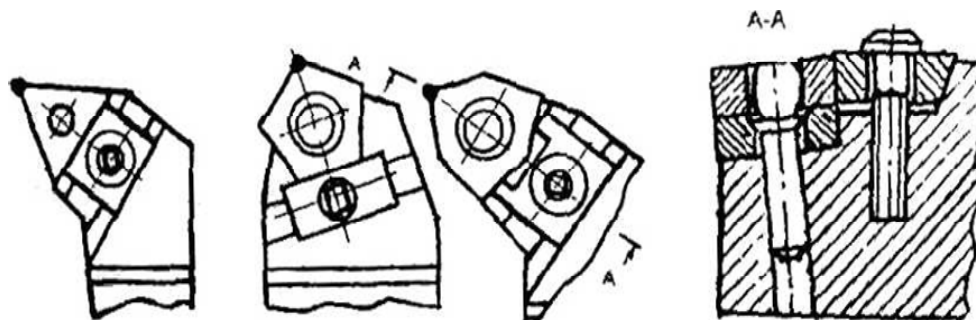


Рис. 1. Эскизы рабочей части сборных инструментов: тип крепления РТ

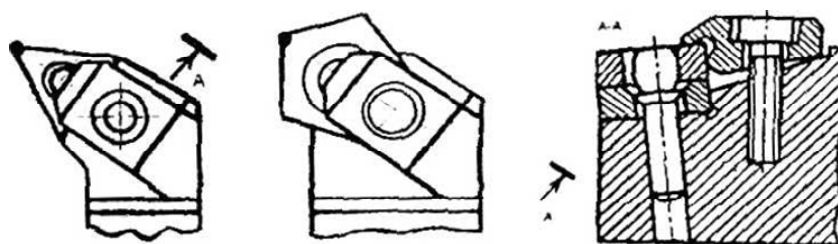


Рис. 2. Эскизы рабочей части сборных инструментов: тип крепления РВ

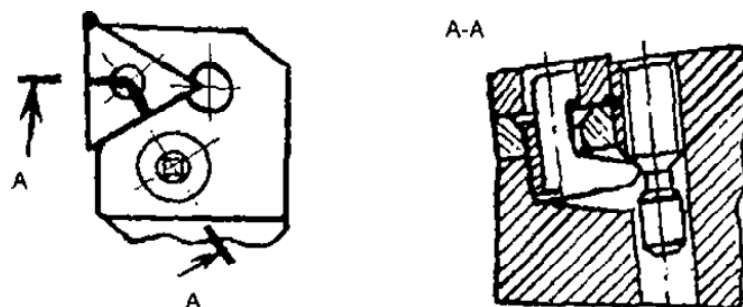


Рис. 3 Эскизы рабочей части сборных инструментов: тип крепления РР

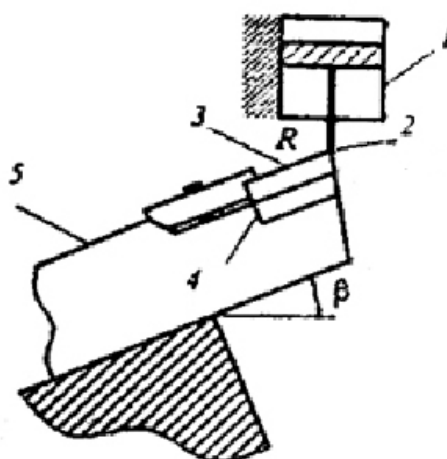


Рис. 4. Схема установки реза при исследовании его на жесткость:
1 – нагружающее устройство; 2 – точка измерения перемещения;
3 – режущая пластина; 4 – подкладка; 5 – державка

Принцип работы измерительной системы стенда следующий: световой поток, выходящий из источника, падает на грань режущей пластины и частично отсекается, остальная часть светового потока попадает на приемник. В качестве источника использовался полупроводниковый лазер с длиной волны 600 нм. В качестве приемника был выбран фотодиод ФД-3.

Кроме того, был разработан усилитель с коэффициентом усиления, равным 500. Показания с усилителя снимались вольтметром Digital multimer DT-830В.

Установив в державку твердосплавную пластину, воздействовали на нее силами в 180, 345, 525, 700, 870, 1000, 1200, 1400, 1570 Н (имитирующими силы резания и определенные при тарировании нагружающего устройства (рис. 4)) производили нагружение пластины с плавным переходом от одного значения силы к другому.

Для того, чтобы учесть погрешность от вариации сил зажима режущие пластины закреплялись при помощи динамометрического ключа.

Тарирование измерительной системы производилось на специальном стенде. Датчики тарировались в следующей последовательности: сначала измерительная пятка скобы перемещалась перпендикулярно лучу лазера и показания прибора записывались через каждые 1 мкм, затем определялось среднее значение перемещений в микрометрах на 1 единицу показания прибора. В результате вычислений средних значений получили чувствительность схемы (1 мкм на одно деление прибора). Для уменьшения влияния формы светового потока на точность измерений, на выходном окуляре источника закреплялась пластина со щелью шириной 0,1 мм.

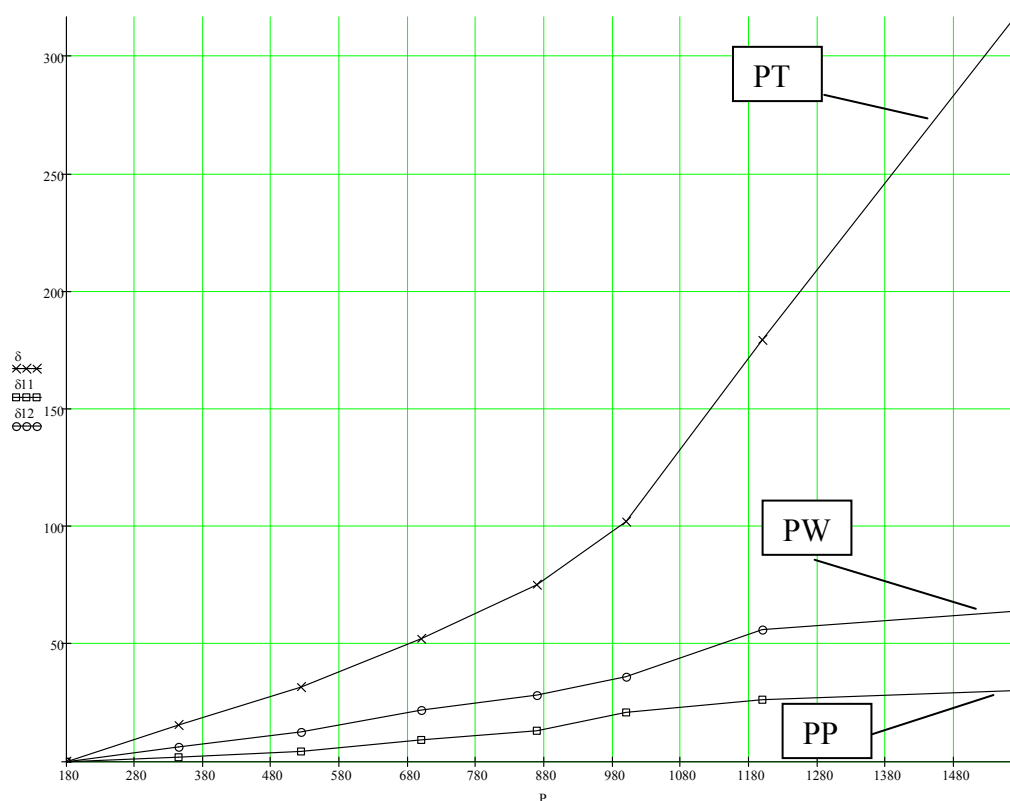


Рис. 5. График статической точности резцов с типом крепления РТ, РВ и РР

На рис. 5 изображены графики перемещений пластин и державки типа крепления РТ, РВ и РР. Анализ рис. 5 позволяет заключить, что применение типов крепления РВ и РР позволяет соответственно повысить статическую точность относительно типа крепления РТ. Применение крепления пластин тип РР незначительно снижает статическую точность по сравнению с типом крепления РВ, что объясняется высокой технологичностью державки типа крепления РВ.

Конструкция резца с типом крепления РТ также обладает высокой технологичностью и невысокой сложностью, но установка режущей пластины на штифт с прижимом ее со стороны боковой грани часто нарушает исходное базирование, что в итоге снижает жесткость резца.

Литература

1. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плещачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с. : ил.

ПРИМЕНЕНИЕ, РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ ГЕРОТОРНОГО НАСОСА

Д. В. Лаевский, С. Г. Чекал

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Предъявляемые требования к насосам и двигателям гидравлических систем, сводятся к обеспечению заданных давления и производительности при минимальном весе и габаритах, максимального КПД, минимальной трудоемкости изготовления, простоты обслуживания, надежности работы в эксплуатационных условиях, большого ресурса.

Больше всего этим требованиям удовлетворяют шестеренные насосы, имеющие бесспорные преимущества по сравнению с другими типами насосов по своей простоте, весовым характеристикам, дешевизне и надежности.[1]

Шестеренные насосы выполняются с шестернями внешнего и внутреннего зацепления. Наиболее распространенным является насос первого типа, который состоит из пары зацепляющихся цилиндрических шестерен, помещенных в плотно обхватывающий их корпус имеющий каналы входа в зацепление и выхода из него (рис. 1, а), через которые осуществляется подвод (всасывание) и отвод (нагнетание) жидкости.[2]

Насосы с шестернями внутреннего зацепления (рис. 1, б, в), которые отличаются компактностью и малыми габаритами в сравнении с насосами с шестернями внешнего зацепления той же производительности. Преимуществом этих насосов является также симметричное расположение приводного вала относительно корпуса. [2].

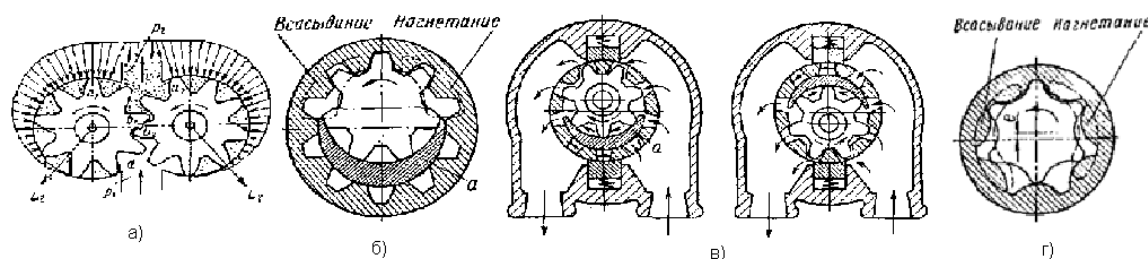


Рис. 1. Схемы с шестернями внешнего (а), внутреннего (б, в) и героторного зацепления (г) шестеренных насосов

Применяются также насосы с шестернями внутреннего зацепления со специальным профилем зуба (рис. 1, г), в которых отсутствует разделительный элемент. Эти насосы получили название героторных. Зубья шестерен находятся в симметричном относительно вертикальной оси положении. Оси шестерен смещены одна относительно другой на величину e , обеспечивающую зацепление. Отделение полости нагнетания от полости всасывания (герметизация) здесь достигается путем непрерывного контакта зубьев внутренней и внешней (кольцевой) шестерен в зонах разделительных перемычек между окнами всасывания и нагнетания. Для обеспечения этого контакта рабочие поверхности этих зубьев должны иметь такой профиль, чтобы они обкатывались одна по другой, причем контакт зубьев при проходе ими нижней разделительной перемычки заменяет собой разделительный элемент.

Отличительной особенностью шестеренчатого героторного насоса с внутренним зацеплением (рис. 1, *з*) является отсутствие разделительного элемента между сцепляющимися шестернями (роторами), чем достигается его компактность и малый вес. Это позволяет использовать эти насосы при проектировании в сдвоенных и насосах подобного вида (тандем насосах) в качестве насосов подпитки, которые используются для восполнения утечек [3].

Мелкомодульные зубчатые колеса находят все более широкое применение. Зубчатые колеса обычно имеют меньшие потери на трение, смазкой для них может служить даже вода. Такие зубчатые колеса хорошо прирабатываются. Для изготовления таких передач в ряде случаев применяют литье. При использовании технологии литья целесообразно применения эпи- и гипоциклоид для профилирования зубьев (рис. 2). В настоящее время наиболее широко такие передачи используют в насосах [4]:

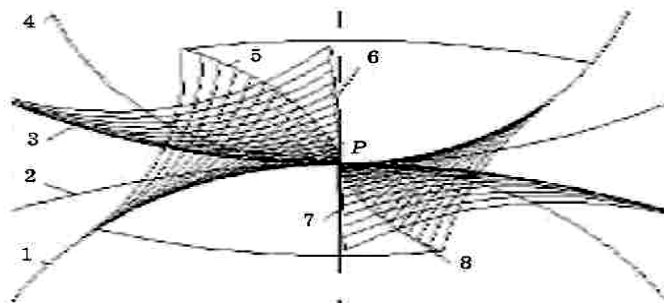


Рис. 2. Циклоидальное зацепление:

1, 4 – начальные окружности $R_{1,2}$; 2, 3 – вспомогательные окружности $r_{1,2}$;
5, 8 – эпициклоиды; 6, 7 – гипоциклоиды

Наиболее важными параметрами циклоидального зацепления являются радиусы начальных окружностей $R_{1,2}$ и радиусы вспомогательных (производящих) окружностей $r_{1,2}$. Начальные окружности одновременно являются основными. Уменьшение радиуса вспомогательной окружности приводит к уменьшению приведенного радиуса кривизны и увеличению контактных напряжений зубьев, поэтому на практике отношение r/R редко бывает меньше 0,2. При отношении $r/R = 0,5$ ножка зуба колеса очерчена радиальными прямыми, что снижает изгибную прочность зуба, и поэтому в силовых передачах принимают $r/R < 0,4$. Наибольший интерес представляет исследование изгибной прочности циклоидальных зубьев в диапазоне $r/R = 0,2-0,4$. Головка зуба колеса очерчена эпициклоидой, ножка зуба очерчена гипоциклоидой. Эпициклоиду получают качением вспомогательной окружности по начальной, а гипоциклоиду качением вспомогательной окружности внутри начальной. Для наглядности показаны положения вспомогательных окружностей.

Циклоидальные зубья имеют ряд преимуществ в сравнении с эвольвентными: большую контактную прочность, так как контактируют выпуклые и вогнутые части зубьев; большую длину активной линии зацепления; большую износостойкость; контактные разрушения зубьев редки; выкрашивание зубьев редко бывает прогрессирующим из-за износа зубьев [4].

Расчет распространяется на гидромашин с эпициклоидальным зацеплением, включающие шестерню с наружными зубьями и колесо с внутренними зубьями, число которых на единицу больше числа зубьев шестерни. [5]–[8].

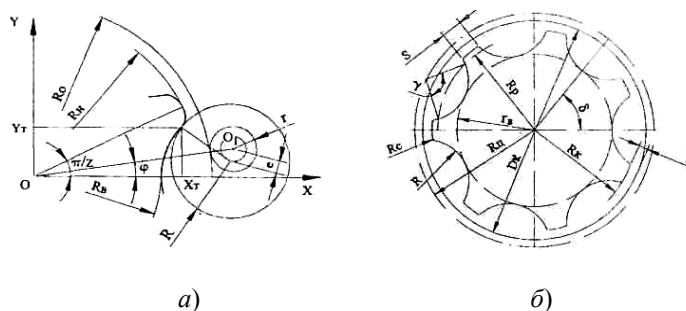


Рис. 3. Схема образования профиля зуба шестерни (а) и сопрягаемой шестерни (б)

Схема образования профиля зуба шестерни приведена на рис. 3, а. При предварительном расчете таких гидромашин исходят из рабочего объема, который приближенно определяется из уравнения: $V_n = 4\pi\lambda r^2 h_n (z + 1 - \bar{R})$, откуда,

$$r = \sqrt{\frac{V_n}{4\pi\lambda h_n (z + 1 - \bar{R})}},$$

где z – число зубьев шестерни (внутреннего ротора); h_n – приблизительная ширина шестерни; r – радиус окружности, обкатывающейся без скольжения по основной окружности радиусом R_0 при построении профиля зубьев шестерни;

$$\lambda = \frac{e}{r}; \quad \bar{R} = \frac{R}{r};$$

e – эксцентриситет между осями шестерни и колеса; R – номинальный радиус зуба колеса, равный радиусу обрабатывающего инструмента при изготовлении шестерни.

Величину λ рекомендуется принимать из диапазона $0,7 < \lambda < \lambda_{max}$:

$$\lambda_{max} = \frac{1-t}{(1+t)}, \quad \text{где } t = \frac{(z+2)^3}{27z(z+1)^2}.$$

Расчетные значения λ_{max} приведены ниже:

z	4	6	8	10	12
λ_{max}	0,851	0,878	0,891	0,899	0,904

По полученному расчетному значению r вычисляются параметры:

$$e = r\lambda; \quad R = r\bar{R}; \quad R_n = rb; \quad R_g = R_n - 2e.$$

Параметры колеса (рис. 3, б), сопрягаемого с шестерней:

$z_k = z + 1$ – число зубьев;

$r_b = R_0 + r - R = r(z - 1) - R$ – радиус внутреннего диаметра по вершинам зубьев;

$R_u = R_0 + r = r(z + 1)$ – радиус, на котором расположены центры окружностей зубьев;

$\delta = \frac{2\pi}{z+1}$ – угловой шаг расположения зубьев по окружности с радиусом R_u ;

$R_k = r(z + 1 + 2\lambda) - R + m$ – радиус окружности впадин между зубьями колеса, $m = 0,5$ мм.

При изготовлении колеса необходимо учитывать, что рабочий участок зуба охватывает угол $\gamma = \pi - 2 \arccos \lambda$ и радиус, на котором расположены крайние точки рабочего участка зуба (см. рис. 3, б).

Заключение. Определены основные достоинства, недостатки и особенности применения героторных насосов.

Представлена последовательность расчетов сопрягаемых шестерни и колеса с эпициклоидальным зацеплением.

Литература

1. Юдин, Е. М. Шестеренные насосы / Е. М. Юдин. – Москва : Машиностроение, 1964.
2. , Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем / Т. М. Башта. – Москва : Машиностроение, 1974.
3. Басуров, В. М. Системы автомобильных и тракторных двигателей : практикум / В. М. Басуров, В. В. Белов. – Владимир, 2001.
4. Саенко, В. П. К расчету героторных гидромашин / В. П. Саенко, Р. Н. Горбатюк // Вестн. машиностроения. – 2004. – № 7.
5. Лурье, З. Я. Рабочий объем героторных гидромашин / З. Я. Лурье, В. П. Саенко // Вестн. машиностроения. – 2002. – № 2. – С. 11–13.
6. Саенко, В. П. Условия ограничения сил в зацеплении героторных гидромашин / В. П. Саенко // Вестн. машиностроения – 1991. – № 4. – С. 19–21.
7. Полюшков, А. Г. Насосы с внешне-тройным эпициклоидальным зацеплением / А. Г. Полюшков // Вестник машиностроения. – 1971. – № 11. – С. 51–53.
8. Саенко, В. П. Учет допусков на параметры зацепления в героторных гидромашин / В. П. Саенко, В. Л. Белявский. – Москва, 1989. – 12 с. Рукоп. деп. во ВНИИТЭМРс 10 01.89. № 24 мш.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО СТАНКА

А. В. Макарцова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь.*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Целью данного исследования является исследование статической и кинематической точности токарно-револьверного станка.

Под статической точностью станка понимают точность взаимного расположения его узлов при действии постоянных нагрузок. Она зависит от погрешностей изготовления базовых деталей и сборки станка. Кинематическая точность характеризует согласованность движений при обработке деталей сложной формы.

Исследуем статическую точность на примере направляющих: в момент, когда производится резание, стол нагружен следующими силами: тяговой Q , тяжести G подвижных частей; резания с составляющими F_x , F_y , F_z ; реакциями A , B , C рабочих граней направляющих, трения в направляющих (рис. 1).

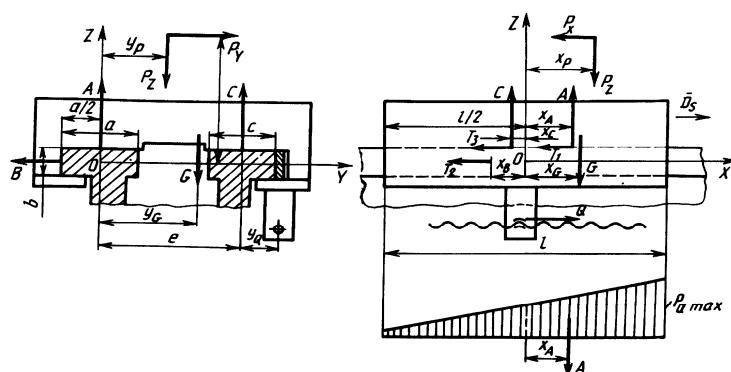


Рис. 1. Расчетная схема направляющих

В результате расчета находят размеры направляющих, удовлетворяющие износостойкости и жесткости.

Для обеспечения износостойкости размеры направляющих выбирают такими, чтобы наибольшие давления на их рабочих поверхностях были ниже допустимых. Для обеспечения жесткости ограничивают контактные деформации на рабочих поверхностях. Если собственные деформации сопряженных базовых деталей существенно ниже контактных деформаций направляющих, базовые детали считают абсолютно жесткими и давление на рабочих поверхностях направляющих определяют приближенным методом. При этом предполагают, что по длине направляющих давление в контакте изменяется линейно, а по ширине остается постоянным.

Уравнения равновесия подвижного узла имеет вид:

$$\begin{aligned} \Sigma X &= 0; -P_x + Q - fA - fB - fC = 0; \\ \Sigma Y &= 0; P_y - B = 0; \\ \Sigma Z &= 0; -P_z - G + A + C = 0; \\ \Sigma M_x &= 0; P_y z_p + P_z y_p + G y_G - C e = 0; \\ \Sigma M_y &= 0; P_z x_p - P_x x_p + G x_G - Q z_Q - A x_A + C x_C \approx 0; \\ \Sigma M_z &= 0; P_x y_p + P_y x_p - Q(e + y_Q) - fBa - Bx_B + fCe = 0. \end{aligned}$$

Максимальные давления на направляющих выбираем исходя из допустимых; Находим предельные силы резания P_x , P_y , P_z .

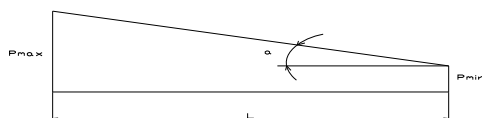


Рис. 2. Расчетная схема направляющих

Вычисляем перемещение рабочих граней направляющих под действием сил и угол поворота.

Изменяя длину направляющих, построим зависимости подачи, глубины и угла поворота (рис. 3).

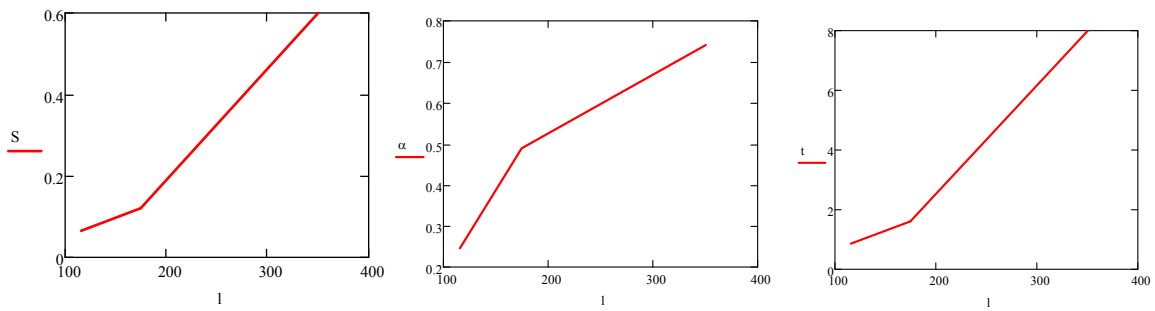


Рис. 3. Зависимости подачи, глубины и угла поворота от длины направляющих

Вывод. При уменьшении длины направляющих в 2 раза значения глубины и подачи уменьшается в 4 раза, а значение угла поворота уменьшается в 2 раза. При исследовании кинематической погрешности выделим кинематическую цепь станка. Зададим степень точности зубчатых колес, необходимые данные для расчета по ГОСТ 1643-81.

1. Найдем передаточные коэффициенты передач.
2. Максимальные значения кинематической погрешности передач и мертвого хода.
3. Координаты середин полей рассеяния и поля рассеяния кинематической погрешности передач и координаты мертвого хода передач.
4. Координаты середин поля рассеяния кинематической погрешности цепи и мертвого хода цепи.
5. Кинематическая погрешность цепи и значение мертвого хода.

Построим зависимости кинематической погрешности цепи и мертвого хода при изменении степени точности зубчатых колес (рис. 4).

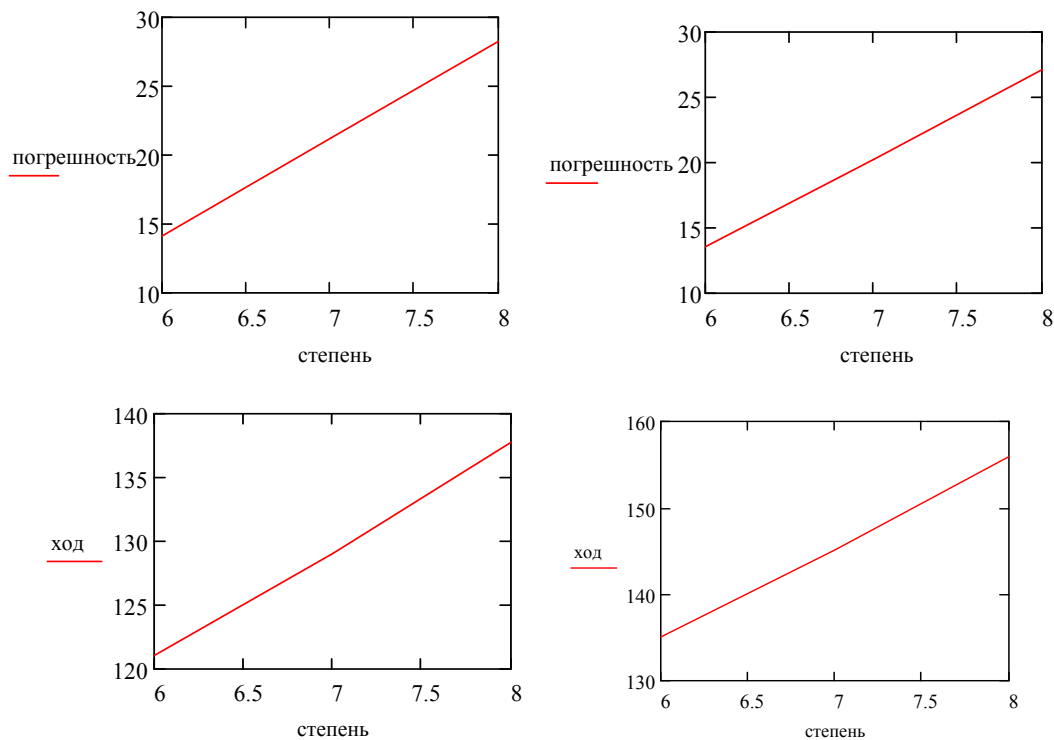


Рис. 4. Зависимости погрешности и мертвого хода от степени точности

Заключение. Анализ графиков зависимости кинематической погрешности и мертвого хода цепи при изменении степени точности зубчатых колес показал, что с увеличением степени точности, значения кинематической погрешности и мертвого хода увеличиваются в 2 раза.

Литература

1. Камышный, Н. И. Конструкции и наладка токарных автоматов и полуавтоматов : учеб. для СПТУ / Н. И. Камышный, В. С. Стародубов. – Москва : Высш. шк., 1988.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986.
3. Мурахвер, А. С. Методические указания: «Автоматизированные методы расчетов узлов и деталей металлорежущих станков и промышленных роботов» / А. С. Мурахвер, М. И. Михайлов, А. П. Лепший. – Гомель : ГПИ, 1989.

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО КОРПУСА ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

П. В. Асос, В. В. Ковалев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. В. Пинчук

В настоящее время гидропривод является одним из основных средств автоматизации и механизации различных технологических процессов. Широко применяется гидропривод в современных металлорежущих и деревообрабатывающих станках, прессах, особенно в шлифовальных, агрегатных и некоторых других. Приводы машин, как правило, состояются из наукоемких компонентов: нормализованных аппаратов и агрегатов, серийно изготавливаемых специализированными заводами. Расширение использования гидропривода привело к качественным изменениям в конструкциях гидрооборудования и принципах построения приводов. Возникшее противоречие между возрастающим объемом и сложностью конструкторских работ по проектированию новых машин и оборудования и необходимостью постоянного сокращения сроков их создания и внедрения потребовало иных подходов при конструировании и изготовлении гидроблоков управления [ГУ] приводов. Наиболее полно современным требованиям развития машиностроения соответствует агрегатно-модульная система их построения, обеспечивающая реализацию различных видов машин и оборудования на основе унифицированных узлов. Для создания агрегатно-модульных гидроблоков управления, занимающих основное место в приводах технологических машин, используются унифицированные функциональные блоки типа БФ [1]. Блоки БФ разработаны на основе стандартизированных гидроаппаратов, а унификация их присоединительных размеров осуществлена за счет переходных плит, закрепляемых к стыковой плоскости каждого из аппаратов, что значительно ухудшает показатели материалоемкости и энергоемкости ГУ. В связи с чем обоснование и оптимизация геометрических параметров присоединительных размеров системы компонентов для агрегатно-модульного конструирования гидроблоков управления позволит уменьшить их материалоемкость и энергоемкость, повысить качество проектов.

Оптимальное проектирование компонентов (узлов, агрегатов) можно рассматривать в рамках общих моделей оптимизации машин, как решение, оптимизирующее общий критерий [2].

Для решения задачи по разработке геометрических параметров присоединительных размеров компонентов агрегатно-модульных гидроблоков управления требуется создание математической модели, устанавливающей связь критериев оптимальности с пространственной компоновкой ГУ.

Для определения оптимальной формы монтажного корпуса общий критерий оптимальности X , исходя из выражения (2) запишем в следующем виде:

$$x = \left(C_1 \frac{\Delta p}{\Delta p_N} + C_2 \frac{V}{V_N} + C_3 \frac{S}{S_N} + C_4 \frac{\Delta p_3}{\Delta p_{N3}} \right) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где C_1, C_2, C_3, C_4 – коэффициенты важности критериев; $\Delta p, \Delta p_3$ – гидравлические потери давления в каналах соответственно d, d_3 ; $V_N, S_N, \Delta p_N, \Delta p_{N3}$ – нормирующие множители, приводящие показатели $V, S, \Delta p, \Delta p_3$ к единому виду.

$$\Delta p_N = \lambda_1 \frac{Kb}{d_1} \rho \frac{g_1^2}{2} + \lambda_2 \frac{Kb}{d_2} \rho \frac{g_2^2}{2};$$

$$S_N = \frac{na^2 + 2tg\left(\frac{\pi}{n}\right) nabK}{2tg\left(\frac{\pi}{n}\right)};$$

$$V_N = \frac{a^2 nbK}{4tg\left(\frac{\pi}{n}\right)}.$$

$$a = kd \left(2 \sqrt{\frac{P_{ном}}{2[\sigma]} + \sqrt{2}} + \sqrt{2}\Delta + \sqrt{2}\Delta_1 + \sqrt{2}\Delta_2 + \sqrt{2}\Delta_3 + d_3 \right);$$

$$b = b_l + d_l + 2\Delta = k_l d_3 \left(l + 2 \sqrt{0,25 + 8 \frac{P_{ном}}{[\sigma]_l}} + \sqrt{\frac{P_{ном}}{[\sigma]_l}} \right) - 2kd \sqrt{2 + 0,125 \frac{P_{ном}}{[\sigma]}} + \Delta - \Delta_l - 2\Delta_3.$$

Определим параметры $V, S, \Delta p, \Delta p_3$:

$$V = a^2 b; \quad S = 4ab; \quad \Delta p = \lambda \left(\frac{b}{d} \right) \frac{8\rho Q^2}{\pi^2 d^4}; \quad \Delta p_3 = \lambda \left(\frac{b}{d_3} \right) \frac{8\rho Q_3^2}{\pi^2 d_3^4}.$$

Зависимость (2) является математической моделью формы монтажного корпуса, исследование которой позволяет установить оптимальные пространственные компоновки ГУ. Произвольный вариант компоновки гидроблока управления можно представить, как это изображено на рис. 1.

$$x = \left(C_1 \frac{\lambda \left(\frac{b}{d} \right) \frac{8\rho Q^2}{\pi^2 d^4}}{\lambda_1 \frac{Kb}{d_1} \rho \frac{\vartheta_1^2}{2} + \lambda_2 \frac{Kb}{d_2} \rho \frac{\vartheta_2^2}{2}} + C_2 \frac{a^2 b 4 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{n} \right)}{a^2 n b K} + C_3 \frac{4 a b \cdot 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{n} \right)}{n a^2 + 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{n} \right) n a b K} + C_4 \frac{\Delta p_3}{\Delta p_{N3}} \right);$$

$$x = \left(C_1 \frac{\lambda \left(\frac{b}{d} \right) \frac{8\rho Q^2}{\pi^2 d^4}}{\lambda_1 \frac{Kb}{d_1} \rho \frac{\vartheta_1^2}{2} + \lambda_2 \frac{Kb}{d_2} \rho \frac{\vartheta_2^2}{2}} + C_2 \frac{a^2 b 4 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{n} \right)}{a^2 n b K} + C_3 \frac{4 a b \cdot 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{n} \right)}{n a^2 + 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{n} \right) n a b K} + C_4 \frac{\Delta p_3}{\Delta p_{N3}} \right) \rightarrow \min. \quad (2)$$

В результате установлено, что адекватное реальности описание проблемы оптимального конструирования ГУ содержит совокупность признаков совершенства входящих функциональных блоков. При этом обеспечение одновременно наилучшего значения всех показателей блоков недостижимо.

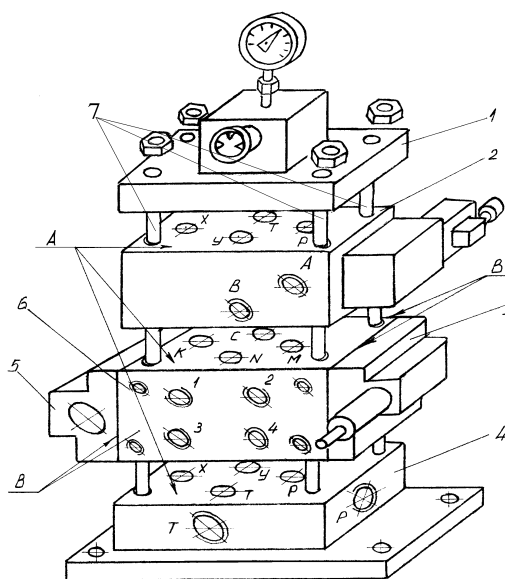


Рис 1 - Гидроблок управления:

- 1 – блок замыкающий переключателя манометра; 2 – блок распределителя;
- 3 – блок присоединительный; 4 – блок замыкающий подвода; 5 – блок присоединительный;
- 6 – соединительно-монтажный модуль;
- 7 – стяжные шпильки

Исходя из необходимости обеспечить собираемость ГУ, блоки должны иметь присоединительные размеры, позволяющие выполнить это требование. То есть присоединительные размеры различных блоков должны совпадать при их монтаже в ГУ по приведенным на рис. 1 ориентированным плоскостям: горизонтальным А и вертикальным В. По плоскостям А соединяются между собой замыкающие блоки (БЗ), блоки распределителей (БР) и соединительно-монтажные модули (СММ), по плоскостям В – СММ и гидроаппараты – присоединительные блоки (БП) [1]. Из этого

следует, что оптимизация присоединительных размеров по этим двум плоскостям приводит к оптимизации ГУ в целом [6]. Как следует из рис. 1 обе эти плоскости присутствуют только на СММ и создают его форму, в то время, как остальные блоки имеют только по одной плоскости – либо А, либо В. Фактически разработка присоединительных размеров СММ является основой для повторения размеров и разработки БЗ, БР, БП.

Литература

1. Пинчук, В. В. Синтез гидроблоков управления на основе унифицированной элементной базы. / В. В. Пинчук. – Минск : Технопринт, 2001. – 140 с.
2. Альгин, В. Б. Проектирование оптимальных машин и проблема ресурса / В. Б. Альгин // Современ. методы проектирования машин. – 2004. – Т. 1, вып. 2. – С. 93–100.
3. Пинчук, В. В. Методологические основы инженерного синтеза гидроблоков управления / В. В. Пинчук, А. В. Лифанов // Материалы, технологии, инструмент. – 2004. – № 4. – С. 41–43.
4. Пинчук, В. В. Оптимальное проектирование элементов агрегатного набора гидроблоков управления / В. В. Пинчук, А. В. Лифанов // Материалы, технологии, инструмент. – 2005. – Т. 10. – № 3. – С. 49–51.
5. Альтшуль, А. Д. Гидравлические сопротивления / А. Д. Альтшуль. – Москва : Недра, 1976. – 215 с.
6. Пинчук, В. В. Проектирование унифицированных функциональных блоков / В. В. Пинчук, Н. В. Кислов // Весці нац. акад. навук Беларусі. – 2001. – № 2. – С. 63–68. Сер. фізіка-тэхн. навук.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЗМА ПОДПРЕССОВКИ ПИТАЮЩЕГО АППАРАТА НА КАЧЕСТВО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ В КОРМОУБОРОЧНОМ КОМБАЙНЕ

С. Н. Бобыренко

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Состояние и уровень развития животноводства находятся в непосредственной зависимости от объема и качества заготавливаемых кормов. Прочной кормовой базе необходимы современные кормоуборочные машины и передовые технологии заготовки кормов [1]. На корм используют силос, сенаж, зеленый корм, сено различной влажности в измельченном и неизмельченном виде. Подавляющую часть (72–75 %) занимают измельченные корма, получаемые с помощью кормоуборочных комбайнов.

При выполнении технологического процесса в кормоуборочном комбайне подавляющая часть затрат мощности (до 80 %) приходится на измельчающий аппарат (ИА) (барабанного или дискового типа), обеспечивающий измельчение и транспортировку растительной массы (РМ). Энергоемкость процесса резания напрямую зависит от двух главных факторов: конструктивных особенностей и состояния режущей пары (нож – противорежущий брус) и свойств поступающей в зону резания РМ, которые определяются, в том числе и параметрами механизма подпрессовки питающего аппарата (ПА).

Сегодня ПА - это сложное, многофункциональное устройство. Основными функциями ПА являются: захват РМ от адаптера, ее уплотнение и передача в зону резания ИА.

В научной литературе [2] основным критерием для механизма подпрессовки вальцев принимается показатель объемной плотности слоя сжатой РМ (350–600 кг/м³),

что не вполне корректно, поскольку в современных условиях работа кормоуборочного комплекса проводится в одном уборочном цикле, как на травяных, так и на грубостебельных культурах, удельные плотности которых различаются в несколько раз.

Учитывая современные тенденции развития кормоуборочной техники можно предположить, что дальнейший рост производительности кормоуборочных комплексов будет связан с увеличением подачи ПА за счет увеличения толщины подаваемого слоя РМ, что ведет к ряду негативных последствий:

- непропорциональное увеличение затрат мощности на резание РМ;
- снижение качества измельчения РМ.

В связи с этим на первое место в решении задачи по повышению энергонасыщенности кормоуборочного комбайна выходит всесторонний анализ механизма подпрессовки ПА.

Одной из характеристик эффективности уплотнения РМ может служить качество измельчения (процентное содержание частиц заданной длины в общем количестве измельченной РМ), так как толщина слоя, наряду с физико-механическими свойствами обрабатываемой культуры напрямую зависит и от параметров механизма подпрессовки, а точнее, усилием пружин.

Для расчета теоретической длины резки используют формулу следующего вида:

$$TДР = \frac{\pi \cdot (d_1 \cdot n_1 + d_2 \cdot n_2)}{N \cdot k \cdot z},$$

где d_1, d_2 – диаметры подающих валцов, мм; n_1, n_2 – частоты вращения подающих валцов, об/мин; N – частота вращения измельчающего барабана; k – количество ножей (параллельных оси вращения рядов ножей, при наличии нескольких ножей в одном ряду); z – коэффициент, соответствующий числу подающих валцов: $z = 1$, если машина имеет один подающий валец, и $z = 2$ – в других случаях [3].

Однако данное выражение не учитывает высоту слоя растительной массы, которая в настоящий момент составляет до 140 мм – на отечественных кормоуборочных комбайнах и до 220 мм – на зарубежных. При этих параметрах разница между «врезанием» ножей в слой РМ может составлять до 0,008 с (при частоте вращения режущего рабочего органа 1200 об/мин и 10 последовательно расположенных ножах), что соответствует от 1 до 15 мм длины частиц РМ, в зависимости от частоты вращения валцов. В то же время регламентированные показатели длины резки ограничивают увеличение размеров частиц в пределах 10 мм, так как дальнейшее увеличение длины резки ведет к усложнению процесса хранения и потерям энергетической ценности заготавливаемых кормов. [4]

Для стабилизации качества измельчения необходимо максимально уменьшить толщину слоя РМ. Это позволит снизить «разброс» длины частиц за счет снижения разницы времени начала резания между соседними ножами и более стабильной подачи массы (уменьшения проскальзывания по высоте слоя).

С целью анализа влияния процесса подпрессовки РМ на качество измельчения были поставлены опыты с ПА полунавесного кормоуборочного комбайна КПК-3000. Это наиболее распространенный в Республике Беларусь тип кормоуборочной машины, характеризующийся надежным и устойчивым протеканием технологического процесса.

В серийно выпускаемом варианте ПА КПК-3000 используются 4 пружины растяжения № 156 по ГОСТ 13772–76 с числом рабочих витков $n = 21$ шт. Передние пружины имеют предварительное натяжение 221 мм, задние – 274 мм.

В качестве растительного материала, для проведения опытов, использовалось сено тритикале с влажностью 35–40 %. Для обеспечения максимальной загрузки ПА формировались валки плотностью 15,7 кг/м. РМ подавалась в ПА толкателем, выгрузка измельченной РМ производилась в емкость. Затем производился замер измельченных частиц в образцах массой по 1 кг.

Для определения тенденций, характеризующих зависимость изменения качества измельчения от изменения усилия пружин механизма подпрессовки, использовались 6 вариантов установки пружинами № 156 с $n = 21$ и $n = 19$:

1) установлены две пружины $n = 21$, на переднем нижнем и заднем верхнем креплении; натяжение – 274 мм;

2) установлены четыре пружины $n = 21$, натяжение: передние – 221 мм, задние – 274 мм;

3) установлены две передние пружины $n = 21$, две задние $n = 19$; натяжение: передние – 221 мм, задние – 270 мм;

4) установлены две пружины $n = 19$ на переднем нижнем и заднем верхнем креплении; натяжение – 270 мм;

5) установлены четыре пружины $n = 21$; натяжение: передние – 274 мм, задние – 274 мм;

6) установлены две задние пружины $n = 21$, натяжение задних – 274 мм.

Варианты установки пружин были выбраны из следующих соображений:

– минимизировать затраты на изготовление образцов пружин (после проведения опытов были отрезаны 2 витка на 2-х пружинах);

– исследовать целесообразность нагружения передних и задних валцов;

– две пружины можно заменить одной с аналогичными характеристиками.

В таблице приведены результаты опытов, полученные на стенде, разработанном для оценки влияния механизма подпрессовки на выполнение технологического процесса.

Качество измельчения комбайна КПК-3000 при различных усилиях подпрессовки

Параметр		№ опыта					
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Число рабочих витков пружин	передних	$n = 21$	$n = 21$	$n = 21$	$n = 19$	$n = 21$	–
	задних	–	$n = 21$	$n = 19$	–	$n = 21$	$n = 21$
Качество измельчения, %		71,9	79,1	80,3	75,8	81,8	70,3
Размеры частиц, мм		%					
0–30		71,9	79,1	80,3	75,8	81,8	70,3
30–50		9,4	7,8	5,3	8,3	6,1	10,35
50–70		7,1	5,3	4,2	7,1	4,7	8,71
70–90		6,9	4,1	4,7	4,3	4,3	6,9
90–120		4,7	3,7	5,5	4,5	3,1	3,74

Результаты опытов показывают, что:

1. Наиболее эффективен вариант с увеличенным усилием передних пружин и серийным вариантом задней пружины.

2. Установка 2-х пружин не эффективна, либо (опыты 1, 4) необходимо значительное увеличение жесткости пружин.

3. При установке 2-х пружин отмечаются забивания питающего аппарата РМ и остановка технологического процесса.

4. Увеличение жесткости задней пружины повышает качество измельчения.

Анализируя полученные результаты были выдвинуты предположения о необходимости повышения усилия подпрессовки на переднем вальце, необходимости установки пружин как на передних, так и на задних вальцах.

Проверка данных предположений показала, что увеличение усилия подпрессовки на передних пружинах ведет к потере стабильности технологического процесса, т.к. основная нагрузка механизма ложится на передние вальцы, а задние выполняют лишь роль удержания слоя РМ в сжатом состоянии. Однако снижение усилия передних пружин дает эффект заклинивания вальцев из-за «недопрессовки» РМ на крупных длинах резки и низкой активности заднего верхнего вальца.

В настоящий момент авторами проводятся исследования влияния механизма подпрессовки на стабильность протекания технологического процесса и энергоемкость процесса измельчения РМ, которые дополнят картину характеристик, влияющих на выбор количества пружин и их силовых параметров с учетом кинематики механизма в целом.

Л и т е р а т у р а

1. Павловский, В. К. Технологии заготовки высококачественных кормов из трав и силосных культур (рекомендации) / В. К. Павловский. – Минск : РУП «НПЦ НАНБ по механизации сельского хозяйства», 2008. – 48 с.
2. Резник, Н. Е. Кормоуборочные комбайны / Н. Е. Резник. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 1980. – 375 с.
3. ГОСТ ИСО 8909-2-2003. Комбайны кормоуборочные. Ч. 2.
4. ОР МСХП РБ 0215-2007. Заготовка силоса. Типовые технологические процессы.

Секция II

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАСКАТЫВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

И. Н. Чупика

Брянский государственный технический университет, Россия

Научный руководитель А. В. Хандожко

В современном машиностроении все большее распространение в качестве финишных операций получают методы поверхностно-пластического деформирования. Это происходит за счет того, что ими достигается решение сразу нескольких задач:

- 1) повышение точности размеров;
- 2) повышение точности геометрической формы;
- 3) упрочнение обрабатываемой поверхности.

В настоящее время разработано и применяется в промышленности большое число способов чистовой обработки давлением металлов (и других материалов), отличающихся кинематической схемой, характером контакта деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью и в особенности используемым инструментом.

Способы обработки и инструмент не являются универсальными. Каждый способ обработки имеет относительно ограниченную область рационального использования. Поэтому эффективность чистовой обработки давлением, как по качественным, так и экономическим показателям в значительной мере зависит от правильного выбора способа обработки и инструмента. Решение этой задачи усложняется тем, что выбор рационального способа обработки и оптимальной конструкции инструмента определяется большим числом факторов: размерами и формой обрабатываемых деталей, их прочностью и жесткостью, требованиями, предъявляемыми к точности и качеству поверхности, характером производства и рядом других факторов.

Обработка отверстий продолжает оставаться одной из наиболее сложных и трудоемких операций в производстве деталей машин и приборов. Учитывая и то, что обработка давлением является достаточно производительным методом обработки внутренних поверхностей, становится оправданным использование методов ППД.

Однако на сегодняшний день нет общего системного подхода к выбору режимов обкатывания и выбору требуемой геометрии инструмента при обработке поверхностным пластическим деформированием и, в частном случае, при раскатывании. Это привело к тому, что каждый раз при решении новых практических задач ППД (новый материал, изделие, условие нагружения при эксплуатации и т. п.) приходится снова проводить технологический и эксплуатационный эксперимент, существенно удлиняющий сроки конструкторской подготовки производства.

В литературе имеется множество конструкций инструментов для раскатывания внутренних поверхностей, а также предлагаются рекомендации по использованию того или иного типа раскаток, но стандартизованными являются только многошариковые жесткие дифференциальные раскатки диаметром от 40 до 300 мм ГОСТ 17573–72 (рис. 1),

которые предназначены для чистовой обработки до Ra 0,20 мкм поверхностей сквозных неограниченных по длине отверстий деталей машин.

При этом в литературе практически не рассмотрен вопрос влияния точности изготовления инструмента на качество обработанной поверхности. Допуски на размеры деформирующих элементов, дефекты рабочей поверхности являются одним из факторов влияющих на образуемую шероховатость обработанной поверхности, равномерность наклепа.

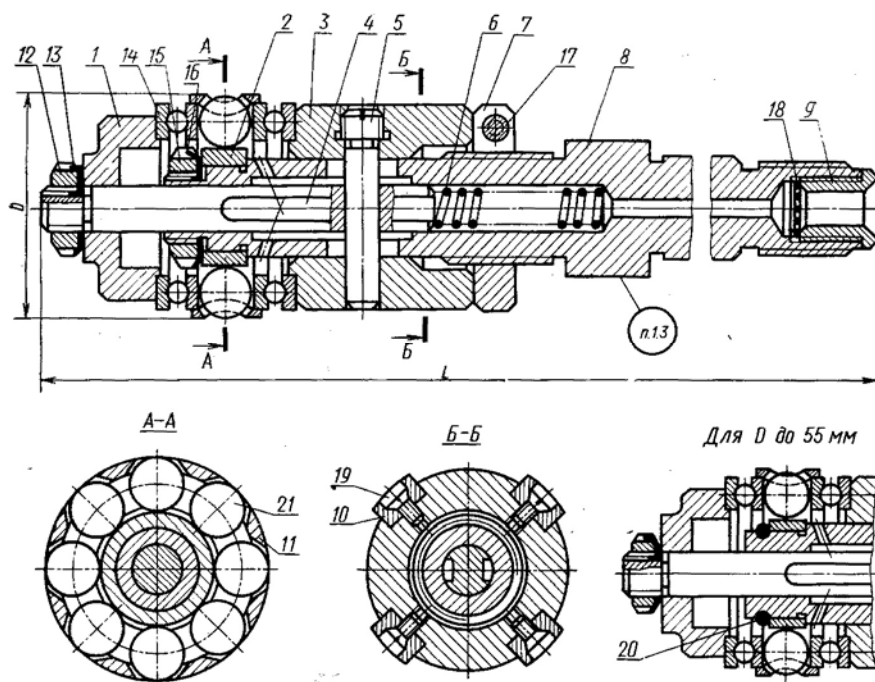


Рис. 1. Шариковая раскатка ГОСТ 17573–72

Разноразмерность деформирующих элементов может приводить к неравномерному их изнашиванию, нестабильной работе инструмента, возникновению дополнительных вибраций при обработке, а также к неравномерному наклепу обработанной поверхности.

В связи с этим возникает необходимость разработать метод выбора параметров обработки для достижения конкретных параметров поверхностного слоя детали, а также исследовать влияние точности инструмента на условия обработки и качество получаемой поверхности.

Для решения данной задачи предлагается провести ряд экспериментов по обработке внутренних поверхностей деталей из различных материалов и используя при этом инструмент с разными геометрическими параметрами. В частности, изменяется вид деформирующих элементов (раскатки с коническими роликами, шариковые раскатки). Далее необходимо обобщить и систематизировать данные, полученные из экспериментов, проанализировать и вывести зависимости, на основе которых можно получить следующие данные:

- 1) выбор оптимального типа инструмента для тех или иных условий обработки;
- 2) выбор формы деформирующих элементов, необходимое количество и размеры;
- 3) выбор оптимальных режимов обработки (подача, натяг, скорость раскатывания).

Так же по полученным данным необходимо выявить влияние точности изготовления инструмента и в частности, деформирующих элементов на сам процесс раскатывания и качество обработанной поверхности.

Ранее на кафедре уже была изготовлена жесткая регулируемая раскатка для обработки отверстий диаметром 47 мм. Фотография раскатки представлена на рис. 2. Деформирующими элементами в данном случае являются ролики (5 шт.) взятые из подшипников, при этом для лучших условий раскатывания края роликов скруглены. Раскатка предназначена для обработки на токарных станках.



Рис. 2. Роликовая раскатка

Для проведения экспериментов и сравнения качества обработанной поверхности после раскатывания была разработана и изготовлена шариковая жесткая регулируемая раскатка, представленная на рис. 3. Инструмент предназначен для обработки отверстий на токарных станках. Для установки предусмотрен конус Морзе. Раскатка настраивается на необходимый размер вращением регулировочной гайки за счет перемещения в осевом направлении сепаратора. В качестве деформирующего элемента выбраны шарики диаметром 10 мм. Осевые нагрузки воспринимаются упорным подшипником. От выпадения из сепаратора шарики удерживает специальный кожух.



Рис. 3. Шариковая раскатка

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ УПЛОТНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

М. Е. Петрикевич

Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Научные руководители: В. М. Капцевич, В. К. Корнеева

Пористые материалы находят широкое применение при решении многих вопросов, остро стоящих перед промышленными предприятиями, в том числе агропромышленным комплексом Республики Беларусь, а именно, охраны окружающей среды, повышения качества и чистоты выпускаемой продукции, надежности, долговечности и срока работы машин и механизмов. Эти вопросы в ряде случаев решаются применением пористых порошковых материалов (ППМ) и пористых волокнистых материалов (ПВМ), с помощью которых обеспечиваются процессы очистки жидкостей и газов, интенсифицируются процессы тепло- и массообмена и т. д.

ПВМ по сравнению с ППМ обладают рядом существенных преимуществ: большей пористостью, проницаемостью, прочностью, упругостью и пластичностью, более эффективной задерживающей и звукопоглощающей способностью и др. Однако если технология изготовления ППМ успешно реализована у нас в республике, то технология получения ПВМ не изучена и не используется для изготовления ФМ. Это связано с дороговизной и дефицитом исходного сырья – волокон. В настоящее время с интенсивным развитием металлургии и машиностроения в Республике Беларусь на Белорусском металлургическом заводе имеются отходы стальной проволоки, из которых можно получать волокна, что является хорошей сырьевой основой для выпуска ПВМ из стальных волокон. Без существенной дополнительной химической обработки на основе этих отходов возможно изготовление фильтрующих элементов (ФЭ) для очистки горюче-смазочных материалов, сточных вод, воздуха и других неагрессивных сред. Кроме того, из стальных волокон возможно изготовление магнитных фильтров, позволяющих улавливать ферромагнитные загрязнения.

Целью данной работы является установление закономерностей уплотнения стальных волокон, получаемых из отходов РУП «Белорусский металлургический завод».

Для определения характеристики уплотняемости стальных волокон, полученных из отходов, определялась зависимость пористости прессовок P из волокон от давления прессования P . Для построения математической зависимости, устанавливающей взаимосвязь между ними, использовали уравнение прессования волокнистого тела Ю. Г. Дорофеева:

$$P = k\sigma_T(1 - P)^m, \quad (1)$$

где k и m – постоянные; σ_T – предел текучести материала волокон; P – пористость.

На рис. 1 представлены полученные экспериментальные данные.

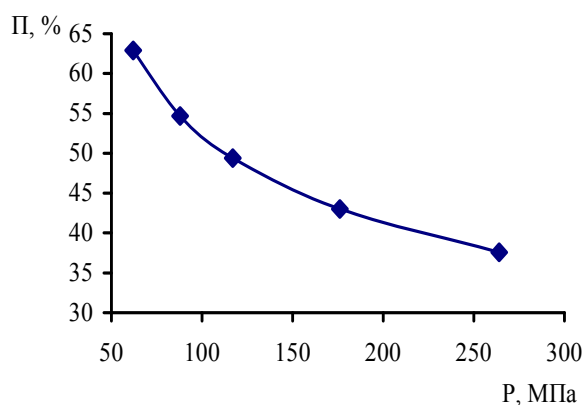


Рис. 1. Зависимости пористости брикетов от давления прессования

На основе полученных экспериментальных данных методом наименьших квадратов для ПВМ из стальных волокон определены значения коэффициентов $k = 0,994$; $m = 2,835$, входящие в уравнение, которое для данного случая принимает вид:

$$P = 0,994\sigma_r(1 - \Pi)^{2,835}. \quad (2)$$

На основании рассчитанных значений коэффициентов k и m определены значения величин давлений прессования, обеспечивающих получение экспериментальных образцов пористостью Π , равной 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 %. Результаты расчетов представлены в таблице.

Значения давлений прессования P , МПа, для получения прессовок из стальных волокон требуемой пористостью Π , %

Пористость Π , %	35	40	45	50	55	60	65
Давление прессования, P , МПа	272	217	170	130	96	69	47

Заключение. Проведенные исследования подтверждают принципиальную возможность изготовления фильтрующих материалов из стальных волокон с прогнозируемыми структурными и гидродинамическими свойствами, а в итоге создания фильтрующих материалов с требуемыми эксплуатационными характеристиками.

Исследованы закономерности уплотнения стальных волокон при радиальной схеме нагружения. Определены постоянные коэффициенты k и m , входящие в уравнение Ю. Г. Дорофеева.

Установленные значение позволяют обосновать выбор режимов прессования для получения фильтрующих материалов из стальных волокон пористостью 35–65 %.

Литература

- Косторнов, А. Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов / А. Г. Косторнов. – Киев : Наукова думка, 2002. – Т. 1. – 576 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ ДЕФОРМИРОВАНИИ

В. В. Самкевич

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Научные руководители: В. М. Капцевич, Д. И. Кривальцевич

Выполнение одного из требований, предъявляемых к фильтрующим материалам (ФМ), а именно их высокая проницаемость при заданной тонкости фильтрации, может быть достигнуто за счет увеличения их пористости. К материалам, обладающим высокой пористостью, относятся эластичные и пластичные высокопористые ячеистые материалы (ВПЯМ), которые обладают трехмерной структурой с множеством взаимосвязанных ячеек. Каждая ячейка состоит из соединенных друг с другом ребер, образующих многогранный каркас. К таким материалам относятся пористые фторопласты, пенополиуретаны, пеноникель и др. Они обладают, как правило, следующими структурными и гидродинамическими свойствами: пористостью 94–98 %, размером пор 0,2–5 мм, коэффициентом проницаемости 10^{-6} – 10^{-10} м². Причем эти свойства одинаковы во всех направлениях, как в перпендикулярном направлении течения фильтруемой среды, так и в параллельном.

Однако специфические свойства некоторых ВПЯМ (эластичность и пластичность) можно использовать в качестве эффективного инструмента для целенаправленного воздействия на структурные и гидродинамические свойства. При деформировании ВПЯМ (упругом либо пластичном) происходит не только изменения формы и размеров, но и изменение структуры порового пространства. Деформирование позволяет создавать структуры, которые по сравнению с исходными обладают более широким спектром свойств, что расширяет возможности конструирования из них ФМ. Деформированный ВПЯМ становится анизотропным, т. е. его свойства, прежде всего размеры пор и коэффициент проницаемости, будут различными в разных направлениях.

Целью исследований является моделирование структурных и гидродинамических свойств ВПЯМ при их деформировании. Для этого рассматривались три возможные схемы деформирования ВПЯМ:

1. *Одноосное равномерное сжатие.* При такой схеме деформирования ВПЯМ следует ожидать существенного уменьшения размеров пор и коэффициента проницаемости в направлении перпендикулярном усилию сжатия и в меньшей степени уменьшение этих параметров в направлении параллельном усилию сжатия.

2. *Одноосное неравномерное сжатие.* При такой схеме деформирования как и в предыдущем способе будут существенно изменяться (уменьшаться) размеры пор и коэффициент проницаемости в направлении перпендикулярном усилию сжатия. Одновременно их значения можно плавно и целенаправленно уменьшать в этом направлении, изменяя степень сжатия в направлении перпендикулярном усилию сжатия.

3. *Одноосное равномерное растяжение.* В этом случае следует ожидать вытягивание ребер каркаса в направлении действия растягивающих сил, приводящих к изменению формы пор и уменьшению их размеров в направлении перпендикулярном направлению действия сил растяжения. Однозначного ответа на вопрос: как будет вести себя коэффициент проницаемости в данном случае – нет, так как с одной стороны площадь пор может возрастать, а их размер, характеризуемый минимальным диаметром вписанной во внутренний контур пор окружности, будет уменьшаться.

В направлении, совпадающем с направлением действия растягивающих сил размеры пор и коэффициент проницаемости будут изменяться незначительно.

Моделирование структуры реального пористого материала связано с выбором элементарных ячеек, симметричная упаковка которых позволяет заполнить все его пространство [1]. На практике для придания правдоподобия в гипотетическую модель стремятся ввести как можно больше геометрических элементов, имитирующих структуру реального пористого материала. Опыт моделирования таких материалов показал, что адекватные результаты могут быть получены при использовании достаточно простых моделей, определяемых небольшим числом структурных факторов [1].

Рассмотрим моделирование структуры и свойств ВПЯМ на примере эластичного пенополиуретана. В качестве модели для такого ВПЯМ была выбрана призматическая модель, представленная на рис. 1. Призматическая модель, на первый взгляд, мало похожа на реальную структуру, основным элементом которой является пентагондодекаэдр. Однако эта модель достаточно точно отражает основные закономерности, свойственные структуре ВПЯМ. К достоинствам данной модели относятся наглядность, простота инженерных расчетов и возможность определения на ее основе структурных и гидродинамических свойств при деформировании ВПЯМ, что позволяет учитывать возникающую при этом анизотропную структуру пор.

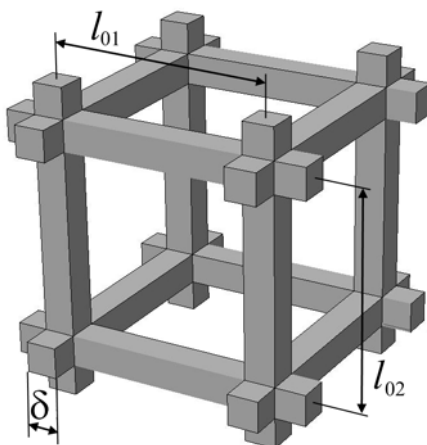


Рис. 2. Кубическая модель ячейки ВПЯМ

В качестве параметров модели выбран размер ячейки, который характеризуется шириной l_{01} , высотой l_{02} и шириной ребра δ . Принято, что в исходном состоянии $l_{02} = l_{01}$, а при деформировании (сжатии) длина ячейки l_{01} остается неизменной, ее высота l_{02} уменьшается пропорционально степени деформации ε :

$$l_{02} = (1 - \varepsilon)l_{01}. \quad (1)$$

Также для простоты дальнейших расчетов было введено следующее обозначение:

$$\beta_0 = \frac{\delta}{l_{01}}. \quad (2)$$

В выражении (2) величина β_0 является структурной характеристикой деформируемого ВПЯМ, которая, как показали экспериментальные исследования, для ВПЯМ пористостью 98 % равна 0,084 [1].

Размеры пор d_{Π} определяются минимальными диаметрами окружности, вписанными в сечения пор. Полагаем, что при сжатии размеры пор будут изменяться только в направлении, совпадающем с направлением сжатия.

Тогда размеры пор d_{Π} в направлении, перпендикулярном усилию сжатия

$$d_{\Pi} = l_{01}(1 - \varepsilon - \beta_0). \quad (3)$$

Также были получены формулы для определения пористости и вязкостного и инерционного коэффициентов проницаемости:

$$\Pi = 1 - \frac{\beta_0^2(3 - 2\beta_0)}{1 - \varepsilon}; \quad (4)$$

$$\frac{1}{k_{\mu}} = \frac{128\beta_0(1 - \varepsilon)}{l_{01}^2} \left[\frac{(2 - \varepsilon - 2\beta_0)^2}{4(1 - \beta_0)^3(1 - \varepsilon - \beta_0)^3} + \frac{4\beta_0(1 - \beta_0)}{(1 - \varepsilon - \beta_0^2)^3} \right]; \quad (5)$$

$$\frac{1}{k_p} = \frac{w}{2l_{01}} \frac{\beta_0^2}{(1 - \beta_0)^2} \left[(2 - \varepsilon - \beta_0)^2 + \frac{(1 - \varepsilon)^2(2 - \varepsilon - 2\beta_0)^2(1 - \beta_0)^2}{(1 - \varepsilon - \beta_0)^4(1 + \beta_0)^2} \right]. \quad (6)$$

Используя полученные зависимости структурных и гидродинамических свойств: пористости (4), размеров пор (3) и вязкостного коэффициента проницаемости (5), от параметров модели: ширины l_{01} , высоты l_{02} и размера тяжи δ произведены соответствующие расчеты и определены закономерности изменения этих свойств от степени деформации ε .

Полученные зависимости свидетельствуют, что сжатый с большей степенью материал с ячейками большего размера обладает при одних и тех же значениях размеров пор большей проницаемостью. Также установлено, что максимальная эффективность фильтрации достигается при степени деформации $\varepsilon=0,8$. При дальнейшем сжатии эффективность фильтрации через материал падает и его использование становится нецелесообразным.

Заключение. Оценка деформации значительно расширяет диапазон изменения структурных свойств (размер пор, пористость) ВПЯМ, а также гидродинамических параметров (коэффициент проницаемости). Показано, что такие материалы обладают высокой степенью анизотропии, что создает принципиально новые возможности при разработке конструкций фильтров для решения прикладных задач по очистке жидкостей и газов.

Литература

6. Леонов, А. Н. Пористые проницаемые материалы: теория проектирования изделий и технологий / А. Н. Леонов, М. М. Дечко, В. К. Шелег. – Минск : Тонпик, 2003. – 220 с.
7. Капцевич, В. М. Моделирование структуры и свойств анизотропного ячеистого фильтрующего материала / В. М. Капцевич [и др.] // Журнал «Инженерный Вестник». – 2007г. – № 1. – С. 22–26.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

П. Л. Фалюшин, О. А. Краснова

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель А. Б. Степаненко

В настоящее время все острее встает вопрос об утилизации упаковочных материалов. Также активно мировым сообщество ведется поиск альтернативных видов энергии. Упаковочные материалы - это потенциальный источник энергии, который до конца не исследован.

Совместно с «Институтом природопользования НАН Республики Беларусь» была проведена серия опытов по пиролизу. Пиролиз – это протекающий при высоких температурах как деструктивный распад органических соединений с образованием продуктов с меньшей молекулярной массой, так и деструктивный синтез с протеканием изомеризации и поликонденсации [1]. Для пиролиза были отобраны следующие материалы: торф, торф с добавкой полипропиленовой пленки используемой в качестве упаковки хлебобулочных изделий, а также торф с упаковочным материалом «Пюр-Пак» используемого для розлива молочной продукции. Данные упаковочные материалы были выбраны с учетом их свойств: горючести, безопасности при сжигании и такого аспекта, как частота их использования (количество их потребления).

Для пиролиза были подготовлены пробы: торфа (Т), торфа с полипропиленом (ПП) в процентном соотношении 85 % Т и 15 % ПП, торфа с упаковочным материалом «Пюр-Пак» (УМ) также в соотношении 85 % Т и 15 % УМ, и сам материал «Пюр-Пак». ПП пленка и УМ «Пюр-Пак» были измельчены для ручным методом до размеров частиц 2×2 мм. Так как пиролиз проводился на малогабаритной установке (рис. 1) в стационарном слое до конечной температуры $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, то во избежание попадания мелких частиц в колбу (2) (рис. 1) пробы были предварительно таблетированы. Скорость процесса пиролиза составляла $7,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

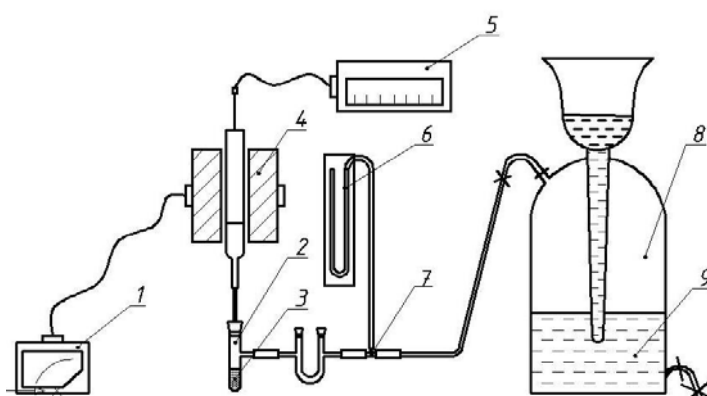


Рис. 1. Принципиальная схема малогабаритной установки по пиролизу горючих материалов: 1 – регулятор напряжения; 2 – колба для сбора жидких и твердых продуктов пиролиза; 3 – смола и подсмольная вода; 4 – электропечь; 5 – пирометр; 6 – манометр, фиксирующий давление; 7 – соединительные трубки; 8 – газометр – сосуд для сбора газообразных продуктов методом вытеснения жидкости газом; 9 – подкрашенный раствор

В результате процесса пиролиза происходит термическая деструкция подготовленных проб топлива с выделением твердого остатка, жидких продуктов пиролиза (смола и подсмольная вода) и газа. Анализировался газ отобранный после опыта (после 800 °С) и по фракциям (после 200 °С, 400 °С, 600 °С и 800 °С) на газоанализаторе ВТИ-2. Газоанализатор ВТИ-2 предназначен для полного анализа горючих газов, природных и искусственных, с отдельным определением: суммы всех кислотных газов (СО₂, SO₂, H₂S и др.); суммы всех ненасыщенных углеводородов состава C_nH_m; кислорода; окиси углерода; водорода; суммы всех насыщенных углеводородов состава C_nH_{n+2}; азота с благородными газами.

Данные о составе газа отобранного после окончания опыта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные о составе газа отобранного при температуре 800°С

Наименование пробы	Компонентный состав газа									
	СО ₂		С _n H _m		СО		H ₂		СН ₄	
	О	В	О	В	О	В	О	В	О	В
Торф	37,42	67,02	0	0	17,87	20,26	28,76	2,35	15,95	10,37
Торф +ПП	25,59	59,20	1,46	2,20	18,00	22,80	33,40	3,05	17,55	12,75
Торф + «Пюр-Пак»	33,01	62,20	0,67	0,95	18,98	22,64	30,40	2,61	16,94	11,60
«Пюр- Пак»	32,26	53,66	2,45	3,07	29,83	31,41	18,10	1,37	17,36	10,49

Примечание. О – объемные проценты, В – весовые проценты.

Анализ данных состава газа пиролиза исследуемых проб топлива показывает определенные различия компонентного состава газа. Добавка к торфу полипропиленовой пленки и упаковочного материала «Пюр-Пак» несколько уменьшает количество диоксида углерода (СО₂), при этом увеличивается количество непредельных соединений (С_nН_m), водорода (Н₂), и предельных соединений (метана СН₄), что увеличивает теплоту сгорания газа.

Теплота сгорания, или теплотворная способность (теплопроводность), топлива Q – это количество тепла, выделяющееся при полном сгорании 1 моля (ккал/моль), 1 кг (ккал/кг) или 1 м³ топлива (ккал/ м³) [2]. Рассчитывается по формуле (1). Теплота сгорания проб топлива приведены в таблице 2.

$$Q = 30,5 \cdot CO (\%, об.) + 25,7 \cdot H_2 (\%, об.) + 85,1 \cdot CH_4 (\%, об.) + 139 \cdot C_n H_m (\%, об.),$$

где 30,5; 25,7; 85,1; 139 –соответствующие коэффициенты приведения для газов. (1)

Таблица 2

Теплота сгорания проб топлива

Наименование пробы	Q , Ккал/м ³
Торф	2641
Торф +ПП	3104
Торф + «Пюр-Пак»	2895
«Пюр- Пак»	3193

Из табл. 2 видно, что теплота сгорания газа торфа увеличивается с добавлением упаковочных материалов, а это значит, что при пиролизе торфа с упаковочными материалами газы обладают большей калорийностью и при их сгорании выделится больше энергии. Наибольшей теплотой сгорания обладает газ термической деструкции упаковочного материала «Пюр-Пак». Он отличается от других проб топлива, так как в его составе большое содержание оксида углерода, что влияет на показатель теплоты сгорания. Следует серьезно задуматься об использовании этого материала в качестве топлива, он может найти промышленное применение.

Перед началом пиролиза были проведены испытания и определены влажность (ω , %), зольность (π , %) и выход летучих веществ отобранных проб (ν , %) (табл. 3). Необходимо отметить, что влажность топлива снижает его теплоту сгорания, а также температуру горения, поэтому необходимо, чтобы она была минимальной.

Кроме газа при термическом разложении образуется ряд веществ таких как смола, подсмольная вода и кокс. Выход этих веществ указан в табл. 3 [3].

Таблица 3

Выход продуктов пиролиза торфа с добавками упаковочных материалов.

Наименование пробы	Технические показатели		Продукты выхода пиролиза в пересчете на сухое вещество, %				
	ω , %	π , %	ν , %	Смола	Подсмольная вода	Кокс	Газ
Торф, %	10,1	9,4	69,4	22,27	9,09	39,55	29,09
Торф +ПП, %	8,5	8,70	65,9	26,88	8,60	34,95	29,57
Торф + «Пюр-Пак», %	9,0	9,13	63,1	25,22	5,40	40,54	28,84
«Пюр- Пак», %	4,0	0,97	86,9	40,80	25,35	17,36	16,49

Параллельно с пиролизом были проведены испытания выбранных проб топлива на дериватографе. Дериватография – это метод термического анализа, комплексный метод исследования химических и физико-химических процессов, происходящих в веществе в условиях программированного изменения температуры. Дериватограф предназначен для проведения оценки качества различных материалов и химикатов, позволяет определять термостабильность материалов и влияние на этот показатель различных примесей. Дериватографическим методом анализа в одной пробе определяют: температуру плавления, содержания влаги, летучих, золы, а также наличие окислительных процессов. Установка одновременно и в одном образце анализирует: изменение веса ТГ; скорость изменения веса ДТГ; изменения теплосодержания ДТА; изменение температуры Т, и таким образом дает информацию: об энтальпических и кристаллографических изменениях и об изменении веса происходящих в образце.

Данные полученные пиролизом, подтверждаются проанализированными дериватограммами.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что пиролиз упаковочных материалов перспективный способ утилизации накопившихся отходов и способ решить проблему в поиске дополнительных источников энергии. Газ полученный пиролизом торфа и торфа с добавками обладает высокой теплотой сгорания и при сжигании выделяет большое количество энергии.

Литература

8. Липик, В. Т. Рециклинг и утилизация полимерных отходов: моногр. / В. Т. Липик, Н. Р. Прокопчук. – Минск : БГТУ, 2008. – 290 с.
9. Равич, М. Б. Топливо и эффективность его использования / М. Б. Равич. – Москва : Наука, 1971; 358 с.
10. Гордовский, К. И. Технический анализ / К. И. Гордовский. – Москва : Высш. шк., 1967. – 401 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКЕ В СРЕДЕ LABVIEW

И. В. Курлович, А. Ю. Поляков

Белорусско-Российский университет», г. Могилев

Научные руководители: С. М. Фурманов, С. В. Болотов

Под контактными сопротивлениями при различных способах контактной сварки понимают сопротивления, сосредоточенные в узкой области контактов деталь–деталь $r_{\text{дд}}$ и электрод–деталь $r_{\text{эд}}$. Наличие контактных сопротивлений связано с ограниченностью площади контакта из-за шероховатости поверхностей деталей и электродов, наличием оксидных пленок, адсорбированной влаги, масел, пыли, продуктов коррозии. После включения сварочного тока микроконтакты быстро нагреваются, снижается предел текучести металлов и происходит их пластическая деформация, разрушаются оксидные пленки и при определенных температурах, характерных для данного металла, $r_{\text{ээ}}$ резко снижается ($r_{\text{дд}}$ – практически до нуля).

Сопротивление контакта не играет существенной роли в общем балансе тепла, выделяемого в зоне сварки (кроме сварки оплавлением). Однако оно может заметно влиять на распределение теплоты в свариваемых деталях. Ведь в зоне контакта, сопротивление которого быстро падает до нуля, появляется тонкий слой сильно нагретого металла с высоким удельным сопротивлением. При дальнейшем протекании тока наблюдается местное тепловыделение в зоне указанного слоя металла, нагретого до более высокой температуры. Следовательно, контактное сопротивление играет роль концентратора теплоты.

Зависимость сопротивления контакта $r_{\text{к}}$ от падения напряжения на нем называется r - u характеристикой, которая может быть легко получена экспериментально. Для этого необходимо в процессе протекания сварки измерять ток $i_{\text{св}}$ и величины падения напряжений на контакте $u_{\text{к}}$. Сопротивление контакта в разные промежутки времени прохождения сварочного тока определяется по закону Ома.

На рис. 1 представлены три типичные r - u характеристики свариваемого контакта, характерные для контактной точечной сварки. В момент времени $\tau_{\text{св}} = 0$, т. е. перед пропуском сварочного тока, начальное холодное сопротивление контакта деталь–деталь равно $r_{\text{к0}}$. При включении сварочного тока начинают расти напряжение на контакте и его температура. При увеличении температуры металла в зоне контакта деталь–деталь его сопротивление растет. Увеличение $r_{\text{к}}$ наблюдается вначале процесса сварки до момента достижения в контакте напряжения $U_{\text{р}}$, которое называют напряжением размягчения. Этому напряжению соответствует температура, которая называется температурой размягчения $T_{\text{р}}$. Для сталей $T_{\text{р}} = 600$ – 700 °С, для алюминиевых сплавов – 400 – 450 °С.

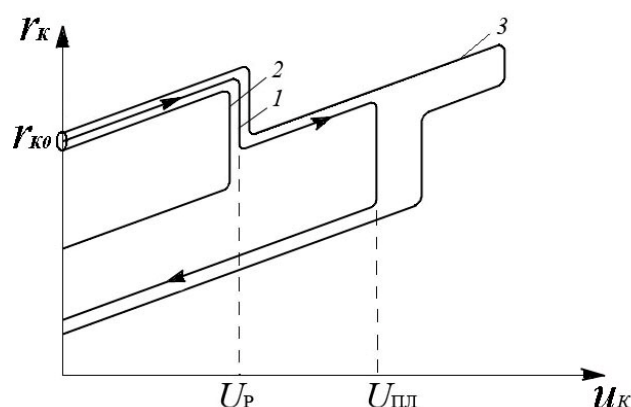


Рис. 1. r - u характеристики свариваемых контактов

При напряжении на контакте, равном U_p , наблюдается резкое снижение r_k из-за увеличения фактической площади контакта.

При дальнейшем протекании сварочного тока в течение небольшого промежутка времени снова наблюдается рост u_k . При достижении в контакте падения напряжения, равного напряжению $U_{пл}$, в зоне сварки появляется расплавленный металл и начинается рост зоны расплавления (кривая 1). Одновременно наблюдается еще одно снижение r_k . Напряжение $U_{пл}$, при котором наблюдается второе снижение r_k , называется напряжением плавления. Кривая 1 соответствует такому процессу точечной и рельефной сварки, при котором в зоне соединения образуется зона расплавления (сварная точка). Если процесс сварки идет в соответствии с кривой 2, то в зоне свариваемого контакта достигается лишь температура размягчения T_p , плавления металла не происходит, соединение образуется в твердой фазе без образования расплавленного ядра. При ходе процесса сварки в соответствии с кривой 3 в зоне контакта наблюдается перегрев. Металл нагревается до температуры выше $T_{пл}$. Падение напряжения на свариваемом контакте значительно превышает напряжение плавления $U_{пл}$, и происходит выплеск расплавленного металла.

Для снятия динамических характеристик контактных сопротивлений разработана установка, позволяющая в режиме реального времени фиксировать, отображать на мониторе ЭВМ и рассчитывать численно действующие значения сварочного тока и падений напряжений на контактах. В состав установки входят: 1 – ЭВМ, 2 – универсальное устройство сбора данных National Instruments 6251, 3 – регулятор цикла сварки РКС-801, 4 – датчик тока с источником питания, 5 – датчик перемещения, 6 – машина для контактной сварки МТ-3201.

Устройство сбора данных при включении сварочного тока фиксирует быстропротекающие сигналы сварочного тока и напряжений в контактах электрод – электрод, нижний электрод – нижняя деталь, нижний электрод – верхняя деталь. Затем полученные сигналы обрабатываются на ЭВМ автоматически в программной среде LabView 8.6 с помощью специально разработанной модульной схемы для преобразования фактических значений параметров в действующие (рис.3). С помощью оператора деления обработанный сигнал напряжения делится на соответствующий сигнал сварочного тока, и на пользовательской форме LabView 8.6 визуально в виде графика получаем r - u характеристику (рис. 4).

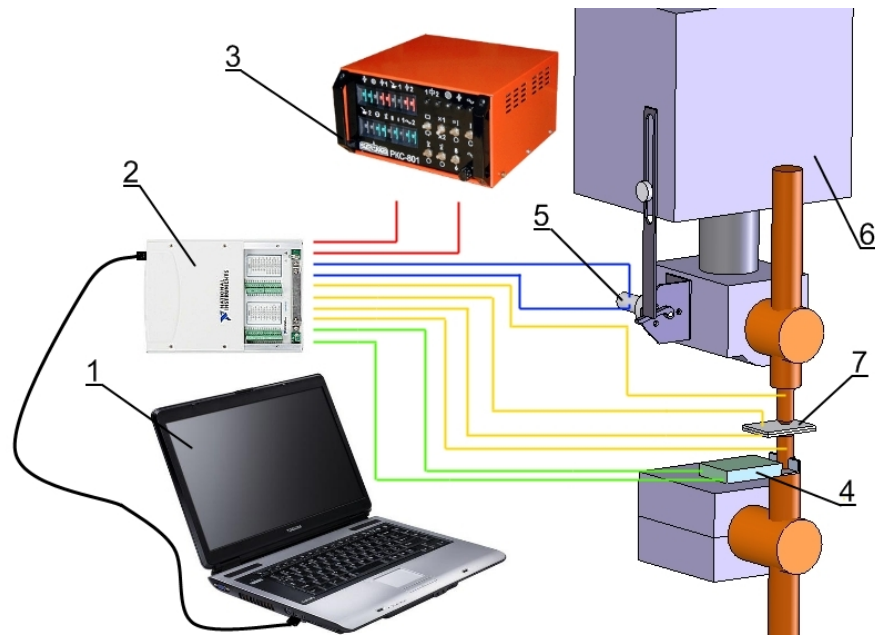


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

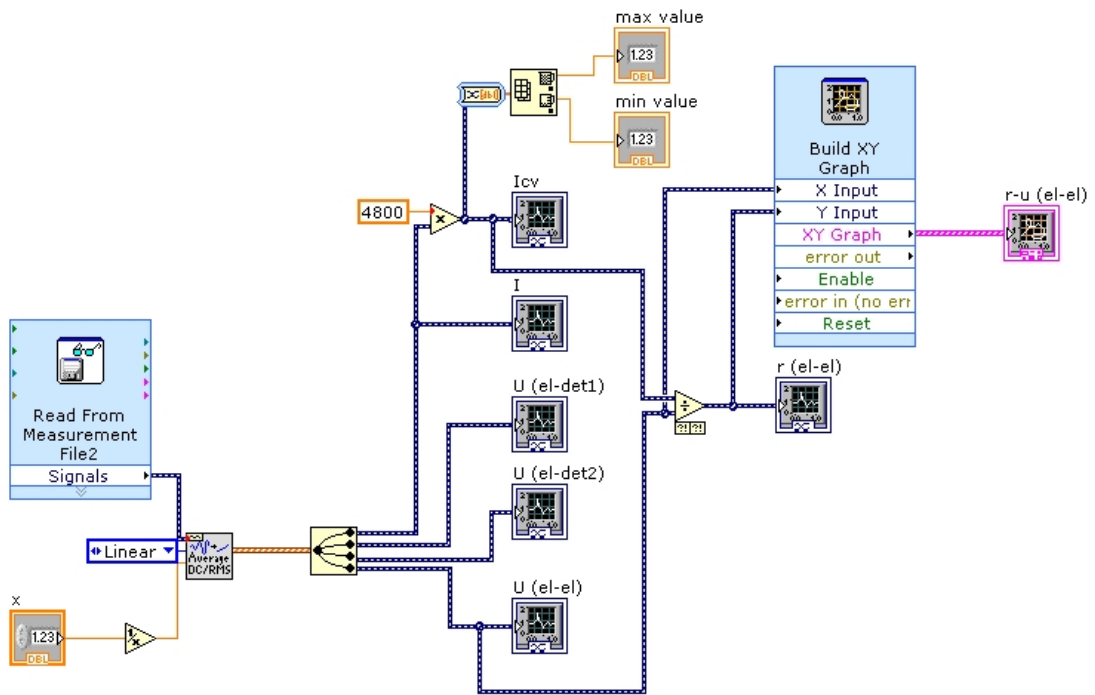


Рис. 3. Блок-диаграмма виртуального прибора для снятия r - u характеристик

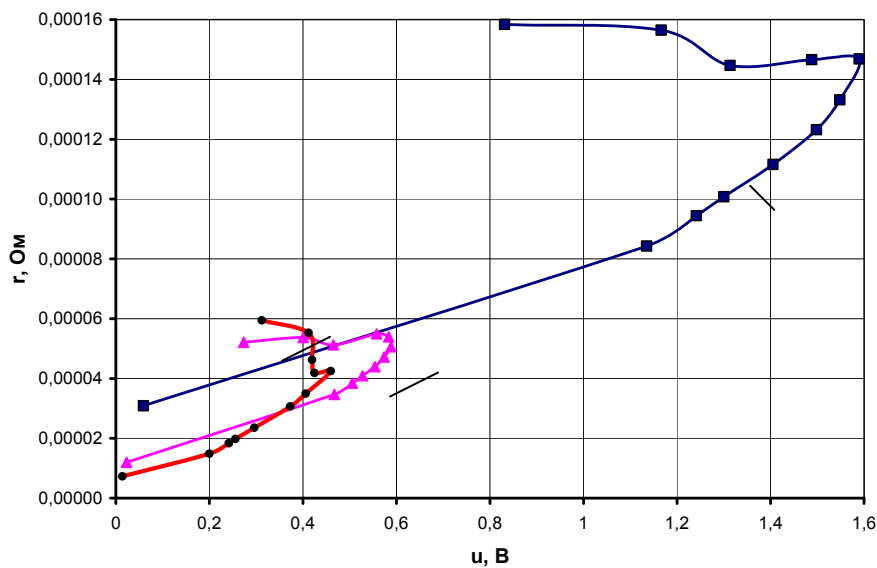


Рис. 4. Экспериментально снятые r - u характеристики:
1 – электрод-электрод, 2 – деталь-деталь, 3 – электрод-деталь

На рис. 4 представлены r - u характеристики, снятые при сварке деталей 2 + 2 мм из стали Ст. 3. Определяемые по ним напряжения размягчения U_p и плавления $U_{пл}$ являются параметрами, характеризующими качество сварки.

На практике величина напряжения $U_{пл}$ используется в системах автоматического регулирования процессов точечной и рельефной сварки. Величина $U_{пл}$ на свариваемом контакте поддерживается автоматическим регулятором. Если напряжение на свариваемом контакте ниже заданного, регулятор увеличивает ток, если выше – уменьшает.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ВОЛОЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

С. И. Прач

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Увеличение скорости волочения проволоки вызывает дополнительное трещинообразование в этой проволоке. Поэтому возникает необходимость анализа причин возникновения этого явления и определения численного критерия возникновения трещин:

$$\Psi = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta \Lambda_i}{\Lambda_i} \right)^{a_i} = 1, \quad (1)$$

где Ψ – степень использования запаса пластичности; n – число этапов деформирования к моменту разрушения; a_i – эмпирический коэффициент, зависящий от схемы напряженного состояния; Λ – степень деформации сдвига.

Для установления условий разрушения металла при высокоскоростном волочении проволоки в соответствии с условием (1) необходимо произвести расчеты деформационно-кинематических и энергосиловых параметров процесса волочения проволоки по соответствующим маршрутам для получения проволоки диаметром соответственно 0,41 и 0,35 мм. Расчет проводится по следующей разработанной методике.

Вначале рассчитывается базовый процесс волочения заданного диаметра и свойства проволоки, который обеспечивает относительно стабильное удовлетворительное качество проволоки.

Исходные данные к расчету: ряд последовательных диаметров волок для рассчитываемого маршрута волочения d_i , мм; полууглы конусов рабочих зон для каждой волоки α_i , рад; коэффициенты длины калибрующей зоны волоки m_i , определяющие длину этой зоны $d_i m_i$; скорость проволоки для последней волоки V_n , м/с; величина противонапряжения проволоки для первой волоки σ_{v0} , МПа; количество витков проволоки на тяговой шайбе для переходов волочения, z_i ; коэффициент контактного трения в волоке, f ; коэффициент контактного трения между витками проволоки и поверхностями тяговых шайб $f_{ш}$; значения максимальных температур в очаге деформации для каждой волоки, полученные с помощью численного моделирования или аналитического расчета процесса волочения T_i , °С; зависимость для определения сопротивления пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения $\sigma S_i = f(\varepsilon \Sigma_i)$, МПа, где $\varepsilon \Sigma_i$ – итоговая логарифмическая деформация проволоки для i -го перехода волочения; зависимость может быть получена аппроксимацией экспериментальной кривой растяжения проволочной заготовки; сопротивление пластической деформации проволочной заготовки σS_0 , МПа; скорость деформирования ξ_0 , использованная при получении зависимости $\sigma S_i = f(\varepsilon \Sigma_i)$, 1/с; функция для коэффициента влияния скорости деформации на сопротивление пластической деформации проволоки $Z_i = f(\xi_i)$, где ξ_i – скорость деформации проволоки для каждого i -го перехода волочения; функция может приниматься из справочных данных или из экспериментальных зависимостей; зависимости для диаграмм пластичности $A_{pi} = f(k_i)$, соответствующие разной степени упрочнения обрабатываемой проволоки, где A_{pi} – интенсивность сдвиговой деформации разрушения, k_i – коэффициент напряженного состояния очага деформации для каждого перехода волочения; зависимости могут быть получены аппроксимацией экспериментальных кривых диаграмм пластичности; базовое значение коэффициента запаса пластичности $\Psi_{баз} = 0,8$, принимаемое для известного действующего процесса волочения, который обеспечивает относительно стабильное удовлетворительное качество проволоки, который называется базовым процессом. Если после изменения режимов этого процесса, например, увеличения скорости волочения, изменения коэффициента контактного трения, маршрута волочения и так далее, Ψ уменьшается или остается равным относительно $\Psi_{баз}$, то такие изменения не приведут к потере качества проволоки, а если Ψ увеличится относительно $\Psi_{баз}$, то качество ухудшится вследствие исчерпания при волочении запаса пластичности и трещинообразования; паспортные кинематические вытяжки для тяговых шкивов μm_i .

Расчет базового процесса с целью поиска значения степенного коэффициента a_0 и определения относительных скольжений для тяговых шкивов ведется путем определения следующих параметров:

1. Вытяжка: $\mu_i = \frac{(d_{i-1})^2}{(d_i)^2}$. 2. Скорость волочения: $V_{i-1} = \frac{V_i}{\mu_i}$, мм/с. 3. Длина очагов деформации: $l_i = \frac{(d_{i-1} - d_i)}{2 \cdot \tan(\alpha_i)}$, мм. 4. Время прохода элементарной точки поверхности проволоки через зоны деформации волок: $t_i = \frac{l_i}{V_i}$, с. 5. Относительное обжатие проволки: $\delta_i = \frac{(d_{i-1})^2 - (d_i)^2}{(d_{i-1})^2}$. 6. Скорость деформации: $\xi_i = \frac{\delta_i}{t_i}$, 1/с. 7. Итоговая логарифмическая деформация для каждой проволки: $\varepsilon \Sigma_i = \ln \left[\frac{(d_0)^2}{(d_i)^2} \right]$. 8. Сопротивление пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения в зависимости от деформационного упрочнения σS_i . Определяется по зависимости $\sigma S_i = f(\varepsilon \Sigma_i)$, МПа. 9. Коэффициент влияния скорости деформации на сопротивление пластической деформации Z_i . В зависимости от значений максимальных температур в очаге деформации выбирается соответствующая формула из справочных данных, по которой ведется расчет параметра Z_i . 10. Сопротивление пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения в зависимости от деформационного и скоростного упрочнения σS_i : $\sigma s_i = Z_i \cdot \sigma S_i$, МПа. 11. Модуль упрочнения проволоки: $w_i = \frac{\sigma s_i - \sigma s_{i-1}}{\mu_i - 1}$, МПа. 12. Коэффициент, определяющий степень противонапряжения проволоки: $K_i = e^{2\pi \cdot z_{i-1} \cdot f_w}$. 13. Напряжение волочения:

$$\sigma v_i = \sigma s_i (1 + 2f) - \frac{(w_i - \sigma s_{i-1}) \left[(\mu_i)^{\frac{f}{\tan(\alpha_i)}} - 1 \right]}{\frac{f}{\tan(\alpha_i)} \cdot (\mu_i)^{\frac{f}{\tan(\alpha_i)}}} - \frac{\sigma s_{i-1} - \left(\frac{\sigma v_{i-1}}{K_i} \right)}{(\mu_i)^{\frac{f}{\tan(\alpha_i)}}} + 4m_i f \sigma s_i, \text{ МПа.}$$

14. Коэффициент запаса волочения: $\gamma_i = \frac{\sigma v_i}{\sigma s_i}$. 15. Радиальное нормальное напряжение в очаге деформации: $\sigma_i = -(\sigma s_i - \sigma v_i)$, МПа. 16. Среднее напряжение очага деформации: $\sigma \sigma_i = \frac{2\sigma s_i + \sigma v_i}{3}$, МПа; 17. Коэффициент напряженного состояния очага деформации: $k_i = \frac{\sqrt{3} \cdot \sigma \sigma_i}{\sigma s_i}$. 18. Интенсивность сдвиговой деформации разрушения Λ_{pi} . Определяется из зависимостей $\Lambda_{pi} = f(k_i)$. 19. Интенсивность деформации сдвига в очаге деформации: $\Lambda_i = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \ln \left[\frac{(d_{i-1})^2}{(d_i)^2} \right]$. 20. Степенной коэффициент a_0 для коэффициента запаса пластичности Ψ определяется с помощью компьютера из следующего уравнения: $\Psi_{\text{оаз}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Lambda_i}{\Lambda_{pi}} \right)^{(a_0)^{(1+0,238 \cdot k_i)}}$, где n – количество волок в маршруте воло-

чения. **21.** Скорость тяговых шайб: $B_{i-1} = \frac{B_i}{\mu_i}$, мм/с. **22.** Относительное скольжение проволоки по поверхности тяговых шайб: $C_i = \frac{B_i - V_i}{B_i}$.

На этом этапе расчет базового процесса заканчивается. Далее вводятся предлагаемые изменения в режим волочения базового процесса с целью его оптимизации. По аналогии с базовым процессом формируются исходные данные для измененного процесса с изменением предлагаемых для оптимизации режимов волочения с сохранением величины конечного диаметра проволоки и ее свойств в конце волочения.

Расчет измененного процесса выполняется в соответствии с измененными исходными данными по пунктам 1–22 расчета базового процесса с добавлением следующих пунктов:

23. Степень коэффициента запаса пластичности:

$$a_i = (a_0)^{(1+0.238k_i)} ;$$

24. Частный коэффициент запаса пластичности для каждого прохода волочения: $\psi_i = \left(\frac{\Lambda_i}{\Lambda p_i} \right)^{a_i} ;$

25. Коэффициент запаса пластичности для всего маршрута волочения: $\psi = \sum_{i=1}^n \psi_i .$

Если полученное значение ψ меньше или равно $\psi_{баз}$, то измененный процесс можно принять как оптимизированный, если полученное значение ψ больше $\psi_{баз}$, то изменения в процессе волочения приведут к переупрочнению проволоки и к ухудшению ее свойств. Также следует проанализировать изменения в величинах относительного скольжения, которые должны оставаться в допустимых пределах.

Для примера проведен расчет маршрута волочения проволоки $\varnothing 0,412$ мм сталь 90. Для выяснения влияния коэффициент контактного трения в волоке, f на величину ψ проведен расчет измененного процесса, в котором величина f уменьшена до 0,02. В результате расчета получено $\psi = 0,553$. Снижение контактного трения привело к уменьшению ψ с 0,8 до 0,553. Это означает, что резерв пластичности проволоки увеличился при сохранении ее прочностных характеристик. Таким образом, получено дополнительное подтверждение вывода о необходимости снижения контактного трения для снижения трещинообразования в проволоке.

Предлагаемая методика, основанная на вычислении предельных деформаций, может использоваться для оценки влияния изменения других параметров волочения на пластические свойства получаемой проволоки. Таким образом, она позволяет оценивать критические режимы волочения, снижающие качество проволоки.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ ЛАТУННЫХ ЛЕНТ

М. В. Оборов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Агунович

Введение. В настоящее время перспективными являются исследования, направленные на получение материалов с высокими механическими свойствами при минимальных материало- и энергозатратах. Такие материалы можно получить при использовании такой технологии, как быстрая закалка расплава. Данный метод позволяет получить особые свойства сплавов за счет увеличения растворимости легирующих элементов в твердых растворах, дробления структурных составляющих, образования метастабильных кристаллических и аморфных фаз. Механические свойства сплавов являются структурно-чувствительными, и зависят от условий получения данных сплавов. В связи с этим, целью настоящей работы было исследование микротвердости быстро закаленных и литых латунных лент, и определение факторов, которые на это влияют.

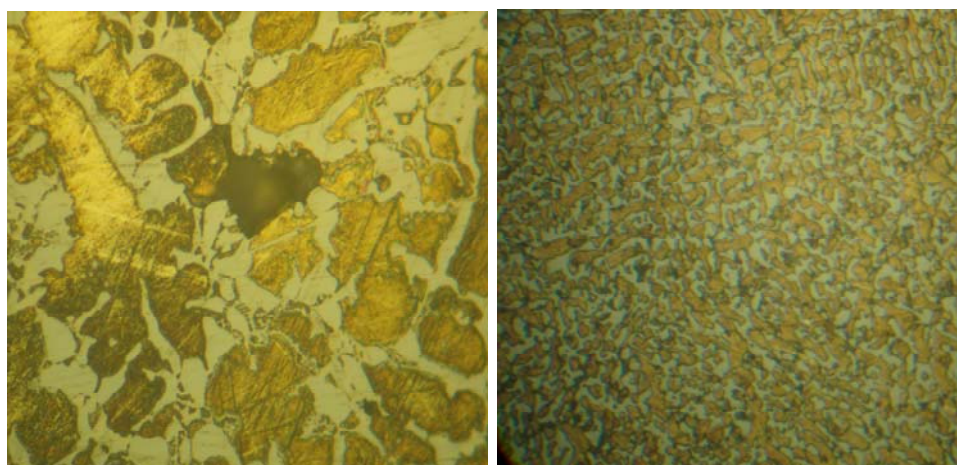
Методика исследований. В качестве исходных материалов для исследований использовались латунные сплавы системы Cu-Zn-Ni-Fe-P-Pb-Sn с различной концентрацией химических элементов. Быстро закаленные ленты данной системы получали методом двухвалковой закалки-прокатки расплава; литые сплавы получали литьем в кокиль с охлаждением на воздухе. Шлифы для выявления микроструктуры готовили при помощи шлифовально-полировального станка ПОЛИЛАБ П12. В качестве травителей использовали солянокислый раствор хлорного железа, который помогает определить наличие α и β -фаз в латунях. Микроструктуру литых и быстро закаленных образцов сканирующем электронном микроскопе TESCAN Vega II LSH и металлографических микроскопе «МЕТАМ РВ-22». Микротвердость измеряли при вдавливании в образец алмазной пирамиды Виккерса на приборе ПМТ-3. Проводилось измерение микротвердости поверхности ленты и ребра (торцевой поверхности) ленты.

Результаты исследований. Проведенные исследования позволили определить, что благодаря сверхбыстрому охлаждению при быстрой закалке-прокатке расплава полученные ленты обладают мелкодисперсной структурой, высокой химической и микроструктурной однородностью, меньшим количеством пор, раковин и других дефектов, присущих литым сплавам. На рис. 1 приведена микроструктура литых латуней (а) и микроструктура быстро закаленного латунного сплава (б).

Структура, и соответственно, свойства латуней во многом определяются скоростью охлаждения. При быстром охлаждении размер зерна значительно уменьшается, возрастает количество β' -фазы, что повышает твердость латуни. При медленном охлаждении увеличивается количество α -фазы - повышается пластичность латуни.

Полученные результаты измерения микротвердости литых и быстро закаленных образцов приведены на рис. 2. Обнаружено, что микротвердость быстро закаленных лент исследованных сплавов превышает микротвердость литых образцов того же состава на 20–30 %, и увеличивается с увеличением концентрации легирующих компонентов. Увеличение микротвердости обусловлено увеличением растворимости легирующих элементов в твердом растворе, наличием мелкодисперсной структуры и зернограницными механизмами упрочнения. Быстрой закалкой удастся значительно повысить твердость (и сопротивление деформированию), поскольку мелкие зерна в

своих границах накапливают большую избыточную энергию. Малорастворимые частицы легирующих элементов на границах зерен ограничивают их рост.



а)

б)

Рис. 1. Микроструктура латуней системы Cu-Zn-Ni-Fe-P-Pb-Sn:
а – литая латунь; б – быстрозакаленная латунь, х1000

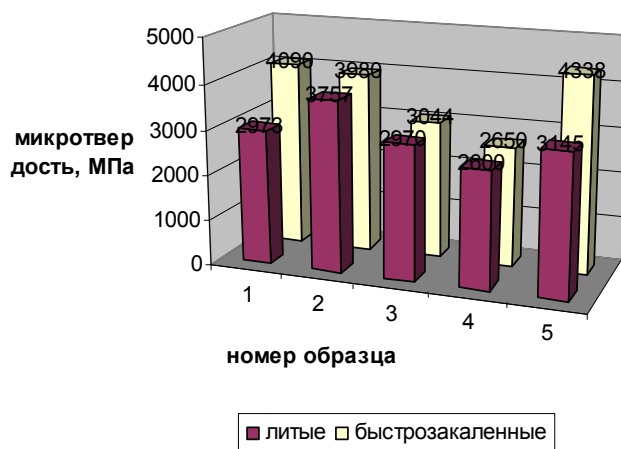


Рис. 2. Сравнительные значения микротвердости литых и быстрозакаленных образцов с одним химическим составом

При измерении микротвердости быстрозакаленных лент установлено, что микротвердость поверхности быстрозакаленной ленты и ее торцевой части идентичны, как идентична и микроструктура поверхности и середины ленты.

Определяющим фактором формирования микротвердости быстрозакаленных сплавов является структура сплава, а именно размер зерна. При размере зерна менее 0,008 мм микротвердость образцов увеличивается примерно в 2 раза, по сравнению с литыми сплавами.

Результаты структурных исследований выявили, что на микротвердость в большей степени влияет толщина полученных образцов (и, соответственно, скорость закалки), в то время как колебания химического состава сплава влияют в меньшей степени.

Высокую микротвердость быстрозакаленных сплавов можно объяснить, во-первых, очень малым размером микрокристаллитов, пересыщенных легирующими элементами вследствие быстрого затвердевания. Во вторых, высокая концентрация легирующих элементов создает дополнительные условия для реализации высоких напряжений начала пластического течения. Увеличение скорости охлаждения приводит к увеличению количества β -фазы, по сравнению с литыми сплавами, что также обуславливает значительное увеличение твердости быстрозакаленных сплавов. В поликристаллических материалах границы зерен представляют собой нарушения непрерывности микроструктуры, препятствующие скольжению, особенно при низких температурах, при которых движение дислокаций затруднено. Эти же границы препятствуют распространению дислокаций в соседние зоны. Поэтому мелкозернистый материал с большей площадью границ имеет более высокую прочность, чем крупнозернистый сплав, полученный при литье в кокиль.

И литые, и быстрозакаленные образцы имеют высокую хрупкость и испытания на изгиб не выдерживают.

Хрупкость связана с присутствием упорядоченной β -фазы (β' -фаза), наличием хрупких включений фосфидов (что выявлено сканирующей микроскопией и рентгенофазовым анализом), структурными факторами (формой и неоднородностью зерен, микропористостью, ликвациями, сегрегациями и т. д.). Высокую хрупкость быстрозакаленных сплавов также вызывает значительный перегрев расплава.

Заключение. Обнаружено, что микротвердость быстрозакаленных лент исследованных сплавов превышает микротвердость литых образцов того же состава на 20–30 % и увеличивается с увеличением концентрации легирующих компонентов. Увеличение микротвердости обусловлено твердорастворным, дисперсионным и зернограничным механизмами упрочнения.

При измерении микротвердости быстрозакаленных лент установлено, что микротвердость поверхности быстрозакаленной ленты и ее торцевой части идентичны. Установлено, что определяющим фактором формирования микротвердости быстрозакаленных сплавов является структура сплава, а именно размер зерна. При размере зерна менее 0,008 мм микротвердость образцов увеличивается примерно в 2 раза, по сравнению с литыми сплавами.

И литые, и быстрозакаленные образцы имеют высокую хрупкость. Хрупкость связана с присутствием упорядоченной β -фазы (β' -фаза), наличием хрупких включений фосфидов, структурными факторами (формой и неоднородностью зерен, микропористостью, ликвациями, сегрегациями и т. д.). Высокую хрупкость быстрозакаленных сплавов также вызывает значительный перегрев расплава перед кристаллизацией.

ИЗУЧЕНИЕ ТОПОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТИ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ ЛАТУННЫХ ЛЕНТ

Н. В. Старков

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Агунович

Введение. Прямое производство ленты и полос непосредственно из расплава методом двухвалковой быстрой закалки-прокатки резко сокращает энергетические и экономические затраты, так как позволяет быстро и без использования большого количества оборудования получить материал с мелкокристаллической структурой, обладающий высокими механическими свойствами (а именно высокой твердостью и

прочностью). Коммерческий успех данной технологии зависит от качества ее продуктов, и в определенной степени от качества поверхности полученной быстрозакаленной ленты. В связи с этим целью настоящей работы является изучение топографии поверхности быстрозакаленных латунных лент с использованием метода атомно-силовой микроскопии.

Методика исследований. В качестве исходных материалов для исследований использовались быстрозакаленные латунные сплавы системы Cu-Zn-Ni-Fe-Pb-Sn-Mn-P, полученные методом двухвалковой закалки-прокатки расплава при частоте вращения валков $\omega = 10\text{--}30 \text{ с}^{-1}$.

Исследование топографии поверхности литых и быстрозакаленных образцов проводилось на атомно-силовом микроскопе НАНОТОП 206.

Полученные результаты. В результате проведенных исследований были получены изображения топографии поверхности быстрозакаленных сплавов и их профилограммы. Заметное отличие наблюдается при рассмотрении топографии поверхности образца, прилегающей к диску кристаллизатора (гладкая поверхность) и свободно контактирующей с воздухом при кристаллизации (наиболее шероховатая поверхность). Полученные изображения дают наглядное представление о возникающих в процессе кристаллизации наплывах, волнистости поверхности ленты (рис. 1), которые отражают условия охлаждения для данных режимов быстрой закалки расплава.

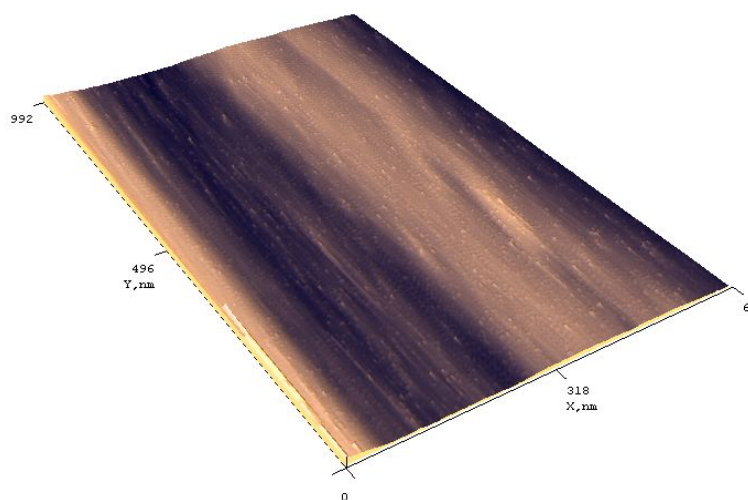


Рис. 1. Топографическое изображение быстрозакаленной латуни (гладкая сторона)

Наплывы ориентированы вдоль быстрозакаленной ленты. Неплоскостность поверхности быстрозакаленной ленты, зависит от плотности контакта закаливаемого материала с холодильником, что ведет за собой различие в механизмах формирования ленты. Когда смачиваемость материала диска или валков расплавом плохая (например, при несоблюдении технологических режимов получения сплавов), наблюдаются колебания толщины ленты по длине, поскольку зоны, характеризующиеся хорошим тепловым контактом, соседствуют с областями плохого контакта или участками, где контакт совсем отсутствует.

На поверхности быстрозакаленных лент в небольшом количестве выявлены дефекты, вызванные загрязнением поверхности кристаллизаторов различными окси-

дами, газами и др., а также высокими внутренними напряжениями, возникающими при быстрой кристаллизации ленты из расплава.

Для быстрозакаленных образцов независимо от массового содержания легирующих компонентов не наблюдается заметных отличий в топографии поверхности.

При определении шероховатости быстрозакаленных лент, снималась серия АСМ кадров с одинаковыми размерами с различных участков исследуемой поверхности (рис. 2).

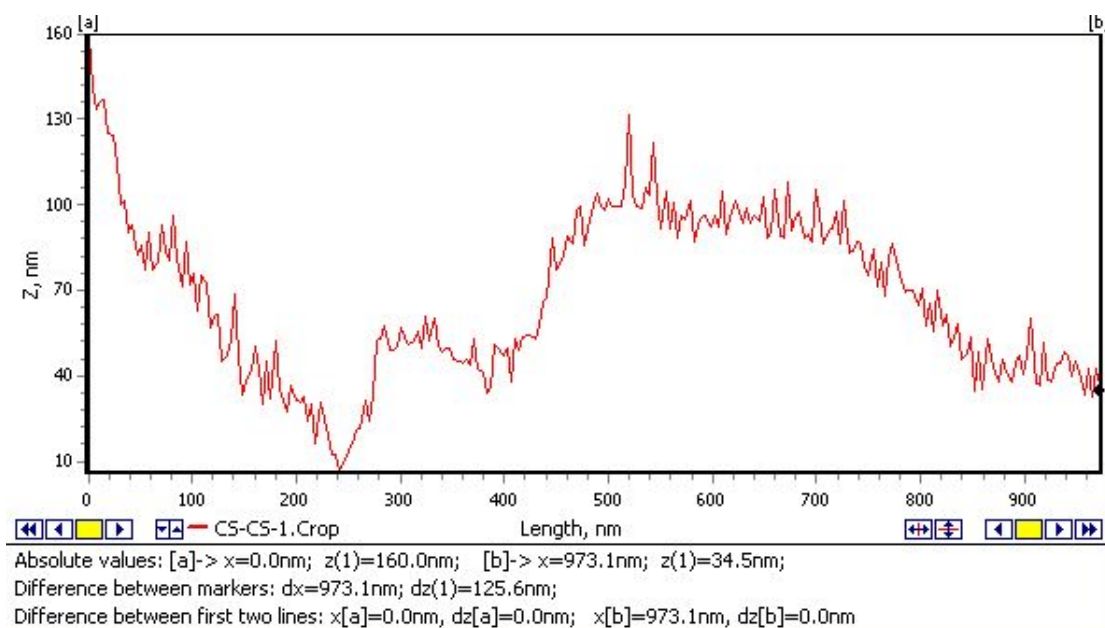


Рис. 2. Профилограмма гладкой поверхности быстрозакаленного сплава, полученная при помощи атомно-силового микроскопа

По каждому кадру рассчитывалась величина среднеквадратичной шероховатости σ по следующей зависимости:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{ij} (Z_{ij} - Z_{cp})^2},$$

где Z_{ij} – значение высоты рельефа в точке поверхности с координатами (ij), измеренное с помощью АСМ; Z_{cp} – средняя высота в кадре; N – количество точек в строке сканирования.

Итоговая шероховатость поверхности на данном масштабе оценивалась как величина σ , усредненная по набору АСМ кадров.

В итоге шероховатость свободной поверхности ленты составляет 0,6 мкм, гладкой поверхности – в среднем 150 нм.

Необходимо отметить, что рассмотренная методика определения шероховатости поверхности быстрозакаленных лент с помощью атомно-силового микроскопа применима только к лентам с высоким качеством поверхности, что не всегда достижимо при использовании методов сверхбыстрой закалки расплава. Для лент с низким качеством поверхности для определения параметров шероховатости необходимо использовать профилограф-профилометр.

Заключение. Установлено, что класс шероховатости свободной поверхности ленты составляет 0,6–1 мкм, а гладкой поверхности – в среднем 150 нм.

Установлено, что химический состав сплавов влияния на топографию поверхности не оказывает, так как вероятно, изменение концентрации было не таким значительным, чтобы вызвать разницу в смачивании расплавом кристаллизаторов. Главными факторами формирования поверхности ленты являются чистота поверхности диска кристаллизатора и скорость вращения валков.

Методика определения шероховатости поверхности быстрозакаленных лент с помощью атомно-силового микроскопа применима только к лентам с высоким качеством поверхности, что не всегда достижимо при использовании методов сверхбыстрой закалки расплава. Для лент с низким качеством поверхности для определения параметров шероховатости необходимо использовать профилограф-профилометр.

Необходимо отметить, что по литературным данным, шероховатость сплавов является причиной повышения их коэрцитивной силы. Следовательно, получение качественной поверхности быстрозакаленных лент также важно с точки зрения снижения коэрцитивной силы и улучшения технологических свойств сплава.

ФОРМИРОВАНИЕ СТЕКЛООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ.

О. В. Урецкая

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Золь-гель процессы в химии, связанные с получением и изучением стеклообразных материалов, обладающих новыми и улучшенными оптическими, лазерными и люминесцентными свойствами в настоящее время привлекают повышенное внимание исследователей в быстро развивающихся областях науки и техники – оптоэлектронике, информатике, лазерной технике [1].

Введение в стекломатрицы наночастиц оксидов переходных металлов и редкоземельных элементов позволяет формировать люминесцентные и лазерные материалы нового типа, обладающие уникальными оптическими характеристиками [2].

Одной из проблем золь-гель синтеза оптических сред является нежелательное взаимодействие легирующих компонентов между собой и с гелеобразующими агентами, в частности, с аммиаком, что приводит в ряде случаев к выпадению осадков в коллоидной системе и кристаллизации аморфной матрицы. Решением этого могут служить принципиально новые идеи применения в процессе золь-гель синтеза пирогенных кремнеземов (аэросилов), содержащих наноразмерные частицы оксидов переходных и редкоземельных элементов [3].

Основной целью исследований является получение стеклокристаллических материалов принципиально нового типа, сформированных золь-гель методом на основе аморфного оксида кремния и модифицированных наночастицами оксидов двух и трех видов переходных и редкоземельных элементов (CeO_2 , ZrO_2 , TiO_2).

Золь-гель процесс в данном случае – краткое обозначение трансформации коллоидно-кремнеземной системы при фазовых переходах золь → гель → монолитное твердое тело, в результате которого образуются стеклообразный материал – пористый, монолитный или композиционный. Золь-гель технология – технология получе-

ния пористых или монолитных химических продуктов (стекло, ксерогелей, порошков, пленок или волокон), в частности, на основе коллоидных кремнезёмов. «Классический» вариант алкоксидного золь-гель процесса, предложенный С. Сакка в 1985 г. заключается в формировании золя из ТЭОСа путем его гидролиза и поликонденсации получаемых мономеров кремниевой кислоты в условиях кислотного катализа, гелеобразования, сушки геля и, наконец, его спекания до состояния прозрачного стеклообразного материала (гельного кварцевого стекла). Этапы «классического» золь-гель процесса содержат в себе ряд химических и физических процессов, формирующих базовую технологическую схему: смешивание исходных компонентов; гидролиз ТЭОС и поликонденсация; литье золь в формы; гелеобразование; созревание гелей; сушка гелей; спекание до стеклообразного состояния. Структурная схема модифицированного золь-гель процесса синтеза стеклообразных материалов приведена на рис. 1.

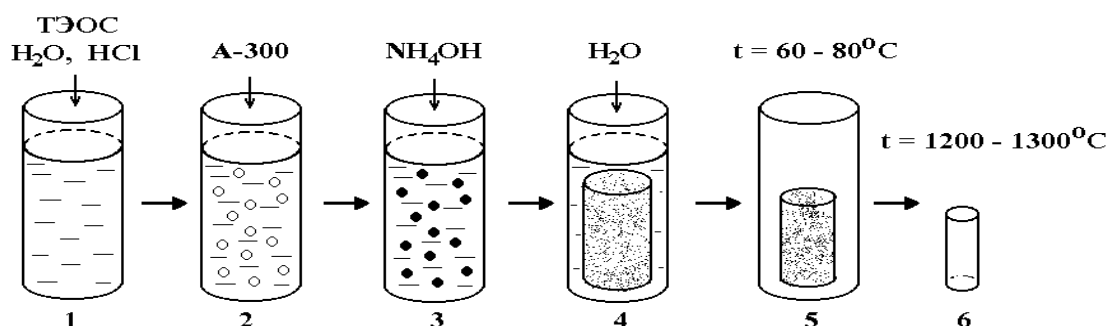


Рис. 1. Структурная схема модифицированного золь-гель процесса: 1 – гидролиз ТЭОС; 2 – диспергирование аэросила; 3 – гелеобразование; 4 – созревание и промывка геля; 5 – сушка геля; 6 – термообработка и спекание заготовки [1]

Экспериментальная часть. Золи готовили смешиванием гидролизата ТЭОС, получаемого при интенсивном перемешивании ТЭОС в присутствии 0,1н HCl в качестве катализатора, и водной дисперсией аэросилов А-380 и модифицированного. В настоящей работе были использованы аэросилы, модифицированные оксидами циркония и церия. Полученный золь подвергали диспергированию при интенсивном механическом перемешивании с УЗ-активацией. Для получения стеклообразных образцов проводили нейтрализацию золь растворами 0,1н NH_4OH до $\text{pH} = 5,5-6,5$. Золи выливали в литьевые формы для гелеобразования. Созревание гелей проводили в синерезисной жидкости при комнатной температуре. В качестве заливочной среды использовали бидистиллированную воду. Сушку формованных гелей проводили в сушильном шкафу при температуре 60°C непосредственно в литьевых формах в течение 12 суток, измеряя диаметр и массу образцов. Из рассмотрения кривых потери массы и усадки гелей (рис. 3, 4) следует основной вывод, что величина скорости сушки в значительной степени изменяется со временем.

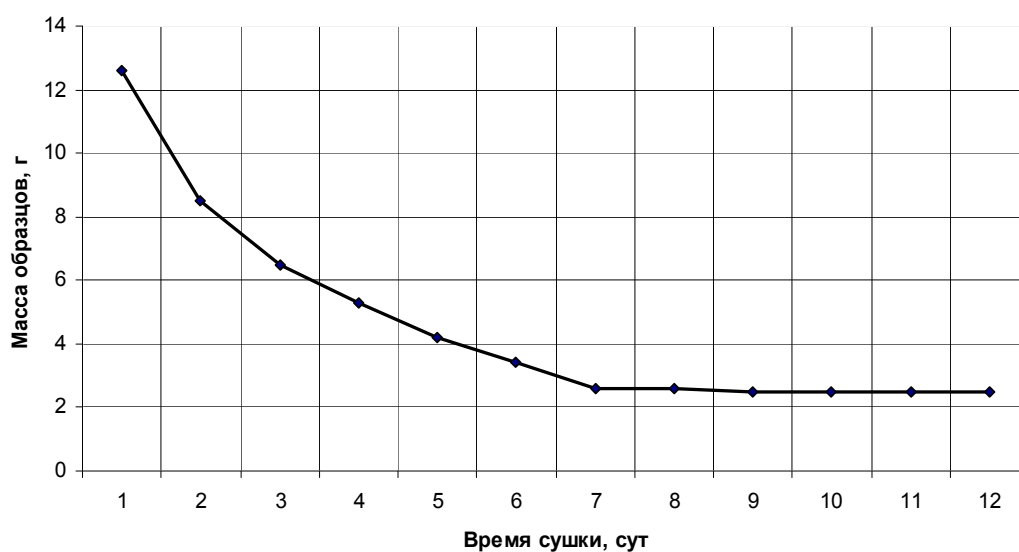


Рис. 2. Кинетика сушки образцов гелей в стационарных условиях (потеря массы)

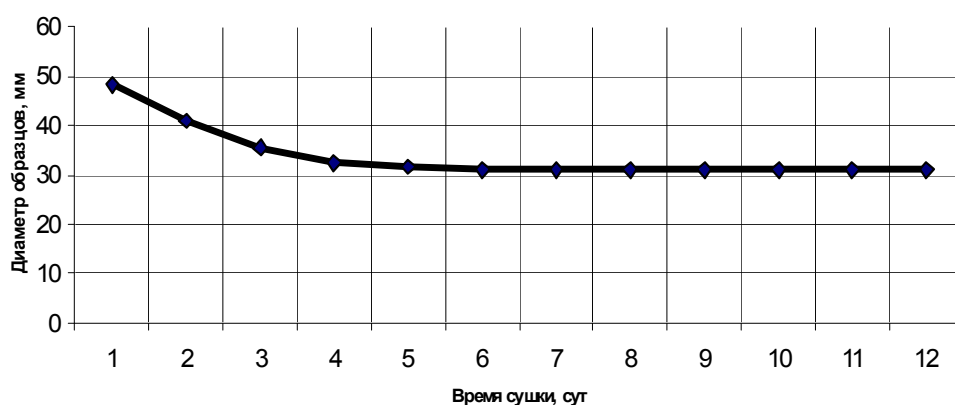


Рис. 3. Кинетика сушки образцов гелей в стационарных условиях (усадка гелей)

На кривых зависимости изменения массы дисковых образцов от продолжительности процесса дегидратации (при 60 °С) можно выделить три участка: 1 – период быстрого падения массы, который сопровождается равномерным уменьшением поперечного размера; 2 – переходная зона и 3 – период медленного уменьшения массы. Причем надо отметить, что после завершения 1-го периода уменьшения массы образца, линейные размеры его практически не меняются. То есть в начальной стадии сушки скорость испарения жидкости из тела геля постоянна и совпадает со скоростью изменения линейных размеров, т. е. скоростью сжатия пористой структуры. Жидкость заполняет поры геля полностью и объемная усадка геля равна объему испарившейся жидкости. По мере усадки геля и продолжающихся проходить в нем процессов созревания, прочность и твердость его растет. В переходном периоде начинается уход менисков жидкости вглубь геля и транспорт ее к поверхности осуществляется за счет течения по поверхности пор. В это время происходит незначительная усадка за счет процессов поликонденсации и упрочнения стенок пор. В третьем пе-

рию транспорта к поверхности и удаление жидкости осуществляется за счет процессов испарения и диффузии пара по поверхности пор. В этот период линейные размеры гелей не изменяются, а потеря массы становится незначительной. Самым критическим периодом является переходный период, когда силам капиллярного давления ΔP должны противостоять упрочненные стенки кремнекислородного каркаса.

Ксерогели спекали в муфельной печи на воздухе при температуре 200 (скорость подъема 200 °С/ч) в течение 60 мин, при температурах 600, 1150 (скорость подъема 300 °С/ч) в течение 60 мин, 30 мин.

Заключение.

1. Проведены эксперименты по получению чистых и легированных оксидами серия и циркония золь-гель матрицы;
2. Изучена кинетика сушки и усадки образцов в стационарных условиях;
3. На основе изученной усадки и потери массы образцов построены кинетические зависимости для образцов;
4. Дальнейшая работа будет направлена на получение трех компонентных систем: $\text{SiO}_2\text{--TiO}_2\text{--Ce}_2\text{O}_3$; $\text{SiO}_2\text{--TiO}_2\text{--ZrO}_2$

Литература

11. Подденежный, Е. Н. Золь-гель синтез оптического кварцевого стекла / Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2002. – 210 с.
12. Подденежный, Е. Н. Наноструктурная стеклокерамика с оптически активными компонентами, формируемая золь-гель методом / Е. Н. Подденежный [и др.] // Респ. межвед. сб. науч. тр. «Порошковая металлургия» / под ред. П. А. Витязь [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 29. – С. 150–156.
13. Подденежный, Е. Н. Композиты, содержащие наноразмерные частицы оксидов титана и хрома, формируемые золь-гель методом / Е. Н. Подденежный [и др.] // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2006. – № 2. – С. 25–30.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОКАЛИНЫ

А. А. Боровиков

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. М. Заяц

Металлургическое производство характеризуется образованием большого количества отходов, негативно влияющих на окружающую среду. Большинство из них по содержанию полезных компонентов конкурентоспособно с первичным сырьем и может быть использовано в технологических процессах. К таким отходам относится окалина – продукт высокотемпературного окисления металла, представляющий собой чешуйчатые частицы различной толщины и размера, состоящие из оксидов железа.

На Белорусском металлургическом заводе ежегодно образуется около 40 тыс. т окалины, которая в полном объеме идет в отвал. Переработка окалины позволит заменить дорогостоящий доменный чугун за счет использования металлосодержащих отходов, сэкономить ресурсы (энергию, материалы, сырье), решить экологические проблемы за счет переработки уже накопленных отходов.

Для разработки технологии переработки окалины были проведены лабораторные исследования процессов твердофазного восстановления.

Исходными материалами для проведения исследований были окалина, восстановитель (кокс, графит или лигнин), известь (рис. 1). Химический состав окалины, образующейся на БМЗ, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав окалины

Наименование	Место образования	Fe _{общ}	Fe _{мет}	FeO	Fe ₂ O ₃	Si	C	S	P	Mn
Окалина крупная	ЭСПЦ-1	72	2,6	61	31	0,17	0,22	0,02	0,012	0,45
Окалина мелкая	прокатное производство	73	4,3	61	31	0,13	0,15	0,02	0,01	0,43
Пыль коричневая	фильтры ЭСПЦ-1	30	0,7	4,1	37	0,11	1,99	0,82	0,011	2
Пыль серая	стружка станков	85	79	7,2	0,6	0,18	4,1	0,02	0,007	0,04



Рис. 1. Исходные материалы

При проведении исследований навеска восстанавливаемого материала (окалин) смешивалась с восстановителем (от 40 до 50 % от массы окалины), добавлялась известь. Подготовленные образцы помещались в печь марки SNOL 6,7/1300. Температура нагрева образцов варьировалась в пределах 900–1300 °С. Время пребывания материала в печи составляло от 30 до 90 мин. После извлечения образцов они отделялись от восстановителя и взвешивались.

В результате проведенных исследований были определены зависимости степени восстановления от температуры, времени и степени восстановления от вида восстановителя, представленные на рис. 2, 3.

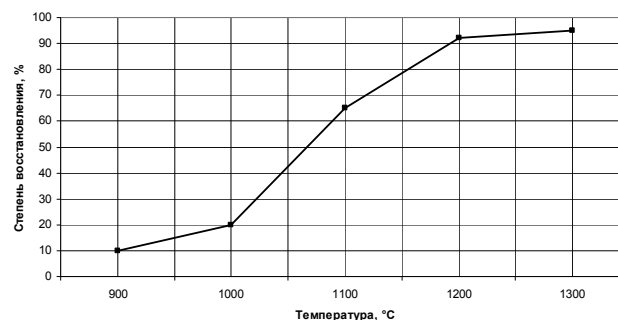


Рис. 2. Зависимость степени восстановления от температуры (восстановитель – графит, время восстановления – 60 минут)

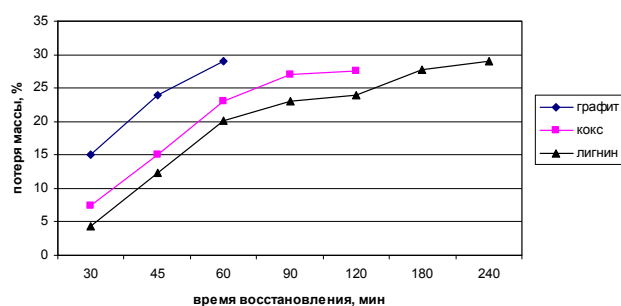


Рис. 3. Влияние вида восстановителя на время восстановления окалины (температура восстановления 1300 °С)

В табл. 2 представлен химический состав полученного при восстановлении окалины материала.

Таблица 2

Химический состав образцов полученного материала

Эл-т, % № образца	Fe	C	Cu	S	P	Si	Mn	Cr	Al
1	94,3	4,47	0,151	0,039	0,022	0,078	0,32	0,05	–
2	94,7	4,42	0,173	0,027 1	0,022 3	0,1	0,201	0,09	–
3	94,1	4,45	0,11	0,046	0,025	0,14	0,19	0,04	–
4	95,1	4,29	0,13	0,03	0,013	0,085 9	0,2	0,05	–
5	94,8	4,13	0,14	0,026	0,021	0,084	0,31	0,09	0,004 9
6	95,3	3,88	0,15	0,017	0,012	0,022	0,23	0,09	–
7	95,2	3,89	0,16	0,036	0,012	0,02	0,231	0,089	–
8	95	4,11	0,12	0,041	0,019	0,086	0,28	0,092	0,005

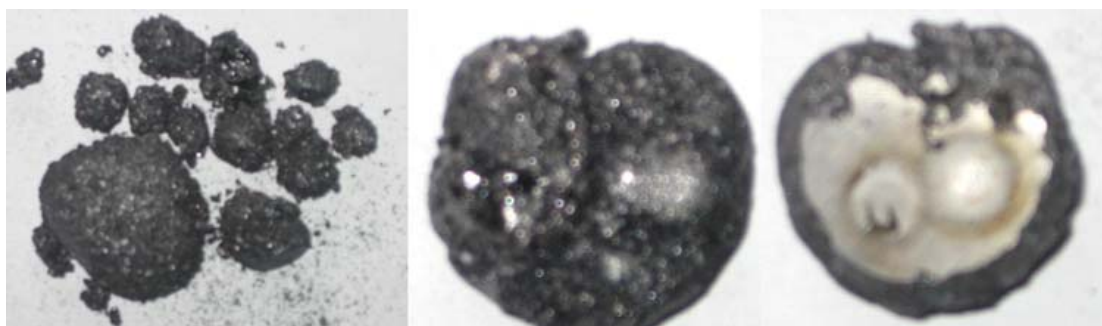


Рис. 4. Полученный материал

Полученный из окалины материал по химическому составу аналогичен доменному чугуну ($C = 3,9\text{--}4,4\%$, $S < 0,03\%$, $P < 0,08\%$, $Si = 1,2\text{--}1,6\%$, Mn до $0,3\%$) и может использоваться вместо дорогостоящего передельного чугуна.

Полученные результаты представлены на рис. 4.

Проведенные лабораторные опыты показали, что наилучшие условия восстановления достигаются при температуре $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ и использовании в качестве восстановителя графита. Важную роль при восстановлении в неподвижном слое играет режим нагрева и предварительная подготовка шихты: тщательное смешивание и дисперсность материалов. Измельчение материалов и увеличение площади поверхности контакта при тщательном смешивании зерен оксидов железа и частиц угля приводят к значительному ускорению процесса восстановления.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

О. В. Савченко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Жаранов

В последние годы наблюдается повышенный интерес к нейронным сетям, которые нашли применение в самых различных областях человеческой деятельности – бизнесе, медицине, технике, производстве, в том числе и в литейном. Нейронные сети используются при решении задач прогнозирования, классификации, управления. Успех данных методов определяется несколькими причинами:

Нейронные сети – это исключительно, мощный метод имитации процессов и явлений, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. Они по своей природе являются нелинейными, в то время как на протяжении многих лет для построения моделей использовался линейный подход.

Другая особенность нейронных сетей связана с тем, что они используют механизм обучения. Пользователь нейронной сети подбирает представительные данные, а затем запускает алгоритм обучения, который автоматически настраивает параметры сети. При этом от пользователя, конечно, требуется какой-то набор эвристических знаний о том, как следует отбирать и подготавливать данные, выбирать нужную архитектуру сети и интерпретировать результаты, однако уровень знаний, необходимый для успешного применения нейронных сетей, гораздо скромнее, чем, например, при использовании традиционных методов.

Обычно искусственные нейронные сети настраиваются или обучаются так, чтобы конкретные входы преобразовывались в заданный целевой выход. Сеть настраивается (обучается), основываясь на сравнении сигналов выхода и цели до тех пор, пока выход сети не будет соответствовать цели. Чтобы обучить сеть при таком управляемом обучении, как правило, используется много пар значений сигналов вход/цель.

Тем не менее искусственные нейронные сети основаны на весьма простой биологической модели нервной системы и представляют собой совокупность искусственных нейронов, организованных слоями.

Реальная нейронная сеть может содержать один или большее количество слоев и соответственно характеризоваться как однослойная или как многослойная, с обратными связями и без них.

По архитектуре связей нейронные сети могут быть сгруппированы в два класса: сети прямого распространения, в которых обратные связи отсутствуют (нет соединений, идущих от выходов некоторого слоя к входам этого же слоя или предшествующих слоев) и сети рекуррентного типа, в которых возможны обратные связи. Сети прямого распространения подразделяются на однослойные персептроны (сети) и многослойные персептроны (сети). Название персептрон для нейросетей введено Ф. Розенблаттом, разработчиком первой нейросети (1957 г.). Он же доказал сходимость области решений для персептрона при его обучении.

Задача, решаемая с использованием искусственных нейронных сетей, включает в себя следующие этапы:

- Выбор типа (архитектуры) сети.
- Подбор весов (обучение) сети.
- Применение сети.

На этапе выбора архитектуры сети определяют число входов, выходов, слоев, передаточной функции; каким образом следует соединить нейроны между собой; что взять в качестве входов и выходов сети.

Эта задача на первый взгляд кажется трудоемкой, но на самом деле не обязательно придумывать сеть «с нуля», так как существует несколько десятков различных нейросетевых архитектур, причем эффективность многих из них доказана математически. Наиболее популярные и изученные архитектуры – это многослойный персептрон, сети Хебба и Кохенена и др.

Многослойные персептроны содержат помимо входного и выходного слоев так называемые скрытые слои. Они представляют собой нейроны, которые не имеют непосредственных входов исходных данных, а связаны только с выходами входного слоя и с входом выходного слоя. Таким образом, скрытые слои дополнительно преобразуют информацию и добавляют нелинейности в модели.

- Сети Хопфилда строятся из N нейронов, связанных каждый с каждым кроме самого себя, причем все нейроны являются выходными. Нейронную сеть можно использовать в качестве ассоциативной памяти, а также для обработки неупорядоченных, упорядоченных во времени или пространстве образцов (рукописные буквы, временные ряды, графики);

- Сети Кохонена еще называют «самоорганизующимися картами признаков». Сеть рассчитана на самостоятельное обучение. В процессе обучения на вход сети подаются различные образцы. Сеть улавливает особенности их структуры и разделяет образцы на кластеры, а затем уже обученная сеть относит каждый вновь поступающий пример к одному из кластеров, руководствуясь некоторым критерием «близости». Сеть состоит из одного входного и одного выходного слоя

Нейронные сети нашли применение во многих областях техники, где они используются для решения многочисленных прикладных задач. Так, например, важнейший этап разработки технологии изготовления отливок в разовых и постоянных формах – выбор литниковой системы, которая является одним из основных технологических элементов. Известно, что от конфигурации литниковой системы и ее положения по отношению к отливке зависит расход металла и энергоносителей, от ее выбора зависят многие виды брака отливок (усадочная пористость, усадочные раковины, засор, недолив спаи), работающие в условиях производства литниковые системы часто далеки от оптимальных как по массе, так и по условиям заполнения металлом формы, что существенно влияет на качество получаемой отливки и увеличивает ее себестоимость. Таким образом, от выбора литниковой системы зависит рентабельность работы предприятия.

В настоящее время отсутствует универсальная система признаков, характеризующих все возможные варианты отливок. Основная задача автоматизации процесса – это классификация отливок на основе конструкторско-технологических и геометрических характеристик. Выбор этих характеристик для каждой отливки является сложной математической задачей, вследствие чего для решения такой задачи, как выбор литниковой системы используют элементы нейросетевого программирования и методы компьютерного моделирования процессов заполнения форм.

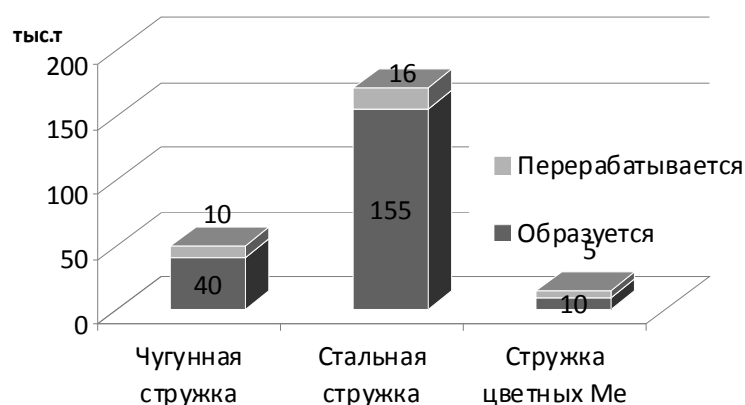
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕЦИКЛИНГА ЧУГУННОЙ И СТАЛЬНОЙ СТРУЖКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С. В. Авсейков

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. Е. Ровин

В Беларуси ежегодно образуется до 250 тыс. т металлоотходов. Из них 150–160 тыс. т стальная стружка, 40 тыс. т чугунная и порядка 10 тыс. т. отходы цветных металлов. Отечественные предприятия перерабатывают часть отходов: стальной стружки 15–17 тыс. т, чугунной 10 тыс. т, 5 тыс. т стружки цветных металлов, что ведет к накоплению отходов в отвалах. С течением времени стружка окисляется, но в первоначальном состоянии содержание основного металла в стружке может достигать до 75–90 %. Использование стружки при плавке чугуна позволяет снизить его себестоимость на 25–30 %.



Специфика рециклинга в Республике Беларусь обусловлена наличием большого количества небольших по объему источников чугунной и стальной стружки (ЧСС). Поэтому для условий Республики Беларусь предпочтительным решением является рециклинг металлоотходов на предприятиях, где они образуется, что предполагает создание эффективных и небольших по производительности установок для их переплавки.

Для эффективного использования стружки как шихтового материала, необходимо проведение ряда подготовительных операций: сбор, хранение, дробление, сушка и удаление СОЖ.

Исходя из имеющегося парка плавильных печей, представляется возможным использование следующих технологических схем:

- брикетирование стальной стружки и плавка брикетов в дуговых печах;
- плавка ЧСС россыпью и в виде брикетов в индукционных печах.

В существующих способах переработки ЧСС, самой технологически сложной операцией является очистка стружки от влаги и минеральных масел. Все известные способы очистки ЧСС имеют ряд недостатков: сложность технологии, низкая производительность, большие габариты оборудования.

Одним из ряда отечественных предприятий, осуществляющих рециклинг стружки, является РУП «МАЗ». Используемая технология переработки стружки основана на предварительной сушке и горячем брикетировании.

Нагрев стружки под очистку при этом осуществляется комплексно:

- электромагнитным полем высокой частоты, находящимся внутри нагретой трубы;
- теплопроводностью при контакте холодной стружки с нагретой поверхностью трубы;
- теплопроводностью при контакте нагретой и холодной стружки при интенсивном ее перемешивании;
- путем конвективного теплообмена между нагретой поверхностью трубы и холодным движущимся потоком стружки.

В процессе интенсивного нагрева и перемешивания стружки в барабане происходит испарение и выгорание остатков СОЖ и других примесей. При этом интенсивный нагрев стружки и малое время нахождения ее в интервале высоких температур исключают выгорание стружки и обезуглероживание ее поверхности.

Далее она может использоваться для технологических нужд: очищенная стружка через приемный лоток попадает в рабочую камеру прессы для брикетирования. Готовые брикеты поступают в тару готовой продукции. В качестве шихтового материала очищенная стружка может использоваться для последующей плавки в металлургических печах.

К недостаткам данной технологии можно отнести:

- большие габариты оборудования;
- значительный расход электроэнергии;
- отсутствие контроля времени сушки;
- длительный цикл получения брикета.

Опыт работы с индукционными печами показал, что одной из причин отказа от использования при плавке в индукционных печах брикетов заключается в том, что брикет длительное время находится на поверхности зеркала металла за счет того, что плотность брикета меньше, чем плотность жидкого металла. С другой стороны нарастание массы стружки в составе шихты вызывает увеличение длительности плавки, что ведет к перерасходу электроэнергии, поэтому наиболее оптимальной является плавка в индукционных печах с содержанием в шихте насыпной нагретой и высушенной стружки до 25 %.

Для получения максимального экономического эффекта, необходимо использовать дешевый и эффективный способ сушки и нагрева стружки. Сложившаяся в Республике Беларусь ситуация с ценами на энергоносители, позволяет сделать вывод, что использование газового теплоносителя эффективнее, чем использование для нагрева стружки электроэнергии.

На РУП «ГЛЗ Центролит» успешно внедрена установка сушки и подогрева стружки – ротационная наклонная печь. Печь была изготовлена собственными силами завода по совместному проекту, разработанному кафедрой «МиТЛП» и УП «Тех-

нолит», что позволило заводу быстро создать участок подогрева стружки, состоящий из РНП, загрузочного устройства и бадьи для хранения и перемещения стружки.

Данная установка позволяет быстро и эффективно нагреть стружку, любой степени загрязненности. Высокая интенсивность нагрева достигается благодаря вихреобразному движению потока газов в слое дисперсного материала. При таком движении газы отдают больше тепла нагреваемому материалу, чем в печах проходного типа. Так тепловой КПД ротационной печи на 20–25 % больше по сравнению с нагревом стружки в проходной электропечи.

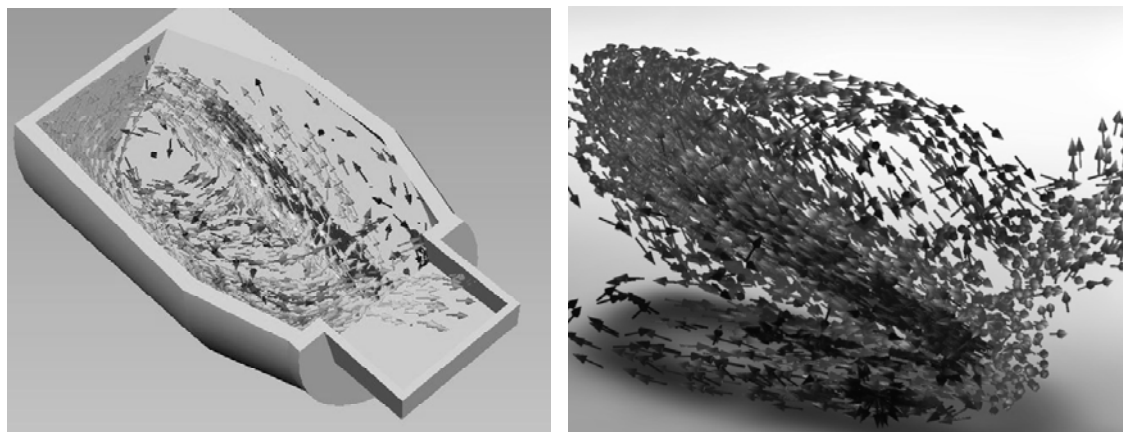


Рис. 1. Движение газового потока в ротационной наклонной печи

Способ осуществляется следующим образом: стружка в бадье загружается через загрузочное устройство, в ротационную наклонную печь (РНП), где в течение 15–30 мин (в зависимости от степени загрязнения) происходит ее нагрев. Таким образом, осуществляется удаление СОЖ и масел из стружки. После того как СОЖ и масла в стружке выгорят полностью процесс сушки прекращается, стружка с температурой 650–700 °С выгружается в бадью и отправляется на завалку в индукционную печь. Дальнейшее использование нагретой и высушенной стружки в индукционных печах позволяет сократить расход электроэнергии по сравнению с использованием сырой, неподготовленной стружкой до 20 %. По данным РУП «ГЛЗ Центролит» использование в шихте высушенной и подогретой стружки не вызывает дополнительного угара химических элементов в расплаве чугуна и не требует увеличения расхода ферросплавов.

Таким образом, использование чугунной стружки в массе шихты решает не только проблему ее утилизации, но и сокращает расход электроэнергии при плавке чугуна. Низкая стоимость изготовления РНП позволяет быстро создать и запустить участок для подогрева чугунной стружки. Модернизация РНП для плавки чугунной стружки и получения жидкого металла дополнительно сократит расходы на получение чугуна в индукционных печах.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ

А. В. Павленок

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. А. Бойко

Разработка новых и совершенствование существующих методов получения высокодисперсных оксидов является важнейшей составной частью современных исследований в области неорганического синтеза и создания новых материалов. Одним из наиболее приоритетных направлений в изучении данного вопроса является синтез наноматериаллов в СВЧ поле. В настоящее время в мире интенсивно ведутся исследования в области применения СВЧ-излучения для проведения различных химических реакций, термохимических процессов и высокоэффективных энергосберегающих микроволновых технологий. Возможности значительного сокращения затрат открывает применение технологий, в основе которых заложено воздействием электромагнитного излучения СВЧ диапазона на твердые, жидкие или газообразные среды [1]. При традиционных способах нагрева и сушки (конвективном, радиационном и контактном) нагрев объекта происходит по поверхности. Если теплопроводность объекта низка, что имеет место у диэлектриков, то термообработка объекта происходит медленно, с локальным перегревом поверхности нагрева, отчего возможно подгорание этой поверхности, возникновение внутренних механических напряжений.

СВЧ лабораторные установки в области органического синтеза принесли фантастические результаты. Значения скоростей некоторых реакций в условиях СВЧ возрастают примерно в 20–30 раз и более. Многие неорганические вещества (оксиды, сульфиды, карбиды, некоторые кислородосодержащие соли) способны интенсивно поглощать СВЧ и при этом со скоростью более 100 град/мин разогреваться до температуры 1000 °С и выше, что используют при синтезе различных неорганических материалов, в том числе и высокотемпературных сверхпроводников [2]. Достоинство такого метода состоит в том, что удастся избежать неконтролируемого изменения состава исходной шихты и осуществить равномерное спекание по всему объему. С использованием СВЧ удастся быстро синтезировать неорганические соединения как оксидные фазы, так и нитриды, карбиды.

Рассмотрение вопроса о СВЧ нагреве и синтезе материалов приобретает все больший интерес в научных кругах. Следует отметить, что использование различных методик применения данных технологий значительно ускоряет множество процессов получения материалов, это связано с природой проникновения и распределения микроволновой энергии по всему объему облучаемого вещества. В ходе изучения данной проблемы немаловажным аспектом является использование дорогостоящего оборудования. Этим оборудованием являются промышленные микроволновые печи высокой частоты и мощностью выше 6 кВт.

Нами рассмотрена возможность применения СВЧ печи бытового образца с мощностью до 0,8 кВт и рабочей частотой 2,47 ГГц, что существенно снижает энергозатраты. Основным условием использования данной технологии (технологии обработки СВЧ излучением) является возможность поглощения СВЧ волн синтезируемым материалом. В связи с этим встает вопрос о разработке специальной оснастки для СВЧ метода, которая будет применяться для материалов с низким коэффициентом поглощения микроволновой энергии. Для решения поставленной задачи разработана методика получения композитного контейнера (рис. 1), за основу взята технология получения оболочковых форм.



Рис. 1. Контейнер поглотитель

Применение КП как оснастки для синтеза нанопорошка ZnO. Для проверки эффективности работы разработанного контейнера нами синтезирован порошок оксида цинка.

Смешиваем 11,75 г $Zn(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$, ХЧ, ГОСТ 5106-77; добавляем 2–6 г сахаразы (ТУ 9197-114-54904577-04) и 50–80 мл дистиллированной воды. Размешиваем до полного растворения сухой массы. Полученный золь помещаем в контейнер и ставим в СВЧ печь на 10 мин. Под воздействием электромагнитных волн происходят термохимические реакции, в результате которых формируется нанодисперсный порошок ZnO белого цвета.

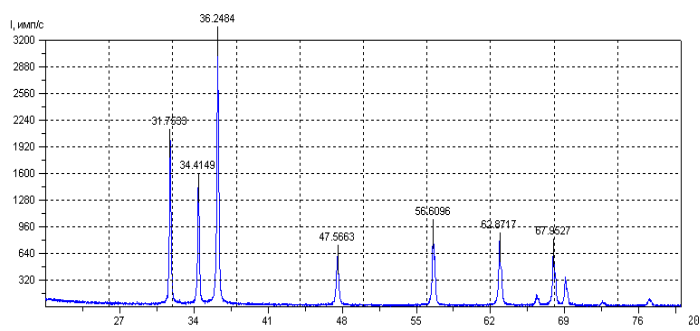


Рис. 2. Дифрактограмма нанопорошка ZnO

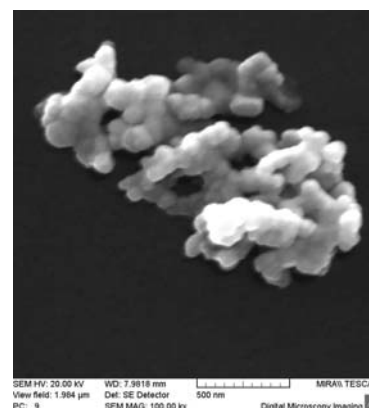


Рис. 3. Снимок растрового микроскопа (ZnO)

Результаты эксперимента. Порошок, полученный в результате синтеза, был исследован на ДРОН-7, дифрактограмма (рис. 2) полученного порошка подтверждает, что материал является оксидом цинка. Снимок растрового микроскопа (рис. 3) подтверждает, что порошок наноструктурированный с размером частиц около 70 nm.

Литература

- Многообразие наномира ZnO. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.nanometer.ru/2007/09/15/nanomaterial_4313.html– Дата доступа: 04.05.2009.
- Мамонтов А.В. Разработка и исследование СВЧ устройств для термообработки диэлектрических материалов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 2005.

СЕКЦИЯ III ЭНЕРГЕТИКА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ УПРАВЛЯЕМЫХ САМОКОМПЕНСИРУЮЩИХСЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

В. В. Черкашина

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина

Научный руководитель В. Е. Бондаренко

Основными проблемами развития современных электроэнергетических систем являются проблемы повышения эффективности транспорта электрической энергии, связанные с увеличением пропускной способности электропередач, управлением режимами энергосистем, обеспечением статической и динамической устойчивости, снижением потерь передаваемой мощности и энергии, уменьшением экологического влияния, сокращением отвода земельных участков под электроэнергетические объекты. Решение этих проблем имеет не только техническую, но и экономическую составляющую, к которой следует отнести снижение капитальных вложений в проектирование и строительство электроэнергетических объектов.

Для решения этих проблем в последние 10–15 лет в ряде стран проводятся программы по созданию различных новых средств регулирования режимами энергосистем. Итогом этого является создание на основе регулируемых средств так называемых гибких систем передачи электроэнергии переменного тока (Flexible Alternating Current Transmission Systems – FACTS), которые подразумевают создание регулируемых электропередач на базе применения различных сосредоточенных средств компенсации и управления, однако при сохранении линии электропередачи как нерегулируемого объекта. В итоге оказалось, что в энергосистемах, где в основном сети выполнены на базе воздушных линий (ВЛ) электропередач традиционных конструкций, пропускной способности которых уже не хватает для обеспечения требуемых потребностей, применение достаточно мощного арсенала средств регулирования, подключенных в узлах энергосистем, желаемого результата не дает, в связи с чем их использование является недостаточно неэффективным.

Поэтому при рассмотрении данного вопроса следует обратить внимание на управляемые самокомпенсирующиеся воздушные линии (УСВЛ) электропередачи, которые могут рассматриваться как перспективные для применения в энергосистемах.

Главные принципиальные отличия УСВЛ от обычных двухцепных ВЛ традиционной конструкции состоят в том, что в УСВЛ существенно изменены параметры электромагнитного поля (ЭМП) внутри пространства между фазами, причем это изменение осуществлено таким образом, чтобы добиться наибольшего эффекта по увеличению пропускной способности ВЛ в целом и создания условий по ее регулированию в процессе изменения величины передаваемой мощности для обеспечения заданных режимных параметров, показателей надежности и снижение уровня экологического влияния. Указанный эффект достигается за счет изменения конструктивного исполнения ВЛ, позволяющего осуществить сближение соответствующих фаз разных цепей

на минимально допустимое расстояние между ними, что создает возможность увеличения взаимного электромагнитного влияния фаз и цепей ВЛ друг на друга.

Известно, что пропускная способность ВЛ достигается благодаря двум основным факторам – снижению продольного индуктивного сопротивления фаз линии и увеличению поперечной емкостной проводимости.

В варианте УСВЛ эта задача решается за счет устройств фазового регулирования (ФР), обеспечивающего заданные параметры режимов при изменении величины передаваемой мощности от максимальной (P_m) до некоторого значения, равного $\approx 0,5 P_m$. При дальнейшем уменьшении передаваемой мощности в пределах $(0,5 \div 0) P_m$ требуется регулируемая компенсация избыточной зарядной мощности УСВЛ с помощью других регулируемых устройств, в том числе управляемых шунтирующих реакторов (УШР) или же путем сочетания применения средств ФР и традиционных компенсирующих реакторов, включенных по специальной схеме (рис. 1).

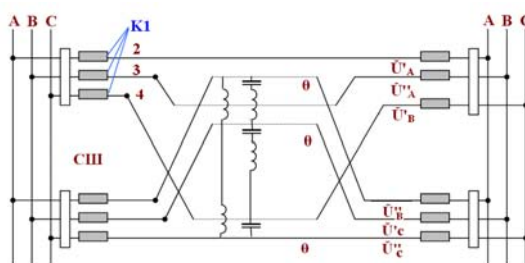


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема двухцепной УСВЛ с компенсирующими устройствами между фазами

Для изменения диапазона регулирования технических характеристик УСВЛ могут быть использованы практически все средства регулирования и компенсации, которые применяются в современной практике для ВЛ традиционной конструкции.

Регулирование параметров режимов УСВЛ, в отличие от известных способов регулирования параметров в отдельных узлах линий и систем, является регулированием эквивалентных параметров ВЛ на всем ее протяжении.

Известно, что основные технические характеристики ВЛ определяются параметрами ЭМП, образуемого вокруг проводников в пространстве, занимаемом ВЛ электропередачи. Согласно нормативным документам напряженность ЭМП создаваемого ВЛ, в частности ее электрическая составляющая, регламентирует также влияние электроэнергетических объектов на окружающую среду и является определяющим фактором при согласовании отвода земельного участка под трассу ВЛ. Таким образом, величина напряженности ЭМП ВЛ является связующим звеном между техническим и экономическим решением, поэтому следует обращать внимание и на данный фактор.

Расчет параметров ЭМП ВЛ возможно провести, используя уравнения Максвелла для системы «провода – тросы – земля»:

$$U_{ij} = \sum_{n=1}^n \alpha_{ij} \cdot q_{ij}, \quad (1)$$

где \dot{U}_{ij} – фазные напряжение проводов ВЛ; α_{ij} – потенциальные коэффициенты; q_{ij} – заряды проводов на единицу длины.

Используя вторую группу уравнений Максвелла, для определения зарядов на проводах, формируем емкостные коэффициенты β :

$$q_{ij} = \sum_{n=1}^n \beta_{ij} \cdot U_{ij} . \quad (2)$$

Учитывая симметричность трехфазной системы напряжений, определяем потенциал \dot{U}_A на высоте h :

– для ВЛ традиционной конструкции:

$$\dot{U}_A = U \{ \sum [\beta_{ij} - 0,5(\beta_{ij} + \beta_{ij})\alpha_{jA}] + \sum j0,86[(\beta_{ij} - \beta_{ij})\alpha_{jA}] \}; \quad (3)$$

– для УСВЛ:

$$\dot{U}_A = Ue^{j\theta} \{ \sum [\beta_{ij} - 0,5(\beta_{ij} + \beta_{ij})\alpha_{jA}] + \sum j0,86[(\beta_{ij} - \beta_{ij})\alpha_{jA}] \}, \quad (4)$$

где $e^{j\theta}$ – угол сдвига между системами векторов напряжений цепей.

Определив потенциал U_A , изменяем вертикальную составляющую h , определяем потенциал \dot{U}_A' и вычисляем напряженность ЭМП по выражению

$$E_A = \frac{U_A - U_A'}{\Delta h} . \quad (5)$$

Полученное значение E_A соответствует вертикальной составляющей напряженности ЭМП в области головы человека ростом 1,8 м.

Сравнения ВЛ традиционной конструкции с УСВЛ показали, что, благодаря своим техническим решениям, они позволяют значительно (в 2–4 раза) повысить плотность потока мощности в пространстве, ограниченном высотой и шириной опоры, а также уменьшить отвод земельных участков под строительство ВЛ, что благоприятно сказывается на улучшении их технико-экономических показателей при существующих рыночных отношениях. Результаты исследования представлены в таблице.

Изменения напряженности ЭМП ВЛ 330 кВ традиционной конструкции и УСВЛ 330 кВ

Габарит Н, м	ВЛ 330 кВ		УСВЛ 330 кВ	
	Расстояние, м	Е, кВ/м	Расстояние, м	Е, кВ/м
8	18	0,992	14	0,914
10	20	0,957	16	0,846
12	22	0,902	16	0,957
14	22	0,903	18	0,864
16	22	0,949	18	0,927
20	22	0,942	18	0,984
24	22	0,940	18	0,952

Таким образом, УСВЛ обладают рядом достоинств и могут быть применены в энергосистемах для повышения эффективности транспорта электроэнергии, улучшения параметров режимов энергосистем и снижения уровня экологического влияния, что обеспечит получение значительного экономического эффекта. Также по сравнению с ВЛ традиционной конструкции УСВЛ обеспечивают при прочих равных условиях снижение величины напряженности ЭМП в пространстве, окружающем линию и вблизи поверхности земли, что соответственно уменьшит отвод земельных участков под трассу ВЛ электропередачи.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ АВАРИЙНОЙ ПЕРЕГРУЗКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В. А. Адамцевич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. А. Анищенко

Целью исследования является определение допустимой длительности работы силовых трансформаторов при кратковременной изменяющейся во времени аварийной перегрузке.

Допускаются кратковременные аварийные перегрузки масляных трансформаторов и сухих трансформаторов общего назначения, независимые от предыдущей нагрузки, температуры охлаждающей среды и места установки, величины которых ограничиваются только температурой наиболее нагретой точки обмоток трансформатора при постоянной во времени кратность перегрузки [1], [2].

Для масляных трансформаторов допустимая длительность перегрузки, кратностью $K_{\Pi} = S_{\Pi} / S_{\text{НОМ}}$, где S_{Π} – мощность перегрузки; $S_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность, аппроксимируется следующим образом:

$$t_{\Pi} = 540 \cdot K_{\Pi}^{-5,4}. \quad (1)$$

Нормированная согласно [1], [2] перегрузочная кривая позволяет определить допустимую длительность постоянных во времени кратковременных аварийных перегрузок ($K_{\Pi} = \text{const}$). Однако эти кривые не учитывают возможное непостоянство кратностей перегрузки в процессе развития аварии.

Рассмотрим модель, описывающую температурный режим трансформатора при его перегрузке. Для любого момента времени справедливо уравнение баланса [3], [4]:

$$\Delta P dt = A \tau dt + D d\tau, \quad (2)$$

где ΔP – мощность активных потерь при прохождении электрического тока, Вт; A – коэффициент теплоотдачи, Вт/°С; D – теплоемкость трансформатора, Вт·с/К; τ – превышение температуры обмоток трансформатора $\theta_{\text{ИЗ}}$ температуры окружающей среды $\theta_{\text{СР}}$, °С, $d\tau$ – прирост превышения температуры, К; dt – шаг времени, с.

Уравнению (2) соответствует следующая зависимость превышения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора от времени:

$$\tau = \tau_{\text{УСТ}} - (\tau_{\text{УСТ}} - \tau_{\text{Н}}) \exp(-t/T), \quad (3)$$

где $\tau_{\text{н}}$ – начальное превышение температуры обмоток над температурой окружающей среды; $T = D/A$ – постоянная времени нагрева трансформатора, с.

Постоянную времени нагрева можно определить из уравнения переходного процесса (3):

$$T = -t_{\text{п}} \left[\ln \left(\frac{\tau_{\text{уст}}^{\text{пер}} - \tau_{\text{доп}}^{\text{пер}}}{\tau_{\text{уст}}^{\text{пер}} - \tau_{\text{доп}}^{\text{ном}}} \right) \right]^{-1}, \quad (4)$$

где $\tau_{\text{доп}}^{\text{ном}}$ – допустимое установившееся превышение температуры наиболее нагретой точки обмотки при номинальной нагрузке, принимаемое на 13 °С выше среднего превышения температуры и равное $\tau_{\text{доп}}^{\text{ном}} = 83$ °С [4]; $\tau_{\text{уст}}^{\text{пер}}$ – установившееся среднее превышение температуры наиболее нагретой точки при аварийных перегрузках, определяемое по формуле

$$\tau_{\text{уст}}^{\text{пер}} = \overline{\theta}_{\text{ИЗ}} - \theta_{\text{ср}}, \quad (5)$$

где $\overline{\theta}_{\text{ИЗ}}$ – осредненные по видам охлаждения температуры наиболее нагретой точки при разных перегрузках [1]; $\theta_{\text{ср}} = 25$ °С – температура окружающей среды; $\tau_{\text{доп}}^{\text{пер}}$ – допустимое в течение времени $t_{\text{п}}$ превышение температуры наиболее нагретой точки при перегрузках, которое определяется исходя из формулы (3) и значений $\tau_{\text{уст}}^{\text{пер}}$ по формуле

$$\tau_{\text{доп}}^{\text{пер}} = \tau_{\text{уст}}^{\text{пер}} - (\tau_{\text{уст}}^{\text{пер}} - \tau_{\text{доп}}^{\text{ном}}) \exp(-t_{\text{п}}/T), \quad (6)$$

постоянная времени нагрева $T = 2,5$ ч принимается одинаковой при номинальной нагрузке и кратностях перегрузки $K_{\text{п}} = 1,3$ и $K_{\text{п}} = 1,45$ [3].

Зависимость постоянной времени нагрева масляного трансформатора от кратности перегрузки в диапазоне $K_{\text{п}} = 1,45-3,0$ при полученном из (6) $\tau_{\text{доп}}^{\text{пер}} = 100$ °С аппроксимируется следующим образом:

$$T = 388,3 \cdot K_{\text{п}}^{-3,09}. \quad (7)$$

Следует отметить приближенный характер полученной зависимости (7). Он обусловлен, в частности, трудностями непосредственности определения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора.

В относительных единицах превышение температуры эквивалентно осредненной с постоянной времени T переменной перегрузке. Осреднение удобно производить методом экспоненциального сглаживания [5]:

$$\overline{K_{\text{п}}}(t) = \alpha \cdot K_{\text{п}}(t) + (1 - \alpha) \overline{K_{\text{п}}}(t - h), \quad (8)$$

где $\overline{K_{\text{п}}}(t)$ – осредненная кратность перегрузки в момент времени t ; $\overline{K_{\text{п}}}(t - h)$ – осредненная кратность перегрузки в предыдущий момент времени $(t - h)$; h – интервал временной дискретизации процесса.

Параметр сглаживания α при $T \gg h$ определяется из выражения

$$\alpha = 1 - \exp(-h/T). \quad (9)$$

Используя рекурсивное соотношение (8), можно непрерывно отслеживать осредненную кратность перегрузки и таким способом косвенно контролировать температурный режим трансформатора. Фактическая кратность перегрузки $K_{\Pi}(t)$ эквивалентна соответствующему ей ожидаемому установившемуся превышению температуры $\tau_{уст}^{пер}$. Осредненная кратность перегрузки $\overline{K_{\Pi}}(t)$ эквивалентна начальному превышению температуры $\tau_{н}$ в начале каждого интервала дискретизации.

Из уравнения переходного процесса (3) выведем формулу для определения допустимой длительности переменной перегрузки в момент времени t :

$$t_{\Pi}(t) = -T \cdot \ln \frac{K_{\Pi}(t) - 1,2}{K_{\Pi}(t) - \overline{K_{\Pi}}(t)}, \quad (10)$$

где допустимое при перегрузках превышение температуры $\tau_{доп}^{пер} = 100$ °С эквивалентно кратности $K_{\Pi} = 1,2$.

Сопоставление полученных из (10) значений t_{Π} с нормированными согласно [1] значениями при кратности $K_{\Pi}(t) \geq 1,45$ свидетельствует об их удовлетворительном совпадении. Несовпадение значений t_{Π} при $K_{\Pi}(t) = 1,3$ объясняется, видимо, неучетом большого разброса постоянной времени нагрева при номинальной нагрузке $T = 2-3$ ч (для старых конструкций трансформаторов может быть $T = 4$ ч). Во избежание разногласий с действующими стандартами [1], [2], [6] предлагается при кратностях перегрузки $K_{\Pi}(t) < 1,45$ вести расчет t_{Π} формуле

$$t_{\Pi}(t) = -T \cdot \ln \frac{K_{\Pi}(t) - 1,166}{K_{\Pi}(t) - \overline{K_{\Pi}}(t)}, \quad (11)$$

где кратность перегрузки $K_{\Pi} = 1,166$ соответствует допустимому при перегрузках превышению температуры $\tau_{доп}^{пер} = 99$ °С.

Запас допустимой длительности переменной перегрузки в момент времени t равен допустимой длительности перегрузки, определяемой согласно (10), (11) в тот же момент времени:

$$\Delta t_{зап}(t) = t_{\Pi}(t). \quad (12)$$

Эффективность учета переменного характера возникшей перегрузки иллюстрирует следующий пример на рис. 1 и 2 при шаге дискретизации $h = 1$ мин.

На рис. 1 показаны фактическая (кривая 1) и осредненная (кривая 2) кратности перегрузки. На рис. 2 показан запас длительности перегрузки: кривая 1 – без учета изменения K_{Π} в ходе аварии; кривая 2 – с учетом изменения K_{Π} в ходе аварии и без учета предшествующей аварии нагрузки; кривая 3 – с учетом обоих факторов.

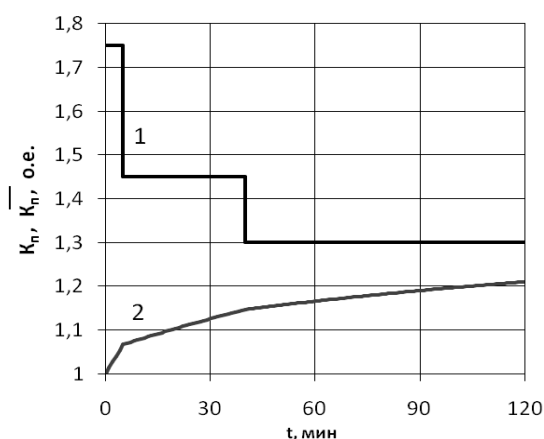


Рис. 1

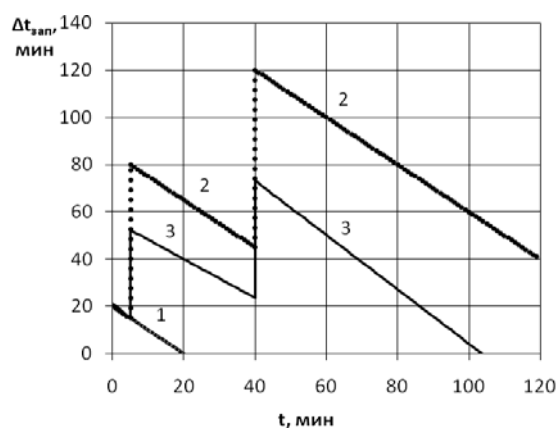


Рис. 2

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Неучет возможных изменений кратности кратковременной перегрузки силового трансформатора в процессе развития аварии может привести к большим ошибкам при определении допустимой длительности перегрузки исходя из нормированной перегрузочной кривой для постоянных во времени перегрузок.

2. Разработан способ оперативного определения допустимой длительности временной кратковременной аварийной перегрузки в зависимости от фактической и осредненной кратностей изменяющейся во времени перегрузки.

Литература

16. ГОСТ 14.209–69. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. – Москва : Изд-во стандартов, 1969.
17. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – Москва : Омега-Л, 2007.
18. Шницер, Л. М. Основы теории и нагрузочная способность трансформаторов / Л. М. Шницер. – Москва–Ленинград : Госэнергоиздат, 1959. – 232 с.
19. Боднар, В. В. Нагрузочная способность силовых масляных трансформаторов / В. В. Боднар. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 177 с.
20. Бендат, Дж. Измерение и анализ случайных процессов / Дж. Бендат, А. Пирсол. – Москва : Мир, 1974. – 404 с.
21. Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. – Москва : ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект». – 1996. – № 5.

ТУРБИНА С МНОГОСТУПЕНЧАТЫМ РАСШИРЕНИЕМ ПОТОКА

К. Л. Левков

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. Н. Романюк

В мире наблюдается тенденция перехода от большой энергетики к малой, более маневренной и экономичной. Для большинства промышленных потребителей природного газа (ПГ) возможно использование его энергии в механической форме с помощью утилизационных газовых установок (УГТ) малой мощности, более известных, как турбодетандеры. Подобные агрегаты большой мощности могут быть установлены только на единичных объектах республики.

Существующие УГТ с адиабатным расширением потока имеют ряд недостатков, ограничивающих область их применения: отсутствие регулирования мощности в соответствии с изменением нагрузок у потребителя, для увеличения мощности УГТ и обеспечения требуемых конечных температур ПГ необходим греющий теплоноситель, как правило, с достаточно высокой температурой, что для мелких потребителей составляет определенные трудности и т. д. [1]. В случае многоступенчатого расширения потока, приближающего процесс к изотермическому, требования к температурному уровню теплоносителя значительно снижаются. В работе рассматривается возможность использования такого решения.

На рис. 1 представлены различные процессы расширения в $p-v$ диаграмме, где техническая работа изображается заштрихованной площадью. Очевидно, что при многоступенчатом расширении имеет место приближение к изотермическому варианту протекания, характеризующемуся наибольшей работой процесса, а степень приближения зависит от числа ступеней.

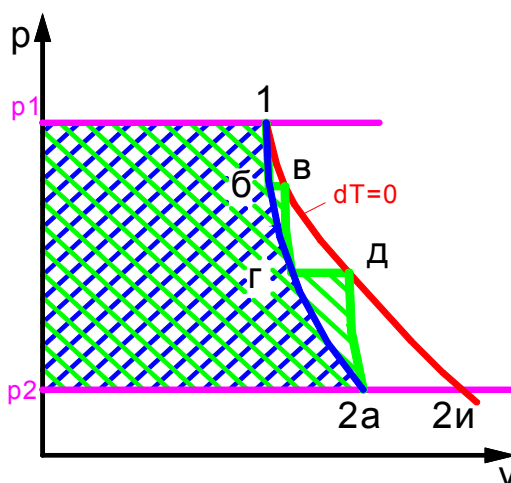


Рис. 1. Процессы расширения идеального газа:
1–2а, 1–2и, 1–б–в–г–д–2а – соответственно адиабатный, изотермический, многоступенчатый процессы

Темлоперепад, срабатываемый на каждой ступени, снижается пропорционально числу ступеней расширения и, соответственно, уменьшается теплота процесса подгрева потока перед следующей ступенью расширения (рис. 2). В конечном итоге в пределе возможно в качестве греющего теплоносителя использование обратной воды систем охлаждения и других потоков, утилизация которых представляет интерес, но затруднена в связи с низким температурным потенциалом.

В условиях низкой стоимости энергоносителей применяются дешевые и надежные машины – регуляторы давления на базе процесса дросселирования, с соответствующими потерями эксергии. Принято с достаточной точностью считать, что энтальпия начальной и конечной точек процесса дросселирования одинакова, однако ход необратимого процесса не известен, и изображается он на $i-s$ диаграмме пунктиром $i = const$.

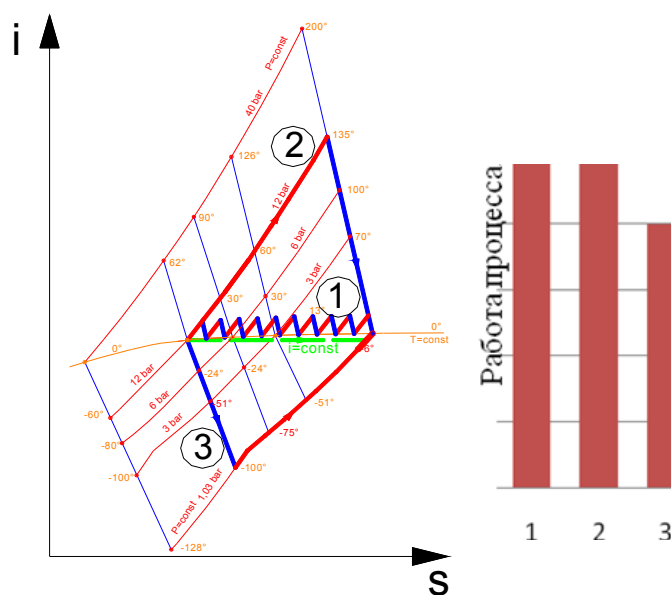


Рис. 2. $i-s$ диаграмма метана: 1 – многоступенчатое расширение с промежуточным подогревом между ступенями; 2 – одноступенчатый подогрев с расширением; 3 – одноступенчатое расширение с последующим подогревом

Работа адиабатного процесса на $i-s$ диаграмме изображается отрезком на оси ординат, а в случае многоступенчатого расширения потока, состоящего из адиабат и изобар, определяется суммой сработываемых теплорезервов всех ступеней. Процесс № 2 характеризуется наибольшей работой (рис. 2, справа), что связано с увеличением начальной температуры, однако для его реализации необходим высокопотенциальный теплоноситель. Процесс № 1 характеризуется меньшей работой, однако для его реализации не требуется относительно высоких температур. Однако осуществить подобный многоступенчатый процесс на базе современных традиционных теплообменных аппаратов и турбин нереально: стоимость установки и площадь ее размещения оказываются в несколько раз больше простейшей одноступенчатой схемы и не окупается.

Ситуация изменяется при использовании турбогенератора оригинальной конструкции, получившего название ТурбоСфера (ТС), конструкция которого защищена патентом Республики Беларусь [2]. ТС отличается от известных турбин тем, что в одном агрегате совмещаются турбина, теплообменник и электрогенератор. Многоступенчатое расширение потока происходит на одном рабочем колесе в ходе его последовательного перемещения с одного сектора колеса к другому.

Нагрев потока происходит многократно, в соответствии с числом ступеней расширения, во время его движения от одного сектора рабочего колеса к другому. Перемещение потока идет по круговой спирали внутри каналов, которые образуют сферическую поверхность (рис. 3). Каналы образованы рядами изогнутых труб соответствующего диаметра, греющий теплоноситель движется в межтрубном пространстве.

В ТурбоСфере может быть использован любой газ, находящийся как в идеально-газовой, так и в паровой областях. Греющим теплоносителем – любой низкотемпературный теплоноситель. Давления и температуры обоих утилизируемых потоков могут быть различными.

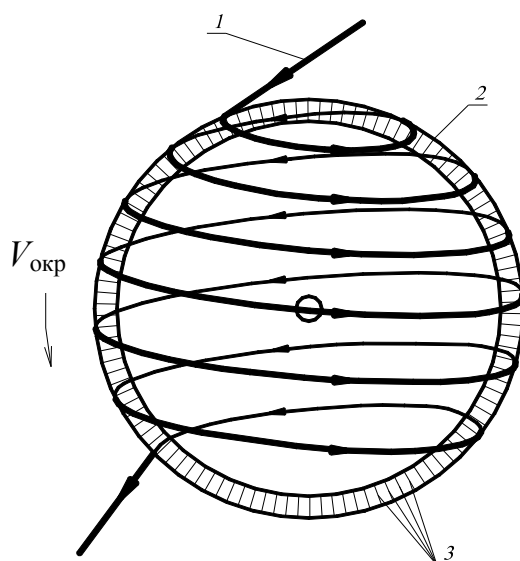


Рис. 3. Схема движения рабочего тела в ТурбоСфере: 1 – поток рабочего тела; 2 – рабочее колесо турбины; 3 – рабочие лопатки

ТурбоСфера (рис. 4) состоит из разъемного наружного корпуса 1, одного рабочего колеса 2 с рабочими лопатками 3, позволяющими подводить газ попеременно с двух сторон колеса через сопловые решетки 4, располагаемые с обеих сторон колеса. Газовые каналы 5, 6 огибают внутренний сферический корпус 7. Выход газа 9, выход воды 11, выход ЭЭ 8.

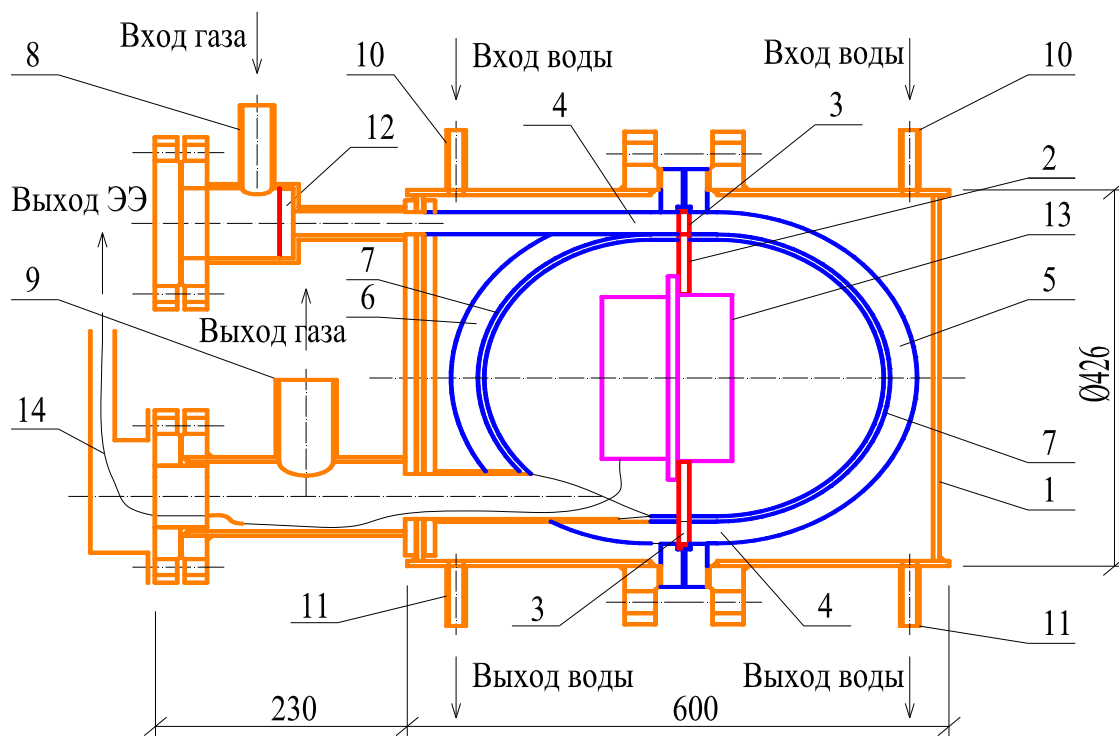


Рис. 4. Принципиальная схема конструкции ТурбоСферы

Газовый поток поступает в ТС через газопровод 8, проходит сопла первой ступени и лопатки колеса, поступает в газовые каналы 5 и по ним – к соплам второй ступени с противоположной стороны колеса. Пройдя сопла второй ступени, по газовым каналам 6 вновь поступает на лопатки колеса третьей ступени и так далее, двигаясь последовательно по каналам через несколько ступеней, с требуемым конечным давлением покидает турбоагрегат через газопровод 9. Поток газа движется по сферической спирали по ряду каналов, собранных клубком в сферу. Происходит многоступенчатое снижение давления потока на рабочих лопатках одного рабочего колеса, которое осуществляется за счет посекторного, двустороннего подвода потока газа. На одной половине колеса происходит движение газа из сопел через лопатки в одном направлении, а на второй половине колеса – в противоположном. Число ступеней расширения может быть доведено до тридцати. В современных утилизационных турбинах число ступеней не превышает пяти.

В ТС подогрев газа происходит между ступенями расширения. Газ движется внутри каналов, а теплоноситель из трубопроводов 10 поступает в межтрубное пространство и, омывая трубы снаружи, подогревает газ. Охлажденный теплоноситель отводится через трубопроводы 11.

Предполагается снабжать ТС регулятором 12, позволяющим менять число ступеней расширения газа в турбине, т. е. перерабатываемый турбиной перепад давления, а также регулировать изменение расхода газа, проходящего через турбину. При этом поддерживается заданное выходное давление газа и стабильная частота вращения генератора.

Электрогенератор 13 располагается внутри ТурбоСферы. Рабочее колесо турбины соединяется с внешним ротором электродвигателя при помощи фланцевого соединения. Корпус установки герметичен, что особенно важно при работе с взрывопожароопасным природным газом. Через корпус устраивается герметичный вывод электропроводки 14 от генератора.

Турбосфера может применяться для привода различного рода нагнетательных устройств. Это обуславливается тихоходностью турбины. Для этого из турбины исключается электрогенератор и вал колеса выводится вне установки, с устройством герметизации вала.

Габариты ТурбоСферы предусматривают возможность ее установки в помещениях ГРП, ГРС или котельной, в пристройках к ним или на открытых площадках. Газопроводы ТурбоСферы должны присоединяются параллельно к газопроводам действующих ГРП или ГРС. При дальнейшем усовершенствовании конструкции возможна самостоятельная работа ТурбоСферы вместо регуляторов давления на ГРП и ГРС.

Литература

22. Левков, К. Л. Энергосберегающий потенциал потока природного газа / К. Л. Левков // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы IX Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель, 2009. – С. 414–417.
23. Агрегат для использования энергии перепада давления газообразного рабочего тела и способ использования энергии перепада давления газообразного рабочего тела : пат. Респ. Беларусь № 10032 на изобретение / Л. Ф. Левков, К. Л. Левков.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Д. А. Гаврилович, О. Н. Перемотова

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. Б. Козловская

На протяжении многих десятилетий, с тех пор как были сконструированы и стали широко применяться газоразрядные лампы, казалось, что им нет альтернативы. Постоянно велись поиски возможности создания других эффективных источников света, например, на основе серы или амальгамы ртути, но они не приводили к желаемому результату. В настоящее время появилась реальная перспектива широкого использования для организации внутреннего и наружного освещения светодиодных источников света, отличающихся по принципу действия и обладающими значительными достоинствами по сравнению с традиционными газоразрядными лампами. Светодиоды (СД) известны достаточно давно, примерно с 60-х гг. XX в., но из-за невысокой мощности излучения, ограниченности цветовой гаммы, на протяжении долгих лет эти источники света могли применяться лишь для световой индикации.

В настоящее время сконструированы светодиоды со световой отдачей более 80 лм/Вт, что значительно превышает данный показатель для ламп накаливания (до 20 лм/Вт, у галогенных ламп накаливания – от 20 до 30 лм/Вт), и приближается к его значениям у газоразрядных ламп низкого давления (люминесцентных ламп), световая отдача которых составляет около 80–100 лм/Вт [1].

Светодиод является полупроводниковым прибором, действие которого основано на явлении испускания фотонов, возникающем в области *p-n*-перехода представляющей собой соединенные вместе два куска полупроводника с разными типами проводимости (один с избытком электронов – «*n*-тип», второй с избытком «дырок» – «*p*-тип»). Если к *p-n*-переходу подсоединить источник электрического тока плюсом к *p*-части, то через него потечет ток. После этого происходит рекомбинация носителей электрического заряда – электронов и «дырок», т. е. когда имеющие отрицательный заряд электроны внедряются в положительно заряженные ионы кристаллической решетки полупроводника. Такая рекомбинация может сопровождаться излучением, при этом в момент встречи электрона и «дырки» выделяется энергия в виде излучения кванта света – фотона. Для светодиодов данная излучательная прямозонная рекомбинация – физическая основа их работы.

Рассмотрим конструкцию светодиода на примере светодиодного индикатора [2].

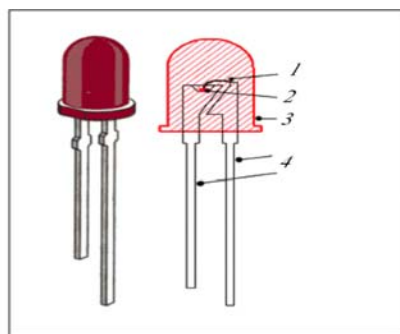


Рис. 1. Конструкция светодиодного индикатора:

1 – верхний провод; 2 – излучающий кристалл; 3 – просвечивающий корпус;
4 – контактные выводы

Базовая структура светодиодного индикатора состоит из полупроводникового кристалла, рамки с внешними выводами, на которой размещен кристалл, и герметизирующей эпоксидной смолы, которая окружает и защищает кристалл, а также рассеивает свет. Кристалл приклеивается токопроводящей эпоксидной смолой ко дну рамки, называемой лункой, которая, в свою очередь, является первичной оптической системой для кристалла. Лунка служит согласующим устройством при распределении светового потока от его граней, с последующим преломлением в линзе из эпоксидной смолы. Верхний контакт кристалла соединен проводом с другим выводом рамки, который является завершающим звеном в конструкции простейшего СД.

Существует три способа получения белого света от СД [3]. Первый – смешивание цветов по технологии *RGB*. На одной матрице плотно размещаются красные, голубые и зеленые СД, излучение которых смешивается при помощи оптической системы, например линзы. В результате получается белый свет. Второй способ заключается в том, что на поверхность СД, излучающего в ультрафиолетовом диапазоне, наносится три люминофора, излучающих, соответственно, голубой, зеленый и красный свет. Это похоже на то, как светит люминесцентная лампа. И наконец, в третьем способе желто-зеленый или зеленый плюс красный люминофор наносятся на голубой СД, так что два или три излучения смешиваются, образуя белый или близкий к белому свет.

Наиболее широко сегодня СД используются для создания систем подсветки ЖК панелей, для интерьерного и архитектурного освещения, дорожных светофоров, систем световой сигнализации и т. п. Однако с появлением мощных СД стало возможным конструирование на их основе источников света для организации внутреннего и наружного освещения. На рис. 2 представлена конструкция и внешний вид мощных светодиодов *Lumileds K2*.

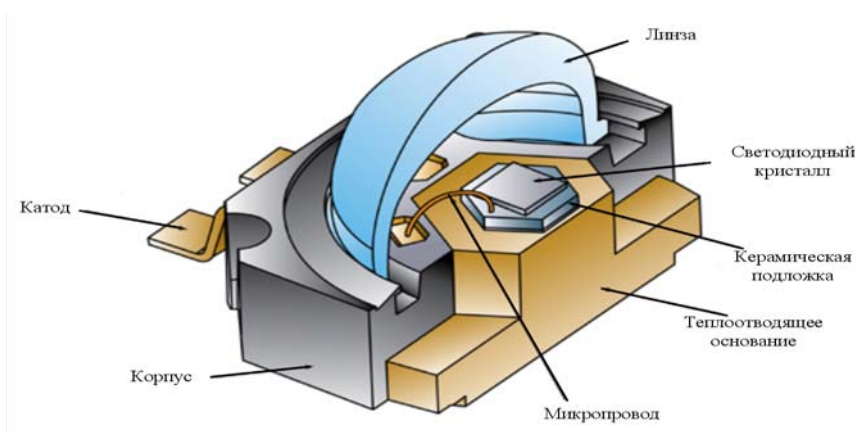


Рис. 2. Конструкции мощных светодиодов *Lumileds K2* (б)

Не так давно начат выпуск светотехнических изделий для автомобилей: фонарь дополнительного сигнала торможения для автомобилей ГАЗ различных модификаций, боковой габаритный фонарь со светоотражающим устройством для грузовых автомобилей, систему освещения салона легкового автомобиля, а также разработаны светильники для объектов ЖКХ и для освещения вагонов электропоездов.

Также следует отметить, что в процессе конструирования световых приборов, предназначенных для работы с СД, разработчики сталкиваются с решением следующих задач.

Во-первых, питание светодиодов осуществляется на постоянном токе и низком напряжении.

Во-вторых, необходимо решить проблему отвода от СД избыточного тепла. При перегреве СД снижается их световой поток, меняется цвет излучения, резко сокращается срок службы [4].

В-третьих, необходимо создать так называемое вторичное оптическое устройство, нужным образом перераспределяющее световой поток СД.

В-четвертых, поскольку одиночные СД имеют невысокий световой поток, для получения требуемых светотехнических характеристик светового прибора необходима интеграция в одной конструкции нескольких (от одного до нескольких десятков) СД. При этом обязательным является их соответствие требованиям по электро- и пожаробезопасности, защите от проникновения посторонних предметов, пыли и влаги, удобству монтажа и обслуживания.

Рассмотрим основные достоинства и недостатки СД. К несомненным достоинствам СД следует отнести следующие: СД не имеют никаких стеклянных колб и нитей накаливания, что обеспечивает высокую механическую прочность и надежность (ударная и вибрационная устойчивость); отсутствие разогрева и высоких напряжений гарантирует высокий уровень электро- и пожаробезопасности; безынерционность делает СД незаменимыми, когда требуется высокое быстродействие; небольшие габаритные размеры; долговечность (срок службы может достигать 100 тысяч часов); относительно низкие потребляемые токи и электропотребление; большое разнообразие цветов излучения; возможность регулирования светового потока; СД излучает свет в узкой части спектра, его цвет чист, что особенно ценят дизайнеры, а УФ- и ИК-излучения, как правило, отсутствуют.

Существенными недостатками СД являются: достаточно высокая стоимость; малый световой поток от одного элемента; деградация параметров СД со временем; повышенные требования к питающему источнику.

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Светодиоды являются более эффективными источниками светового излучения, чем традиционные источники света, обладающие также более высокой механической прочностью и сроком службы.

2. За последние несколько лет в высокоразвитых странах светодиоды вышли на ведущие позиции при производстве светотехнических изделий для внутреннего и внешнего освещения, что говорит о их высокой энергоэффективности и экономической выгоды.

3. Многообразие цветовой гаммы светодиодов все больше делает их конкурентоспособными на рынке светодизайна.

4. По мере развития технологии производства СД и снижении их стоимости можно прогнозировать повсеместное использование СД.

Литература

24. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацкевич. – 2-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 271 с.
25. Светодиоды (LEDs) все еще популярны и продолжают совершенствоваться Ч. 2 // Журн. о больших светодиод. экранах (интернет-журн.) [Электронный ресурс]. – 2003. – № 7. – Режим доступа: file://localhost/C:%5CUsers%5CUSER%5CDesktop%5CInternet%20по%20СД%5CСтатья%20%237_2003.%20Светодиоды%20(LEDs)%20все%20еще%20популярны%20и%20продолжают%20совершенствоваться.mht. – Дата доступа: 22.03.2009.
26. Светодиодная технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: file://localhost/C:%5CUsers%5CUSER%5CDesktop%5CInternet%20по%20СД%5CСветодиодн

ая%20технология%20-%20все%20о%20светодиодах.%20LED.mht. – Дата доступа: 22.03.2009.

27. Барковский, В. Д. Светильники со светодиодами и их применение / В. Д. Барковский, И. В. Лякишева, В. Н. Степанов // Светотехника. – 2007. – № 3. – С. 27–32.

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В ТРЕХФАЗНОЙ СИСТЕМЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ, ЛЕЖАЩИХ В ОДНОЙ ПЛОСКОСТИ

А. А. Спасков, Я. В. Потачиц, А. А. Шпаковский

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научные руководители: И. И. Сергей, П. И. Климкович

Электродинамической стойкостью шинной конструкции называется ее свойство противостоять действию электродинамических усилий (ЭДУ) при КЗ в течение времени автоматического отключения цепи без повреждений, препятствующих ее дальнейшей исправной работе. Шинная конструкция представляет собой упругую механическую систему, которая под действием ЭДУ приходит в колебательное движение. Критериями электродинамической стойкости шинной конструкции являются механические напряжения в материале шин и максимальные нагрузки на изоляторы в переходном колебательном процессе, которые не должны превышать соответствующие допускаемые значения [1], [2].

Шинная конструкция современных комплектных распределительных устройств (КРУ) имеет характерные участки. Один из которых образуют сборные шины, расположенные параллельно друг другу в вершинах треугольника. Расстояние между ними практически на порядок меньше длины многопролетного участка сборной шины. Поэтому для них пригоден метод расчета ЭДУ в системе параллельных бесконечно длинных и тонких проводников. ЭДУ между проводниками ячейки КРУ могут быть определены с использованием векторно-параметрического метода [3].

Для рассматриваемой трехфазной системы, ЭДУ определяются для трех, лежащих в одной плоскости параллельных проводников фаз A , B , C , по которым протекают соответственно токи трехфазного или двухфазного КЗ (рис. 1).

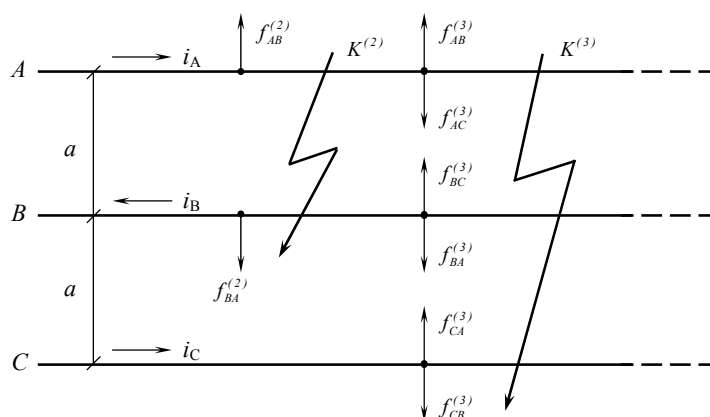


Рис. 1. Схема определения ЭДУ в трехфазной системе при двухфазном и трехфазном КЗ

ЭДУ являются функцией произведения мгновенных токов фаз и коэффициента контура, характеризующего взаимное расположение проводников.

В токоведущих конструкциях с многопролетными жесткими проводниками их длина значительно превышает расстояния между фазами. Поэтому ЭДУ между ними определяются по выражениям для параллельных проводников неограниченной длины. ЭДУ создают нагрузку, равномерно распределенную по длине шины, поэтому достаточно определить удельное ЭДУ на 1 метр проводника. При двухфазном КЗ в трехфазной системе с равными расстояниями между проводниками в качестве расчетного случая рассматривается замыкание между соседними фазами. Фаза включения напряжения $\alpha^{(2)}$ выбирается таким образом, чтобы пик полного тока и соответственно ЭДУ были максимальными. Это будет иметь место 2 раза в течение периода при $\alpha^{(2)} = 0$. В результате выражение для тока двухфазного КЗ имеет вид:

$$i^{(2)} = I_m^{(2)}(e^{-\beta t} - \cos \omega t).$$

Силы двухфазного КЗ будут равны и противоположно направлены (рис. 1):

$$f_{AB}^{(2)} = -f_{BA}^{(2)} = \frac{2}{a} \cdot i_A^{(2)} \cdot i_B^{(2)} \cdot 10^{-7}. \quad (1)$$

После подстановки в (1) выражений для токов КЗ и выполнения тригонометрических преобразований получим развернутое выражение для ЭДУ при двухфазном КЗ:

$$f^{(2)} = f_0^{(2)} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega t - 2e^{-\beta t} \cdot \cos \omega t + e^{-2\beta t} \right), \quad (2)$$

где $f_0^{(2)} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} [I_m^{(2)}]^2$ – ЭДУ между параллельными проводниками на единицу их длины, соответствующие амплитуде тока при двухфазном КЗ.

Как видно из (2), ЭДУ содержат четыре составляющих, обусловленные взаимодействием составляющих токов КЗ соседних фаз, и изменяются с двойной частотой переменного тока 100 Гц. ЭДУ не изменяют своего знака и отталкивают фазы друг от друга. Максимальное значение ЭДУ будет при $\omega t_m = \pi$. Отсюда время наступления максимальных ЭДУ равно:

$$t_m = \frac{\pi}{2\pi f} = \frac{1}{2f} = 0,01 \text{ с}. \quad (3)$$

После подстановки t_m из (3) в (2) получим формулу для определения максимального ЭДУ при двухфазном КЗ:

$$f_{\max}^{(2)} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} \left(\sqrt{2} I_{no}^{(2)} \right)^2 \left(1 + e^{-0,01\beta} \right)^2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} i_y^2 \cdot 10^{-7}.$$

При трехфазном КЗ крайние и средние фазы находятся в различных условиях, так как взаимодействующие проводники с током удалены для соседних фаз на расстояния a и для крайних $2a$. ЭДУ, действующие на проводники различных фаз, будут равны:

$$f_A^{(3)} = f_{AB} - f_{AC} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} \left(i_A^{(3)} \cdot i_B^{(3)} - \frac{1}{2} i_A^{(3)} \cdot i_C^{(3)} \right);$$

$$f_B^{(3)} = f_{BA} - f_{BC} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} \left(i_B^{(3)} \cdot i_A^{(3)} - i_B^{(3)} \cdot i_C^{(3)} \right);$$

$$f_C^{(3)} = f_{CB} - f_{CA} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} \left(i_C^{(3)} \cdot i_B^{(3)} - \frac{1}{2} i_C^{(3)} \cdot i_A^{(3)} \right).$$

На примере среднего проводника определим максимальное ЭДУ:

$$f_B^{(3)} = f_0^{(3)} \left[0,866 \sin \left(2\omega t + 2\psi^{(B)} - \frac{1}{3} \pi \right) - \sqrt{3} \cdot e^{-\beta t} \times \right. \\ \left. \times \sin \left(\omega t + 2\psi^{(B)} - \frac{1}{3} \pi \right) + \frac{\sqrt{3}}{2} e^{-2\beta t} \cdot \sin \left(2\psi^{(B)} - \frac{1}{3} \pi \right) \right], \quad (4)$$

где $f_0^{(3)} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{1}{a} [I_m^{(3)}]^2$.

Выражение (4) является функцией двух переменных: времени t и фазы включения тока КЗ ψ . Для нахождения экстремума этой функции необходимо определить те значения t и ψ , при которых

$$\frac{df_B^{(3)}}{dt} = 0; \quad \frac{df_B^{(3)}}{d\psi} = 0.$$

Осциллограмма $f_B^{(3)} = f(t)$ имеет четыре точки экстремума в течение периода. Они сдвинуты относительно друг друга на $\frac{\pi}{2}$. Это обстоятельство позволяет упростить нахождение максимума ЭДУ, так как отпадает в этом случае необходимость выяснения значения второй производной. Максимальные значения ЭДУ имеют место при ψ , определяемых из условия

$$2\psi - \frac{1}{3} \pi = \frac{\pi}{2} + n\pi,$$

где n – целое число.

При других ψ ЭДУ, действующее на среднюю фазу, будут меньше. Подставим расчетную фазу включения в формулу (4) и получим выражение для максимального ЭДУ:

$$f_B^{(3)} = f_0^{(3)} \left(0,866 \sin 2\omega t - 1,732 \cdot e^{-\beta t} \cdot \cos \omega t + 0,866 \cdot e^{-2\beta t} \right).$$

Максимальное значение $\cos \omega t$ будет при $\omega t = \pi$. Отсюда

$$f_{B\max}^{(3)} = 1,732 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} \left(\sqrt{2} I_{no}^{(3)} \right)^2 (1 + e^{-\beta t})^2 = 1,732 \cdot \frac{1}{a} i_y^{(3)2} \cdot 10^{-7}.$$

Выражение для максимальных ЭДУ на крайние проводники могут быть получены аналогично

$$f_{A\max}^{(3)} = f_{C\max}^{(3)} = 1,616 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{a} i_y^{(3)2}.$$

Они меньше, чем ЭДУ, действующие на среднюю фазу, и имеют место 2 раза в течение периода: при $\alpha_1 = 75^\circ$ и 255° для фазы А и при $\alpha_1 = 15^\circ$ и 165° для фазы С.

Для проводников ограниченной длины влияние отношения расстояния между осями взаимодействующих проводников и их длины учитывается коэффициентом контура K_k :

$$K_k = \sqrt{1 + \left(\frac{a}{l}\right)^2} - \frac{a}{l}.$$

Для проводников конечной длины ЭДУ распределены неравномерно по длине: имеют максимум в середине и уменьшаются к концам проводника. Суммарное ЭДУ, действующее по длине l проводника, определяется интегрированием в пределах заданной длины

$$F_2 = 2 \cdot \frac{l}{a} \cdot K_\phi \cdot K_k \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot 10^{-7}, \text{ Н.}$$

Литература

28. ГОСТ 30323–95. Короткие замыкания в электроустановках: Методы расчета электродинамического и термического действия токов короткого замыкания. – Введ. в действие с 01.03.1999. – 57 с.
29. Кудрявцев, Е. П. Расчет жесткой ошиновки распределительных устройств / Е. П. Кудрявцев, А. П. Долин. – Москва : Энергия, 1981. – 96 с.
30. Стрелок, М. И. Расчет электродинамической стойкости жесткой ошиновки произвольной конфигурации / М. И. Стрелок, И. А. Прима // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений). – 1990. – № 5 – С. 9–13.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MATLAB

А. И. Кунцевич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель А. А. Золотой

Моделирование несимметричных переходных процессов в электрических сетях энергосистем основано на решении общей системы дифференциально-алгебраических уравнений, в которой естественным образом выделяются дифференциальная и алгебраическая части. В состав первой части входят дифференциальные уравнения, описывающие электромеханические переходные процессы синхронных машин, в состав второй – алгебраические уравнения, описывающие реакцию электрической сети энергосистемы.

При составлении системы дифференциальных уравнений синхронных электрических машин приняты следующие допущения [1]:

– не учитывается влияние высших пространственных гармоник магнитного поля, т. е. распределение магнитного поля каждой из обмоток вдоль окружности воздушного зазора синхронной машины считается синусоидальным;

– не учитывается неодинаковость магнитной проводимости, обусловленная наличием пазов и неравномерностью воздушного зазора машины по расточке статора;

– не учитывается гистерезис, насыщение и вихревые токи;

– при разложении в ряды Фурье индуктивностей и взаимоиндуктивностей статора синхронной машины учитываются только два, а для взаимоиндуктивностей между обмотками статора и ротора – только один член разложения;

– обмотка возбуждения, а также продольная и поперечная успокоительные (демпферные) обмотки считаются одноосными;

– результирующий магнитный поток нулевой последовательности статора не зависит от пространственного положения ротора.

С учетом принятых допущений систему дифференциальных уравнений в именованных единицах можно записать в следующем виде [2]:

$$\left. \begin{aligned} (\rho_0 + p)x_0 i_0 &= -e_0; \\ (\rho_d + p)x_d i_d + (1 + s)x_q i_q + p\omega_s M_d i_r &= -e_d; \\ -(1 + s)x_d i_d + (\rho_q + p)x_q i_q - (1 + s)\omega_s M_d i_r &= -e_q; \\ \mu p x_d i_d + (\rho_r + p)\omega_s M_d i_r &= \frac{M_d}{L_r} e_r; \\ \omega_s^2 J \dot{s} + \frac{3}{2}(\omega_s M_d i_r i_q + (x_d - x_q) i_d i_q) &= \omega_s M_m, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где i_0 , i_d , i_q – нулевой, продольный и поперечный токи статора соответственно; x_d , x_q – продольное и поперечное синхронное сопротивление; x_0 – сопротивление нулевой последовательности; p – оператор дифференцирования по синхронному

времени, $p = \frac{d}{d\omega_s t}$; ω_s – синхронная скорость, $\omega_s = 2\pi f$ ($f = 50$ Гц); J , s – момент

инерции и скольжение ротора; ρ_0 , ρ_d , ρ_q , ρ_r – декременты; M_d – взаимная индуктивность между контуром ротора и статора в продольной оси; μ – коэффициент магнитной связи между контуром ротора и статора в продольной оси; L_r – собственная индуктивность контура ротора; i_r , e_r – ток возбуждения и напряжение на кольцах ротора; M_m – момент первичного двигателя.

Систему дифференциальных уравнений (1) удобно представлять в относительных единицах, введение которых упрощает систему и позволяет исключить из нее некоторые коэффициенты.

В качестве базисных величин статора приняты амплитудные значения тока и напряжения статора при номинальной нагрузке. За базисную величину напряжения в продольном контуре ротора должна приниматься такая величина, которая на холостом ходу машины индуцирует в статоре ЭДС, амплитудное значение которой равно базисной величине напряжения статора.

Система дифференциальных уравнений синхронной машины в относительных единицах будет иметь следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} (\rho_0 + p)u_0 &= -e_0; \\ (\rho_d + p)u_d + (1 + s)u_q + pu_r &= -e_d; \\ -(1 + s)u_d + (\rho_q + p)u_q - (1 + s)u_r &= -e_q; \\ \mu \cdot pu_d + (\rho_r + p)u_r &= \rho_r e_r; \\ C \cdot ps + \frac{u_r u_q}{x_q} + \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) u_d u_q &= M_m, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где C – инерционная постоянная, $C = \frac{\omega_s^2 J}{S_{\text{НОМ}}}$; $u_0 = x_0 i_0$; $u_d = x_d i_d$; $u_q = x_q i_q$;

$u_r = \omega_s M_d i_r$.

Переменные e_0 , e_d , e_q определяются из векторной диаграммы синхронной машины, изображенной на рис. 1.

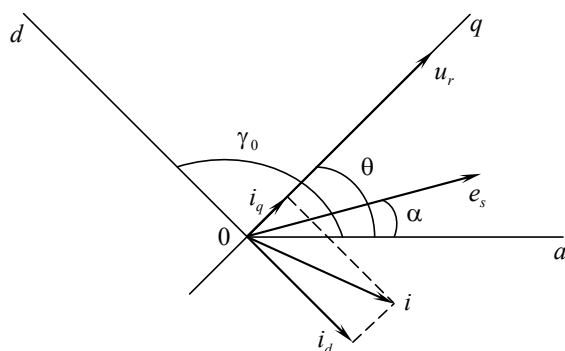


Рис. 1. Векторная диаграмма токов и напряжений синхронной машины

Фазные напряжения на шинах генератора в функции времени выражаются следующими зависимостями [3]:

$$\left. \begin{aligned} e_a &= e_s \sin(\gamma - (\theta - \alpha)); \\ e_b &= e_s \sin(\gamma - 120^\circ - (\theta - \alpha)); \\ e_c &= e_s \sin(\gamma + 120^\circ - (\theta - \alpha)), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где θ – угол между поперечной осью синхронной машины и синхронной осью системы; α – угол между вектором напряжения на шинах синхронной машины и синхронной осью системы.

Применив к (3) преобразование Парка [4], получим

$$\left. \begin{aligned} e_0 &= 0; \\ e_d &= -e_s \sin(\theta - \alpha); \\ e_q &= e_s \cos(\theta - \alpha). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Система алгебраических уравнений, описывающих реакцию электрической сети при электромеханическом переходном процессе в энергосистеме, может включать в себя уравнения прямой, обратной и нулевой последовательностей в зависимости от вида повреждений:

$$\begin{bmatrix} Y_{11} \dots Y_{1i} \dots Y_{1n} \\ \dots \dots \dots \\ Y_{i1} \dots Y_{ii} \dots Y_{in} \\ \dots \dots \dots \\ Y_{n1} \dots Y_{ni} \dots Y_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ \vdots \\ U_i \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 \\ \vdots \\ J_i \\ \vdots \\ J_n \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где Y_{ii} – собственная проводимость i -го узла; Y_{ij} – проводимость ветви, связывающей i -й узел с j -м; U_i , J_i – напряжение и узловой ток в i -м узле.

Связь между системами (2) и (5) осуществляется с помощью преобразования [1]:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Re}(J_i) &= i_{qi} \cos \theta - i_{di} \sin \theta; \\ \operatorname{Im}(J_i) &= i_{qi} \sin \theta + i_{di} \cos \theta. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решение общей системы дифференциально-алгебраических уравнений (2) и (5) при заданных параметрах синхронных машин и начальных условиях осуществлялось с использованием функции `ode23t` MATLAB, реализующей неявный метод трапеций с использованием «свободной» интерполяции для умеренно жестких задач, когда требуется высокоточное решение.

Литература

31. Страхов, С. В. Переходные процессы в электрических цепях, содержащих машины переменного тока / С. В. Страхов. – Москва–Ленинград : Госэнергоиздат, 1960. – 247 с.
32. Горев, А. А. Переходные процессы синхронной машины / А. А. Горев. – Ленинград : Наука, 1985. – 502 с.
33. Золотой, А. А. Моделирование синхронной машины в математическом пакете MATLAB / А. А. Золотой, А. И. Кунцевич // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы IX Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель, 2009. – С. 100–104.
34. Важнов, А. И. Основы теории переходных процессов синхронной машины / А. И. Важнов. – Москва–Ленинград : Госэнергоиздат, 1960. – 312 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ПОИСКА И ЛОКАЛИЗАЦИИ СЛАБЫХ МЕСТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В. И. Мурач, А. Н. Малашин

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель А. Н. Малашин

В сложной электроэнергетической системе (ЭЭС) как структурно-неоднородном техническом объекте существуют так называемые сенсоры и слабые места – узлы, ветви и сечения ЭЭС, которые с точки зрения реакции на изменение режима, на возмущения и управляющие воздействия являются критичными по сравнению с осталь-

ной частью системы. Сенсорными являются элементы схемы сети, параметры режима которых в наибольшей степени изменяются при случайных изменениях в топологии схемы. Неоднородность ЭЭС, приводящая к появлению сенсоров, определяется схемой ЭЭС и ее параметрами. Кроме того, можно выделить такие элементы схемы, изменением параметров которых можно в максимальной степени повлиять на изменение параметров (реакцию) режима ЭЭС в целом, и особенно ее сенсоров. Такие элементы будут называться слабыми местами, они в наибольшей степени «виновны» в наличии сенсоров [1, с. 83], [3, с. 10]. Так, в слабых связях перетоки быстрее всего достигают предельных по статической устойчивости значений при утяжеленных режимах [2, с. 21]. Изменение проводимости слабой связи, ведет к максимальному изменению параметров режима ЭЭС, особенно сенсорных узлов и связей [3, с. 163].

В данной статье авторы рассматривают математический аппарат для поиска и локализации сенсоров и слабых мест ЭЭС, который можно использовать для решения широкого круга задач при проектировании и управлении ЭЭС, и других систем энергетики имеющих сетевую структуру, в том числе и для систем электроснабжения современных систем вооружения. Рассматриваются возможности сравнительно нового аналитического метода исследования ЭЭС, основанного на спектральном и сингулярном анализе матрицы узловых проводимостей и матрицы Якоби для установившихся режимов ЭЭС, который позволяет достаточно эффективно локализовывать сенсоры и слабые места систем энергетики, имеющих сетевую структуру [1]–[4].

Сущность данного способа обнаружения сенсоров и слабых мест базируется на том, что большая часть информации о топологических и параметрических свойствах ЭЭС содержится в матрице собственных и взаимных проводимостей Y и матрице Якоби уравнений установившихся режимов J , а основным источником информации служит одно или несколько их наименьших сингулярных значений [2, с. 23], [3, с. 44].

В соответствии с этими представлениями авторами разрабатывается численный алгоритм локализации сенсоров и слабых мест ЭЭС, реализуемый в системе Mathcad. Для анализа режимов ЭЭС используется вычислительная модель установившихся режимов ЭЭС в виде уравнений узловых напряжений в форме баланса мощностей в узлах ЭЭС в прямоугольной и полярной системе координат переменных. Исходной информацией для расчетов являются мощности генераторов и нагрузки, углы и модули напряжений узлов, сопротивления ветвей и т. п. Решение исследуемой схемы, состоящей из 14 узлов, 15 ветвей и 6 генераторов (рис. 1, а) с «плоского старта» было получено с точностью небаланса мощности 0,0001 МВт (Мвар) за 6 итерации.

Причина большой чувствительности напряжений отдельных узлов – плохая обусловленность матрицы Y . Количественной мерой обусловленности выступает число обусловленности, равное отношению собственных значений $\lambda_{\max} / \lambda_{\min}$ исследуемой матрицы (для исследуемой схемы $Y_{ch.ob} \sim 7,37 \cdot 10^{15}$). Ветви, параметры которых в наибольшей степени «виновны» в плохой обусловленности матрицы Y , являются слабыми [2, с. 24]. Однако определение слабых узлов непосредственно по виду матрицы Y справедливо, лишь при заметном преобладании диагональных элементов над недиагональными. В случае, когда это условие не выполняется, выделение слабых узлов может быть осуществлено при анализе всех элементов матрицы Y с помощью алгоритма кластеризации (указанные выводы справедливы и для матрицы Якоби, рис. 1, б) [3, с. 47].

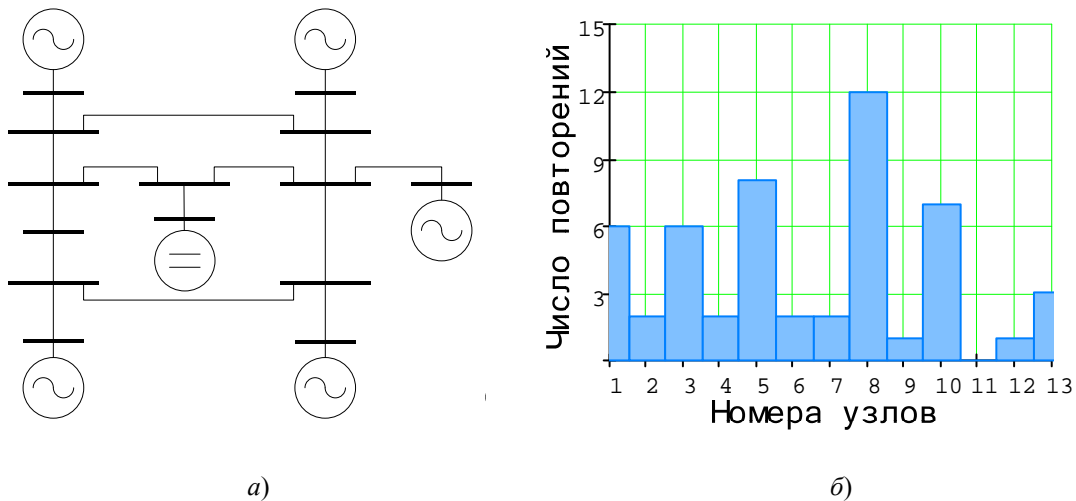


Рис. 1. Исследуемая схема (а – в скобках указаны номера ветвей) и ранжирование ее узлов по алгоритму одномерной кластеризации элементов обратной матрицы Якоби по сенсорности без разделения узлов на сенсорные по фазам и модулям напряжениям (узлы 8, 5, 10, 3, 1, 13)

Боле тонкий анализ возможен с помощью сингулярного анализа матриц Y и J :

$$J = W \sum V^T = \sum_{i=1}^k w_i \sigma_i v_i^T; \quad J^{-1} = (W \sum V^T)^{-1} = \sum_{i=1}^k \frac{v_i w_i^T}{\sigma_i}.$$

В среднем наибольшая реакция на внешние возмущения возникает в узлах, которым соответствует максимальная компонента правого сингулярного вектора V_1 , связанного с минимальным сингулярным значением матрицы Якоби σ_i (рис. 2, а). Поэтому компоненты V_1 определяют узлы, например, модули напряжений которых максимально реагируют на всевозможные внешние возмущения [4, с. 5, 36].

Аналогичным образом можно определить и слабую ветвь [1, с. 88]. Кроме того, минимальное сингулярное значение и максимальная компонента сингулярного вектора матрицы Якоби может быть хорошим показателем близости текущего установившегося режима ЭЭС к предельному по статической устойчивости по напряжению и позволяет установить точку наиболее вероятного коллапса напряжения [3, с. 180].

Вместо сингулярного анализа аналогичные выводы могут быть получены из спектрального разложения матриц J и Y :

$$J^T J = \sum_{i=1}^k v_i \sigma_i^2 v_i^T, \quad J J^T = \sum_{i=1}^k w_i \sigma_i^2 w_i^T, \quad Y = V \Lambda V^T = \sum_{i=1}^k v_i \lambda_i v_i^T.$$

Очевидным достоинством предлагаемых подходов обнаружения чувствительных мест ЭЭС является то, что они являются аналитическими методами, основанными на инвариантных к режиму факторах, и не требуют проведения многократных статистических испытаний, перебора огромного числа вариантов сценариев внешних воздействии [3, с. 5]. При этом методы не лишены недостатков, основным из которых является необходимость решения плохо обусловленных задач анализа режимов ЭЭС.

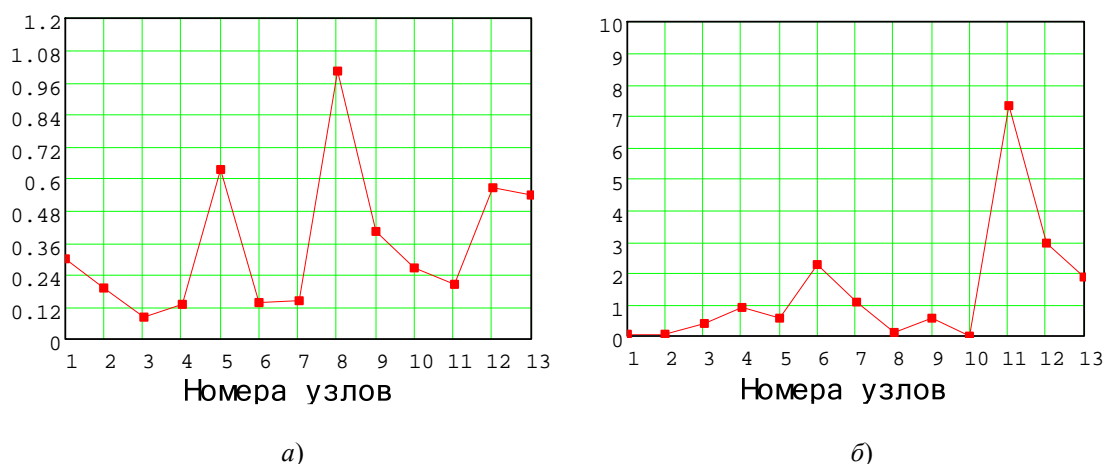


Рис. 2. Значения компонент первого правого сингулярного вектора матрицы Якоби, соответствующих модулям узловых напряжений (*a* – узлы 8, 5, 12 сенсорные по напряжению) и соответствующих фазам узловых напряжений (*б* – узлы 6, 11 сенсорные по фазам напряжения)

Локализация сенсоров и слабых мест ЭЭС позволяет на этапе проектирования ЭЭС предусмотреть меры направленные на усиление равнопрочности сети, тем самым снизить реакцию ЭЭС на внешние возмущения. В качестве таких мероприятий можно рассматривать изменение проводимостей ветвей, ведении источников реактивной мощности, изменение топологии сети [4, с. 43].

Интересным представляется изучение взаимосвязи сенсоров и слабых мест и системных аварий каскадного характера. Очевидно, что возмущения, прилагаемые в разные места системы, будут вызывать различное изменение ее состояния, т. е. иметь различный системный эффект. Закономерно встает вопрос взаимосвязи слабых мест ЭЭС и «триггерных событий», являющихся «спусковым крючком» необратимого развития аварийного процесса [5, с. 13].

Таким образом, разработка математического инструментария для поиска сенсоров и слабых мест ЭЭС позволит получить достаточно совершенный инструмент для решения широкого круга задач от проектирования и управления системами энергетики, имеющими сетевую структуру до анализа системных аварий каскадного характера.

Литература

35. Гамм, А. З. Обнаружение слабых мест в электроэнергетической системе / А. З. Гамм, И. И. Голуб // Изв. РАН. Энергетика. – 1993. – № 3. – С. 83–92.
36. Два подхода к анализу слабых мест электроэнергетической системы / А. В. Агарков [и др.] // Изв. РАН. Энергетика. – 1992. – № 6. – С. 21–30.
37. Анализ неоднородностей электроэнергетических систем / О. Н. Войтов [и др.]. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние РАН, 1999. – 256 с.
38. Гамм, А. З. Сенсоры и слабые места в электроэнергетических системах / А. З. Гамм, И. И. Голуб. – Иркутск : Наука. Сиб. отд-ние РАН, 1996. – 99 с.
39. Воропай, Н. И. Анализ механизмов развития системных аварий в ЭЭС / Н. И. Воропай, Д. Н. Ефимов, В. И. Решетов // Электричество. – 2008. – № 10. – С. 12–24.

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ С ТРЕХРОТОРНОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКОЙ (ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ)

А. С. Третьяков

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь

Научный руководитель О. Н. Парфенович

Предлагаемый асинхронный электродвигатель с трехроторной электромеханикой обладает рядом преимуществ по сравнению с асинхронными электродвигателями стандартного исполнения соответствующей мощности и типоразмеров.

Рассмотрим вначале особенности конструкции данного электродвигателя (в нашей рубрикации – ДАС-14).

Особенности конструкции рассматриваемого асинхронного электродвигателя ДАС-14 приведены на рис. 1 [1].

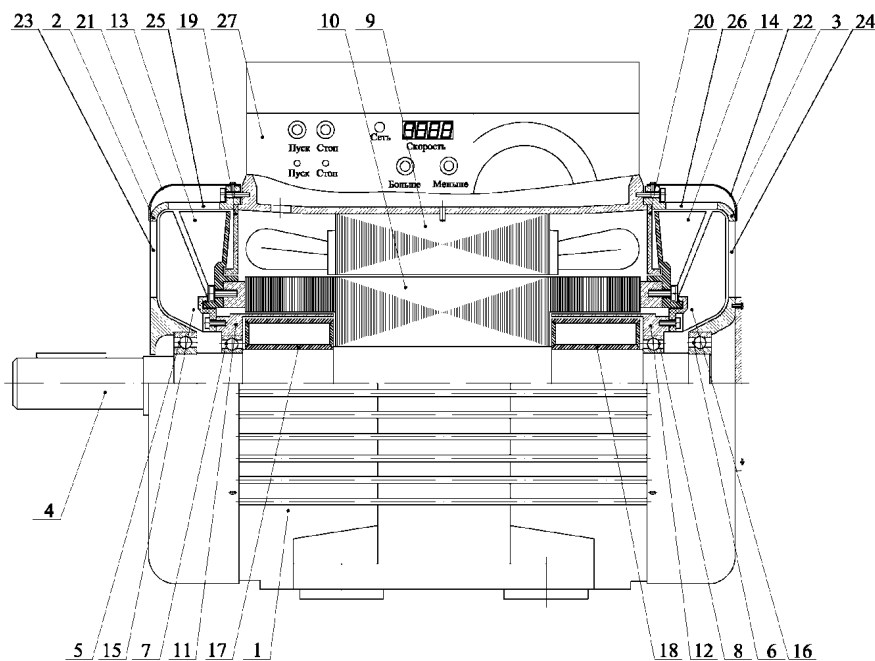


Рис. 1. Особенности конструкции асинхронного электродвигателя по конструктивной схеме ДАС с трехроторной электромеханикой (ДАС-14): 1 – станина электродвигателя; 2, 3 – подшипниковые щиты; 4 – вал силового ротора; 5, 6 – подшипники силового ротора; 7, 8 – подшипники малых роторов вентиляторов; 9 – магнитопровод статора с обмоткой; 10 – удлиненный магнитопровод силового ротора со стержневой обмоткой; 11, 12 – малые роторы вентиляторов; 13, 14 – лопасти вентиляторов-теплорассеивателей силового ротора; 15, 16 – вентиляторы, закрепленные на малых роторах; 17, 18 – магнитопроводы малых роторов вентиляторов; 19, 20 – кольцевые перегородки; 21, 22 – кожухи; 23, 24 – радиальные отверстия подшипниковых щитов; 25, 26 – осевые отверстия подшипниковых щитов; 27 – клеммная коробка со встроенным электронным блоком регулирования

Электродвигатель работает следующим образом. При снижении переменного напряжения на обмотках статора 9 и наличия замкнутой по частоте вращения силового ротора 10 системы управления, скорость вращения силового ротора 10 будет изменяться вниз от номинальной, но частота вращения малых роторов 11, 12 будет

постоянной, близкой к номинальной. Отвод потерь скольжения, выделяющихся в стержневой обмотке силового ротора 10, будет осуществляться в осевом направлении по обе стороны силового ротора 10 с выходом на вентиляторы-теплорассеиватели 13, 14. Далее потоками воздуха, забираемого через радиальные отверстия 23, 24 подшипниковых щитов 2, 3 вентиляторами 15, 16, вращающимися с постоянной, близкой к синхронной, скоростью, потери выводятся через осевые отверстия 25, 26 подшипниковых щитов 2, 3 в окружающую среду.

Особенностью конструкции данного электродвигателя является наличие двух малых роторов 11, 12, расположенных в полых частях силового ротора 10 на его торцах. На силовом роторе располагаются вентиляторы – теплорассеиватели 13, 14, выполненные из алюминиевых сплавов высокой теплопроводности; на малых роторах – вспомогательные вентиляторы 15, 16, вращающиеся с постоянной, не зависящей от скорости вращения силового ротора, частотой. С помощью такого конструктивного решения системы охлаждения электродвигателя происходит интенсивный вывод потерь из силового ротора и части потерь из статора. Применение такой конструкции, а также открытых пазов статора и силового ротора позволило увеличить номинальный ток статора, тем самым увеличивается снимаемая с вала электродвигателя мощность (табл. 1). На основании полученных расчетных данных асинхронного электродвигателя ДАС-14 были рассчитаны температуры перегрева отдельных узлов указанного электродвигателя (табл. 2) [2].

Таким образом, возможность снятия с вала электродвигателя большей мощности по сравнению с электродвигателем стандартного исполнения соответствующей мощности и типоразмеров позволяет говорить о нем как о ресурсосберегающем электродвигателе.

Второй отличительной чертой данного электродвигателя является его работа управления с отрицательной обратной связью по скорости. Это позволяет обеспечить управляемый пуск, торможение, регулирование скорости и режимы энергосбережения.

Область применения предлагаемого асинхронного электродвигателя:

- 1) подъемно-транспортные машины и механизмы;
- 2) электропривода различного рода нагнетателей;
- 3) электропривода подач различного рода машин и механизмов.

Таблица 1

Характеристики асинхронных электродвигателей

Параметр	АИРС 100S4	ДАС-14 с электронным регулятором напряжения
Мощность, Вт	2300	3800
Напряжение, В	380	380
Ток, А	5,76	8,56
Частота вращения, об/мин	1428	1428
Ток холостого хода, А	4,3	0,5
КПД номинальный, %	78	81
Cos(f) номинальный	0,78	0,83
Кратность пускового тока, I_n/I_H	6,2	3,2
Кратность пускового момента, M_n/M_H	2,8	2,50
Кратность максимального момента, M_{max}/M_H	3,1	2,55

Окончание табл. 1

Параметр	АИРС 100S4	ДАС-14 с электронным регулятором напряжения
Кратность минимального момента, M_{\min}/M_n	2,27	2,4
Момент, допустимый по условиям нагрева при $n = 0$, $H \cdot m$	0,5	8,0
Габариты, мм	360-245-240	366-270-240
Масса, кг	27,9	29,8

Таблица 2

**Расчетные значения температур перегрева отдельных узлов
асинхронного электродвигателя ДАС-14**

Параметр	ДАС-14
Температура перегрева обмотки статора, °С	80
Температура перегрева статора, °С	67
Температура перегрева силового ротора, °С	72
Температуры перегрева роторов вентиляторов, °С	72
Температура перегрева станины, °С	52
Температуры перегрева воздушных зон лобовых частей, °С	64
Температуры перегрева воздушных зон вентиляторно-радиаторного охлаждения, °С	26
Температуры перегрева вентиляторов-теплорассеивателей, °С	33

Литература

40. Пат. а 20071410 Респ. Беларусь, МПК (2006) Н 02К 9/04. Асинхронный электродвигатель для регулируемого привода машин и механизмов / О. Н. Парфенович, А. С. Третьяков ; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». – № 12180 ; заявл. 11.21.07 ; опубл. 06.30.09, Бюл. № 12 (II ч.). – 18 с.
41. Парфенович, О. Н. Элементы теории тепловых процессов электродвигателя по конструктивной схеме ДАС с двухроторной электромеханикой / О. Н. Парфенович, А. С. Третьяков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2009. – № 2. – С. 148–157.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

Д. О. Широкова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Д. Елкин

Целью исследования является определение пусковых характеристик источников света.

Для достижения указанной цели в процессе исследования решены следующие задачи:

– выбор и настройка средств измерений для определения пусковых характеристик источников света;

– уточнены известные пусковые характеристики ламп накаливания, а также длительность и глубина провала питающего напряжения при включении ламп накаливания;

– сформирован план исследований устойчивости светодиодных источников света к кратковременным нарушениям электроснабжения.

В настоящее время существуют средства измерения, с помощью которых можно исследовать пусковые характеристики источников света. Например, анализаторы режимов электрических сетей «АНТЕС-АР-3Ф», «АНТЭС АК-3Ф», регистраторы напряжения и тока «РЕГИНА», «Парма РК6.05М» [1], [2]. На кафедре «Электроснабжение» УО ГГТУ им. П. О. Сухого также разработан «Комплекс регистрации параметров электрических сигналов» (КРПЭС). КРПЭС представляет собой виртуальный измерительный прибор, построенный на основе персонального компьютера по модульному принципу, и предназначен для регистрации мгновенных значений напряжений и токов в распределительных устройствах в нормальных и аварийных режимах работы электрических сетей. На основе КРПЭС составлена схема исследования пусковых характеристик источников света, представленная на рис. 1, где ТТ – измерительный трансформатор тока; ИПТ – измерительный преобразователь тока; ИПН – измерительный преобразователь напряжения; АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

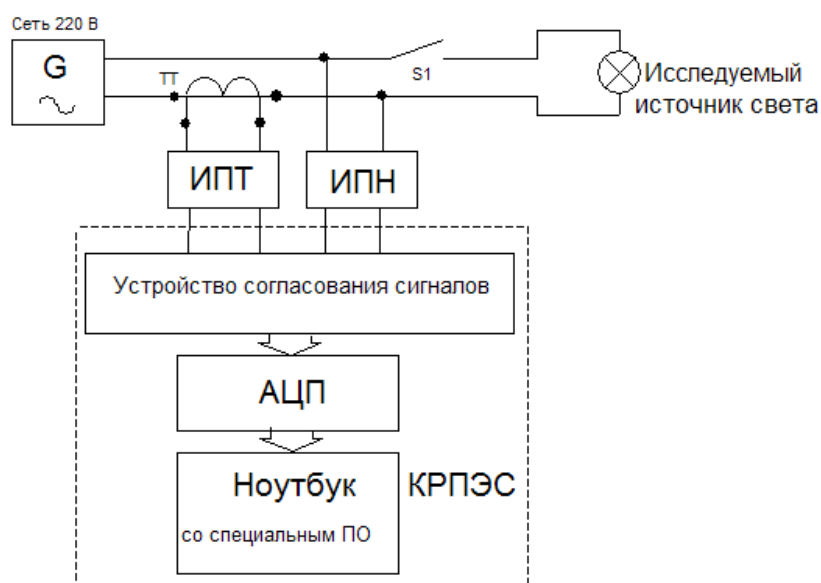


Рис. 1. Схема исследования пусковых характеристик источников света

В [1] приведены характеристики ламп накаливания в пусковом режиме. Однако длительности пуска и провалы напряжений при включении ламп накаливания в питающую цепь не исследованы.

С помощью схемы, представленной на рис. 1, были получены осциллограммы напряжения и тока при включении ламп накаливания в питающую цепь. Примеры осциллограмм напряжения и тока при включении ЛН-25, ЛН-40, ЛН-150 представлены на рис. 2.

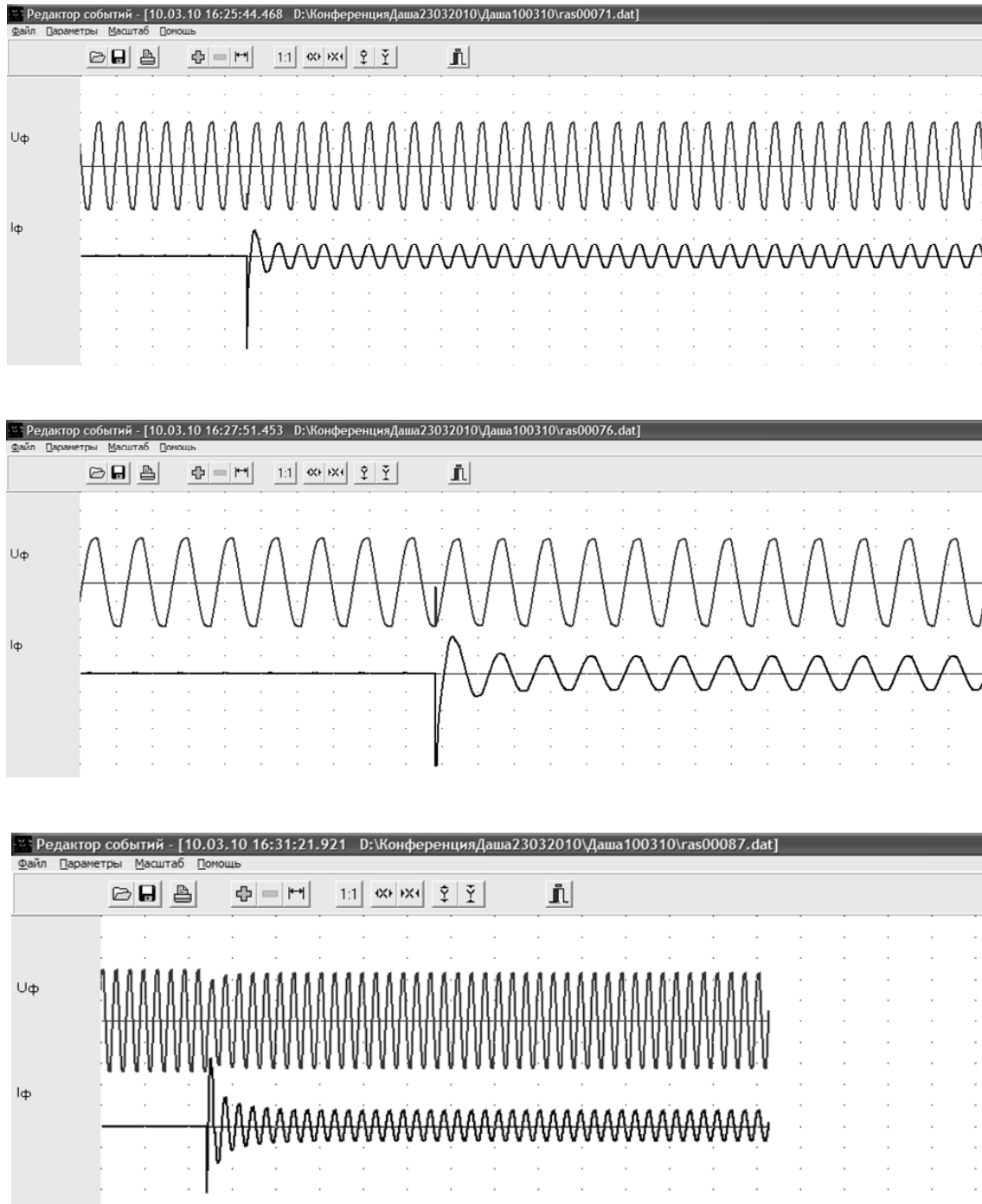


Рис. 2. Осциллограммы напряжения и тока при включении ЛН-25 (ras00071.dat), ЛН-40 (ras00076.dat), ЛН-150 (ras00087.dat)

Обработка осциллограмм напряжения и тока при включении ламп накаливания в питающую цепь позволила уточнить кратность пускового тока и определить длительность и глубину провалов питающего напряжения при включении ламп накаливания, что отражено в таблице.

**Длительность пуска t_n , мс, кратность пускового тока $K_{п.т}$,
глубина провала напряжения δU_n , %, при включении ламп накаливания**

№ осциллограммы	Тип источника света	t_n , мс	$K_{п.т}$	δU_n , %
ras00071.dat	ЛН-25	29	7,97	1,81 %
ras00072.dat	ЛН-25	26	3,96	1,03 %
ras00074.dat	ЛН-25	31,7	6,90	2,42 %
ras00076.dat	ЛН-40	29,6	5,43	2,84 %
ras00077.dat	ЛН-40	34	5,40	3,41 %
ras00079.dat	ЛН-40	42	5,75	4,02 %
ras00081.dat	ЛН-60	62	4,06	6,83 %
ras00083.dat	ЛН-60	91	4,04	9,03 %
ras00084.dat	ЛН-60	77,6	3,95	5,05 %
ras00087.dat	ЛН-150	108,8	4,35	20,44 %
ras00088.dat	ЛН-150	177	4,71	18,13 %
ras00089.dat	ЛН-150	161,4	6,70	30,14 %

Заключение. По результатам выполнения работы можно сделать следующие выводы:

1. Произведена адаптация и апробирование средств измерений для исследования пусковых характеристик источников света. Применяемый в исследованиях комплекс регистрации параметров электрических сигналов может быть также использован для исследования устойчивости светодиодных источников света к кратковременным нарушениям электроснабжения.

2. Исследованы длительность, кратность пускового тока и глубина провала напряжения ламп накаливания. В результате исследований подтверждено, что с ростом мощности ЛН увеличивается длительность пуска и глубина провала напряжения. Выявлено, что кратность пускового тока зависит от значения мгновенного напряжения в момент включения ЛН.

3. Сформирован план исследований устойчивости светодиодных источников света к кратковременным нарушениям электроснабжения, который заключается в следующем:

– разработка устройств моделирующих провалы напряжения, кратковременные перенапряжения, и импульсы напряжения в цепи питания светодиодных источников света.

– выбор первичных измерительных преобразователей и адаптация КРПЭС для исследования устойчивости светодиодных источников света к кратковременным нарушениям электроснабжения.

– исследование границ устойчивости светодиодных источников света к указанным электромагнитным помехам.

Литература

42. Гуракова, Л. Д. Пусковые режимы в цепях с лампами накаливания / Л. Д. Гуракова, Е. Д. Дьяков // Світлотехніка та електроенергетика. – 2007. – № 3–4 – С. 11–15.
43. Гриб, О. Г. Формирование практических навыков работы с современными приборами учета электрической энергии у студентов электроэнергетических специальностей / О. Г. Гриб, О. Н. Довгалюк, Т. В. Блощенко // Світлотехніка та електроенергетика. – 2009. – № 2. – С. 33–37.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

М. Н. Кузнецов, В. В. Савочкина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Методика сравнения и выбора распределительных трансформаторов известна, однако на практике при выборе цеховых трансформаторов возникает ряд трудностей:

1. На сегодняшний день существует большой ассортимент трансформаторов и даже трансформаторы одинакового типоразмера отличаются техническими характеристиками и стоимостными показателями.

2. В рыночных условиях функционирования на эффективность долгосрочных энергосберегающих мероприятий влияет ряд факторов [1], таких как рост цен на энергоресурсы, ставка рефинансирования банка, вид тарифа, по которому оплачивается электроэнергия, и другие. Также при планировании энергосберегающего мероприятия следует сравнивать эффективность вложения денежных средств для реализации данного мероприятия с эффективностью вложения средств в другие инвестиционные проекты.

В связи с необходимостью уточнения методики выбора распределительных трансформаторов представляется целесообразным разработать программное обеспечение для технико-экономического обоснования выбора распределительных трансформаторов при учете ряда технических и экономических факторов. Для этого были решены следующие задачи:

1) выполнена сравнительная оценка и сформирована база данных современных распределительных трансформаторов производства Минского электротехнического завода им. В. И. Козлова;

2) разработаны технико-экономические модели для сравнения и выбора трансформаторов с учетом ряда факторов;

3) разработан комплекс программ для ПЭВМ для технико-экономического обоснования выбора распределительных трансформаторов при учете ряда факторов;

4) выполнена оценка энергетического и экономического эффекта замены распределительных трансформаторов на предприятиях.

Технико-экономическая модель сравнения и выбора распределительных трансформаторов [2] основывается на концепции дисконтирования потоков реальных денег. Фрагменты программы для сравнения распределительных трансформаторов в условиях расчета за электроэнергию по двухставочному тарифу представлены на рис. 1 и 2.

Характеристики распределительных трансформаторов		
	ТМЭ	ТМГ12
Тип трансформатора	ТМЭ	ТМГ12
Номинальная мощность, кВА	1600	630
Количество	1	1
Потери холостого хода, кВт	3,3	0,8
Потери короткого замыкания, кВт	16,5	6,75
Срок службы, лет	10	25
Стоимость, тыс. руб	0	33962,8
Продолжительность включенного состояния в году, ч		8700
Время наибольших потерь, ч	617	
Максимальная нагрузка, кВА	445,7	
Ставка рефинансирования, %	14	
Первая ставка тарифа, руб/кВт	26529,7	
Вторая ставка тарифа, руб/кВт*ч	246,5	
Среднегодовой рост тарифов на электроэнергию, %	20	

Рис. 1. Окно ввода исходных данных

Результаты

Динамический срок окупаемости, мес 82 (6,8 лет)

Чистый дисконтированный доход, тыс. руб 44206,75

Тип трансформатора ТМЗ-1600 ТМГ12-630

Годовые издержки, тыс. руб 7335,8 7338,4

Сравнительная цена, тыс. руб 116104,9 71898,1

Экономия электроэнергии в год кВт*ч 20035,9

Назад Начало

Рис. 2. Окно вывода результатов расчета

Для выбора числа и мощности трансформаторов на подстанциях на основе технико-экономических расчетов была разработана программа для ПЭВМ в системе программирования Delphi. Диалоговые окна программы представлены на нижеприведенных рисунках.

Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций

Максимальная нагрузка, кВА 835

Продолжительность включенного состояния в году, ч 8760

Время наибольших потерь, ч 3530

Просмотр номенклатуры трансформаторов

Ставка рефинансирования, % 14

Ставка тарифа на электроэнергию, руб/кВт*ч 301,1

Среднегодовой рост тарифов на электроэнергию, % 20

Ввод

Рис. 3. Окно ввода исходных данных

Номенклатура трансформаторов

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВА	Потери жс, кВт	Потери ко, кВт	Цена, тыс. руб
ТМГ	100	0,27	1,97	7351,8
ТМГМШ	100	0,22	1,97	8080,3
ТСЗ	100	0,4	1,72	8886,2
ТМГ	160	0,41	2,6	8720,6
ТМГМШ	160	0,32	2,6	9636,8
ТСЗЛ	160	0,85	2,15	37433,3
ТМГ	250	0,58	3,7	11259,5
ТМГМШ	250	0,45	3,7	12385,4
ТСЗЛ	250	0,9	3	40114,7
ТМГ	400	0,83	5,4	14836
ТМГ13	400	0,83	6	13677
ТМГМШ	400	0,6	5,4	16491,8
ТСЗЛ	400	1,2	3,9	45523,6
ТМГ	630	1,24	7,6	22806
ТМГ11	630	1,06	7,45	23638,9
ТМГ12	630	0,8	6,75	26125,2

Дальше

Рис. 4. База данных современных трансформаторов мощностью от 100 до 2500 кВ · А

В результате работы программы для заданной расчетной нагрузки подбираются трансформаторы соответствующей мощности с различными технико-экономическими характеристиками для одно-, двух- и трехтрансформаторных подстанций. Критерием выбора трансформаторов является минимальная сравнительная цена [3], которая представляет собой сумму капитальных вложений и эксплуатационных затрат, дисконтированных к начальному моменту времени.

Результаты

Варианты для однотрансформаторной подстанции

Тип трансформатора	Цена, тыс. руб.	Сравнительная цена, тыс. руб.
ТМГ-1000	28712,2	222180,3
ТМГ11-1000	29902,4	215021,2
ТМГ12-1000	33641,8	199199,2
ТМГМШ-1000	32101,1	210957,9

Варианты для двухтрансформаторной подстанции

Тип трансформатора	Цена, тыс. руб.	Сравнительная цена, тыс. руб.
ТМГ-630	45612	261439,4
ТМГ11-630	47277,8	245060,2
ТМГ12-630	52250,4	218701,5
ТМГМШ-630	50182	240961,6

Варианты для трехтрансформаторной подстанции

Тип трансформатора	Цена, тыс. руб.	Сравнительная цена, тыс. руб.
ТМГ-400	44508	280408,5
ТМГ13-400	41031	291592,8
ТМГМШ-400	49475,4	256570,8
ТСЭГЛ-400	136570,8	382156,5

Технико-экономическое сравнение вариантов

Назад Выход

Рис. 5. Окно вывода результатов расчета

Использование разработанного программного обеспечения позволяет оперативно произвести технически и экономически обоснованный выбор числа и мощности трансформаторов для цеховых подстанций.

Технико-экономическое сравнение вариантов

Сравнение вариантов для однотрансформаторной подстанции

Тип трансформаторов	Доп-е затраты, тыс. руб.	Экономия ЭЭ в год, кВт*ч	Дин-й срок окупаемости
ТМГ11-1000 вместо ТМГ-1000	1190,2	1752	26 (2,2 лет)
ТМГ12-1000 вместо ТМГ11-1000	3739,4	4104,7	35 (2,9 лет)
ТМГ12-1000 вместо ТМГМШ-1000	1540,7	2790,7	22 (1,8 лет)

Сравнение вариантов для двухтрансформаторной подстанции

Тип трансформаторов	Доп-е затраты, тыс. руб.	Экономия ЭЭ в год, кВт*ч	Дин-й срок окупаемости
ТМГ11-630 вместо ТМГ-630	1665,8	3618,7	18 (1,5 лет)
ТМГ12-630 вместо ТМГ11-630	4972,6	6725,6	29 (2,4 лет)
ТМГ12-630 вместо ТМГМШ-630	2068,4	6088,3	16 (1,3 лет)

Сравнение вариантов для трехтрансформаторной подстанции

Тип трансформаторов	Доп-е затраты, тыс. руб.	Экономия ЭЭ в год, кВт*ч	Дин-й срок окупаемости
ТМГ-400 вместо ТМГ13-400	3477	3076,5	44 (3,7 лет)
ТМГ-630 вместо ТМГ13-400	27307	4280,9	не окупается
ТМГМШ-630 вместо ТМГ-630	6855	7884	34 (2,8 лет)

Назад Выход

Рис. 6. Окно технико-экономического сравнения трансформаторов между собой

Таким образом, выбор распределительных трансформаторов, основанный на комплексной технико-экономической оценке при учете ряда факторов, позволит снизить потери электроэнергии и более эффективно использовать денежные средства.

Литература

44. Колесник, Ю. Н. Оценка эффективности долгосрочных энергосберегающих мероприятий с учетом роста цен на электроэнергию / Ю. Н. Колесник, А. В. Иванейчик, М. Н. Кузнецов // Энергетика и ТЭК. – 2008. – № 11. – С. 40–42.
45. Кузнецов, М. Н. Решение задач оценки эффективности распределительных трансформаторов / М. Н. Кузнецов, В. В. Савочкина // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы IX Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и магистрантов. – Гомель, 2009. – С. 143–146.
46. О комплексной финансовой оценке технических характеристик распределительных трансформаторов с точки зрения конечного потребителя / Л. Н. Стабровский // Энергия и менеджмент. – 2005. – № 3. – С. 31–35.

ПРОГРАММА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ФАЙЛОВ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ

Е. В. Соболев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

До недавнего времени практически единственной доступной информацией о светораспределении световых приборов (СП) были приводимые в каталогах фирм-производителей СП графики кривых сил света (КСС). Использование такой информации в светотехнических расчетах сопряжено с рядом трудностей. Во-первых, графики необходимо перевести в табличную форму, что является довольно трудоемкой процедурой. Во-вторых, часто приводимые КСС даются в довольно схематичном, а часто и усеченном виде, хотя нередко отсутствующая информация очень важна.

В настоящее время ситуация коренным образом изменилась. Большинство ведущих мировых фирм-производителей СП стали выставлять на своих сайтах в Интернете полные базы фотометрических данных своей продукции для свободного пользования. Обусловлено это переходом большинства мировых проектных организаций от ручной технологии расчета к компьютерной, которая позволяет увеличить качество и скорость выполнения проектных работ.

Однако в Республике Беларусь электронные форматы представления фотометрических данных СП пока еще не получили широкого распространения. Связано это в первую очередь с отсутствием доступной информации по правилам представления светораспределения СП в электронном виде, а также ориентацией проектных организаций Республики Беларусь на ручные способы проектирования осветительных установок. Поэтому разработка программных средств составления файлов фотометрических данных является актуальной и важной задачей на пути перехода от ручных способов проектирования осветительных установок (ОУ) к программным.

Состояние вопроса. Центральное место в проектировании ОУ занимает светотехнический расчет, позволяющий определить необходимые характеристики установки (уровни освещенности или яркости, другие качественные показатели) [1]. До последнего времени методология светотехнического расчета ОУ базировалась на технологии ручного труда, которая предусматривает использование расчетных таблиц, графиков и номограмм, а также на типизации и аналитической аппроксимации КСС СП. В настоящее время наблюдается переход от ручной технологии расчета к компьютерной. Сейчас на рынке программного обеспечения имеются специализированные светотехнические программы, в том числе и такие, которые позволяют получать на экране монитора изображение моделируемых ОУ, воспринимаемое близко к реальности. Расчетные алгоритмы таких программ базируются на современных ма-

тематических методах, использующих матрично-векторный аппарат. Для представления светораспределения СП нет необходимости подыскивать аналитическую аппроксимацию КСС, внося при этом дополнительную погрешность. Для большинства практических задач достаточно иметь значения силы света в табличной форме. Для того чтобы эта информация могла быть использована разными светотехническими программами, эти данные записываются по определенным правилам или форматам.

В настоящее время существует несколько форматов представления фотометрических данных СП. Среди них можно отметить такие как:

- международный формат CIE 102, разработанный МКО;
- британский формат CIBSE TM-14, разработанный британским институтом строительной физики CIBSE;
- европейский формат EULUMDAT, разработанный Акселем Стокмаром (Axel Stockmar), Германия;
- формат IES (полное название – BSR/IESNA LM-63), разработанный Североамериканским светотехническим обществом (IESNA) [2].

Наибольшее распространение получил формат IES. Фотометрические данные СП по данному формату записываются в виде текстового файла в кодировке ASCII. В первой строке указывается формат файла IES по данному стандарту: IESNA:LM-63-1995. Далее следуют необязательные параметры, характеризующие название и основные характеристики СП и источника света, а также информацию о производителе СП. Каждый из необязательных параметров начинается с ключевого слова [2]. Далее записывается обязательное выражение, характеризующее зависимость светового потока используемой лампы от наклона СП.

После записываются обязательные строки, состоящие из группы параметров. Среди наиболее значимых можно отметить:

- световой поток лампы;
- число полярных углов;
- число азимутных углов;
- тип фотометрии;
- мощность светильника;
- силы света для всех полярных и азимутных углов.

В настоящее время на рынке имеется достаточно ограниченный выбор программных продуктов, которые в той или иной степени могут использоваться в качестве программного обеспечения для составления и анализа файлов фотометрических данных. Наиболее известными являются IESviewer и IES_gen.

Программа IES_Master. В НИЛ ТХН ГГТУ им. П. О. Сухого разработана программа позволяющая создавать и анализировать файлы фотометрических данных в формате IES. Программа разработана согласно [2] для операционной системы Windows XP. Для формирования выходных данных в виде отчета необходимо использовать пакет Microsoft Office 2003 и выше.

Основные возможности программы:

- создание файлов фотометрических данных;
- редактирование файлов фотометрических данных;
- контроль корректности вводимой информации;
- составление отчета.

Программа состоит из трех форм: основной и двух вспомогательных.

Основная форма состоит из области для ввода параметров светильников (обязательные параметры согласно [2]), а также области для просмотра и контроля КСС создаваемого (редактируемого) СП.

Вспомогательная форма «Общая информация» предназначена для ввода необязательных параметров согласно [2], а вспомогательная форма «Световые характеристики» предназначена для ввода значений сил света СП для всех полярных и азимутных углов.

Сравнительная характеристика разработанной программы и программ IESviewer и IES_gen представлена в таблице.

Сравнительная характеристика программ создания и анализа файлов фотометрических данных

Характеристика	IESviewer	IES_gen	IES_Master
Создание файлов для осесимметричных СП	средствами WordPad	да	да
Создание файлов для неосесимметричных СП	средствами WordPad	нет	да
Редактирование ранее созданных файлов	средствами WordPad	да	да
Трудоемкость освоения	высокая	низкая	низкая
Создание отчета	нет	нет	да
Контроль корректности вводимой информации	нет	нет	да

Заключение. Разработана программа для создания и анализа файлов фотометрических данных. Программа позволяет создавать новые, а также редактировать ранее созданные файлы фотометрических данных как для осесимметричных, так и неосесимметричных световых приборов. Разработанная программа имеет интуитивно понятный интерфейс и снабжена функцией контроля корректности вводимой информации, что снижает до минимума риск ввода ошибочных данных. Также программа снабжена функцией создания отчета, что повышает наглядность получаемого результата.

Л и т е р а т у р а

47. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : Знак, 2006. – 972 с.
48. IESNA Recommended Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data. IESNA LM-63–95. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1995.

АНАЛИЗ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Н. М. Ходанович, А. Ю. Шутов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Д. И. Зализный

В процессе исследований была поставлена задача проанализировать нормы по перегреву кабелей в соответствии с требованиями ПТЭ, а также справедливость формулы для проверки сечения жилы кабеля на термическую стойкость.

Согласно ПТЭ кабельные линии (КЛ) с бумажной изоляцией, напряжением 6–10 кВ, несущие нагрузки меньше номинальных, могут кратковременно перегружаться в пределах, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая краткость перегрузки по отношению к номинальной в течение		
		0,5 ч	1 ч	3 ч
0,6	В земле	1,35	1,30	1,15
	В воздухе	1,25	1,15	1,10
	В трубах (в земле)	1,20	1,10	1,00
0,8	В земле	1,20	1,15	1,10
	В воздухе	1,15	1,10	1,05
	В трубах (в земле)	1,10	1,05	1,00

Аналогичная таблица существует и для случаев ликвидации аварии на КЛ напряжением до 10 кВ. Для КЛ, длительное время (более 15 лет) находящихся в эксплуатации, перегрузки должны быть понижены на 10 %. Перегрузка КЛ напряжением 20–35 кВ не допускается. Для КЛ с пластмассовой изоляцией нормативные данные в ПТЭ отсутствуют.

При проектировании систем электроснабжения осуществляют проверку кабелей на термическую стойкость к токам КЗ, в соответствии с известными формулами на основе термического импульса тока КЗ.

В реальных условиях эксплуатации на кабель воздействует значительное количество факторов: изменения тока нагрузки, температуры окружающей среды и т. д.

Современная вычислительная техника позволяет учесть все эти факторы путем анализа нагрузочной способности на основе математической модели тепловых процессов в кабеле.

В связи с этим была разработана математическая модель тепловых процессов, в которой были учтены факторы, влияющие на нагрев кабелей, а именно диэлектрические потери в изоляции, поверхностный эффект в жилах, потери в экране, способ заземления экрана кабеля.

Тепловые процессы в рассматриваемой модели можно описать системой дифференциальных уравнений (1).

Отметим, что θ_2 является температурой наиболее нагретой точки изоляции кабеля.

Диэлектрические потери P_2 и P_4 можно рассчитать, зная напряжение, приложенное к изоляции, рабочую частоту, емкость изоляции, тангенс угла диэлектрических потерь изоляции.

Потери мощности в экране P_3 зависят от способа заземления экрана кабеля. Если экран заземлен с двух сторон, то по нему протекает значительный ток, сравнимый с током в жиле. Если экран заземлен с одной стороны, то ток через него приблизительно равен нулю. Зная действующее значение тока в экране, по аналогии с потерями в жиле можно рассчитать потери мощности в экране:

$$\begin{cases} C_1 \frac{d\theta_1}{dt} + \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_1} = P_1; \\ C_2 \frac{d\theta_2}{dt} + \frac{\theta_2 - \theta_1}{R_1} + \frac{\theta_2 - \theta_3}{R_2} = P_2; \\ C_3 \frac{d\theta_3}{dt} + \frac{\theta_3 - \theta_2}{R_2} + \frac{\theta_3 - \theta_4}{R_3} = P_3; \\ C_4 \frac{d\theta_4}{dt} + \frac{\theta_4 - \theta_3}{R_3} + \frac{\theta_4 - \theta_5}{R_4} = P_4, \end{cases} \quad (1)$$

где $\theta_1 - \theta_5$ – соответственно температуры однородных тел: токоведущей жилы, основной изоляции жилы, экрана, защитной оболочки и окружающей среды ($^{\circ}\text{C}$); $C_1 - C_4$ – теплоемкости соответствующих однородных тел ($\text{Вт} \cdot \text{с}/^{\circ}\text{C}$); $R_1 - R_4$ – тепловые сопротивления соответствующих однородных тел ($^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$); $P_1 - P_4$ – потери активной мощности соответственно в токоведущей жиле, изоляции жилы, экране и защитной оболочке (Вт).

Поверхностный эффект (скин-эффект) проявляется в увеличении электрического сопротивления проводника на переменном токе по сравнению с сопротивлением на постоянном токе. Учесть это явление можно с помощью приближенных формул, которые приводятся в справочниках по физике.

Для расчета исходной системы дифференциальных уравнений с учетом факторов, влияющих на нагрев кабеля, воспользуемся одним из самых распространенных численных методов решения систем дифференциальных уравнений – методом Рунге-Кутты по алгоритму (2):

$$\begin{cases} K_{i,1}^j = \Delta t \left(\frac{P_i}{C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i-1}}{R_{i-1} \cdot C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i+1}}{R_i \cdot C_i} \right); \\ K_{i,2}^j = \Delta t \left(\frac{P_i}{C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i-1}}{R_{i-1} \cdot C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i+1}}{R_i \cdot C_i} + \frac{K_{i,1}^j}{2} \right); \\ K_{i,3}^j = \Delta t \left(\frac{P_i}{C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i-1}}{R_{i-1} \cdot C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i+1}}{R_i \cdot C_i} + \frac{K_{i,2}^j}{2} \right); \\ K_{i,4}^j = \Delta t \left(\frac{P_i}{C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i-1}}{R_{i-1} \cdot C_i} - \frac{\theta_i - \theta_{i+1}}{R_i \cdot C_i} + K_{i,3}^j \right); \\ \theta_i^j = \theta_i^{j-1} + \frac{1}{6} (K_{i,1}^j + 2 \cdot K_{i,2}^j + 2 \cdot K_{i,3}^j + K_{i,4}^j), \end{cases} \quad (2)$$

где $i \in [1, 4]$ – номер расчетной температуры; $R_0 = \infty$; $j \in [1, n]$ – номер итерации (n – количество итераций); Δt – шаг итерации по времени.

Исследования проводились в математическом пакете MathCad для кабелей с пластмассовой изоляцией напряжением 10 и 35 кВ различного сечения. Были рассмотрены наихудшие условия с точки зрения нагрева кабеля. А именно температура воздуха считалась постоянной и равной 20°C . Нагрузка моделировалась также неизменной. В процессе исследований ток нагрузки подбирался таким образом, чтобы температура наиболее нагретой точки изоляции жилы кабеля достигала критического значения, равного 90°C для кабелей с пластмассовой изоляцией. При этом производился расчет эквивалентной тепловой постоянной времени кабеля.

При исследованиях в режиме короткого замыкания подбирался ток КЗ таким образом, чтобы температура наиболее нагретой точки изоляции жилы кабеля достигала критического значения за время действия защиты, которое принималось равным 3 секундам. Полученное значение тока КЗ сравнивалось с током, рассчитанным на основе теплового импульса тока КЗ. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тип кабеля	Номинальное напряжение кабеля, кВ	Ток термической стойкости, А	Расчетный ток по модели, А	Нагрузочная способность кабеля (коэффициент перегрузки)	Тепловая постоянная времени, мин
N2XS2Y-35	10	3031,09	3740	1,832	17,45
N2XS2Y-70	10	6062,18	6580	1,926	16,24
N2XS2Y-120	10	10392	10400	1,978	14,58
N2XS2Y-185	10	16021	15200	2,065	13,57
N2XS2Y-300	10	25981	23500	2,112	13,89
N2XS2Y-500	10	43301	37000	2,257	11,67
N2XS(FL)2Y-50	35	4330,13	7620	1,567	18,23
N2XS(FL)2Y-95	35	8227,24	12130	1,571	19,77
N2XS(FL)2Y-150	35	12990	17220	1,631	21,28
N2XS(FL)2Y-240	35	20785	25100	1,66	23,58
N2XS(FL)2Y-400	35	34641	38350	1,78	26,67

Проведенные исследования показывают, что нагрузочная способность кабелей с пластмассовой изоляцией выше, чем нагрузочная способность кабелей с бумажной изоляцией. При этом эквивалентная тепловая постоянная времени варьируется в широких пределах, что необходимо учитывать при проектировании систем электроснабжения.

Полученные результаты носят предварительный характер из-за необходимости дальнейшего совершенствования используемой математической модели, не учитывающей способ прокладки кабеля. Однако эти результаты могут являться основой для разработки новых рекомендаций ПТЭ по нагрузочной способности кабелей.

Анализ в режиме короткого замыкания показал, что формула для расчета тока в кабеле на термическую стойкость к току КЗ может давать как завышенные, так и заниженные значения тока. Следовательно, необходимо ставить под сомнение достоверность устаревших методов расчета и пользоваться более современной методикой, которая учитывает значительное число факторов.

ТЕПЛОБМЕН ПРИ КИПЕНИИ СМЕСЕВЫХ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

Е. Н. Волкова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

Широкое внедрение холода в различные отрасли промышленности, сельское хозяйство, транспорт, медицину, торговлю, быт ставит перед холодильной техникой неотложные задачи технического совершенствования холодильных машин.

Вес испарителей составляет 35–40 % от общего веса холодильной машины, а потери энергии из-за термодинамической необратимости процессов теплообмена соизмеримы с энергетическими потерями компрессора. Поэтому задачи интенсификации и обоснованного проектирования испарителей имеют первостепенное практическое значение. Для их

решения прежде всего необходимы надежные данные о теплоотдаче при кипении холодильных агентов и о факторах, определяющих интенсивность этого процесса.

Для обоснованного выбора рабочего тела также необходимы сведения о теплоотдаче при кипении различных хладагентов. Использование имеющихся в литературе обобщенных уравнений для расчета теплоотдачи кипящих хладагентов без экспериментальной проверки неправомерно из-за специфических условий работы таких испарителей, а также особенностей теплофизических свойств этих рабочих тел.

Целью данной работы является анализ литературных данных о физической картине теплообмена при кипении; исследование свойств и особенностей термодинамики смесей хладагентов; сравнительный анализ смесевых и ранее используемых хладагентов.

В работах, посвященных обобщению опытных данных, помимо теории подобия, метода размерностей и теории термодинамического подобия используется теория пограничного слоя и делаются попытки аналитического решения задачи.

Анализ литературных данных показывает, что на теплообмен при кипении существенное влияние оказывают: тепловой поток, свойства вещества, давление и свойства системы «жидкость–поверхность нагрева».

Холодильный агент должен обладать определенными теплофизическими и физико-химическими свойствами, от которых зависят конструкция холодильной машины и расход энергии. Так как среди хлорнесодержащих однокомпонентных альтернатив нет прямых сравнимых заменителей для R12, R502 и R22, то в последнее время становится актуальным использование смесевых хладагентов, в которых отдельные характеристики путем варьирования пропорций смеси могут быть приведены в соответствие требованиям.

Особенности термодинамики смесей хладагентов. В молекулярной теории растворов различают зетропные (неазетропные) и азеотропные смеси.

Термодинамическое поведение смеси азеотропного состава подобно поведению чистого вещества, поскольку состав паровой и жидкой фаз у нее одинаков, а давления в точках росы и кипения совпадают.

Концентрации паровой и жидкой фаз зетропной смеси в условиях термодинамического равновесия различаются, а изотерма под бинодалью в $p-h$ координатах имеет наклон, т. е. кипение при постоянном давлении происходит при увеличении температуры хладагента от точки D до A , а конденсация – при падении температуры от B до C (рис. 1). Это необходимо учитывать при определении степени перегрева пара на входе в компрессор, а также при оценке энергетических характеристик холодильной установки.

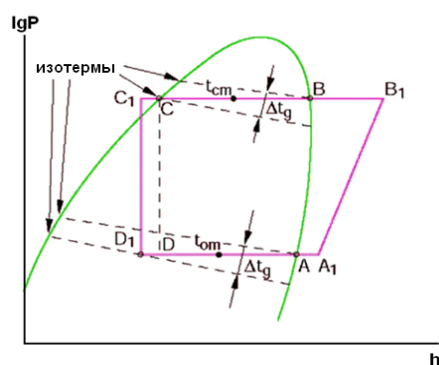
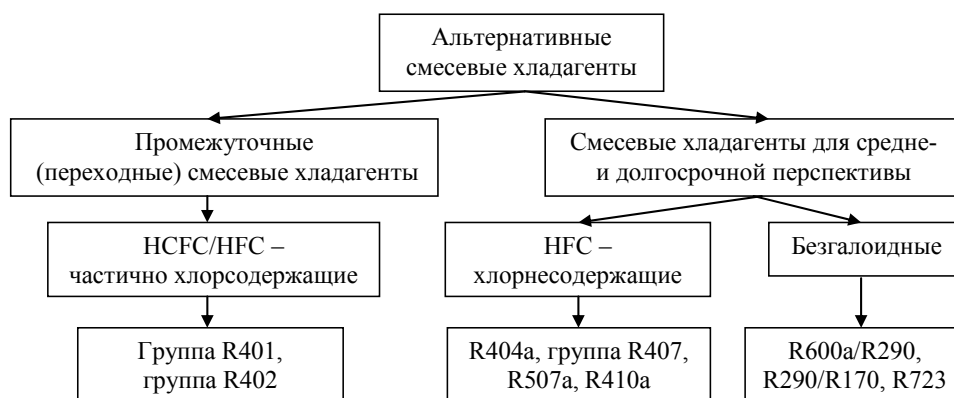


Рис. 1. Поведение зетропных смесей при испарении и конденсации:
 Δt_g – температурное скольжение; t_{cm} – средняя температура конденсации;
 t_{om} – средняя температура испарения

Таким образом, температуру кипения и температуру конденсации следует находить по-другому. Температуру кипения вычисляют как среднюю температуру $t_{от}$ между температурой точки росы A при постоянном давлении $p_{вс}$ всасывания и температурой, при которой хладагент поступает в испаритель D .

Температуру конденсации определяют как среднюю температуру $t_{с.т}$ между температурой точки росы B (температура начала процесса конденсации при постоянном давлении нагнетания p_n) и температурой C жидкости на выходе из конденсатора. Разность температур фазового перехода при постоянном давлении (при кипении или конденсации) получила название Δt_g или температурный глайд (от англ. *glide* – скольжение). Значение Δt_g зависит от состава рабочего тела и является важным технологическим параметром.

Обзор смесевых хладагентов



Главным компонентом большинства из переходных смесей является гидрохлорфторуглерод (НСFC) R22. Хлорнесодержащие гидрофторуглеродные смеси – это долгосрочные заменители для хладагентов R502, R22, R13B1 и R503. Ниже приведена таблица, в которой сопоставляются основные физические свойства смесевых хладагентов с однокомпонентными ранее применяемыми хладагентами.

Сравнительный анализ смесевых и ранее используемых хладагентов

Параметр	R12	R401a	R502	R404a	R22	R407c
Химическая формула	CF ₂ Cl ₂	R22/R152a/ R124 (53/13/34)	R22/R115 (48,8/51,2)	R125/R143a /R134a (44/52/4)	CHClF ₂	R32/R125 /R134a (23/25/52)
Молекулярная масса, г/моль	120,9	94,4	111,6	97,6	86,5	86,2
Температура кипения при атмосферном давлении, °C	-29,74	-33,1	-45,6	-46,7	-40,85	-43,56
Критическая температура, °C	112	108	82,1	72,7	96	86,7

Окончание

Критическое давление, кПа (абс.)	4119	4604	4070	3735	4980	4630
Потенциал разрушения озона ODP	1	0,03	0,34	0	0,055	0
Потенциал глобального потепления HGW	8500	1100	4300	3750	1900	1600

Как видно из таблицы, смесевые хладагенты обладают свойствами, которые делают их сопоставимыми альтернативами для ранее применявшихся хладагентов. Изучение смесевых хладагентов, имеющих своеобразные свойства, представляет интерес и с позиций развития представлений о физической картине теплообмена при кипении и оценки методов обобщения и расчетных формул. Имеющиеся в литературе сведения представляют отрывочные и разноречивые данные, не позволяющие выявить влияние теплового потока, давления и свойств смесей хладагентов на теплоотдачу, составить надежные расчетные формулы для практики. Сложность процесса теплообмена при кипении, его зависимость от многих факторов и отсутствие в настоящее время полной физической модели и математического описания процесса делают эксперимент наиболее надежным средством получения данных.

**ОБОБЩЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА
ПРИ ПАРООБРАЗОВАНИИ В БОЛЬШОМ ОБЪЕМЕ
ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ
НА ГЛАДКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ**

Т. С. Юфанова, В. Г. Якимченко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

В настоящей работе проведено обобщение экспериментальных данных, полученных при кипении озонобезопасного фреона R134a на технически гладких трубах. На данный момент R134a широко используется для замены фреона R12, обладающего высокой озоноразрушающей активностью.

На рис. 1 представлены результаты экспериментальных исследований процесса теплообмена при парообразовании R134a на технически гладких трубах.

При сравнении экспериментальных зависимостей, установленных при давлении насыщения $p_n = 0,7$ МПа, заметно значительное расхождение в результатах (рис. 2; А – по данным, полученным в рамках настоящих исследований, В – по данным Л. Вебба). Это может объясняться тем, что экспериментальные образцы, на которых проводились исследования, выполнены из различных материалов (А – дюралюминий, В – медь). К настоящему времени опубликовано достаточно большое число работ, посвященных исследованию влияния теплофизических свойств теплоотдающей поверхности на ин-

тенсивность теплообмена при пузырьковом кипении, и выяснено, что при прочих равных условиях интенсивность теплоотдачи к жидкости, кипящей на поверхностях нагрева, выполненных из разных материалов, может быть различной [3].

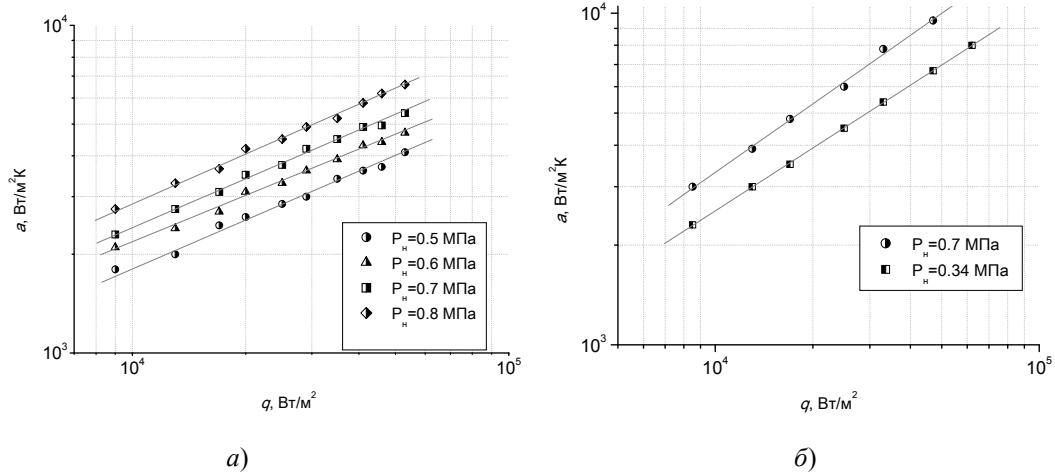


Рис. 1. Экспериментальные данные по кипению фреона R134a на технически гладких трубах: а – данные настоящих исследований [1]; б – данные Л. Вебба [2]

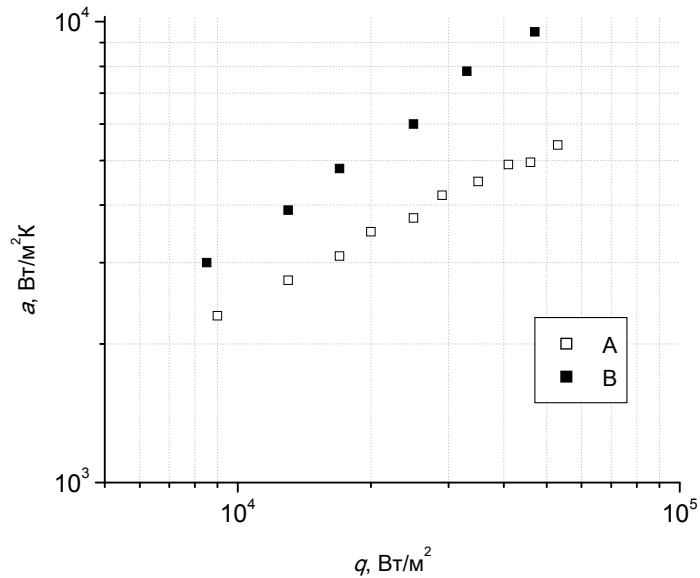


Рис. 2. Сравнение экспериментальных данных

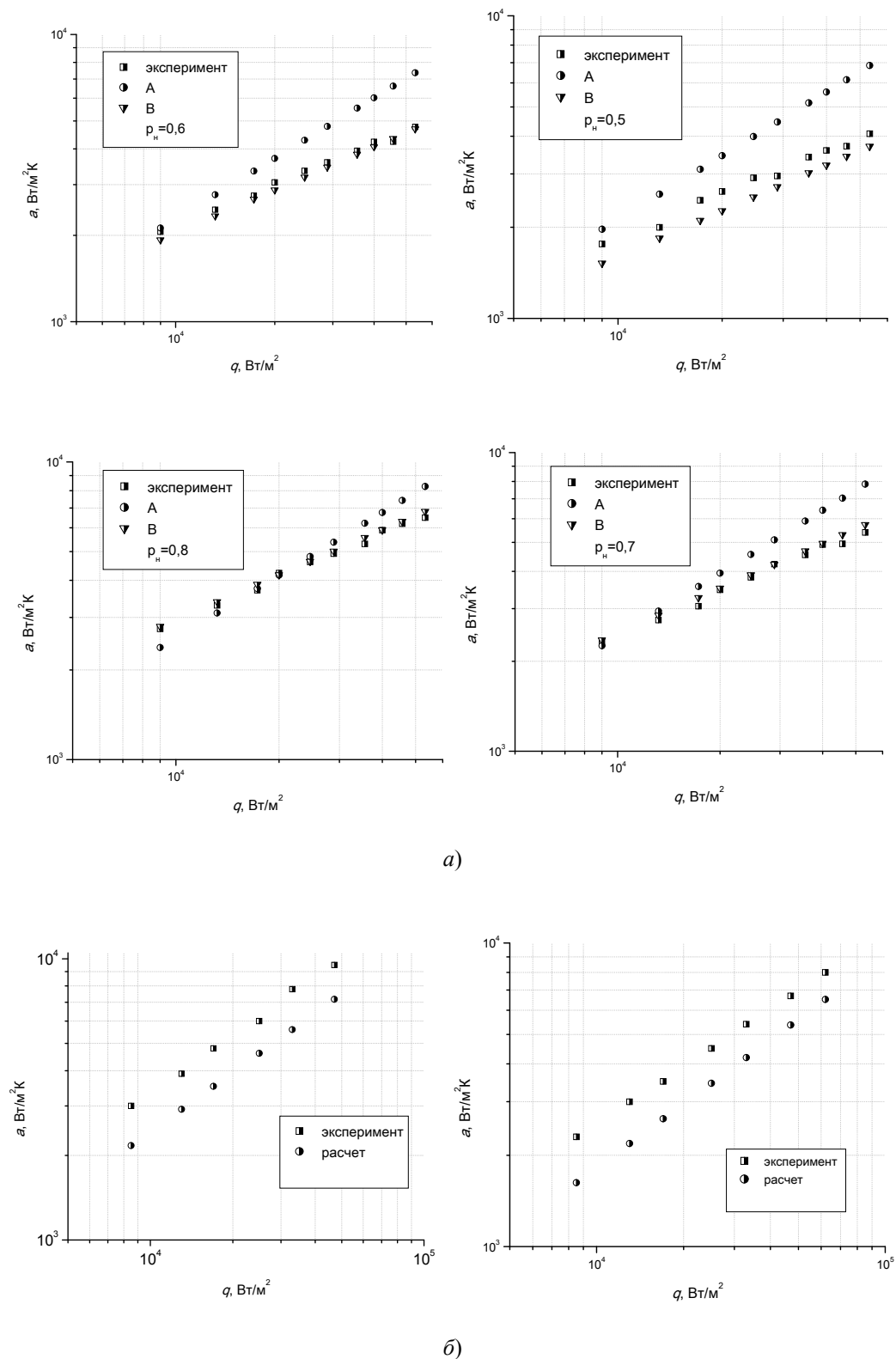


Рис. 3. Сравнение экспериментальных характеристик и данных, рассчитанных по универсальной зависимости (2) с предложенным коэффициентом $\phi = 0,75$ для фреона R134a (рис. 3, а, зависимость А, рис. 3, б), а также данных, рассчитанных по предложенной эмпирической зависимости (3) (рис. 3, а, зависимость В).

На рис. 3, а – экспериментальные данные настоящих исследований [1], на рис. 3, б – данные Л. Вебба [2]

Вопрос о закономерностях процесса и о расчетном определении интенсивности теплообмена при пузырьковом кипении жидкостей достаточно сложен. Задача заключается в нахождении обобщенного уравнения, позволяющего установить коэффициент теплоотдачи при кипении для любых заранее заданных исходных условий.

Отсутствие достаточно удовлетворительных обобщенных формул делает необходимым крайне осторожный подход к определению коэффициентов теплоотдачи для различных жидкостей. Согласно исследованиям Кутателадзе С. С. и соавторов [4] представляется целесообразным опираться в расчетах теплопередачи при пузырьковом кипении на следующие данные. В области умеренных тепловых нагрузок и давлениях от 0,02 до 0,1 МПа можно полагать

$$\alpha = C \cdot p^{0,4} \cdot q^{0,7}. \quad (1)$$

Множитель C зависит от свойств жидкости и поверхности нагрева. Для нормальных технических труб, для воды можно принять значение $C = 2,6$. Переход к другим жидкостям можно рассчитать с помощью множителя φ , если положить

$$\alpha = 2,6 \cdot \varphi \cdot p^{0,4} \cdot q^{0,7}, \quad (2)$$

где p – абсолютное давление, кгс/см²; q – тепловой поток, ккал/м²ч.

В настоящей работе была сделана попытка применить данное соотношение, для описания экспериментальных данных, полученных при кипении фреона R134a на гладкой технически шероховатой поверхности. В результате был подобран коэффициент φ , наиболее удовлетворяющий экспериментальным данным: $\varphi = 0,75$. Учитывая это значение φ по формуле (2) были рассчитаны коэффициенты теплоотдачи α при различных значениях давлений насыщения и величин теплового потока. По результатам расчета были построены графические зависимости (рис. 3) для определения отклонения расчетных значений α от экспериментальных. На графиках заметно расхождение между расчетными и опытными данными, однако отклонение составляет не более 35 %, что позволяет использовать формулу (2) с коэффициентом $\varphi = 0,75$ в технических расчетах. Однако, если учесть, что на величину коэффициента теплоотдачи оказывает влияние теплофизические свойства материала образцов, то для более точных расчетов можно принять: для медных трубок $\varphi = 1$, для образцов из дюралюминия $\varphi = 0,62$.

Для уменьшения погрешности в расчетных значениях при определении коэффициентов теплоотдачи по зависимости (2) было установлено эмпирическое соотношение (3), описывающее опытные данные настоящих исследований с погрешностью не более 13 % (рис. 3, а):

$$\alpha = 2,6 \cdot 0,8 \cdot p^{1,3} \cdot q^{0,5}. \quad (3)$$

Литература

49. Овсянник, А. В. Обобщение экспериментальных данных при кипении фреона 134a на гладкой технически шероховатой поверхности / А. В. Овсянник, Д. А. Дробышевский, Д. А. Гуриков // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2006. – № 4. – С. 104–110.
50. R. L. Webb, C. Pais. Nucleate pool boiling data for five refrigerants on plain, integral-fin and enhanced tube geometries // Int. J. Heat Transfer. – 1992. – Vol. 35. – P. 1893–1903.
51. Кутепов, А. М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании / А. М. Кутепов, Л. С. Стерман, Н. Г. Стюшин. – Москва : Высш. шк., 1977. – 351 с.
52. Кутателадзе, С. С. Теплопередача при конденсации и кипении / С. С. Кутателадзе. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МАНГИЗ, 1952. – 221 с.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПЛЕНОЧНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ХЛАДАГЕНТОВ

Ю. А. Степанишина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

Целью данного исследования является изучение закономерностей теплообмена при конденсации паров хладагентов для решения актуальных практических задач изыскания эффективных теплообменных поверхностей.

Экспериментальный материал о теплообмене при конденсации хладагентов на оребренных трубах [1]–[9] весьма ограничен и как показано в работе [6], в ряде случаев противоречив. Для обобщения накопленного опыта и выявления наиболее общих закономерностей мною были изучены результаты опытов ученого Хижнякова С. В. (Ленинградский технологический институт холодильной промышленности). Характеристика опытных трубок и условия постановки экспериментов представлены на рис. 1.

Номер трубки	Диаметр, мм		Размер ребра, мм							Расстояние между ребрами	Степень оребрения	Температура конденсации (°С) в опытах	
	внешний	внутренний	высота	ширина	толщина			с Ф-12	с Ф-22				
					в торце	у основания	средняя						
1	—	16	12	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—
2	20	16	12	2	2	0,5	1,8	1,15	0,85	3,63	—	30	30
3	20,4	16	12	2,2	2	1,14	1,14	1,14	0,86	4,52	—	30	30
4	21	18,6	13,1	1,2	2,03	0,78	1,43	1,1	0,93	2,87	—	30	30
5	20,4	16	12	2,2	1,07	0,4	0,4	0,4	0,67	7,45	—	30	30

Рис. 1. Характеристика опытных трубок и условия постановки эксперимента

Как видно из рис. 2, опытные значения коэффициента теплоотдачи α для гладкой трубы (сплошная прямая № 1) меньше рассчитанных по теоретической формуле Нуссельта примерно на 10 %. Для исследованных оребренных трубок величины α отнесенные к полной наружной поверхности трубок F_H , т. е. α_H 1,6–2 раза выше, чем для гладкой трубки. При этом для трубок № 2–4 оказались практически одинаковыми, а для трубки № 5 более низкими.

Экспериментальные значения α , полученные в данной работе для трубок с примерно одинаковой геометрией оребрения, удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными [5] и существенно превышают опытные результаты [3].

На рис. 2 нанесены линии зависимости $\alpha_H = f(q_{K_H})$ для оребренных трубок, полученные расчетным путем с помощью методов, рассмотренных в работах [3], [6], [9]. Способ расчета, рекомендованный в работе [8], не рассматриваем, так как, по указанию ее авторов, в случае отношений наружного диаметра ребра D_H к наружному диаметру трубки D_0 близких к единице, он дает практически те же результаты, что и методика, предложенная зарубежными исследователями [1], [2], [5]. Эта методика в несколько преобразованном виде использована в работе [6].

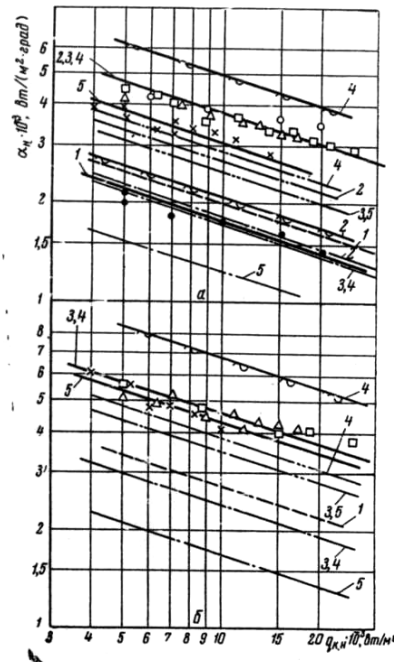


Рис. 2. Зависимость $\alpha_n = f(q_{k,n})$ при конденсации фреона-12 (а) и фреона-22 (б) на гладкой и оребренных трубках при $t_k = 30$ °С (цифры на графике соответствуют нумерации трубок на рис. 1): — экспериментальные кривые; расчет: — — — по формуле Нуссельта для трубки № 1; — • — по методике [3], [4]; — · — по методике [6]; — ~ — по методике [9]; экспериментальные точки для трубок: ● — № 1, ○ — № 2, △ — № 3, □ — № 4, × — № 5

Рассчитанные по формуле Слепьян [3] величины α оказываются ниже опытных в 2,3—2,7 раза.

На рис. 1 нанесены величины α_n для трубок № 2 и 4, рассчитанные по формуле [9]:

$$Nu = 0,72(Ga \cdot Pr \cdot K)^{0,25} \cdot We^{0,2} \cdot Z_1^{0,28} \cdot Z_2^{0,62}, \quad (1)$$

где $Z_1 = \frac{a}{h \cdot \operatorname{tg} \varphi}$ и $Z_2 = \frac{b}{h \cdot \sin \varphi}$ — критерии формы элементов оребрения равны бесконечности.

В первом случае для трубки № 2 они оказываются в 1,8 раза ниже, а во втором для трубки № 4 — в 1,25 раза выше опытных. Для трубок № 3 и 5 с ребрами постоянной толщины воспользоваться этим уравнением не представляется возможным, так как в этом случае: $\varphi = 0$, $Z_1 = Z_2 = \infty$.

Очевидно, расхождение между расчетом и экспериментом вызвано явлением щелевой капиллярности, которое не учитывается уравнением (1). Кроме того, при определении критерия We при небольшой высоте h ребра и малом расстоянии между ребрами S' ($S' = S - \delta_{cp}$, где δ_{cp} — средняя толщина ребра) следует учитывать не только радиус R_1 — торца ребра, но и R_2 — мениска жидкого конденсата в межреберных участках.

Коэффициенты теплоотдачи, рассчитанные по формуле [6] $\alpha_n = \alpha_0 \cdot \psi$, в 1,28—1,52 раза ниже опытных.

Эти расхождения обусловлены тем, что данная формула не учитывает уменьшения толщины конденсатной пленки на ребре за счет сил поверхностного натяжения. Затопление нижней части ребер конденсатом здесь учтено эмпирическим коэффициентом, который в соответствии с данными Хенрици принят в работе [6] равным 0,85. Однако его величина при более точной оценке должна зависеть от высоты h ребра и расстояния между ребрами S' .

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Геометрические размеры элементов оребрения необходимо выбирать так, чтобы силы поверхностного натяжения в пленке конденсата на ребрах примерно на порядок превосходили силы тяжести.

2. В случае многорядного (по высоте конденсатора) пучка оребренных трубок эффективность трапецеидального оребрения может быть снижена, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по устранению залива межреберного пространства.

3. Представленные в известной литературе зависимости не могут обобщить имеющиеся экспериментальные данные различных авторов.

Литература

53. Katz D., Hope R., Datsko S., Robinson D. «J. of the ASRE», 1947, March.
54. Beatty K., Katz D. «Chem. Engng. Progr.», 1948, vol. 44 p. 55, January.
55. Слепян, Е. Определение коэффициентов теплоотдачи при конденсации пара фреона-12 на гладкой и ребристых трубах / Е. Слепян // Холодил. техника. – 1952. – № 1.
56. Соколова (Слепян), Е. Исследование теплоотдачи при конденсации фреона-22 / Е. Соколова (Слепян) // Холодил. техника. – 1957. – № 3.
57. Henrici H. «Kaltetechnik», Bd. 15, Heft 8, 1963.
58. Данилова, Г. Н. О методике расчета коэффициента теплоотдачи при конденсации фреонов на пучке оребренных труб / Г. Н. Данилова, О. П. Иванов, С. В. Хижняков // Холодил. техника. – 1968. – № 6.
59. Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи при конденсации Ф-113 на наружной поверхности горизонтальной трубы / Г. Н. Данилова [и др.] // Вопр. радиоэлектроники. Сер. ТРТО. – 1968. – Вып. 2.
60. Бузник, В. М. Исследование теплообмена при конденсации фреона / В. М. Бузник, Г. Ф. Смирнов, И. И. Луканов // Судостроение. – 1969. – № 1.
61. Зозуля, Н. В. Интенсификация процесса теплоотдачи при конденсации фреона-113 на горизонтальных трубках / Н. В. Зозуля, В. П. Боровков, В. А. Карху // Холодил. техника. – 1969. – № 4.

АНАЛИЗ РАБОТЫ КОРГЕНЕРАЦИОННОЙ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ С ТЕПЛОВОМ НАСОСОМ

Е. В. Петреченко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Новиков

Процесс получения, преобразования и передачи энергии весьма сложен и трудоемок. От его организации на каждом отдельном этапе напрямую зависят затраты конечного потребителя. Транспортировка до места использования больше всего влияет на удорожание энергии. Поэтому для предприятий стоимость тепла и электроэнергии от собственных источников оказывается значительно более низкой, чем при покупке у традиционных поставщиков. Наибольший экономический эффект достигается при совместной выработке на месте потребления электричества и тепла. Данный процесс получил название когенерации. В этом случае есть возможность использовать бросовую

энергию – тепло выхлопных газов и систем охлаждения агрегатов, приводящих в движение электрические генераторы, или излишнее давление в трубопроводах.

Использование ГТУ для когенерации электроэнергии в котельных наиболее предпочтительно для строящихся и расширяющихся водогрейных котельных.

Одним из наиболее рациональных способов повышения энергетической эффективности теплоэнергетических установок (ТЭУ) является использование теплонасосных установок (ТНУ). Применение теплонасосных установок, позволяющих трансформировать энергию низкотемпературного источника тепла до более высоких температур, пригодных для целей теплоснабжения является одним из наиболее эффективных способов экономии органического топлива в системах теплоснабжения.

Наиболее перспективными для эффективного использования ТНУ являются отопительная нагрузка и нагрузка горячего водоснабжения. Однако существующие тепловые насосы не могут поднять ее до требуемых потребителю параметров (как правило, 95 °С) и обеспечивают 50–60 °С. Поэтому часть тепла необходимо производить с помощью более дешевого, хотя энергетически и менее эффективного теплоисточника. В качестве такого пикового источника тепла можно использовать выхлопные газы газовой турбины. Таким образом, весьма перспективной представляется комбинированная теплопроизводящая установка, состоящая из газовой турбины и теплового насоса.

Отличительной особенностью рассматриваемой установки является то, что в неотапительном периоде работа ТНУ не требуется. Нагрев воды для ГВС может быть осуществлен за счет уходящих газов газовой турбины. Если турбина не работает (проведение ремонтных работ, аварийная ситуация и т. п.), то нагрев воды до требуемых параметров осуществляется с помощью ТНУ.

Основная задача по исследованию комбинированной теплопроизводящей установки сводится к поиску такого набора параметров установки, определяющих конструктивные решения, и параметров, определяющих работу установки в характерных режимах, при которых обеспечивается требуемый отпуск тепла и электроэнергии потребителям и достигается максимальная экономическая эффективность ТЭУ.

Изменение температуры наружного воздуха оказывает наибольшее влияние на основные характеристики ГТУ. В качестве основного принят расчетный режим при $t_{\text{нв}} = 15$ °С. В ходе исследований был произведен расчет ГТУ с регенерацией и теплофикационным подогревателем эксергетическим методом для шести различных температур наружного воздуха в соответствии с температурным графиком для города Гомеля. В ходе расчетов был определен эксергетический КПД установки и построена графическая зависимость от температуры наружного воздуха.

Таблица 1

Исходные данные для расчета комбинированной схемы

Температура наружного воздуха, °С	15	13,3	1,3	–1	–3,5	–24
Температура газов перед турбиной, °С	1000					
Изоэнтронный КПД компрессора	86,8	86,8	86	85	85,9	83,7
Давление воздуха за компрессором, МПа	1,163	1,163	1,189	1,21	1,249	1,335
КПД камеры сгорания	0,99					

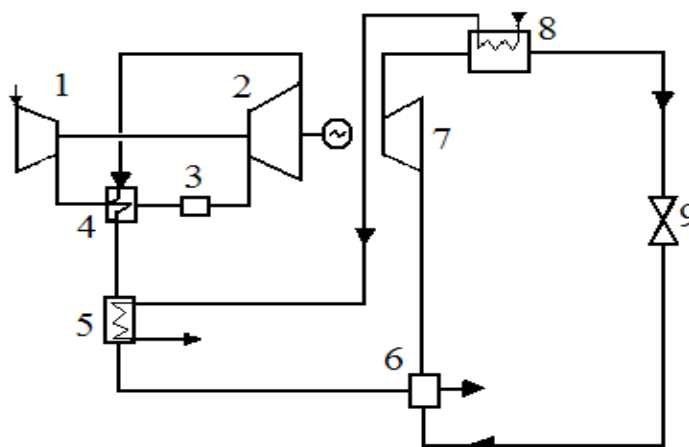


Рис. 1. Технологическая схема установки:

1 – компрессор газовой турбины; 2 – газовая турбина; 3 – камера сгорания;
4 – регенератор; 5 – подогреватель; 6 – испаритель ТНУ; 7 – компрессор ТНУ;
8 – конденсатор ТНУ; 9 – дроссель

В рамках исследований производится расчет эксергии в характерных точках цикла, при этом учитывается, что начальные параметры воздуха совпадают с параметрами окружающей среды. Далее рассматривается, как эта эксергия используется в отдельных элементах установки. Завершив расчет всех потерь эксергии, вычисляем эксергетический КПД установки:

$$\eta_{\text{эгТУиТНУ}} = 1 - \frac{\Delta e}{e_{\text{топл}} + e_q}, \quad (1)$$

где Δe – потери эксергии во всех элементах установки, кДж/кг; $e_{\text{топл}}$ – эксергия топлива, кДж/кг; e_q – эксергия теплоты, кДж/кг.

Зависимость КПД от температуры наружного воздуха представлена на рис. 2.

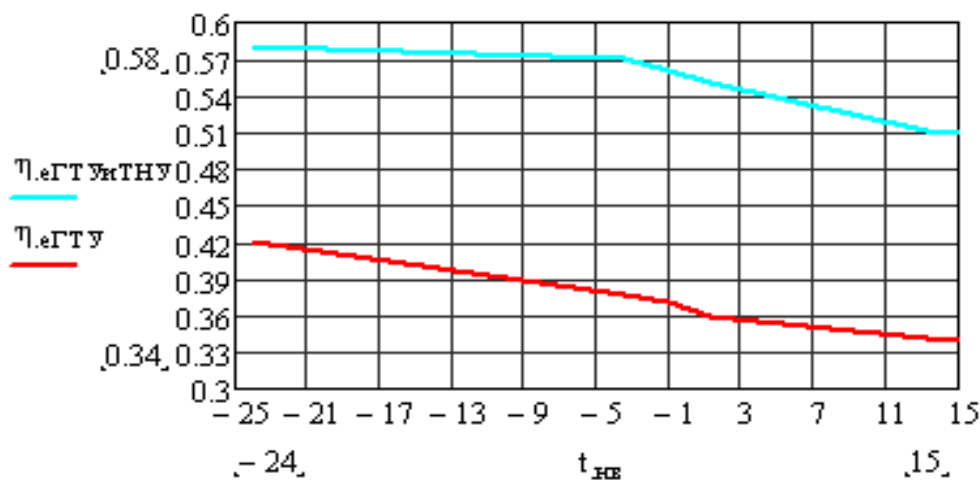


Рис. 2. Зависимость КПД комбинированной установки от температуры наружного воздуха

Результаты расчета

Температура наружного воздуха, °С	15	13,3	1,3	-1	-3,5	-24
Эксергетический КПД ГТУ	0,34	0,341	0,36	0,374	0,377	0,42
Эксергетический КПД комбинированной ТЭУ	0,51	0,515	0,56	0,57	0,57	0,58

Заключение. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что использование комбинированной теплоэнергетической установки повышает эксергетический КПД во всем исследованном диапазоне температур наружного воздуха.

Литература

62. Термогазодинамический расчет газотурбинных силовых установок / В. М. Дорофеев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1973. – С. 144.
63. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электрических станций / С. В. Цанев, В. Д. Бузов, А. Н. Ремезов. – Москва : МЭИ, 2002. – С. 584.
64. Цветков, О. Б. Холодильные агенты : моногр. / О. Б. Цветков. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 213.
65. Рей, Д. Тепловые насосы : пер. с англ. / Д. Рейд, Д. Макмайкл. – Москва : Энергоиздат, 1982. – 224 с. : ил.

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА
НА ОСНОВЕ АСИНХРОННО-ВЕНТИЛЬНОГО КАСКАДА**

М. В. Щуплов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. С. Захаренко

Для оценки качества энергопотребления испытательного стенда на основе асинхронно-вентильного каскада (рис. 1) необходимо использовать имитационную модель каскада с учетом реальной схемы включения обмоток статора и ротора двигателя. Имеющиеся разработки составлены на основе математической модели двигателя в координатной системе ABCabc (3.221), (3.222) [1], которая справедлива только для схемы соединения обмоток статора и ротора звезда с нейтралью. А также имеются другие недостатки, связанные с упрощением модели, например, в работе [2] принято, что фазные обмотки асинхронного двигателя и трансформатора имеют одинаковые активные сопротивления и индуктивности рассеяния; сопротивление вентиля в прямом и обратном направлении не зависит от значения тока через него, что не достаточно адекватно.

В связи с этим была разработана имитационная модель асинхронно-вентильного каскада, которая лишена вышеперечисленных недостатков [3].

На основании данной модели было разработано программное обеспечение с использованием языка Object Pascal.

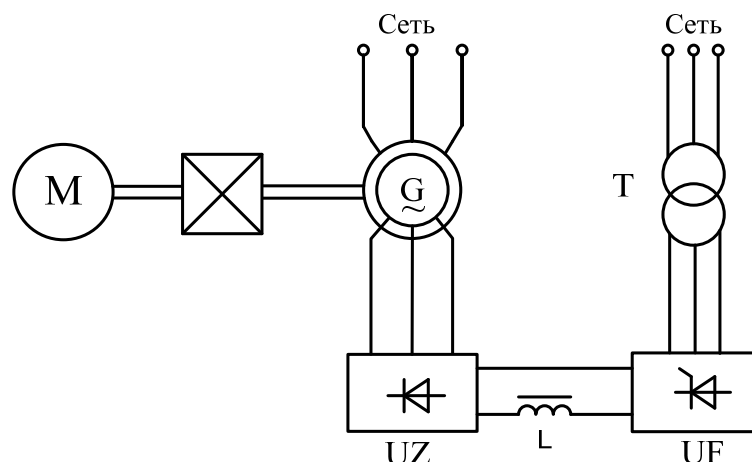


Рис. 1. Функциональна схема асинхронно-вентильного нагружающего устройства: UZ – диодный выпрямитель; UF – инвертор; Т – трансформатор; М – нагружаемое устройство; L – сглаживающий дроссель; G – асинхронный двигатель с фазным ротором

С помощью разработанного программного обеспечения был произведен расчет различных режимов работы станда и произведен спектральный анализ тока статора.

На рис. 2 представлен гармонический спектр тока при частоте сети 50 Гц и угловой скорости вращения генератора 570 рад/с.

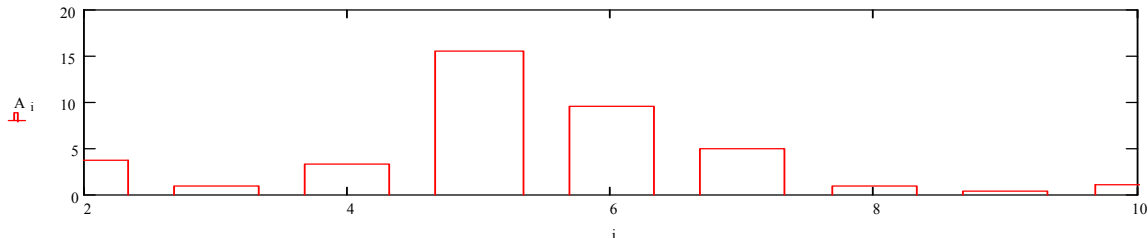


Рис. 2. Гармонический спектр тока

Для указанного режима коэффициент искажения равен

$$K = 19,7\%.$$

Коэффициенты n -х гармонических составляющих тока статора равны

$$K_{I(2)} = 3,76\%; \quad K_{I(6)} = 9,563\%;$$

$$K_{I(3)} = 0,92\%; \quad K_{I(7)} = 5,042\%;$$

$$K_{I(4)} = 3,36\%; \quad K_{I(8)} = 0,938\%;$$

$$K_{I(5)} = 15,548\%; \quad K_{I(9)} = 0,42\%.$$

В процессе спектрального анализа кривой потребляемого тока статора была выдвинута гипотеза о наличии определенной зависимости между коэффициентом искажения и кратностью частоты вращения ротора к синхронной частоте.

Для проверки данной гипотезы был проведен расчет режимов работы стенда при разных значениях угла открывания инвертора и частот вращения ротора.

Трехмерный график зависимости коэффициента искажения от угла открывания инвертора β и угловой скорости вращения ротора $\omega_{ЭЛ}$ представлен на рис. 3.

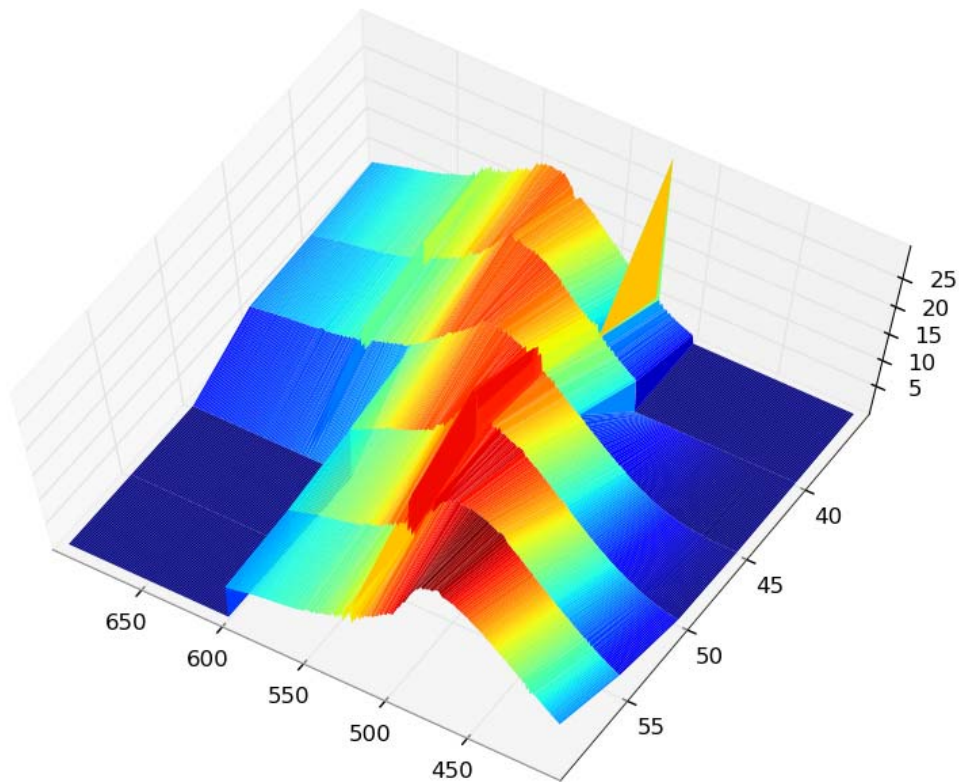


Рис. 3. Зависимость коэффициента искажения от угла открывания инвертора β и угловой скорости вращения ротора $\omega_{ЭЛ}$ для двигателя типа АД МТФ112-6 (диапазоны значений для которых расчеты не производились, дополнены нулями)

Из графика видно, что при угле управления $\beta = 60^\circ$ наихудшее значение коэффициента искажения наблюдается при соотношении частот $\omega_{ЭЛ}/\omega_{0ЭЛ} = 1,5$. При уменьшении угла открывания максимум коэффициента искажения смещается в сторону повышения частоты вращения.

Анализ графика позволяет выбрать режимы работы с наименьшим коэффициентом гармоник и повысить качество энергопотребления стенда.

Литература

66. Фираго, Б. И. Теория электропривода : учеб. пособие / Б. И. Фираго, Л. Б. Палявчик. – Минск : ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 527 с.
67. Вилячкин, Л. В. Компьютерная модель асинхронно-вентильного каскада / Л. В. Вилячкин, Ю. П. Галишников // Электротехника. – 1997. – № 9. – С. 40–45.
68. Захаренко, В. С. Исследование гармонического состава потребляемого тока автоматизированного электромеханического испытательного стенда на основе асинхронно-вентильного каскада / В. С. Захаренко, И. В. Дорощенко, М. Н. Погуляев // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2009. – С. 9.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ И ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЦЕПЕЙ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Ю. Н. Ляховец, В. А. Черехун

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

Как известно, последовательный резонансный контур, представленный на рис. 1, а, обладает свойством усиления напряжения и избирательными свойствами. Если снимать выходное напряжение с емкости, то передаточная функция определяется соотношением

$$\underline{H}_u = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{- \omega^2 + j\omega\left(\frac{R}{L}\right) + \frac{1}{LC}}. \quad (1)$$

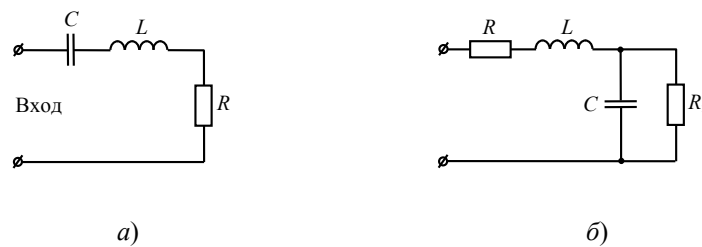


Рис. 1. Пассивный контур: а – без нагрузки; б – с нагрузкой

Коэффициент $w \frac{R}{L} = w \frac{w_0}{Q}$, где $Q = \frac{w_0 L}{R}$ – добротность контура, $\frac{1}{LC} = w_0^2$, где w_0 – резонансная частота.

Таким образом,

$$\underline{H}_u = \frac{w_0^2}{- w^2 + jw \frac{w_0}{Q} + w_0^2}. \quad (2)$$

При $w = w_0$, $H_u = Q$.

Чем выше добротность контура, тем больше коэффициент передачи и уже полоса пропускания контура. Большим недостатком этой схемы является малое входное сопротивление на резонансной частоте, поскольку увеличение сопротивления R приводит к уменьшению добротности Q и ухудшению свойств контура. При подключении нагрузки (рис. 1, б) активное сопротивление и резонансная частота контура изменяются:

$$R_{\text{вх}} = R + \frac{R_{\text{н}}}{(R_{\text{н}} w C)^2 + 1}; \quad w'_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{1}{(R_{\text{н}} C)^2}} \quad (3)$$

Можно показать, что отношение частоты ω_0 и добротности Q в контуре без нагрузки определяются по формулам:

$$\frac{\omega'_0}{\omega_0} = \sqrt{1 - \gamma^2}; \quad \frac{Q'}{Q} = \sqrt{\frac{1 - \frac{1}{\gamma^2}}{1 + \frac{Q}{\gamma}}},$$

где $\gamma = \frac{R_n}{\rho}$; $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$. (4)

Анализ формул (4) показывает, что свойства контура сохраняются, если $\gamma \geq 100$, т. е. при достаточно больших нагрузках $R_n \geq 100$. Это является недостатком пассивного колебательного контура.

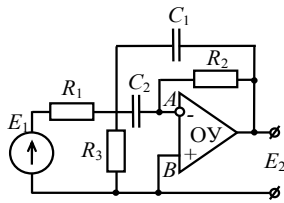


Рис. 2. Активный контур

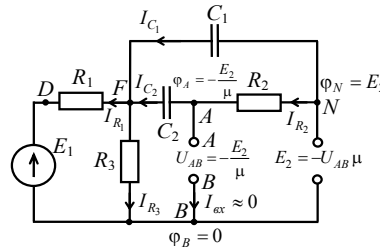


Рис. 3. Схема замещения активного контура

Этого недостатка лишены активные цепи с зависимыми источниками. На рис. 2 показана схема активного контура и его расчетная схема замещения. Как известно, о свойствах цепей можно судить по расположению корней знаменателя передаточной функции. Расчет цепи выполнен методом узловых потенциалов. Операционный усилитель (ОУ) принят идеальным (коэффициентный усилитель $\mu \rightarrow \infty$, входное сопротивление ОУ $Z_{вх} = \infty$):

$$\begin{cases} \varphi_F \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + j\omega C_1 + j\omega C_2 \right) - j\omega C_2 \varphi_A = \frac{E_1}{R_1} + j\omega C_1 E_2; \\ -j\omega C_2 \varphi_F + \varphi_A \left(\frac{1}{R_2} + j\omega C_2 \right) = \frac{E_2}{R_2}. \end{cases} \quad (5)$$

Решая систему (5), с учетом $\frac{E_2}{\mu} /_{\mu \rightarrow \infty} = 0$, $U_{AB} = 0$, получим передаточную функцию:

$$\underline{H}_u = \frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{j\omega}{R_1 C}}{-\omega^2 + j\omega \left(\frac{2}{R_2 C} \right) + \left(\frac{R_1 + R_3}{R_1 R_2 R_3 C^2} \right)}. \quad (6)$$

Цепь, описанная выражением (6), имеет такие же передаточные характеристики, как и пассивная RLC цепь [см. формулу (1)]. Следовательно, передаточные характеристики пассивного и активного контура одинаковы. Резонансная частота и добротность цепи с активными элементами:

$$w_0 = \frac{1}{C \sqrt{\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_3}}}; \quad Q = \frac{w_0 CR}{2}. \quad (7)$$

Нами были экспериментально исследованы передаточные характеристики пассивного и активного контуров. На рис. 4 и 5 приведены графики передаточных характеристик для различных значений добротности и нагрузочного сопротивления в функции от относительной частоты $\eta = \frac{w}{w_0}$.

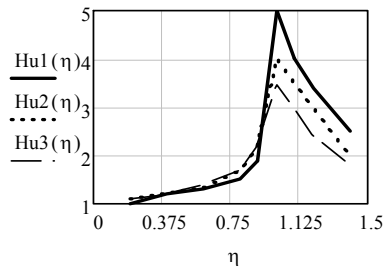


Рис. 4. Зависимость функции $HU(\eta)$ пассивного контура: кривая $HU1(\eta)$ – без нагрузки; кривая $HU2(\eta)$ – с $RH = 3 \text{ кОм}$; кривая $HU3(\eta)$ – с $RH = 10 \text{ кОм}$

Как видно из графика, при уменьшении нагрузки максимальное значение коэффициента передачи по напряжению HU падает.

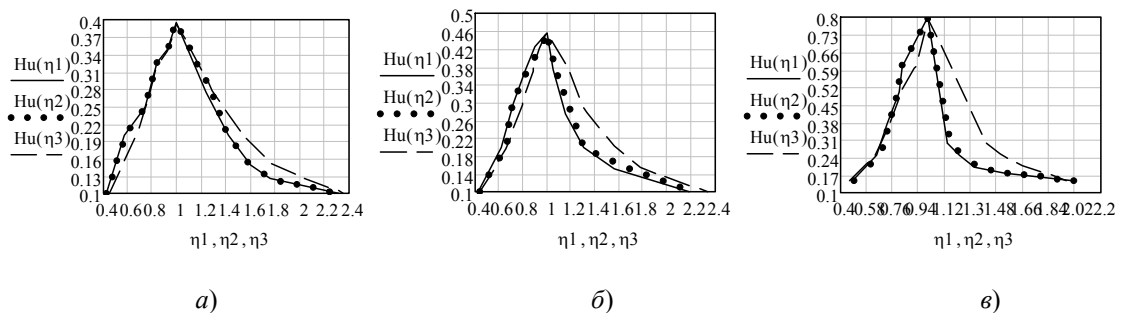


Рис. 5. Зависимости функции $HU(\eta)$ активного контура: кривая $HU1(\eta)$ – без нагрузки; кривая $HU2(\eta)$ – с $RH = 100 \text{ Ом}$; кривая $HU3(\eta)$ – с $RH = 1000 \text{ Ом}$: а – значение добротности Q минимально; б – среднее значение добротности Q ; в – максимальное значение добротности Q

Как видно из графиков, коэффициент передачи по напряжению Hu не зависит от величины подключенной нагрузки.

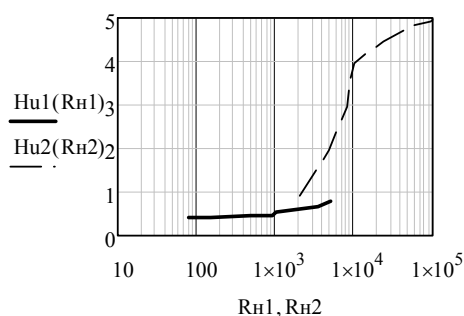


Рис. 6. Зависимости максимального значения коэффициента передачи по напряжению от сопротивления нагрузки в активном и пассивном контурах:
 кривая $Hu1(Rn1)$ – зависимость для активного контура;
 кривая $Hu2(Rn2)$ – зависимость для пассивного контура

На данном графике наглядно видно, что коэффициент передачи по напряжению в пассивном контуре $Hu2(Rn2)$ сильно зависит от величины подключенной нагрузки, в активном же контуре $Hu1(Rn1)$ коэффициент не изменяется.

Таким образом, в работе показано, что активный контур имеет характеристики подобные пассивному резонансному контуру. И при этом свойства активного контура оказываются лучше, чем у пассивного: коэффициент передачи и добротность не зависят от нагрузки. Результаты исследования внедрены в учебный процесс в качестве учебно-исследовательской работы.

КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИМПУЛЬСНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

А. А. Толстенков

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Савельев

Существует множество технических систем различных конструкций и назначений, работа которых направлена на совершение колебательных движений. Однако все эти системы имеют множество недостатков, обусловленных их конструктивным исполнением (низкое КПД, высокое потребление энергии, плохая управляемость, узкая направленность использования и т. д.).

Одним из наиболее распространенных классов колебательных механизмов являются электромеханические системы, использующие упругие элементы (пружины, эластомеры, гидравлические и пневматические упругие конструкции) и другие системы механического возвратного действия. В их конструкции в основном используются механические передачи (редукторы) для преобразования энергии движения и передачи ее от исполнительного устройства (электродвигатель, гидромотор) к рабочему органу, совершающему колебания. Подобный подход ведет к увеличению габаритных показателей системы, уменьшению ее надежности и снижению КПД. Исходя из вышеизложенного, применение систем прямого действия (безредукторные) значительно повышает качественный уровень механизма. К таким решениям относятся автоколебательные синхронные и асинхронные АЭП, но их применение ограничено условиями устойчивости автоколебаний.

Таким образом, наиболее рациональным решением будет применение АЭП импульсного управления на основе асинхронного трехфазного двигателя с короткозамкнутым ротором, так как данная система не имеет в своем составе редуктора и работает по принципу вынужденных колебаний.

В качестве примера рассмотрим принцип действия колебательной системы «асинхронный двигатель с импульсным управлением – маятник», функциональная схема которого приведена на рис. 1.

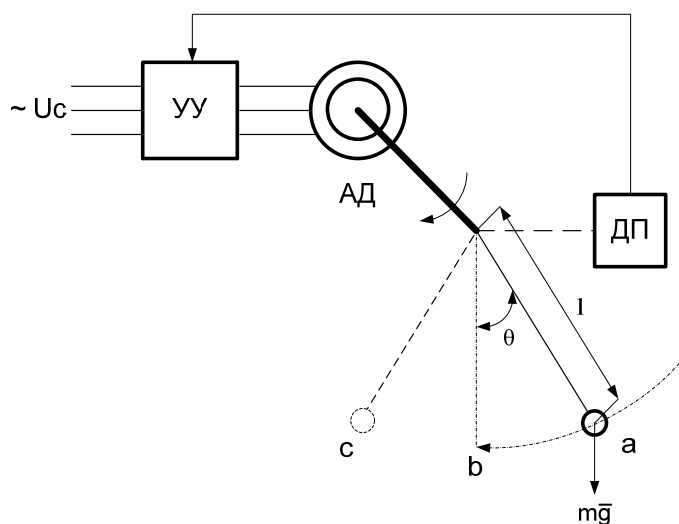


Рис. 1. Функциональная схема системы «асинхронный двигатель с импульсным управлением – маятник»: АД – асинхронный двигатель; УУ – устройство управления; ДП – датчик положения; U_c – трехфазное переменное напряжение; θ – угол отклонения маятника от оси равновесия; l – длина жесткого подвеса маятника; mg – вектор силы тяжести

Сущность классического импульсного способа управления скоростью вращения электродвигателей состоит в том, что изменение скорости достигается не за счет изменения мощности, непрерывно подводимой к электродвигателю, а путем изменения времени, в течение которого к электродвигателю подводится максимальная мощность. Иначе говоря, при импульсном управлении к электродвигателю подводится последовательность импульсов неизменного напряжения U_n , в результате чего его работа состоит из чередующихся периодов разгона и торможения. Если эти периоды T , как показано на рис. 2, малы по сравнению с электромеханической постоянной времени электропривода и скорость двигателя n не успевает к концу каждого периода достигать установившихся значений, то установится некоторая средняя скорость n_{cp} , величина которой при неизменных моменте нагрузки и напряжении питания будет однозначно определяться относительной продолжительностью включения $\tau = t_n/T$, где t_n – длительность импульса. Чтобы скорость вращения двигателя однозначно определялась величиной τ , необходимо, чтобы в период отключения питания двигатель тормозил. Если это условие не будет выполняться, то скорость двигателя будет непрерывно увеличиваться (пока не достигнет скорости холостого хода), так как при прохождении импульса скорость будет возрастать, а во время паузы оставаться неизменной. Также n_{cp} будет зависеть от величины момента нагрузки M_n и величины питающего напряжения U_n .

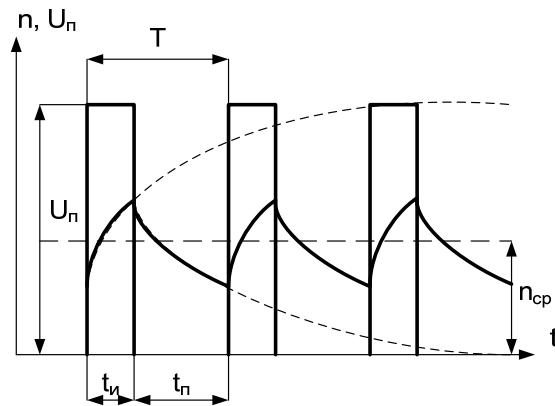


Рис. 2. Изменение скорости вращения двигателя при импульсном управлении

В нашем случае нет необходимости в поддержании постоянной средней скорости вращения двигателя, так как АД рассматривается как источник вынуждающего воздействия при вынужденных колебаниях механической части системы. Также нет необходимости в режиме принудительного торможения, так как упругий элемент сообщает на вал двигателя момент нагрузки, который и затормаживает двигатель при снятии питающего импульса.

Для более наглядного описания принципа работы системы идеализируем модель маятника. Пусть суммарная сила натяжения и периодическими деформациями в жестком подвесе маятника, сила сопротивления воздуха, действием сил трения в точке подвеса, в нашем случае сила трения в подшипниках двигателя равна $\sum F_c$.

При данных условиях маятник, отклоненный на некоторый угол θ от состояния равновесия, будет совершать колебательные движения под действием силы тяжести:

$$F = -m \cdot g \cdot \sin \theta. \quad (1)$$

Знак « \rightarrow » в правой части уравнения обозначает, что F направлен в сторону уменьшения угла.

Тогда момент сил и сообщаемое им угловое ускорение:

$$M = -m \cdot g \cdot l \cdot \sin \theta + \sum M_c; \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{d^2\theta}{dt^2} = M \cdot J. \quad (3)$$

С учетом этого получается дифференциальное уравнение

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} = -m \cdot g \cdot l \cdot \sin \theta + \sum M_c. \quad (4)$$

Разделив правую и левую части последнего уравнения на момент инерции тела, найдем уравнение движения маятника

$$\ddot{\theta} + \omega_0^2 \cdot \theta - \frac{\sum M_c}{J} = 0, \quad (5)$$

из которого следует, что под действием сил $\sum F_C$ колебания будут затухать (рис. 3).

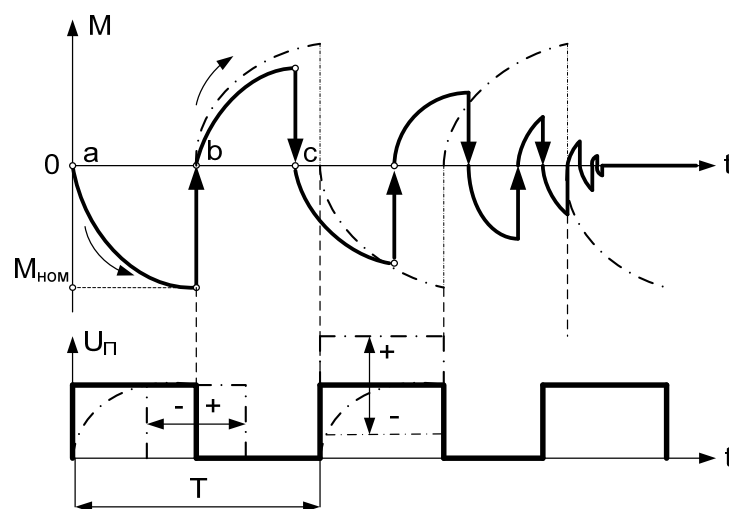


Рис. 3. График изменения момента маятника во времени

Таким образом, для поддержания параметров колебания (период и амплитуда) на заданном уровне, необходимо подавать импульсы питания в момент времени, когда собственный момент маятника естественно нарастает по модулю, как бы подталкиваем его. То есть под действием данного импульса двигатель должен развивать момент противодействующий $\sum F_C$, в этом случае колебания маятника будут незатухающими.

Соответственно параметрами колебания можно управлять в широких пределах, изменяя форму, длительность следования и амплитуду импульсов питающего напряжения.

В итоге мы получаем систему колебательного движения, обладающую рядом преимуществ:

- минимизация потерь за счет импульсного управления двигателем;
- система подходит для двигателей любых мощностей;
- широкий диапазон управления параметрами колебаний;
- универсальность, так как не требует применения специальных двигателей.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С КУСОЧНО-НЕПРЕРЫВНОЙ РАСХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

А. В. Иванейчик, А. М. Кузеро, А. С. Харкевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Для моделирования [1] и оптимизации электрических нагрузок потребителей с кусочно-непрерывными расходными характеристиками, а также для оперативного формирования энерго- и ресурсосберегающих режимов работы технологического

оборудования [2] было создано специализированное программное обеспечение «Оптима+», представленное на рис. 1.

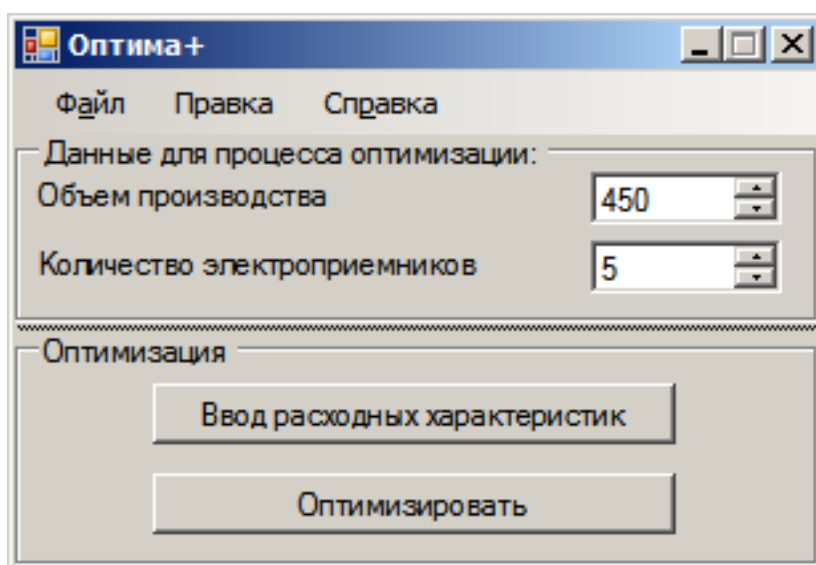


Рис. 1. Главное окно программы «Оптима+»

Программное обеспечение «Оптима+» разработано в интегрированной среде разработки SharpDevelop и может использоваться на персональных компьютерах с установленной платформой .Net Framework 2.0 и выше [3]. Данное программное обеспечение позволяет:

- моделировать различные режимы работы энергоемкого оборудования;
- планировать электропотребление предприятия;
- планировать расход электроэнергии и затраты на ее покупку при различных тарифах на электроэнергию;
- определять и оперативно формировать наиболее эффективные режимы работы электрооборудования при заданной производительности.

При работе с программой необходимо ввести исходные данные, для этого указывается планируемый объем производства продукции, количество технологического оборудования задействованного для производства продукции на данном этапе производства. Вводятся расходные характеристики технологического оборудования участвующего в производственном процессе. После этого запускается процесс оптимизации по одному из заданных критериев.

Программа «Оптима+» имеет следующие редактируемые параметры:

- выбор тарифа на электроэнергию;
- тарифные коэффициенты;
- тарифицируемые зоны суток («Пик», «Полупик», «Ночь»);
- курс иностранной валюты (используется для расчета валютного коэффициента);
- дополнительные затраты, связанные с запуском технологического оборудования;
- выбор критерия оптимизации режима работы оборудования;
- вид и формат вывода результатов оптимизации.

Результаты работы программы могут быть представлены в графическом виде (рис. 2), табличном виде либо в виде текстового отчета (рис. 3).

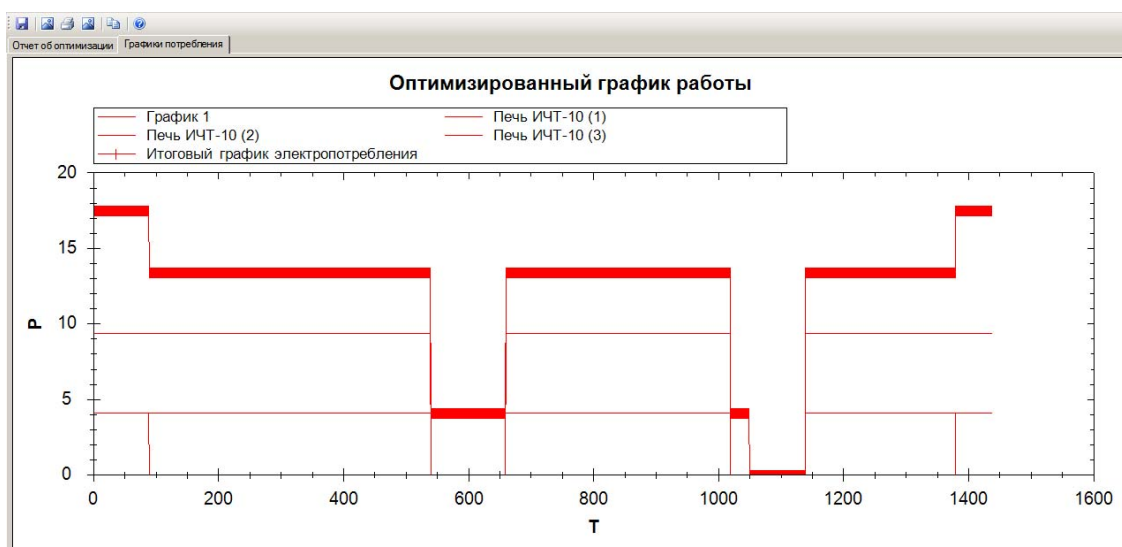


Рис. 2. Оптимальный режим работы технологического оборудования РУП ГЛЗ «Центролит» по критерию минимума расхода электроэнергии

РУП ГЛЗ "Центролит"	
г. Гомель	
Отчет об оптимизации электропотребления	
Пользователь	OGE
Количество оборудования	3 шт
Суммарная мощность оборудования	7000 кВт
Объем производства	104 т
Затраты электроэнергии	69000 кВт ч
Стоимость электроэнергии	18981000 руб.
Тариф на электроэнергию	Двухставочный дифференцированный
Способ оптимизации	Первый этап - по минимальному потреблению электроэнергии, второй - по минимуму затрат на электроэнергию
Курс иностранной валюты	2950 руб.
Стоимость электроэнергии в иностранной валюте	6434,23 \$
Дата проведения оптимизации	21.07.2009

Рис. 3. Текстовый вид вывода результатов оптимизации

С помощью разработанной программы было произведено определение наиболее эффективных режимов работы энергоемкого оборудования РУП ГЛЗ «Центролит» с заданной производительностью 85 т/сут [4]. Оптимизация производилась по критериям минимума расхода электроэнергии (рис. 2) и минимума затрат на ее покупку (рис. 4).

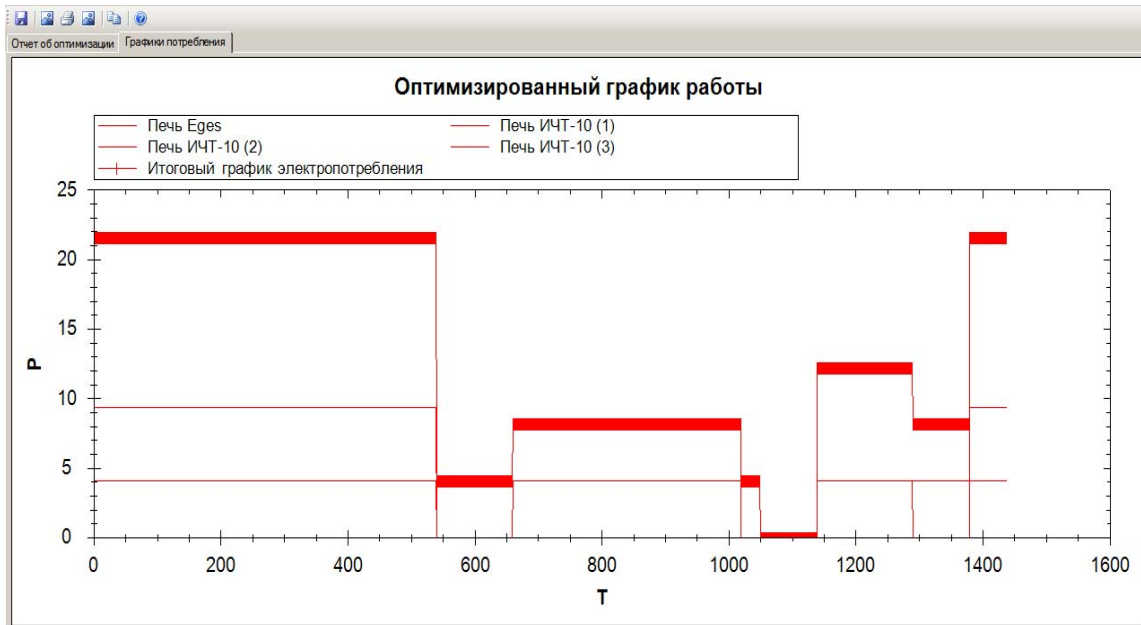


Рис. 4. Оптимальный режим работы технологического оборудования РУП ГЛЗ «Центролит» по критерию минимума затрат на покупку электроэнергии

Разработанная программа позволяет моделировать и определять эффективные режимы работы технологического оборудования, планировать и производить экспертную оценку существующих режимов электропотребления на предмет энерго- и ресурсоэффективности.

Литература

69. Иванейчик, А. В. Моделирование и оптимизация электрической нагрузки потребителей с кусочно-непрерывными расходными характеристиками при различных тарифах на электроэнергию / А. В. Иванейчик, Ю. Н. Колесник, К. А. Веньгин // Изв. вузов и энергет. об-ний СНГ. Энергетика. – 2008. – № 3. – С. 26–32.
70. Иванейчик, А. В. Управление режимами технологического оборудования с кусочно-непрерывными расходными характеристиками электропотребления / А. В. Иванейчик, Ю. Н. Колесник // Научные технологии. – 2008. – № 9. – С. 53–58.
71. Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 2.0 на языке C#. Мастер-класс : пер. с англ. / Дж. Рихтер. – Москва : Рус. ред. ; Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 656 с.
72. Иванейчик, А. В. Оптимизация электропотребления индукционных тигельных печей РУП ГЛЗ «Центролит» / А. В. Иванейчик [и др.] // Современ. проблемы машиноведения : тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 23–24 окт. 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ОАО «ОКБ Сухого» ; под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель, 2008. – С. 154–155.

СЕКЦИЯ IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН СВЧ-ДИАПАЗОНА В УПРАВЛЯЕМЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ СРЕДАХ

Д. В. Заерко

*Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы, Беларусь*

Научный руководитель Ю. М. Рычков

В работе проведено экспериментальное исследование закономерностей распространения и локализации электромагнитных волн СВЧ-диапазона в периодических управляемых средах с неоднородностью диэлектрической проницаемости, а также создан макет такого устройства (модулятор СВЧ-излучения). Исследовано распространение электромагнитных волн в модуляторе и проведен анализ его энергетических характеристик [1]–[3].

Функциональная схема автоматизированной экспериментальной установки для определения пространственных характеристик периодических структур приведена на рис. 1.

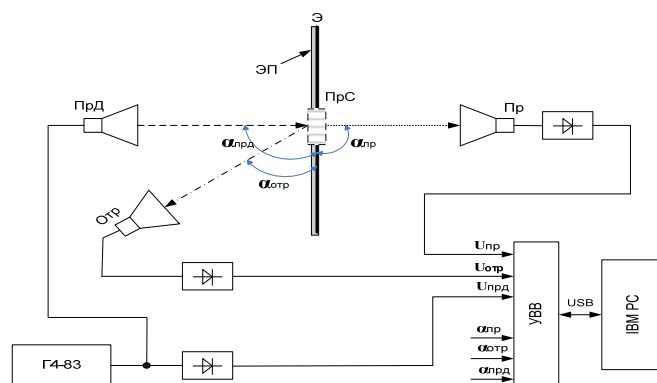


Рис. 1. Функциональная схема экспериментальной установки

Управление диаграммами направленности прошедшей и отраженной волн осуществлялось за счет изменения диэлектрической проницаемости элементов структуры (стержней).

Изменение (управление) диэлектрической проницаемости основано на электрическом резонансе керамических вставок диэлектрических стержней структуры во внешнем переменном электрическом поле (низкочастотном, по отношению к СВЧ).

Структурная схема системы управления диэлектрической проницаемостью периодической структуры приведена на рис. 2.

Схема состоит из генератора высокочастотных сигналов ГВЧ (Г4-116), широкополосного линейного усилителя У, регулируемого блока питания БП (0-60В, 1А) и прямоугольных металлических электродов Э (200 × 120 мм). Усилитель имеет ко-

эффицент усиления по мощности до 16 дБ в диапазоне частот от 3 до 350 МГц при неравномерности не более 2,5 дБ.

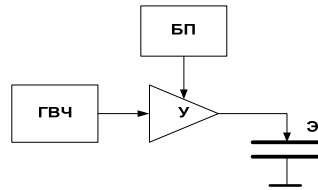


Рис. 2. Структурная схема системы управления диэлектрической проницаемостью периодической структуры

Определение нормированных мощностей прошедших и отраженных сигналов, а также потерь в периодической структуре осуществляется путем сравнения площадей диаграмм этих сигналов, представленных в одном масштабе.

Наличие управляющего поля приводит как к качественным, так и количественным изменениям в диаграммах направленности прошедшей и отраженной волн (рис. 3). (Электромагнитная волна с частотой 8633 МГц. Угол падения 0° . Амплитуда управляющего поля 0,3–1,8 В/см.)

Рис. 3. Диаграмма прошедшей и отраженной волн при наличии управляющего поля

Зависимость площадей диаграмм прошедшего и отраженного сигнала от частоты и угла падения сигнала с передатчика при различных значениях напряжения подаваемого на вход усилителя сигнала генератора управляющего поля представлена в таблице.

F, МГц	7975					8633					9549					10075					
	15	20	25	40	45	15	20	25	40	45	15	20	25	40	45	15	20	25	40	45	
0grad	пр	2	41	577	1571		2	2	266	930		2	2	188	287	976	2	107	313	862	1850
	отр	2	4	6	25		4	8	23	311	803	2	2,5	8	65	155	2	8	10	41	47
40grad	пр	2	52	807	1312	1897	1	3	167	496	897	2	61	533	933	1475	2	102	380	501	
	отр	2	8	15	31	68	4	6	28	376	1061	2	4	14	55	58	2	6	14	45	80
70grad	пр	2	9	810	1345	2238	1,5	2,5	264	327	604	3	34	854	1186	2032	2	21	680	1574	2442
	отр	2	3	14	31	51	3	16	21	38	112	2	4	8	28	55	2	18	42	49	105

Общее количество потерь при проведении исследований свойств приведенных структур рассчитывалось как алгебраическая сумма потерь на всех составляющих

конструкцию элементах (т. е. экране с поглощающим покрытием и самой изучаемой структуре).

Соотношения потерь рассчитывались и приводились в процентном отношении относительно значения сигнала передатчика, который для каждой частоты рассчитывался как площадь диаграмм рупора в некотором масштабе, выражаемом при помощи коэффициента .

При наличии управляющего поля, после вхождения структуры в низкочастотный резонанс поглощение уменьшается, что согласно теореме Умова-Пойтинга означает уменьшение мнимой части диэлектрической проницаемости стержней структуры. (В результате именно этого происходит уменьшение потерь электромагнитного поля в структуре и соответственно увеличивается пропускание сигнала.)

Это позволяет использовать периодическую структуру в качестве модулятора СВЧ-излучения, управляемого внешним электрическим полем.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ

Д. Б. Склипус

Брестский государственный технический университет, Беларусь

Научный руководитель Д. А. Костюк

В последнее время наблюдается увеличение доли бытового использования автономных мобильных роботов; благодаря широкому распространению дешевых и простых в реализации средств связи и портативных вычислительных систем для данного направления робототехники прогнозируется скачкообразный рост. Ведущие профильные вузы реагируют на наличествующий и ожидаемый в будущем спрос введением дополнительных учебных курсов.

Соответствующие лабораторные практикумы чаще всего строятся на базе различных виртуальных сред моделирования [1], [2]. Изучение программирования электронных устройств невозможно без практических экспериментов, и это особенно важно в случае управления автономной мобильной системой. Такой аппарат в своей физической реализации взаимодействует с широким спектром факторов и воздействий окружающей среды, подвержен ряду физических закономерностей, учет которых нехарактерен для систем моделирования и никогда не встречается в виртуальном окружении в полном объеме. Таким образом, разработка лабораторного мобильного стенда на базе программируемого микроконтроллера для решения учебных задач представляет несомненную практическую актуальность. Для данной цели нами разработан автономный мобильный робот SRS с дистанционным компьютерным управлением.

Мобильность робота обеспечивают два электродвигателя, передающие крутящий момент на заднюю пару колес. В конструкции использованы коллекторные электродвигатели со встроенным редуктором, передаточное число которого имеет соотношение 50 к 1.

Напряжение питания составляет 7 В. Источником питания служит набор из шести батарей типа АА. Для формирования напряжения питания интегральных схем применен преобразователь на базе микросхемы 7805.

Для предотвращения столкновения с препятствиями робот оборудован восемью бесконтактными пороговыми датчиками препятствия. Датчики срабатывают на расстоянии около 15 см от препятствия.

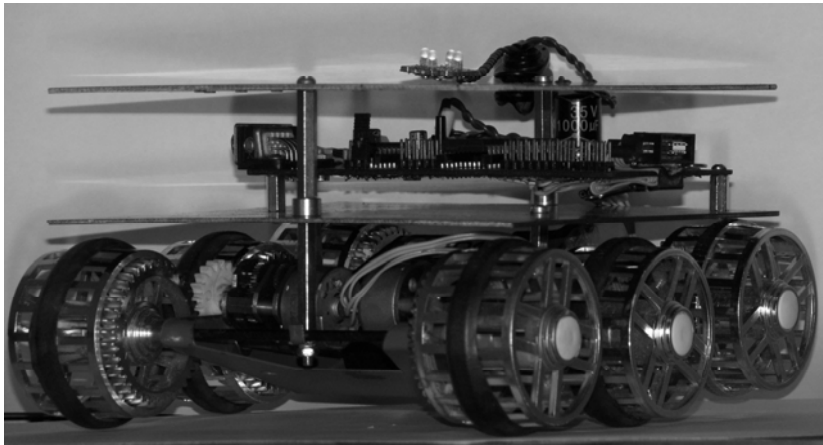


Рис. 1. Робот SRS 02

На рис. 2 изображена основная плата робота – блок управления, который основан на микроконтроллере Atmega32. Микроконтроллер содержит 32 кбайт внутрисистемной программируемой флэш-памяти с функцией чтения во время записи, 1 кбайт ЭСППЗУ, 2 кбайт статического ОЗУ, 32 линии универсального ввода-вывода, 32 универсальных рабочих регистра, счетчик реального времени (RTC), два гибких таймера-счетчика с режимами сравнения и ШИМ, УСАПП, двухпроводной последовательный интерфейс, ориентированный на передачу байт, 8-канальный 10-разрядный АЦП с опциональным дифференциальным входом с программируемым коэффициентом усиления, программируемый сторожевой таймер с внутренним генератором, последовательный порт SPI, испытательный интерфейс JTAG, совместимый со стандартом IEEE 1149.1, который также используется для доступа к встроенной системе отладки и для программирования. Загрузка кодов команд в память микроконтроллера осуществляется из персонального компьютера через внутрисхемный программатор JTAG. На плате предусмотрена возможность подключения разнообразных датчиков – как разработанных для предыдущих моделей роботов [3], [4], так и новых, например акустических.

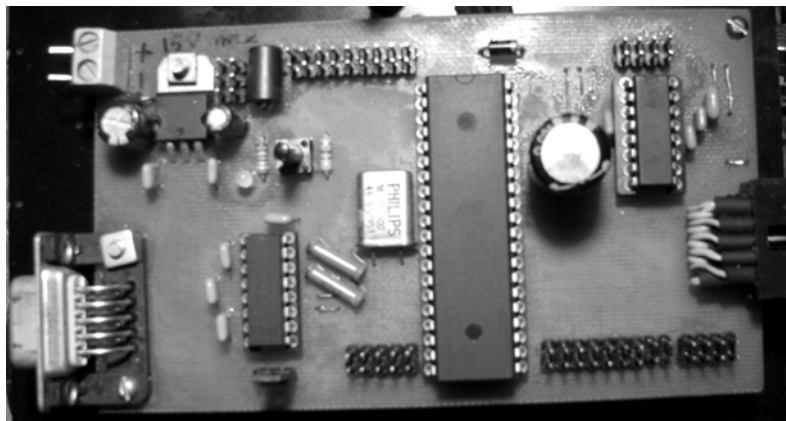


Рис. 2. Блок управления

Гибкость и многофункциональность разработанного мобильного стенда позволяет проводить множество практических экспериментов. Однако типовая задача для

реализации управления мобильным устройством — это программа движения по заданному маршруту из точки А в точку Б. В предыдущих работах [4]–[6] данная задача решалась нами за счет нанесения черной линии на плоскость движения робота, или наблюдением за роботом посредством внешних устройств (веб-камер). Данные виды сужали функциональность робота, ограничивая его автономность зоной прямой видимости. Было решено увеличить показатель автономности за счет оснащения камерой непосредственно робота и применения соответствующего программного обеспечения для управления. Первая задача, которую требовалось решить, – это выбор каналов передачи данных.

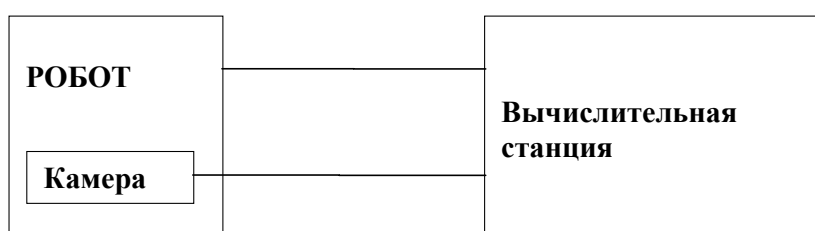


Рис. 3. Схема передачи данных

Так как вычислительная мощность робота не позволяет обрабатывать видео, решено использовать внешнюю вычислительную станцию (ВС), роль которой играет персональная ЭВМ. Связь робота и ВС осуществляется за счет радиомодемов. Связь камеры и ВС осуществляется посредством BLUETOOTH. Такая реализация позволяет не перепрограммировать память робота, а пользоваться только программными средствами вычислительной станции.

Для проверки работоспособности системы было разработано тестовое программное обеспечение для движения робота на яркий источник света (например, горящая свеча или фонарь). Робот может огибать препятствия, встречающиеся на его пути, и должен остановиться по достижении цели. Это достигается за счет определения расстояния с использованием видеообработки.

Рассмотрим обработку подробнее. Первым пунктом производится фильтрация изображения (рис. 4, а), затем детектирование цели (рис. 4, б). В результате получаем X , Y , R , где X , Y – координаты цели, а R – радиус. По увеличению или уменьшению радиуса можно вычислить расстояние до цели. Так как в задаче используется один и тот же источник света, то первоначальная калибровка робота не требуется.

Таким образом, сохраняется мобильность робота с использованием стационарной вычислительной системы для высокоуровневого управления.

Дальнейшим развитием платформы является реализация многопользовательского дистанционного веб-управления через сеть Интернет.

Литература

73. Robotics Toolbox for MATLAB. 10/10/2005. <http://www.ict.csiro.au/downloads/robotics/>.
74. Собственный робот в Robotics Studio. Создание 3D-модели. 27/07/ 2009. <http://insiderobot.blogspot.com/2009/06/robotics-studio-3d.html>.
75. Склипус, Д. Б. Микроконтроллерная лаборатория / Д. Б. Склипус // Информационные технологии управления в экономике 2006 : материалы респ. науч.-практ. конф. – Брест, 2006. – С. 35.
76. Склипус, Д. Б. Микроконтроллерная лаборатория / Д. Б. Склипус // сб. тез. по секции «Информатика» Междунар. конф. «VI Колмогоровские чтения». – Москва, 2006. – С. 26.
77. Склипус, Д. Б. Алгоритм движения по черной линии для автономного мобильного робота / Д. Б. Склипус // сб. конкурс. науч. работ студентов и магистрантов. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 122–125.
78. Автономный робот 1/10/2009 <http://google.sites/skipusrobotssystem.com>.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ СНАРЯД ДЛЯ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕФТЕПРОВОДА

Д. В. Дорошев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. А. Захаренко

Традиционно проблема предотвращения аварий на нефтепроводах решалась, прежде всего, проведением капитального ремонта линейной части нефтепроводов со сплошной заменой труб или изоляции большими участками. При этом выбор участков для ремонта производился на основании ограниченной информации – по данным контрольных шурфовок и результатам измерения потенциалов электрохимзащиты. Однако наращивать объемы капитального ремонта не было возможности как по техническим, так и по экономическим причинам. Необходим был переход от капитального сплошного ремонта трубопровода к выборочному, и только в тех зонах, где находились действительно опасные с точки зрения аварийности дефекты. Была поставлена задача – создать принципиально новую систему поддержания технического состояния нефтепроводов. И она была успешно решена с помощью внутритрубных инспекционных снарядов.

Внутритрубная диагностика трубопроводов (ВТД) основана на использовании автономных снарядов-дефектоскопов, движущихся внутри контролируемой трубы под напором перекачиваемого продукта (нефть, нефтепродукты, газ и т. п.). Снаряд снабжен аппаратурой для неразрушающего контроля трубы, записи и хранения в памяти данных контроля и вспомогательной служебной информации, а также источниками питания аппаратуры. Измерительная часть снаряда состоит из датчиков, расположенных так, чтобы зоны чувствительности датчиков охватывали весь периметр трубы. Это позволяет избежать пропуска дефектов трубы.

Снаряд вводится в контролируемый трубопровод через специальную камеру пуска-приемки, проходит по трубе сотни километров, накапливая информацию о ее состоянии в бортовой памяти, а затем извлекается через аналогичную камеру. Затем информация считывается на внешний терминал, расшифровывается и представляется в виде отчета.

Разрабатываемый нами контрольно-измерительный снаряд предназначен для определения мест повреждения изоляции исследуемого нефтепровода, что позволяет на ранней стадии предотвратить аварию.

Ключевым моментом в определении аномалии является нахождение ее координаты, от точности которой зависит величина работ по исправлению дефекта в трубопроводе.

Измерение пройденного дефектоскопом расстояния и привязка аномалий трубопровода к дистанции основывается на одометрической системе, состоящей из одометрического колеса, полный оборот которого сопровождается выработкой импульса. Расстояние автоматически определяется дефектоскопом при известном диаметре одометрического колеса.

Однако существует проблема с проскальзыванием колеса, для решения которой мы вводим систему из нескольких колес, совместные показания которых позволяют более точно определить скорость снаряда внутри трубопровода.

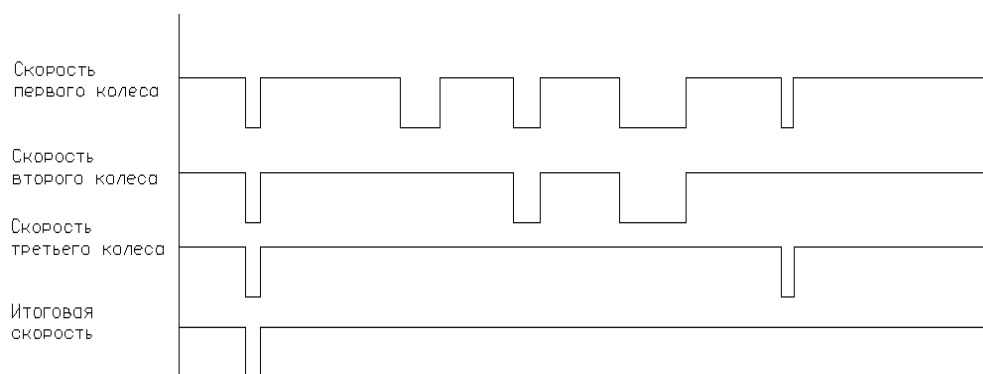


Рис. 1. График скорости снаряда внутри нефтепровода

Параллельно одометрической системе внедряется система маячков, расположенных на поверхности грунта, и сигнал с которых будет приниматься нашим снарядом. Это позволит более точно определить местоположение дефектоскопа в трубопроводе. На рис. 2 показана ситуация, когда данные одометра о пройденном расстоянии отличаются от истины. Путем преобразования результатов мы получаем более точное место расположения аномалии.

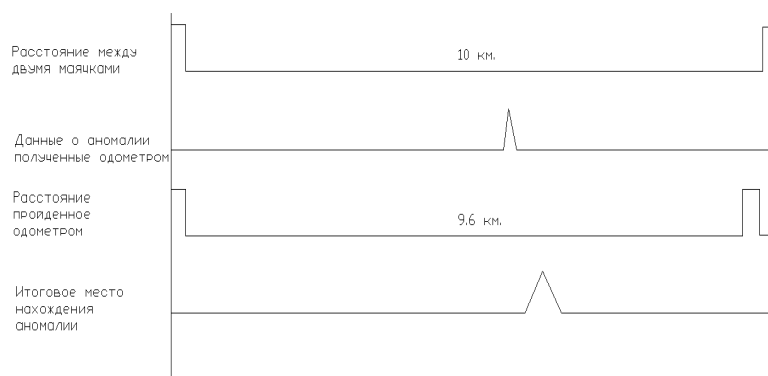


Рис. 2. Нахождение места аномалии с помощью показаний одометрической системы и комплекса маячков

С целью дополнительной проверки показаний одометрической системы внедряются датчик ускорения и датчик скорости снаряда относительно потока, которые позволяют исключить ошибку в нахождении скорости снаряда внутри нефтепровода.

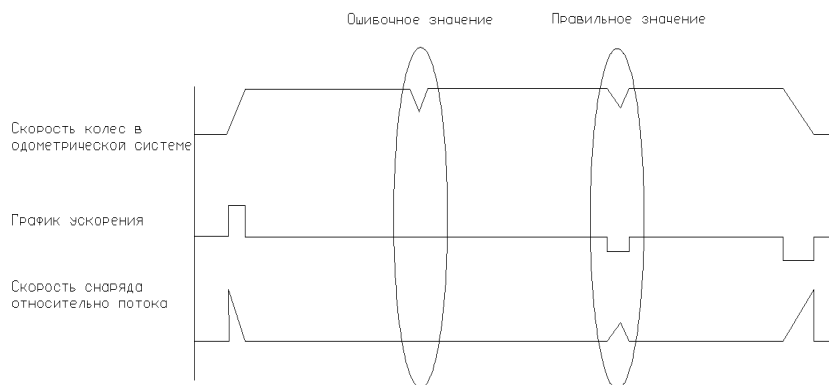


Рис. 3. График скорости одометрической системой, ускорения снаряда и скорости относительно потока

Тенденцию старения трубы, к сожалению, не остановить. Но добиться надежной работы трубопроводов, регулярно и своевременно выявляя опасно развивающиеся дефекты, можно. Нет необходимости доказывать, что описанные выше методы сэкономят нашему предприятию не один миллиард рублей. Средства, затрачиваемые на внутритрубную диагностику, окупят себя в сотни раз, сохранят белорусскую природу и предотвратят гибель людей. На сегодня альтернативы внутритрубной диагностике нет.

Литература

79. Технология проведения работ по диагностированию действующих магистральных нефтепроводов внутритрубными инспекционными снарядами. – Москва : «АК «Транснефть», ЦТД, 1994.
80. Лисин, Ю. В. Надежность и безопасность / Ю. В. Лисин // Трубопроводный транспорт нефти. – 2000. – № 9.
81. Бородавкин, П. П. Сооружение магистральных трубопроводов : учеб. для вузов / П. П. Бородавкин, В. П. Березин. – Москва : Недра, 1987.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В. О. Старостенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

В последние годы значительный прогресс в телекоммуникационных технологиях достигнут благодаря переходу на цифровые виды связи, которые, в свою очередь, базируются на стремительном развитии микропроцессоров. Один из ярких примеров этого – появление и быстрое внедрение технологии связи с цифровыми шумоподобными сигналами.

Основные свойства цифровой связи с шумоподобными сигналами – защищенность канала связи от перехвата, помех и подслушивания. В качестве шумоподобных сигналов используют сложные сигналы, сформированные на основе псевдослучайных последовательностей (кодов). Очень часто необходимо большое число разных кодовых последовательностей с хорошими корреляционными свойствами, например для обеспечения конфиденциальности или в каналах связи с кодовым разделением при наличии большого числа абонентов. Наиболее известные и широко используемые псевдослучайные последовательности (ПСП) – это линейные рекуррентные последовательности максимальной длины или М-последовательности. Они обладают хорошими корреляционными свойствами и легко формируются на основе регистров сдвига. Имеется широкий ансамбль М-последовательностей различной длины, однако длина данных ПСП строго определена и равна $N = 2^k - 1$. При необходимости использования ПСП другой длины можно взять последовательности Лежандра (коды квадратичных вычетов), Зингеровы коды или коды Якоби.

Так же наиболее известными кодовыми последовательностями являются сигналы Баркера. Достоинство этих сигналов заключается в том, что боковые пики автокорреляционной функции (АКФ) минимальные и не превышают значения $1/N$. Кодовые последовательности, обладающие таким свойством, найдены только для $N \leq 13$. В табл. 1 приведены известные кодовые последовательности Баркера. В последнем столбце таблицы приведен уровень боковых пиков АКФ.

Таблица 1

Кодовые последовательности Баркера и АКФ

N	a_i при i													R_{21}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3	0	0	1											-1/3
4	0	0	1	0										1/4
5	0	0	0	1	0									1/5
7	0	0	0	1	1	0	1							-1/7
11	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1			-1/11
13	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1/13

На рис. 1 изображены огибающие автокорреляционных функций сигналов Баркера для $N = 11$ и $N = 13$.

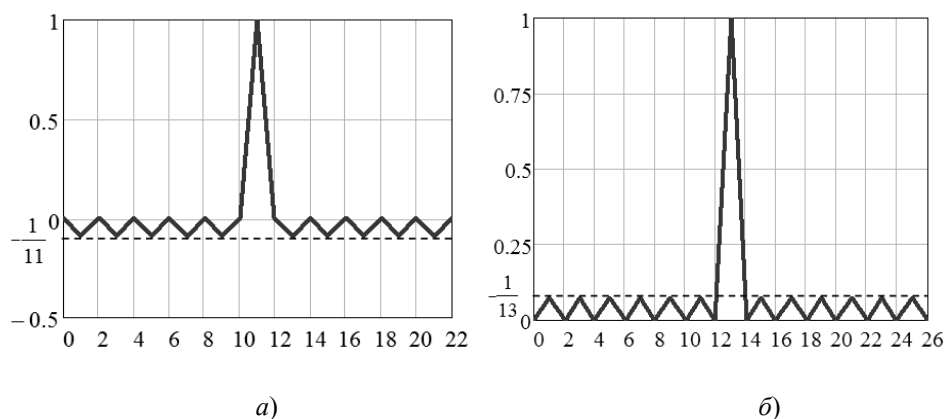


Рис. 1. АКФ сигналов Баркера (а) при $N = 11$; (б) при $N = 13$

Коды Баркера были получены им путем перебора, но существуют методы нахождения оптимальных кодовых последовательностей, не предполагающих слепой перебор. Такие методы основаны на отыскании кодов дающих одноуровневую периодическую функцию автокорреляции (ПФАК), после чего при помощи циклического сдвига полученной последовательности на l символов находят оптимальные. К таким последовательностям относятся коды упомянутые ранее: М-последовательности, коды квадратичных вычетов, Зингеровы коды и коды Якоби.

Построение кодов квадратичных вычетов базируется на использовании двухзначного характера мультипликативной группы простого поля $GF(p)$ с числом позиций $N = 4x + 3$, $x = 0, 1, \dots$ В теории чисел для определения кодовой последовательности вводится понятие – символ Лежандра. Если есть символ Лежандра (символ n по отношению к N), то символы последовательности Лежандра определяются как

$$a_i = \begin{cases} 1 & \text{при } n = 0 \pmod{N} \\ \left(\frac{n}{N}\right) & \text{при } n \neq 0 \pmod{N} \end{cases}$$

В табл. 2 приведены характеристики некоторых последовательностей квадратичных вычетов.

Таблица 2

Характеристики оптимальных кодов квадратичных вычетов

N	$l_{\text{опт}}$	r_{μ}	N	$l_{\text{опт}}$	r_{μ}
7	5	1	67	22	5
11	3	1	71	20	5
19	4 5 6 7 8 14 16 17	3	79	15 16 26 27 53 54 55 56	6
23	7 8 17	3	83	21 23 24 25	6
31	6 7 10 11 12 20 21 22 23 24	4	103	13 16 20 21 22 25 26 29 30 31 34 35 37 38 39 69 70 78 79 81 82	8
43	8 9 10 11 33 34 35 36	4	107	27 30 78 81 82 83	7
47	35	4	127	36 37	7
59	12 15 16 40 41 44 45 47	5	131	97 98 99	8

Зингеровы коды имеют длину $N = (pn - 1) / (p - 1)$, их построение основано на использовании свойств подобия и зависимости элементов поля $GF(pn)$. В табл. 3 приведены результаты расчетов оптимальных по минимаксному критерию импульсных кодов порождаемых Зингеровыми последовательностями.

Таблица 3

Характеристики оптимальных Зингеровых кодов

N	$l_{\text{опт}}$	r_{μ}
4	0 1 2 3	1
6	2 3 4 5	2
8	3 4 5 6	3

13	12	1
40	9	5

Построение М-последовательностей базируется на свойствах поля $GF(2n)$ при $N = 2n - 1$. Свойства М-последовательностей хорошо изучены. В табл. 4 приведены характеристики некоторых оптимальных кодов порождаемых М-последовательностями.

Таблица 4

**Характеристики оптимальных кодов
порождаемых М-последовательностями.**

Из сравнения различных типов ПСП с одноуровневой ПФАК по минимаксному критерию оптимальности можно сделать вывод, что при использовании небольшого числа последовательностей нет разницы в выборе определенного типа ПСП. Более того при равной длине кодовые последовательности разных типов могут совпадать. Так, например, последовательность Лежандра длиной $N = 11$ и код Зингера длиной $N = 13$ совпадают с кодами Баркера; М – последовательность при $N = 31$ совпадает с последовательностью Лежандра. Если же нужен широкий ансамбль последовательностей, то рационально применять М-последовательности.

Литература

82. Варакин, Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин – Москва : Радио и связь, 1985. – 384 с.
83. Свердлик, М. Б. Оптимальные дискретные сигналы / М. Б. Свердлик – Москва : Совет. радио, 1975. – 200 с.
84. Маковеева, М. М. Системы связи с подвижными объектами / М. М. Маковеева, Ю. С. Шинаков. – Москва : Радио и связь, 2002. – 440 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО
ПОКРЫТИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

А. С. Храмов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. И. Вяхирев

Цель данной работы – экспериментальное обоснование применимости индукционного метода для определения мест повреждения изоляционного покрытия нефтепроводов.

Методы исследований. При нарушении изоляции возникают токи утечки в грунт. Данные токи, а также неоднородность распространения токов трубопровода вблизи места утечки, создают магнитное поле, которое предлагается измерять внутри трубопровода индукционным датчиком.

В источнике [1] приведено теоретические исследования индукционного метода на переменном токе. По их результатам был создан индукционный датчик и собран

макетный образец измерительной схемы с возможностью накопления данных. В качестве датчика используются две катушки 2 намотанные на Ш-образный ферритовый сердечник 1 и включенные дифференциально (рис. 1).

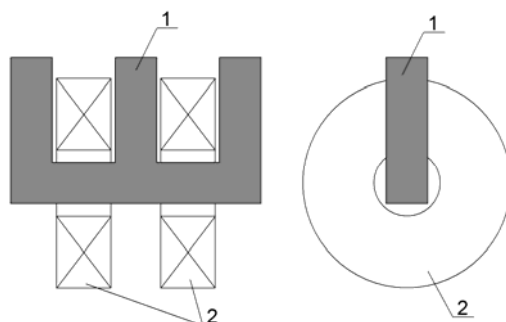


Рис. 1. Индуктивный датчик:
1 – ферритовый сердечник; 2 – катушка

Сигнал с датчика подается на частотно-избирательный усилитель с коэффициентом усиления 106 и частотой настройки 800 Гц. После выпрямления сигнал оцифровывается микроконтроллером и записывается на флэш-карту.

Для проведения экспериментальных исследований в лаборатории был создан полигон, имитирующий отрезок нефтепровода. На рис. 2 показана схема проведения экспериментов. Труба 1 покрыта изоляционным покрытием, аналогичным используемому, и погружена в грунт. На подвижной платформе 3 расположены индукционный датчик 2, измерительная схема и автономное питание.

С помощью реостата устанавливался ток проходящий по трубе. Регулировка тока утечки производилась путем изменения площади электрода погруженной в грунт. По удельному сопротивлению грунта и расчетным формулам [2] определили, что при площади электрода 100 см^2 ток утечки будет составлять 1,88 мА. Эти данные совпали с экспериментальными: при площади электрода 200 см^2 , погруженного в песок, с удельным сопротивлением $\rho = 2000 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ получили ток 4 мА.

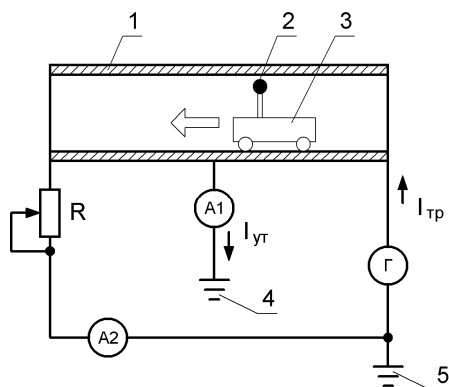


Рис. 2. Схема проведения экспериментов: 1 – труба; 2 – датчик; 3 – подвижная платформа; 4, 5 – электроды погруженные в грунт; Г – генератор переменного напряжения ГЗ-112/1; А1, А2 – вольтметры В7-40 в режиме измерения тока; R – реостат

Результаты исследований. На рис. 3 приведен один из полученных графиков. Подъем напряжения в областях 1 обусловлен магнитными полями, создаваемыми на краях трубы. В точке 2 находится область утечки (300 мВ).

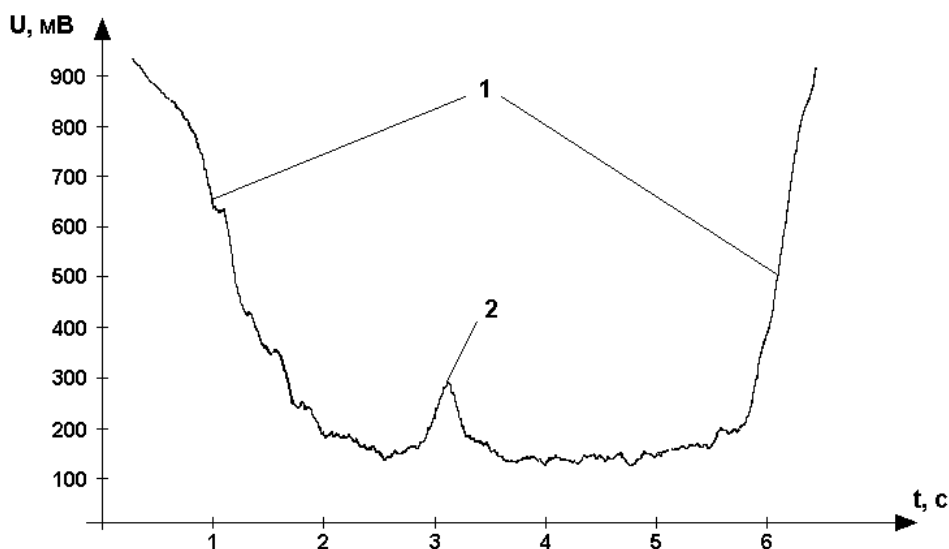


Рис. 3. Диаграмма эксперимента

«Фоновое» напряжение на уровне 150 мВ обусловлено усилением шумов измерительной схемы из-за большого коэффициента. Таким образом, полезный сигнал будет определяться разностью между «фоновым» напряжением и пиком напряжения в месте утечки тока, т. е. 150 мВ.

В результате проведенных исследований был определен минимальный ток утечки 2 мА, который возможно детектировать. Этого достаточно для обнаружения места повреждения изоляции площадью 100 см².

В таблице приведено исследование положений датчиков для измерения магнитного поля продольного, поперечного и вертикального токов, формируемых утечкой.

**Результаты исследования величины магнитного поля
в зависимости от положения датчика относительно оси трубы**

Положение датчика			
	1	2	3
Ток трубы $I_{тр}$, мА	10,3	10,3	10,3
Ток утечки $I_{ут}$, мА	5,5	5,5	5,5
Напряжение в месте утечки, мВ	300	230	260
«Фоновое» напряжение, мВ	150	140	130
Полезный сигнал, мВ	150	90	130

Из таблицы видно, что наибольший полезный сигнал дает измерение продольной составляющей.

Заключение. Для наилучшего детектирования места повреждения необходимо создать датчик, позволяющий суммировать продольные, поперечные и вертикальные составляющие формируемые током утечки.

В результате проведенных экспериментов была подтверждена применимость индукционного метода для определения мест повреждения изоляционного покрытия нефтепроводов.

Литература

85. Электродинамический метод обнаружения дефектов изоляционного покрытия нефтепровода / Н. И. Вяхирев [и др.] // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация : сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. В 2 т. Т. 2 / редкол.: Э. Р. Бариев [и др.]. – Минск : НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, 2009. – 275 с.
86. Карякин, Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок / Р. Н. Карякин, В. И. Солнцев. – Энергоатомиздат, 1991.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРИТРУБНЫМ ГЕРМЕТИЗАТОРОМ

А. В. Сахарук, М. В. Столбов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Э. М. Виноградов, Л. А. Захаренко

Внутритрубный герметизатор – устройство, герметизирующее место повреждения трубопровода и предотвращающее разлив нефти при проведении ремонтных работ.

а)

б)

Рис. 1. Схема герметизатора: а – механическая часть: 1 – радиомаячок системы CD42; 2 – мембрана; 3 – шток; 4 – уплотнители (манжеты); 5 – местоположение ВППУ в герметизаторе; б – расположение электронных модулей: НППУ – наземное приемо-передающее устройство; ВППУ – внутритрубное приемо-передающее устройство; ПУИ – пульт управления и индикации; БЭ – блок электроники; Акк – аккумулятор; АМ – антенный модуль; ИМ – измерительный модуль, КЛ – клапан

Алгоритм работы герметизатора следующий. Он помещается в трубопровод, и перемещается давлением нефти по трубопроводу до места повреждения. В месте проведения ремонтных работ путем подъема давления в нефтепроводе прорывается мембрана 2 (рис. 1, а), нефть попадает внутрь гидроцилиндра и давит на поршень,

в свою очередь он начинает передвигаться двигать за собой шток 3, уплотнители 4 насаживаются на конусы и герметизируют трубопровод. После проведения ремонтных работ в трубопроводе снова повышается давление нефти, и снаряд проталкивается до следующего шлюза.

Проблемы, возникающие при эксплуатации внутритрубного герметизатора:

- 1) определение местоположения герметизатора в трубопроводе;
- 2) управление моментом срабатывания герметизатора;
- 3) определения факта срабатывания герметизатора.

Для определения местоположения герметизатора в трубе используется штатная система CD-42. Она состоит из маячка, который крепится в носовой части герметизатора, и на протяжении всего времени движения герметизатора излучает пачки импульсов с частотой 22 Гц, и наземной части, которая принимает пачки импульсов и выводит на ЖК-индикатор их амплитуду. По амплитуде импульсов и определяется местоположение герметизатора. В ходе эксплуатации данной системы выяснились ее недостатки. Мощность сигнала, излучаемая маячком очень маленькая, вследствие чего во многих случаях наземная часть CD-42 не может принять сигнал, и становится невозможным определить местоположение герметизатора.

Невозможно точно задать момент срабатывания герметизатора, так как он определяется процессом подъема давления. Кроме того, большие скачки давления приводят к износу стенок трубопровода.

Как показала практика, из-за несовершенной системы управления срабатыванием герметизатора часто происходит преждевременное срабатывание герметизатора, либо наоборот, затягивание в срабатывании. Поэтому для наблюдения фактического хода процесса герметизации необходимо иметь информацию о перемещении штока.

Из-за вышеперечисленных проблем при эксплуатации внутритрубного герметизатора возникла задача разработать систему контроля и управления внутритрубным герметизатором.

Основной проблемой обмена информацией между ВППУ и НППУ является затухание трубопровода на глубине около 2–6 м под поверхностью земли. Для определения требований к характеристикам приемопередатчиков, осуществляющих передачу радиосигнала в трубопровод и обратно, необходимо было рассчитать затухание сигнала в средах «воздух-почва-трубопровод». 90–95 % затухания будет определять сталь трубопровода. По сути, трубопровод является экраном для магнитных полей. Влияние этого экрана на ослабление магнитного поля в трубе было оценено двумя методами.

В первом случае использовался метод, описанный в [1]. Коэффициент ослабления определяется по формуле

,

где μ_r – относительная магнитная проницаемость материала экрана (стали); d – толщина стенок экрана; D – диаметр эквивалентного сферического экрана, близкий к длине стенки кубического экрана.

С учетом того, что намагниченная сталь имеет $\mu_r = 100–2000$, коэффициент ослабления составит:

$$K = 1 + \frac{(100 - 1000)10 \text{ мм}}{800 \text{ мм}} = 1,75 - 17,5.$$

Во втором случае расчет коэффициент ослабления осуществлялся по формуле, взятой из [2]. Коэффициент ослабления составил 1,24–12,4.

Достоверность расчетных формул производилась путем моделирования в программе Elcut и путем натурального эксперимента, в котором использовался специальный стальной контейнер с толщиной стенки, равной толщине стенки реального трубопровода. Коэффициент ослабления, полученный путем моделирования, составил 4,5. При расчетах учитывалось, что намагниченная сталь имеет $\mu_r = 100\text{--}2000$. Полученный порядок значения коэффициента ослабления был подтвержден экспериментально в условиях, близких к реальным (коэффициент ослабления составил 15,2).

При выборе рабочей частоты приемопередатчиков руководствовались тем, что при любых значениях μ_r затухание сигнала возрастает с увеличением частоты, причем тем быстрее, чем меньше намагниченность стали. Максимальный уровень передаваемого сигнала будет наблюдаться в области низких частот. Однако следует отметить, что построение канала связи в области очень низких частот проблематично по причине нереально больших требуемых габаритов приемной и передающей катушек (антенн). Компромиссным решением является работа в диапазоне частот 20–25 Гц, когда коэффициент передачи находится на уровне порядка 0,1 при среднем значении намагниченности стали трубопровода ($\mu_r = 500$).

В итоге для работы приемопередатчика устройства выбрана частота 22 Гц.

Алгоритм работы устройства следующий.

ВППУ на протяжении всего движения по трубопроводу излучает пачки импульсов частотой 22 Гц, для возможности определения его местоположения системой CD-42.



Рис. 2. Сигналы маячка

В перерывах между пачками импульсов ВППУ переключается на прием и ожидает запроса на определение положение штока, либо на открытие впускного клапана. При срабатывании снаряда, шток начинает перемещаться, вызывается прерывание и микроконтроллер сохраняет информацию о текущем положении штока. При получении запроса с НППУ микроконтроллер возвращает двоичный код, содержащий информацию о положении штока. При получении запроса на срабатывание герметизатора контроллер подает команду на открытие клапана.

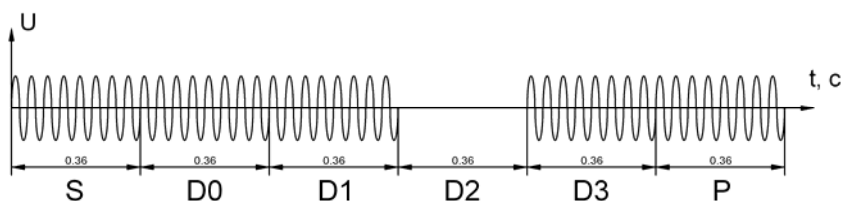
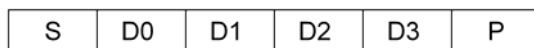


Рис. 4. Пример посылки кода «1011»

Большая часть электронных компонентов располагается в носовой части герметизатора. Внутри создается герметичный контейнер с внешним люком для доступа к электронике. Передающая и принимающая антенны располагаются снаружи на передней части герметизатора (месторасположение штатного маячка CD-42, рис. 1, а, точка 1). Клапан, регулирующий подачу нефти в герметизатор, находится в хвостовой части (рис. 1, точка 2). Рассматривалось два способа связи устройства управления клапаном с основной частью ВППУ:

- проводной;
- беспроводной (по внутреннему радиоканалу).

Проводной способ более дешевый, однако и более сложный в реализации, так как организация канала для проводной связи снижает надежность герметизации трубопровода. Беспроводной способ предусматривает наличие дополнительных аккумуляторных батарей. С учетом того, что нефть является диэлектриком, для связи можно использовать высокочастотный радиоканал.

Литература

87. Каден, Г. Электромагнитные волны в высокочастотной технике и технике связи / Г. Каден. – Москва : Госэнергоиздат, 1946. – Т. 1.
88. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники / Л. А. Бессонов, 1964.

ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК УРОВНЯ РАССОЛА В БАКАХ ПЕСКОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

В. А. Хананов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: А. В. Ковалев, В. А. Карпов

Цель работы – разработка измерительного преобразователя уровня солевого раствора в баке дорожной машины.

На сегодняшний день актуальной является проблема контроля количества реагентов, распределяемых дорожной машиной. В связи с этим была поставлена следующая задача: в системе управления пескораспределителем должна быть индикация текущего уровня солевого раствора в баке.

При анализе поставленной задачи были определены следующие особенности эксплуатации:

- 1) высокая электропроводность соляного раствора;
- 2) низкая температура окружающей среды;
- 3) ввиду наличия соли – агрессивная среда эксплуатации.

Был проведен обзор методов решения [1]. Наиболее часто используемыми датчиками уровня являются:

- 1) емкостной датчик с изолированным электродом;
- 2) ультразвуковой датчик;
- 3) поплавковый датчик;
- 4) радиационный датчик;
- 5) гидростатический датчик.

Ультразвуковой и радиационный датчики слишком дороги в производстве. Плавковые датчики измеряют уровень дискретно, что не удовлетворяет требованиям поставленной задачи. Гидростатический датчик подвержен влиянию вибрации и раскачивания автомобиля. Поэтому был выбран емкостной преобразователь, так как он является наиболее простым, надежным и дешевым методом измерения уровня [2].

Уровнемер емкостной. Измерительный зонд представляет собой два свитых между собой изолированных провода. Начальная емкость этих проводов равна $C_0 = 50$ пФ. При погружении проводов в жидкость емкость зонда начнет снижаться. Это связано с тем, что электропроводный раствор «замыкает» погонную емкость погруженной части проводов (рис. 1). Емкость погруженного зонда равна $C_n = 20$ пФ.

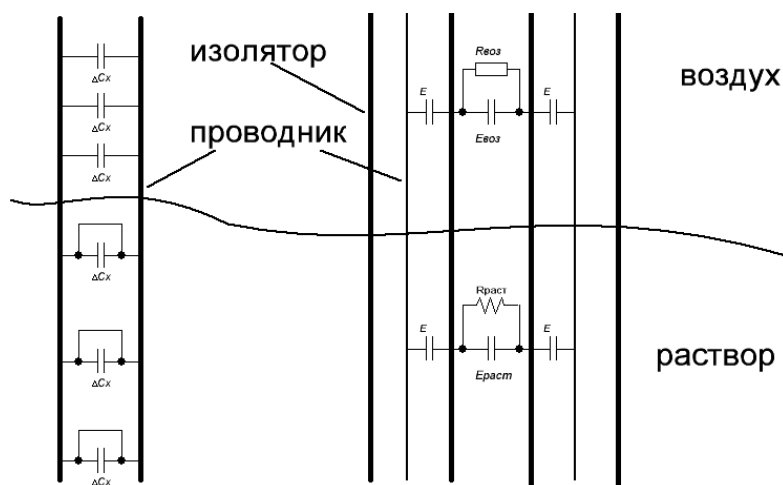


Рис. 1. Пояснение принципа работы

Чтобы избавиться от воздействия внешних электрических помех и влияния паразитных емкостей первый проводник подключается к низкоомному источнику напряжения, а второй – к «виртуальному нулю» операционного усилителя таким образом, чтобы емкость зонда C_x входила в состав дифференциатора (рис. 2).

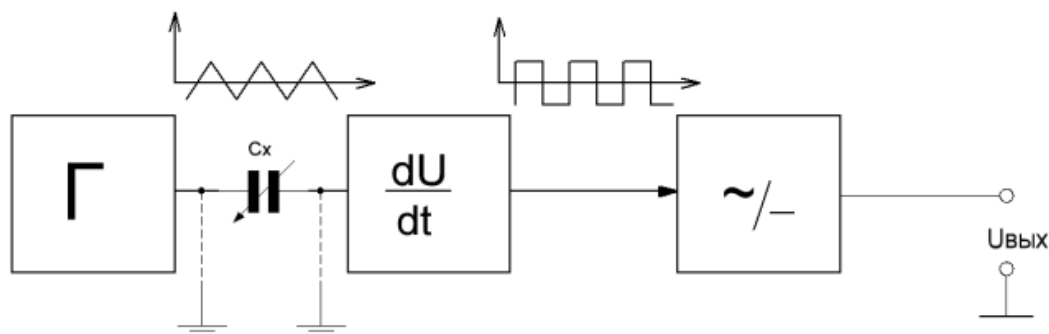


Рис. 2. Функциональная схема преобразователя

При подаче на один электрод измерительного зонда напряжения треугольной формы на выходе дифференциатора появится прямоугольное напряжение, обратно пропорциональное емкости C_x . Это напряжение подается на вход измерительного

преобразователя среднего значения. В результате на выходе схемы присутствует напряжение, которое линейно зависит от уровня раствора в баке.

Рис. 3. Схема электрическая принципиальная

Схема электрическая принципиальная представлена на рис. 3. Генератор напряжения треугольной формы реализован на ОУ DA1.1 и DA1.2.

Дифференциатор – на DA1.3. Измерительный преобразователь среднего значения – на DA2.1 и DA2.2. Для работы схемы от однополярного источника питания на DA1.4 реализована искусственная нулевая точка [3].

Заключение. В результате научной работы был разработан измерительный преобразователь уровня солевого раствора в баке дорожной машины. На сегодняшний день данные устройства устанавливаются на пескораспределителях серийного производства фанипольского ОМЗ.

Л и т е р а т у р а

89. Виглеб, Г. Датчики / Г. Виглеб. – Москва : Мир, 1989. – 196 с.
90. Жданкин, В. Д. Приборы для измерения уровня / В. Д. Жданкин // Современ. технологии автоматизации (СТА). – 2002. – № 3. – С. 6.
91. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых устройств / Г. И. Волович. – Москва : Издат. дом «Додека-XXI», 2005. – 528 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАНОАМПЕРНОГО ДИАПАЗОНА В СКАНИРУЮЩЕМ ТУННельНОМ МИКРОСКОПЕ

Д. П. Михалевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. А. Козусев

Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) – первый из семейства зондовых микроскопов – был изобретен в 1981 г. швейцарскими учеными Г. Биннигом и Г. Рорером. В своих работах они показали, что это достаточно простой и весьма эффективный способ исследования поверхности с пространственным разрешением вплоть до атомарного. В настоящее время зондовая микроскопия – это бурно развивающаяся область техники и прикладных научных исследований.

Принцип работы СТМ основан на явлении туннелирования электронов через узкий потенциальный барьер в виде непроводящего вакуумного зазора между металлическим зондом и проводящим образцом во внешнем электрическом поле.

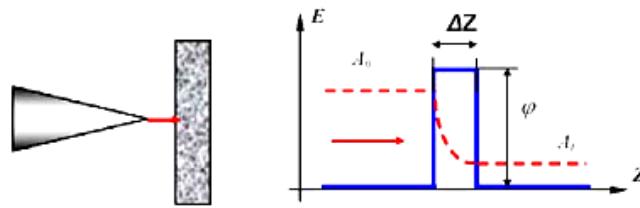


Рис. 1. Схема туннелирования электронов через потенциальный барьер в туннельном микроскопе

При подведении зонда к поверхности образца на расстояния в несколько ангстрем образуется туннельно-прозрачный потенциальный барьер, величина которого определяется, в основном, значениями работы выхода электронов из материала зонда и образца. При качественном рассмотрении барьер можно считать прямоугольным с эффективной высотой, равной средней работе выхода материалов ϕ .

Экспоненциальная зависимость туннельного тока от расстояния позволяет осуществлять регулирование расстояния между зондом и образцом в туннельном микроскопе с очень высокой точностью. На этом основан принцип работы СТМ, который представляет собой электромеханическую систему с отрицательной обратной связью. Система обратной связи поддерживает величину туннельного тока между зондом и образцом на заданном уровне, выбираемом оператором. Поддержание заданной величины туннельного тока осуществляется за счет изменения размера пьезокерамики в вертикальном направлении (а следовательно, перемещения зонда микроскопа вдоль оси Z) в соответствии с рельефом поверхности. Зондом служит тонкое металлическое острие, смонтированное на электромеханическом приводе (X , Y , Z – позиционере). Когда такое острие подводится к участку исследуемой поверхности на расстояние $\leq 10 \text{ \AA}$, то при приложении между острием и образцом небольшого (от 0,01 до 10 В) напряжения смещения V_s через вакуумный промежуток ΔZ начинает протекать туннельный ток I_0 порядка 10^{-9} А. Полагая, что электронные состояния (орбитали) локализованы на каждом атомном участке, при сканировании поверхности образца в направлении X и/или Y с одновременным измерением выходного сигнала в цепи Z можно получить картину поверхностной структуры на томном уровне. Эта структура может быть отображена в двух режимах. В режиме постоянного туннельного тока (рис. 2, а) зонд перемещается вдоль поверхности, осуществляя растровое сканирование; при этом изменение напряжения на Z -электроде пьезоэлемента в цепи обратной связи (с большой точностью повторяющее рельеф поверхности образца) записывается в память компьютера в виде функции $Z = f(x, y)$, а затем воспроизводится средствами компьютерной графики.

При исследовании атомарно гладких поверхностей часто более эффективным оказывается получение СТМ изображения поверхности в режиме постоянной высоты $Z = \text{const}$. В этом случае зонд перемещается над поверхностью на расстоянии нескольких ангстрем, при этом изменения туннельного тока регистрируются в качестве СТМ изображения поверхности (рис. 2, б). Сканирование производится либо при отключенной ОС, либо со скоростями, превышающими скорость реакции ОС, так что ОС обрабатывает только плавные изменения рельефа поверхности. В данном способе реализуются очень высокие скорости сканирования и высокая частота получения СТМ изображений, что позволяет вести наблюдение за изменениями, происходящими на поверхности, практически в реальном времени.

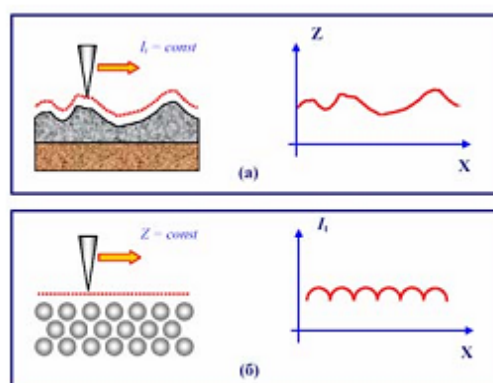


Рис. 2. Формирование СТМ изображений поверхности по методу постоянного туннельного тока (а) и постоянного среднего расстояния (б)

Схема системы управления СТМ представлена на рис. 3. Напряжение на туннельном промежутке задается оператором с помощью ЦАП-У, а поддерживаемый системой обратной связи ток – с помощью ЦАП-І. Двухканальные цифро-аналоговые преобразователи ЦАП-Х и ЦАП-У служат для формирования строчных и кадровых разверток. Петля обратной связи состоит из предварительного усилителя ПУ, конструктивно расположенного в измерительной головке СТМ, разностного усилителя РУ, фильтра низких частот ФНЧ, усилителей У4 и У5, пьезопреобразователя, регулирующего величину туннельного промежутка.

В начальном состоянии ток в петле обратной связи отсутствует, и сканер максимально вытянут в направлении к образцу. При появлении туннельного тока обратная связь отодвигает сканер, и система переходит в режим точной установки образца. В этом режиме происходит совместное движение образца и отодвигание (системой ОС) зонда до тех пор, пока сканер не встанет в середину своего динамического диапазона. При этом в петле обратной связи поддерживается постоянным выбранное оператором значение туннельного тока. Сканирование образца осуществляется при подаче напряжений пилообразной формы на внешние электроды трубчатого сканера с помощью двухканальных ЦАП-Х и ЦАП-У и двухканальных высоковольтных усилителей У1 и У2. При сканировании система обратной связи поддерживает постоянным туннельный ток. Это происходит следующим образом. Реальное мгновенное значение туннельного тока I_t сравнивается на разностном усилителе со значением I_0 , заданным оператором. Разностный сигнал ($I_t - I_0$) усиливается (усилителями У4 и У5) и подается на внутренний Z -электрод сканера. Таким образом, при сканировании напряжение на Z -электроде сканера оказывается пропорциональным рельефу поверхности. Сигнал с выхода усилителя У4 записывается с помощью АЦП как информация о рельефе поверхности.

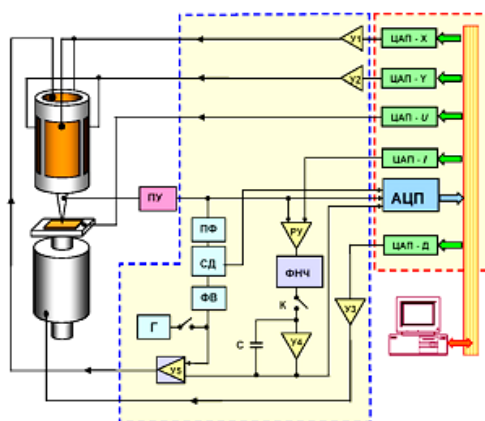


Рис. 3. Схема системы управления сканирующего туннельного микроскопа

Предварительный усилитель выполнен на прецизионном операционном усилителе ОРА128КМ с основными параметрами, представленными в таблице.

Параметры ОУ при $U_{пит} = \pm 15 \text{ В}$ и $R_{н} \geq 2 \text{ кОм}$	ОРА128КМ			Единицы измерения
	мин.	тип.	макс.	
Напряжение питания	± 5	± 15	± 18	В
Входной ток смещения		± 75	± 150	фА
Разность входных токов		30		фА
Напряжение смещения нуля		± 140	± 500	мкВ
Тепловой дрейф			± 10	мкВ/°С
Скорость нарастания выходного сигнала		3		В/мкс
Входное сопротивление		10^{13}		Ом
Коэффициент усиления сигнала	110	128		дБ
Коэффициент ослабления синфазного сигнала	90	118		дБ
Выходное напряжение	± 10	± 13		В
Выходной ток	± 5	± 10		мА
Выходное сопротивление		100		Ом

Схемная реализация ПУ представлена на рис. 4.

Литература

92. G. Binnig, H. Rohrer. Scanning tunneling microscopy IBM Journal of Research and Development 30,4 (1986).
93. A. Bonnell and B. D. Huey. Basic principles of scanning probe microscopy from Scanning probe microscopy and spectroscopy: Theory, techniques, and applications 2nd edition Ed. By D. A. Bonnell Wiley-VCH, Inc. New York (2001).

ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ЗВЕНА И ПОСЛЕДУЮЩИЙ СИНТЕЗ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ

В. М. Лукашов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. Н. Кухаренко

Существующие измерительные системы позволяют получить характеристику переходного процесса в виде цифровых отсчетов. Этот процесс представлен в виде безразмерной матрицы отсчетов. После обработки безразмерной матрицы отсчетов в среде Mathcad был получен график затухающего колебательного процесса (рис. 1).

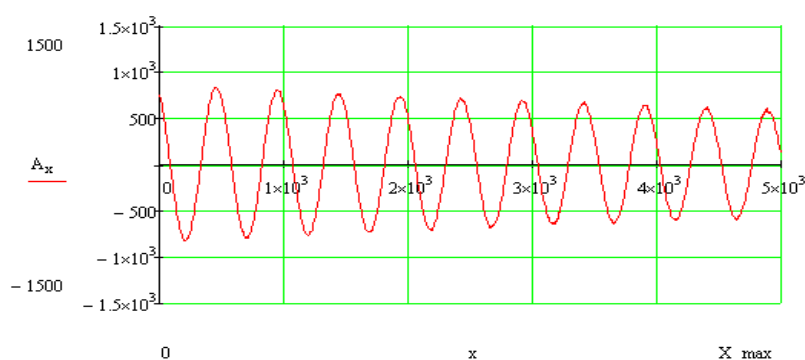


Рис. 1. Исходный переходной процесс: x – цифровые отсчеты по горизонтали;
 A_x – цифровые отсчеты по вертикали

С целью возможности и дальнейшей обработки выделен нужный участок характеристики и определены масштабы напряжений и времени.

Расчет параметров компонентов производится для схемы замещения колебательного процесса, представленной на рис. 2.

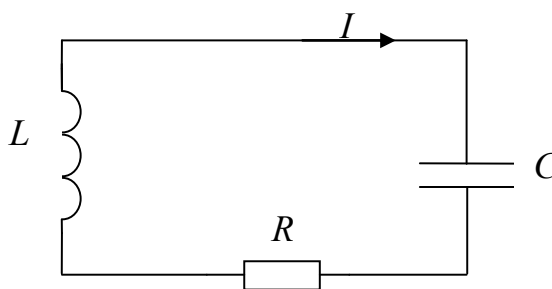


Рис. 2. Последовательный RLC-контур

В электрическом контуре (рис. 2), содержащем индуктивность L и емкость C , омическое сопротивление R уравнение колебательного процесса напряжений для контура будет иметь вид:

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0. \quad (1)$$

где q – заряд на конденсаторе.

Для анализа колебательного процесса уравнения (1) можно представить в виде:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\delta \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0. \quad (2)$$

Под x подразумевается заряд конденсатора, а $\delta = \frac{R}{2L}$ – затухание; $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ – частота колебательного процесса.

Затухание и частоту колебаний можно найти по двум максимумам колебательного процесса.

С помощью программных циклов в среде Mathcad найдены первый и второй максимумы:

$$t_{\max 1} = 9,22 \cdot 10^{-5} \text{ с}; U_{\max 1} = 0,835 \text{ В};$$

$$t_{\max 2} = 18,84 \cdot 10^{-5} \text{ с}; U_{\max 2} = 0,813 \text{ В}.$$

Для определения значений элементов в схему замещения в корректируемое звено параллельно нужно ввести дополнительную емкость $C_{\text{доп}} = 2,414 \text{ мкФ}$.

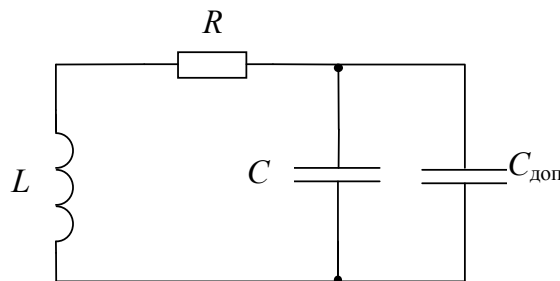


Рис. 3. Схема колебательного контура с дополнительной емкостью $C_{\text{доп}}$

Изменение процесса в результате введения дополнительной емкости можно увидеть на рис. 4.

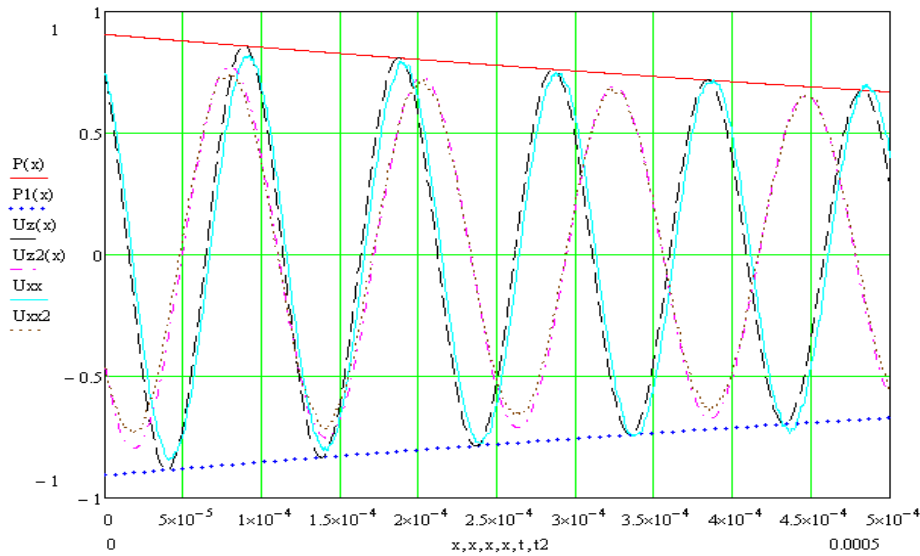


Рис. 4. Результаты моделирования: P и P_1 – кривые затухания процесса без дополнительной емкости; U_z – рассчитанный затухающий процесс собственный; U_{z2} – рассчитанный затухающий процесс с дополнительной емкостью; U_{xx} – экспериментальное колебание, снятое с осциллографа; U_{xx2} – экспериментальное колебание процесса с дополнительной емкостью, снятое с осциллографа

Получены номиналы элементов: $R = 0,067 \text{ Ом}$; $C = 4,411 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $L = 55,6 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$.

Реальные номиналы элементов: $R = 0,01 \text{ Ом}$; $C = 4,377 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $L = 55,5 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$.

Для корректировки переходного процесса необходимо ввести в колебательное звено дополнительную демпфирующую цепочку RC .

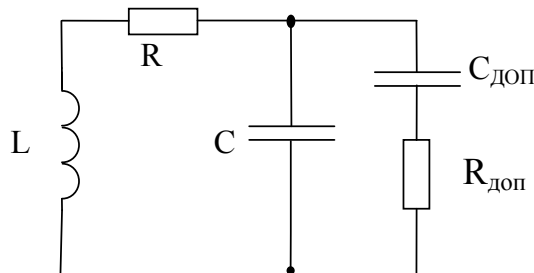


Рис. 5. Параллельный контур RLC с демпфирующим звеном $RC_{доп}$

Можно записать характеристическое уравнение для данного контура:

$$p^3 LCR_{доп} C_{доп} + p^2 (LC_{доп} + LC + RCR_{доп} C_{доп}) + p(RC_{доп} + R_{доп} C_{доп} + RC) + 1 = 0. \tag{3}$$

Введен коэффициент нормирования Вышнеградского:

$$K_B = \sqrt[3]{\frac{1}{LCR_{доп} C_{доп}}}. \tag{4}$$

Задавая коэффициент Вышнеградского, можно выбрать оптимальный переходной процесс. В данном случае:

$$K_b = 47000.$$

Задается значение дополнительного сопротивления $R_{\text{доп}} = 3 \text{ Ом}$.

Из уравнения (4) выражено и вычислено значение дополнительной емкости:

$$C_{\text{доп}} = 13,09 \text{ мкФ}.$$

Реальный и теоретически полученный процесс изображены на рис. 6.

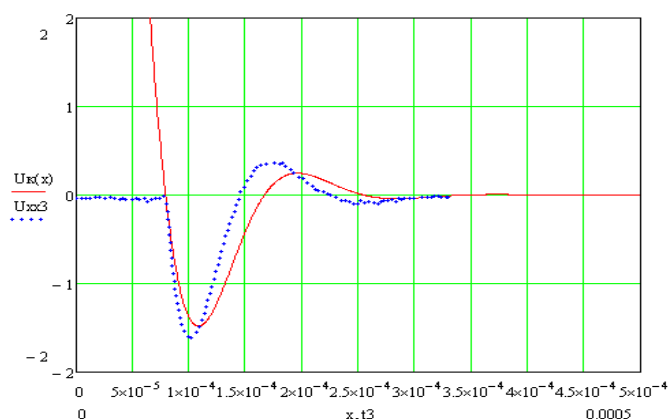


Рис. 6. Реальный и теоретически полученный процесс: U_k – теоретически рассчитанный процесс; U_{k3} – реальный экспериментально полученный процесс

Заключение. Полученную методику можно использовать:

- 1) в дефектоскопии;
- 2) в устройствах преобразовательной техники;
- 3) в разработке фильтров, обеспечивающих электромагнитную совместимость;
- 4) при согласовании нагрузок и источников с комплексным сопротивлением.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ПРОВЕРКИ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА КОММУТАЦИИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Д. В. Дудник

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель П. П. Изотов

Телемеханическая система УТУ-4М предназначена для управления наружным (уличным) каскадным освещением города. Система состоит из диспетчерского пульта и исполнительных пунктов, расположенных в шкафах наружного освещения.

Оператор при помощи диспетчерского пульта посылает команды исполнительным пунктам, которые при получении команды отключают освещение или включают вечернее либо ночное освещение. После выполнения команды исполнительный

пункт выставляет на линию связи ответ о выполнении или не выполнении принятой команды. Ответ находится на линии связи до следующей команды. Этот ответ состоит из сигнала переменного и постоянного (положительного и отрицательного) напряжений.

Чтобы принять команду исполнительный пункт телемеханической системы следит за током в линии связи при помощи датчика тока. Как только ток становится равным нулю, исполнительный пункт убирает напряжение ответа с линии связи. После паузы в 100 мс переходит в режим приема и выполнения команды, которое длится 300 мс [1].

При модернизации исполнительного пункта, выполненного на элементах релейной автоматики, использовались оптоэлектронные элементы, которые позволяют улучшить массогабаритные и энергетические показатели. В исполнительном пункте, выполненном на элементах релейной автоматики, кратковременное пропадание тока не влияло на работу исполнительного пункта, а в исполнительном пункте, выполненном на оптоэлектронных элементах, кратковременное пропадание тока может привести к сбою в работе устройства.

Теоретическое исследование влияния на сигнал датчика тока подключением переменного напряжения наряду с уже подключенным постоянным напряжением показало, что включение переменного сигнала с определенным фазовым сдвигом приводит к кратковременному пропаданию тока в линии связи. В теоретическом исследовании использовалась упрощенная схема замещения блока формирования ответов и контроля линии связи исполнительного пункта, по которой была составлена теоретическая математическая модель. Схема замещения представлена на рис. 1.

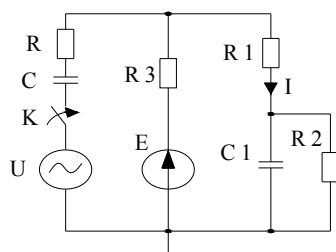


Рис. 1. Схема замещения блока формирования ответов и контроля линии связи исполнительного пункта

Элементами схемы замещения являются:

E – источник постоянного напряжения, используется для подачи команд;

U – источник переменного напряжения, используется для подачи команд;

C – емкость, которая разделяет сеть постоянного и переменного напряжений;

R – сопротивление ключа K ;

$R3$ – сопротивление ключа у источника постоянного напряжения (рассматривается вариант, когда замкнут);

$C1$ – емкость линии;

$R2$ – сопротивление линии и нагрузки диспетчерского пункта;

$R1$ – сопротивление, которое имитирует датчик тока.

При разработке схемы эксперимента в качестве таких элементов, как емкости C , $C1$, сопротивлений R , $R3$, $R2$ применяются стандартные электронные элементы, рассчитанные на соответствующие номиналы или соответствующие характеристикам

тех или иных объектов, таких как нагрузка диспетчерского пульта, емкость линии и сопротивление линии. Особое внимание следует уделить таким элементам, как ключ К и ток на резисторе R1.

В качестве ключа К (рис. 1) предлагается использование оптоэлектронного транзистора 5П14 32Б, представленный на рис. 2.

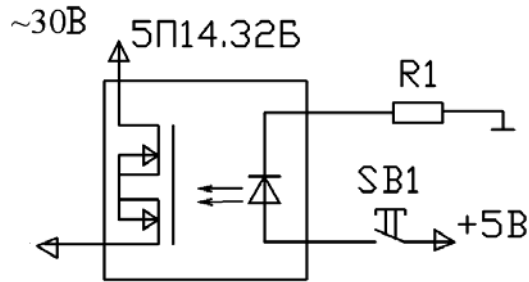


Рис. 2. Оптоэлектронный транзистор

При замыкании кнопки SB1 по светодиоду протекает ток, в результате свечения открывает транзистор, который пропускает переменное напряжение.

Для фиксации результатов коммутации с помощью осциллографа необходимо коммутировать ключ в определенный момент времени и с постоянной периодичностью. В качестве такого устройства управления ключом использовался микроконтроллер ATtiny2313.

Данное управление осуществлялось следующим образом: синусоида переменного напряжения преобразуется в прямоугольный сигнал и подается на микроконтроллер, в результате чего при помощи встроенной функции компаратора микроконтроллер формирует момент открывания ключа синхронно частоте источника переменного напряжения (рис. 3). Также необходимо предусмотреть коммутацию ключа в определенной фазе синусоидального сигнала. Фаза открывания ключа задается с помощью переключателей D0-D7 (рис. 4).

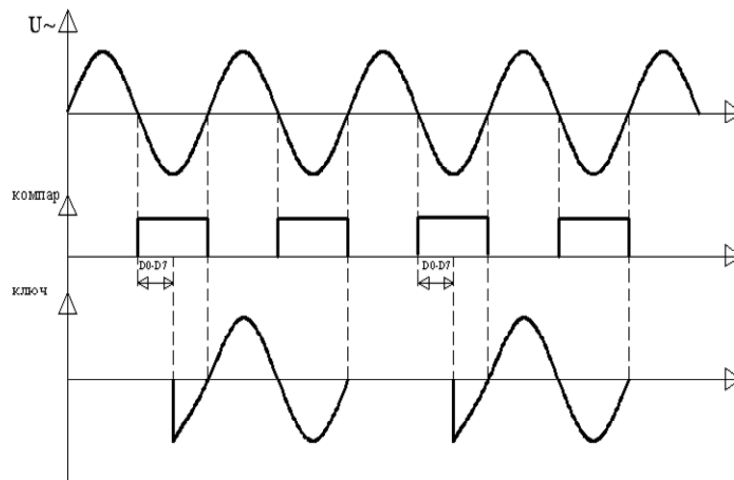


Рис. 3. Процесс формирования момента открывания ключа

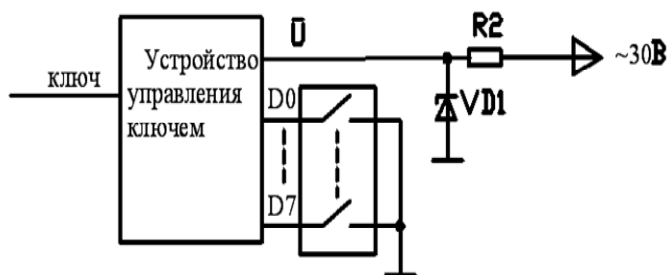


Рис. 4. Принципиальная схема устройства управления ключом

В качестве устройства, контролирующего ток и выполняющего функцию датчика тока (рис. 1, резистор $R1$), применяется оптоэлектронная двояная транзисторная пара (рис. 5).

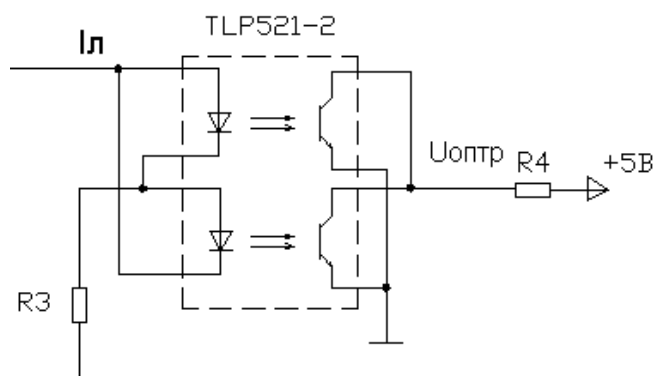


Рис. 5. Двояная оптоэлектронная транзисторная пара

При подключении переменного напряжения броски тока происходят в отрицательную область и необходима их фиксация, в связи с чем применяется двояная оптопара. Именно переход тока через нуль будет фиксироваться датчиком. Реакция датчика тока на переход от отрицательного значения тока к положительному представлена на рис. 6.

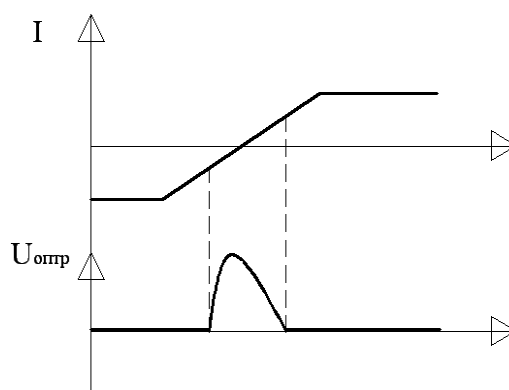


Рис. 6. Сигнал датчика тока

Работа устройства происходит следующим образом: при протекании тока по светодиодам транзисторы открываются и на выходе оптопары напряжение равно нулю. При отсутствии тока на выходе оптопары появляется напряжение +5 В, так как транзисторы закрыты.

В результате схема эксперимента примет вид, изображенный на рис. 7.

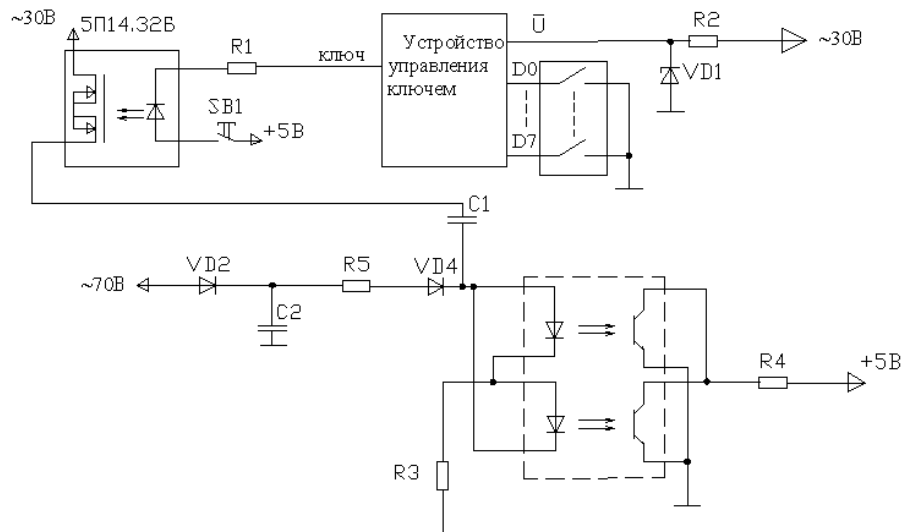


Рис. 7. Схема эксперимента

Закключение. Для исследования процесса коммутации постоянного и переменного напряжений была разработана схема эксперимента (рис. 7), при помощи которой предполагается проверить математическую модель.

Литература

94. Разработка исполнительного пункта наружного освещения городов с улучшенными массогабаритными и энергетическими показателями: отчет о НИР (окончат.) / ГГТУ им. П. О. Сухого ; рук. работы П. П. Изотов. – Гомель, 2005. – 60 с. – № ГР 20042627.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР

Д. В. Соболев

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель В. А. Карпов

Вследствие повышения производительности сельскохозяйственной техники существующие в настоящее время средства защиты режущего аппарата зачастую не удовлетворяют требованиям, что приводит к отказам и поломкам кормоуборочной техники, и как следствие простою оборудования и снижению темпов уборки урожая.

Для равномерного продвижения кормомассы в измельчитель в сельскохозяйственной технике используется формующая система, состоящая из четного количества валцов (рис. 1). Датчик металлодетектора располагается в первом нижнем формующем валце, что исключает его влияние на прохождение кормомассы и обеспечивает своевременное обнаружение металлических (ферромагнитных) предметов.

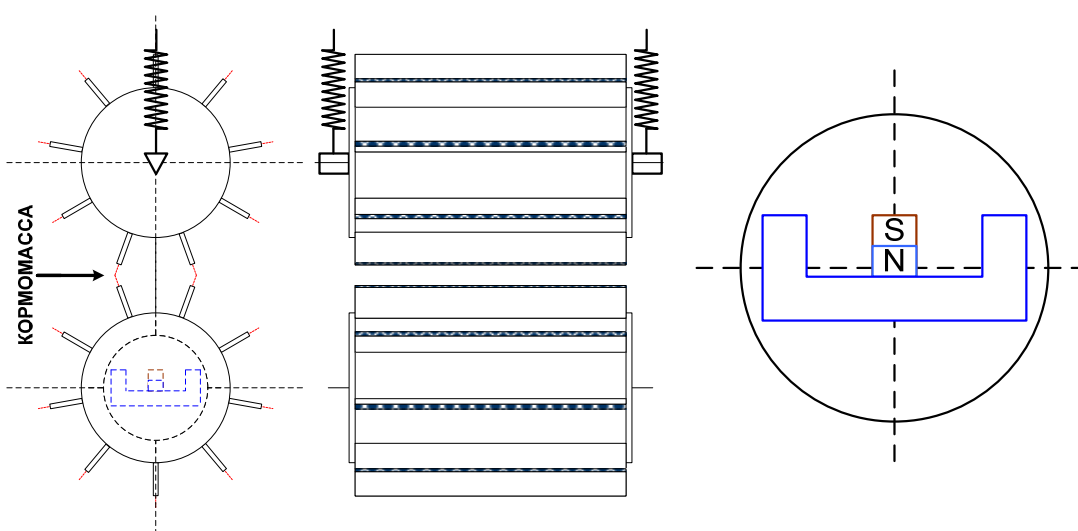


Рис. 1. Система формирующих вальцев

Основные недостатки известных металлодетекторов для кормоуборочной техники – неравномерность чувствительности по ширине (провалы по бокам и в середине), недостаточная помехоустойчивость как к ферромагнитным включениям в формирующих вальцах, так и к взаимному перемещению основного силового средства и сменных адаптеров во время работы.

Использование в металлодетекторе в качестве чувствительных элементов гальваномагнитных датчиков [1], эквидистантно расположенных на системе постоянных магнитов по всей ширине потока технологического продукта (рис. 2), позволяет избавиться от зависимости показаний от производительности (так как ЭДС на выходе датчика прямо пропорциональна пронизывающему его магнитному потоку, а не скорости его изменения в случае с индукционной катушкой). Кроме того, обеспечивается равномерность чувствительности по всей ширине контролируемой области (в случае с индукционной катушкой существовали «зоны провалов»).

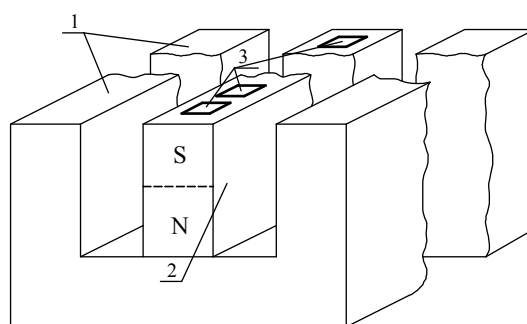


Рис. 2. Расположение гальваномагнитных элементов на полюсах магнитов: 1 – сердечник; 2 – постоянные магниты; 3 – гальваномагнитные элементы

Однако уровень помех, вызываемых неоднородными ферромагнитными включениями вальцев и сварными швами формирующих лопастей, остается значительным.

Способы фильтрации регулярных помех не эффективны, поскольку время обнаружения должно составлять $\sim (10 \div 20)$ мс.

Решить проблему некачественно изготавливаемых валцов (соответственно и проблему детектирования) помогает дифференциальное попарное включение соседних гальваномагнитных датчиков (рис. 3).

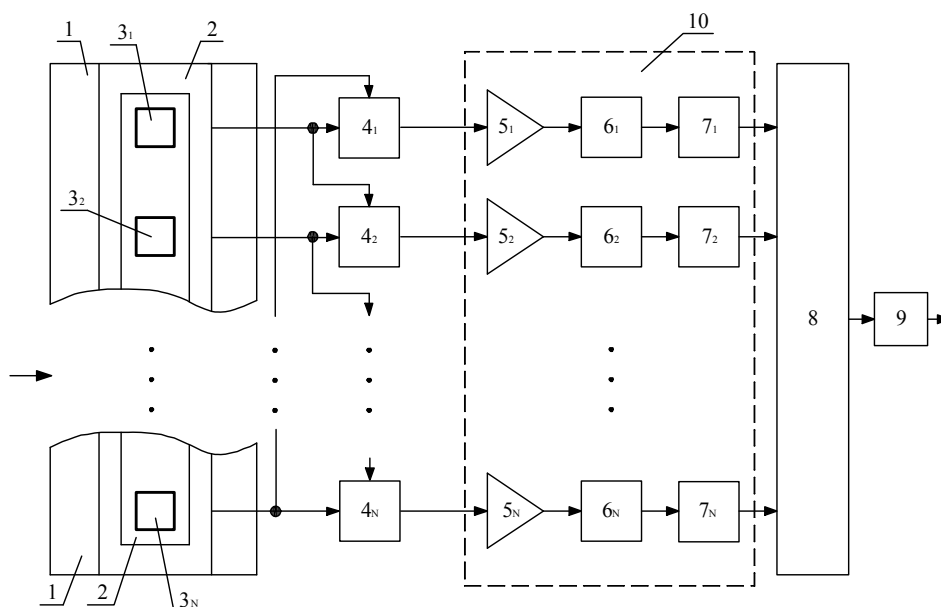


Рис. 3. Устройство дифференциального металлодетектора

Металлодетектор для защиты рабочих органов кормоуборочной техники (рис. 3) работает следующим образом.

При появлении постороннего ферромагнитного тела в зоне действия постоянного магнитного поля изменяется поток, пронизывающий расположенный в соответствующей части магнитной системы гальваномагнитный чувствительный элемент.

Гальваномагнитные датчики 3 расположены на полюсе постоянного магнита 2 и преобразуют уровень индукции магнитного поля, созданного постоянным магнитом 2 и П-образным магнитопроводом, совместно образующими систему создания постоянного магнитного поля 1 по всей ширине потока технологического продукта, в напряжение. Напряжения с двух соседних датчиков вычитаются (при этом из показаний 1-го датчика вычитаются показания последнего) в устройстве 4, и результат поступает на вход блока оценки 10.

Стрелкой показано направление движения потока технологического продукта. Полученное напряжение усиливается и смещается в усилителе 5. Фильтром 6 осуществляется частотная селекция спектра полезного сигнала.

Отселектированный полезный сигнал подается на вход порогового элемента 7, в котором осуществляется сравнение его амплитуды с пороговым напряжением, по результатам которого выдается сигнал на логический элемент ИЛИ 8. От значения порогового напряжения зависит чувствительность металлодетектора.

При появлении в потоке технологического продукта ферромагнитного тела изменяется уровень индукции магнитного поля, что ведет в конечном итоге к изменению уровня напряжения на входе порогового элемента 7. Если этот уровень превы-

шает пороговое напряжение, то на выходе порогового элемента 7 появляется высокое напряжение, воспринимаемое логическим элементом ИЛИ 8 как логическая единица, на выходе последнего также появляется высокий уровень, который приводит к срабатыванию исполнительного органа 9, результатом чего является останов вальцев питателя комбайна.

При дифференциальном включении датчиков металлодетектора уровень помех наводимых сварными швами компенсируется за счет показаний соседнего датчика, а полезный сигнал остается практически неизменным (рис. 4). Помимо этого дифференциальный металлодетектор срабатывает по большому числу каналов, так как на пороговый элемент по каждому из каналов приходит полезный сигнал от двух датчиков.

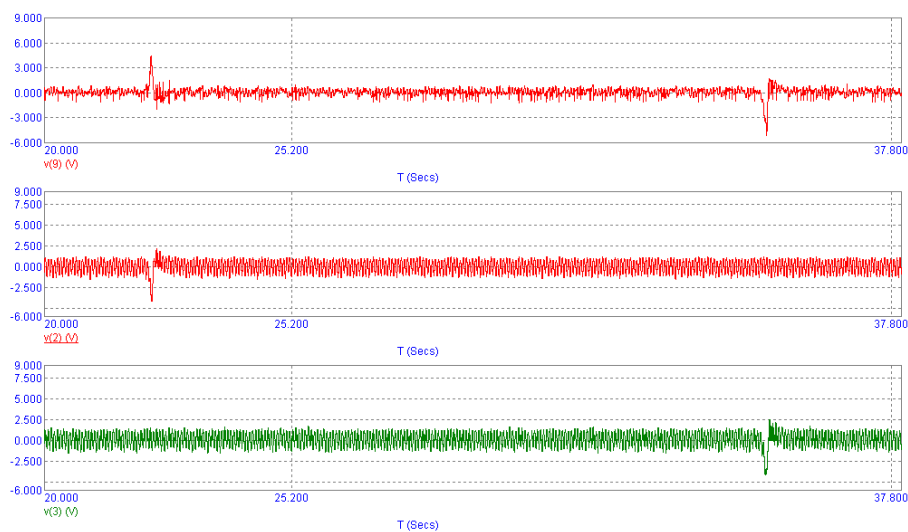


Рис. 4. Диаграмма работы дифференциального металлодетектора

Таким образом, представленное техническое решение позволяет не только снизить уровень помех, но и повысить чувствительность металлодетектора, при этом упростив задачу выбора порогового напряжения.

Литература

95. Металлодетектор для кормоуборочной техники : пат. на полезную модель Респ. Беларусь № 5970.

Секция V ЭКОНОМИКА

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И ИНВЕСТИЦИИ В НИХ

М. Г. Комлик, А. А. Суховерка

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель М. Г. Солодка

Республика Беларусь является транзитным государством между Востоком и Западом. Страну пересекают самые короткие железнодорожные и автомагистрали, соединяющие страны Западной Европы со странами СНГ, Южную и Центральную Европу с северо-западными районами России, Скандинавии, центральные районы России с Калининградской областью, порты Балтийского с портами Черного морей.

В Беларуси создана разветвленная сеть автомобильных дорог, позволяющая обеспечить круглогодичную связь со всеми населенными пунктами.

Транспорт и коммуникации являются важнейшим звеном производственной и социальной инфраструктуры республики и, несмотря на современные внутренние и внешние вызовы, полностью обеспечивает потребности государства в перемещении грузов и пассажиров.

В транспортной отрасли занято 5,8 % от общей численности трудоспособного населения республики и задействовано 17 % от ее производственных фондов.

За 8 месяцев 2009 г. всеми видами транспорта общего пользования перевезено 154,8 млн тонн грузов и более 872 млн пассажиров, что составляет соответственно 92,9 и 94,9 % к аналогичному периоду 2008 г.

Меры, запланированные Стратегией развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2010 г., направлены на обеспечение выполнения задач, поставленных Президентом Республики Беларусь и Правительством Республики Беларусь перед транспортной отраслью как на 2010 г.

Роль дорожного хозяйства в едином народно-хозяйственном комплексе является объективной предпосылкой его ускоренного развития.

Основа дорожной политики – обеспечение нужд экономики и населения надежными транспортными связями, а также интеграция автомобильных дорог этих государств в международную транспортную систему.

Приоритетными задачами в сфере дорожного хозяйства являются:

– осуществление мер по формированию унифицированной законодательной базы, обеспечивающей реализацию согласованной дорожной политики на межгосударственном уровне;

– совершенствование системы государственного управления дорожным хозяйством, обеспечивающей эффективное руководство развитием и состоянием автомобильных дорог в интересах пользователей и государства;

– определение приоритетов, обеспечивающих наиболее эффективное использование финансовых ресурсов в дорожном хозяйстве, совершенствование системы управления инвестиционным процессом;

– создание условий для устойчивого финансирования дорожного хозяйства, национальных программ развития и совершенствования сети автомобильных дорог общего пользования;

– координация деятельности по проектированию, строительству, реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений;

– выработка общих подходов к лицензированию дорожной деятельности.

В области дорожного хозяйства планируется:

– осуществить содержание, ремонт, реконструкцию и строительство автомобильных дорог в соответствии с программой дорожных работ и Государственной инвестиционной программой на 2010 г., а также развивать придорожный сервис в рамках мероприятий, предусмотренных Программой «Дороги Беларуси»;

– продолжить техническое перевооружение организаций дорожного хозяйства за счет приобретения новых дорожных машин и оборудования;

– внедрить ресурсо- и энергосберегающие технологии для усиления конструкций дорожных одежд;

– организовать работу по изысканию источников финансирования дорожно-строительных работ, в том числе из средств Всемирного банка, Европейского банка реконструкции и развития и других международных финансовых организаций;

– развить экспорт услуг по строительству и реконструкции автомобильных дорог.

Вместе с тем при достигнутых в целом положительных результатах в реализации программы дорожных работ по дорогам общего пользования необходимо отметить, что из-за недостаточного объема финансовых средств не выполнены задания Программы «Дороги Беларуси».

В течение всего прошедшего года проводилась целенаправленная работа по привлечению иностранных инвестиций для реализации дорожных проектов. Инвестиционные предложения по реконструкции участков дорог были направлены и проработаны с рядом иностранных компаний и банков. Дорожные инвестиционные проекты были также представлены на Белорусско-литовском экономическом форуме в Вильнюсе и на Белорусском инвестиционно-экономическом форуме в Минске.

К числу преимуществ для иностранного инвестора в Беларуси относятся высокий уровень безопасности в стране, расположение на пересечении транспортных коридоров, наличие широкой сети наземных коммуникаций, «удовлетворительное состояние административной системы и отсутствие ярко выраженных признаков коррупции в ней», сниженные налоговые нагрузки для инвестора, начало функционирования с января 2010 г. Таможенного союза России, Беларуси и Казахстана, дешевая квалифицированная рабочая сила и много другое.

На сегодняшний день Республика Беларусь достигла соглашений с Китайской Народной Республикой, Францией, а также ей было оказано доверие Всемирным Банком:

1. В рамках подписанного с французской компанией «Буиг» меморандума о взаимопонимании проводится работа по инвестиционному проекту реконструкции дороги М5 Минск–Гомель на участке Бобруйск–Жлобин. Необходимо отметить, что автодорога М5 Минск - Гомель, совпадающая с европейским маршрутом E271, входит в состав ветви В девятого панъевропейского транспортного коридора

2. Всемирный банк подтвердил намерение о выделении кредита в размере 150 млн дол. США на реконструкцию дороги М5 на участке Минск–Бобруйск с ориентировочным сроком подписания соглашения о предоставлении займа во втором полуго-

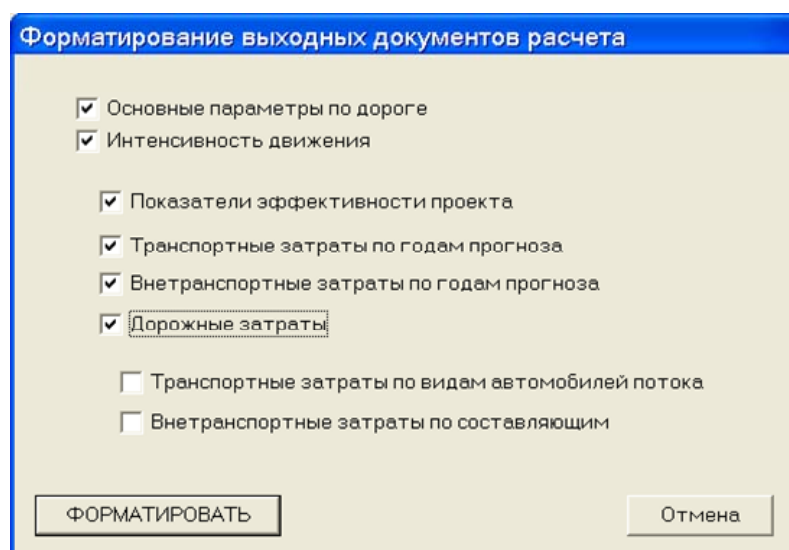
дии 2010 г. и началом поступления кредитных средств в первом квартале 2011 г. Совместно с банком ведется подготовка необходимых материалов по этому проекту. Вместе с тем надо отметить, что дорожное хозяйство финансируется из бюджета республики, дорожные объекты не являются коммерческими и возврат кредитов с процентами осуществляется за счет бюджетных средств, направляемых на дорожное хозяйство. В связи с этим к вопросу о привлечении кредитов на строительство дорог следует подходить взвешенно.

3. Министерство транспорта и коммуникаций Беларуси и китайская компания Beijing Uni-Construction Group Co., Ltd. подписали соглашение о стратегическом сотрудничестве в области реконструкции и строительства дорог. Документ заключен в ходе визита китайской делегации в Беларусь. Соглашение предусматривает реализацию трех проектов – реконструкцию республиканской автомобильной дороги М-5/Е271 Минск-Гомель на участке Жлобин–Гомель, республиканских автомобильных дорог, соединяющих Минск с областными центрами, а также реконструкцию республиканских автодорог на международных транспортных маршрутах.

Однако несмотря на ряд преимуществ, на начальном этапе привлечения инвестиции необходимо разработать проекты и оценить их привлекательность для инвестора. При этом предприятия дорожной отрасли располагают специальными программами, которые моделируют новую или реконструированную дорогу и рассчитывают необходимые технические и экономические характеристики. В мировой практике такой программой является HDM-4. Однако белорусские дорожные организации разрабатывают свои программы.

В 2006 г. в организации “Белгипродор” для таких целей специально была разработана программа InvestRoad 1.0

Разработанный программный комплекс предназначен для автоматизированного расчета затрат, связанных с реализацией инвестиционного проекта, и эффекта, получаемого при его реализации. При этом ведется расчет экономических показателей и оценкой эффективности инвестиционных проектов строительства и реконструкции автомобильных дорог общего пользования, обоснования их объемно-планировочных и конструктивных решений, а так же инвестиционных программ по поддержанию дорожной сети на требуемом техническом уровне, проектов ремонта автомобильных дорог.



В программу в форме таблиц внесены все необходимые данные по автомобилю (коэффициенты для расчета скоростей, мощность двигателя, сила торможения и т. д.), по покрытию (срок полезного использования, ровность, расценки и межремонтные сроки), структура затрат на капремонт, затраты на содержание (в зависимости от полос движения) и многие другие характеристики.

Выходными данными являются индекс и норма доходности, срок окупаемости, затраты с разбивкой по годам и другая необходимая для инвестора информация.

Беларусь сегодня является привлекательной страной для потенциальных инвесторов. И в данном докладе мы поговорим про инвестиции в дороги. Во многих странах сейчас большое внимание уделяется дорогам, а в частности затратам на перевозки. Это очень актуальная тема, поскольку для поддержания конкурентоспособности продукции необходимо снижать ее себестоимость. И большой удельный вес в себестоимости имеют транспортные затраты, затраты на логистику. Поэтому во всем мире стремятся либо за счет своих средств, либо за счет привлеченных инвестиций улучшать качество дорог и их межремонтные сроки.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

М. Г. Солодкая, Д. В. Бриштель

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Я. Н. Ковалев

Проблема совершенствования качества сети автомобильных дорог на сегодняшний день весьма актуальна. Так, Всемирным банком реконструкции развития было подсчитано, что неудовлетворительное состояние дорог обходится не менее, чем в 10 % ВВП.

Для успешного функционирования автомобильно-дорожной системы, т. е. автомобильного транспорта и автомобильных дорог, необходимо, чтобы параметры и характеристики автомобильных дорог удовлетворяли требованиям движения автомобилей, а основные параметры и характеристики автомобилей соответствовали тем, на которые рассчитаны эксплуатируемые дороги.

От потребительских свойств дорог непосредственно зависят все основные технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта, такие как производительность автомобилей, расход топлива, износ шин, затраты на обслуживание и ремонт, себестоимость перевозок и др. Поэтому количественные значения требований к потребительским свойствам дорог прямо связаны с основными параметрами и характеристиками автомобилей, допущенных к движению по дорогам общего пользования.

Чтобы заранее прогнозировать возможные изменения состояния дорог и требования к ним со стороны пользователей, необходимо систематически анализировать тенденции количественного и качественного развития автомобильного транспорта. На этой основе должна разрабатываться техническая политика в эксплуатации автомобильных дорог, их ремонта и содержания.

Состояние дорожной сети Беларуси таково, что задача повышения транспортно-эксплуатационных характеристик существующих дорог, приведения их в соответствие с требованиями движения и дальнейшего совершенствования становится более важной задачей, чем строительство новых дорог.

Было подсчитано, что экономическая отдача средств, вложенных в ремонт и содержание дорог, в два-три раза превышает экономический эффект от каждого рубля, вложенного в строительство новых дорог.

Первый период после завершения строительства и ввода автомобильной дороги в эксплуатацию характерен очень высоким уровнем состояния дороги. В этот период происходит медленный, малозаметный износ покрытия. В результате действия движущихся автомобилей происходит доуплотнение слоев дорожной одежды и земляного полотна и формирование их устойчивой структуры. Отдельные деформации возникают главным образом вследствие дефектов строительства, ремонта или содержания. Для их устранения достаточно выполнять систематические работы по содержанию дороги. Задержка по срокам или неполное выполнение этих работ приводит к существенному сокращению продолжительности первого периода и наступления второго.

Второй период характерен достаточно хорошим уровнем состояния дороги. Однако заметно увеличивается износ покрытия, снижаются его сцепные качества и ровность, появляются трещины и выбоины. Степень и скорость развития этих деформаций зависят прежде всего от интенсивности и состава транспортного потока. Особенно большое разрушающее воздействие оказывают тяжелые грузовые автомобили, автопоезда, сочлененные и многоосные транспортные средства.

Для устранения накопившихся деформаций и других дефектов необходимо своевременно выполнять работы по ремонту дороги с воспроизводством ее первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором должно производиться возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна.

Третий период характерен накоплением деформаций не только в покрытии, но и в других слоях дорожной одежды, а также в земляном полотне. Как правило, к этому периоду значительно возрастает интенсивность движения, в том числе и количество тяжелых грузовых автомобилей. Начинает проявляться эффект старения и деградации структуры материалов слоев дорожной одежды; накапливаются усталостные явления. В результате увеличивается площадь деформаций дорожной одежды, появляются ее разрушения.

Состояние дороги быстро переходит от удовлетворительного к плохому. Требуется немедленный капитальный ремонт с усилением дорожной одежды или реконструкция. Задержка с проведением этих работ приводит к быстрому разрушению дороги и многократному удорожанию работ по ее реабилитации в последующем.

Важно отметить, что продолжительность того или иного состояния дороги в значительной степени зависит от уровня эксплуатационного содержания и своевременности выполнения работ по предупреждению и устранению возникающих деформаций и разрушений.

Для того чтобы понять, что является «узким местом» дорожной сети или конкретной автомобильной дороги, где требуется наибольшее приложение усилий по устранению дефектов или улучшению потребительских свойств дороги, необходимо:

- 1) диагностировать;
- 2) оценить транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги.

Качество дороги начинает создаваться на этапе разработки проекта, затем формируется в процессе проведения дорожных работ, но для пользователя определяющим является потребительское качество автодороги, то есть качество в процессе эксплуатации.

Таким образом, общая оценка качества и состояния автомобильной дороги включает определение:

- комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния;
- показателя инженерного оборудования и обустройства;
- показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги;
- показателя уровня экологической безопасности.

Выбор способа повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог связан с оценкой их технического состояния.

При этом определяют:

- 1) показатели скорости движения,
- 2) показатель (коэффициент) безопасности движения,
- 3) показатель ровности дорожного покрытия,
- 4) показатель прочности дорожной конструкции,
- 5) показатель себестоимости перевозок,
- 6) показатель непрерывности дорожно-ремонтных работ.

Эти показатели помогают оценить состояние автомобильной дороги и сделать вывод о проведении дальнейших работ по усовершенствованию транспортно-эксплуатационных показателей.

Проблемы совершенствования качества и оценки его воздействия на уровень жизни населения, его социально-экономическое состояние и национальной экономики в целом особенно остро стоит для дорожного хозяйства. Создание динамично развивающейся, устойчиво функционирующей и адекватной существующим потребностям национальной транспортной системы является необходимым условием стабилизации и подъема экономики, обеспечения целостности страны, повышения уровня жизни. Сейчас проблема совершенствования качества сети автомобильных дорог очень актуальна, так как было подсчитано Всемирным банком реконструкции развития, что неудовлетворительное ее состояние обходится не менее, чем в 10 % ВВП.

В сложившихся условиях недофинансирования дорожного хозяйства, накапливающегося недоремонта, актуальным является создание методики, позволяющие обосновывать осуществление инвестиций, которые приведут к повышению качества дорожной сети. Эффект от капитальных вложений в автодорожный комплекс может носить как экономический, так и социальный, и экологический характер. Для индивидуальных пользователей экономический и социально-экономический экономический эффект заключается в следующем:

- сокращении затрат на эксплуатацию транспорта;
- увеличивается срок службы автотранспортного средства;
- сокращаются потери от ДТП;
- сокращаются потери времени в пути;
- снижаются затраты на медицинское и культурно-бытовое обслуживание в связи с обеспечением его доступности.

Социальный эффект заключается в следующем:

- повышении комфорта и удобства движения;
- социально-культурного уровня населения за счет повышения доступности образовательных, культурных учреждений;
- приросте количества автомобилей в собственности населения;
- эстетическом эффекте.

Экологический эффект состоит в уменьшении вредного воздействия на окружающую среду процессов эксплуатации дорог.

В своей совокупности образуется суммарный эффект который обобщает эффекты индивидуальных пользователей и организаций влияющих на национальную экономику, детально можно представить в следующем виде:

- сокращение потерь и затрат в народном хозяйстве;
- прирост объема производства;
- интеграция отдаленных районов в экономические отношения и оптимизация экономических связей между районами;
- сокращение дополнительных затрат из-за несвоевременности ремонта автомобильных дорог и накопленного недоремонта.

Основной целью деятельности дорожно-эксплуатационной службы должно является поддержание и непрерывное повышение качества дорог, т. е. их технического уровня и экс

плуатационного состояния (ТЭСАД), в соответствии с ростом интенсивности движения и нагрузки на дороги при минимальных затратах трудовых, материально-технических и энергетических ресурсов.

Своевременность оценки транспортно-эксплуатационных показателей, проведение в связи с этим дорожно-строительных работ, а также осуществление комплекса мероприятий по содержанию, позволит обеспечить сохранность дорог и приведение их транспортно-эксплуатационных качеств в соответствие с требованиями автомобильного движения.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. Г. Шкура, М. А. Шилик

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель А. Ф. Зубрицкий

Транспорт является важнейшим звеном производственной и социальной инфраструктуры республики и, несмотря на современные внутренние и внешние вызовы полностью обеспечивает потребности государства в перемещении грузов и пассажи-

ров. Вместе с тем, несмотря на меры, принимаемые государством, а так же коммуникаций по снижению негативного влияния мирового финансово-экономического кризиса темпы выполнения отдельных показателей развития за период с начала 2009 г. продолжают падать.

Из семи целевых прогнозных показателей:

- экспорт и импорт транспортных услуг;
- сальдо внешней торговли транспортными услугами;
- сальдо внешней торговли товарами;
- показатель по энергосбережению;
- инвестиции в основной капитал, продукция промышленности;
- выполнены показатели по инвестициям в основной капитал и импорту

транспортных услуг.

Как показывает мировой опыт развития индустриально развитых стран, в существовании транспортно-логистических центров их обеспечении и сохранении работоспособности заинтересованы субъекты хозяйствования всех форм собственности. Это объясняется тем, что как экономическая, так и технологическая безопасность страны в некоторой степени определяется состоянием и эффективностью работы транспортно-логистической системы государства.

Таким образом, проблема развития транспортно-логистической системы Республики Беларусь и ее обеспечения является одной из приоритетных задач государственной экспортной, импортной, транзитной политики.

Республика Беларусь находится на пересечении железнодорожных и автомобильных магистралей, систем нефте-, газо- и продуктопроводов, систем связи между западной Европой, регионами Российской Федерации, азиатскими странами. В силу этого Беларусь может стать своего рода плацдармом для зарубежных инвесторов в деле освоения новых перспективных рынков стран СНГ.

Транспортно-логистические центры (ТЛЦ) должны стать основными воротами для грузовых потоков в/из/через Республику Беларусь, – поэтому от состояния национальной экономики республики в значительной мере зависит объем услуг, который будет производиться в центр.

Основные направления деятельности транспортно-логистических центров направлены на выполнение «шести правил логистики», а именно: нужный продукт, в необходимом качестве, в необходимом количестве, доставлен в нужное время, в нужное место, с минимальными затратами.

Все виды транспорта Республики Беларусь составляют единую транспортную систему страны. Слаженная работа транспортной отрасли страны должна обеспечивать эффективность деятельности каждого вида транспорта и народного хозяйства в целом.

Для Республики Беларусь формирование и развитие производственных, торговых, транспортных и информационных логистических систем имеет первостепенное значение, так как позволит ускорить интеграцию нашей страны в мировое экономическое и информационное пространство. Должны быть созданы логистические центры, которые могли бы обеспечить эффективность внутриреспубликанского и межгосударственного обмена, сформировать товарно-материальный поток.

Эффективность функционирования сети ТЛЦ во многом зависит от хорошо организованной технологии работы терминалов. Поэтому транспортная деятельность в сети ТЛЦ должна организовываться в рамках трех организационно - технологически самостоятельных, но логистически скоординированных между собой процессов: за-

воз грузов на терминалы и развоз их с терминалов; переработка грузов на терминалах; линейная перевозка грузов.

Основной задачей логистического центра и его филиалов в областных центрах должна быть организация терминальных перевозок на принципах логистики, положенных в основу разработки логистической концепции построения модели транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев.

Потребность в создании транспортно-логистического центра весьма актуальна на данном этапе развития национальной экономики, так как имеется очень большое количество не задействованных площадей, использующихся не до конца по своему производственному назначению или использующихся не по своему основному профилю назначения, так же имеется очень большое количество ресурсов для реализации проектов в данном направлении, что в свою очередь будет способствовать:

- увеличению инвестиционных потоков в развитие транспортно – логистической системы на территории нашего государства;
- увеличению занятости граждан государства, что в свою очередь будет влиять на уменьшение безработицы, увеличение благосостояния жителей;
- увеличению грузовых потоков в/из/через Республику Беларусь;
- улучшению положения государства на международной арене, как надежного, компетентного партнера, оказывающего услуги мирового уровня в области транспортно - логистических отношений.

На перспективу до 2015 г. предусматривается целенаправленно провести комплекс мероприятий по модернизации и техническому переоснащению всех видов транспорта республики. Модернизация транспортного комплекса должна обеспечить дальнейшее повышение эффективности использования имеющегося потенциала и безопасности перевозок, а также соблюдение требований по охране окружающей среды.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1249 от 29 августа 2008 г. в республике утверждена Программа развития логистической системы на период до 2015 г. Этим документом предусматривается создание транспортно-логистических центров в городах Минск, Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Могилев, Барановичи, Бобруйск, Борисов, Жлобин, Мозырь, Орша, Пинск.

В Республике Беларусь уже действует ряд льгот и преференций, которые могут быть использованы для развития транспортно-логистической системы:

- расширена компетенция местных исполнительных и распорядительных органов в предоставлении земельных участков;
- сокращены сроки предоставления земельных участков;
- установлено общее правило предоставления земельных участков на всей территории Республики Беларусь – по результатам аукционов;
- введен принцип одновременной продажи недвижимого имущества, находящегося в государственной собственности, и права заключения договора аренды земельного участка, необходимого для обслуживания недвижимости;
- упрощена процедура перехода права на земельный участок при переходе права на расположенное на нем капитальное строение (здание, сооружение, включая не завершенное строительством законсервированное) к другому лицу;
- резиденты свободных экономических зон, освобождены от уплаты ввозных таможенных пошлин и налога на добавленную стоимость при ввозе товаров для собственного производства, при условии экспорта готовой продукции за рубеж;

– с 1 апреля 2008 г. при условии реализации инвестиционного проекта на сумму не менее 1 млн евро резиденты СЭЗ имеют льготные условия по арендной плате за земельные участки и освобождены от уплаты налога на недвижимость и налога на приобретение автомобильных транспортных средств, от обязательной продажи иностранной валюты на внутреннем валютном рынке;

– прибыль резидентов СЭЗ, полученная от реализации товаров (работ, услуг) собственного производства, освобождается от обложения налогом на прибыль в течение пяти лет с дня ее объявления. По истечении пяти лет резиденты СЭЗ уплачивают налог на прибыль по ставке, уменьшенной на 50 процентов от ставки, установленной законодательством, но не более 12 процентов;

– специальной правовой режим по налогообложению для резидентов СЭЗ является неизменным до 31 марта 2015 г., а для резидентов СЭЗ, зарегистрированных до 1 апреля 2008 г., в течение 7 лет с дня регистрации.

В целях выполнения программы в качестве механизмов взаимодействия с частным инвестором получают развитие следующие направления:

– совместное финансирование государством и частным инвестором особо значимых проектов транспортной инфраструктуры;

– софинансирование транспортной инфраструктуры грузоотправителями или пользователями транспортных услуг.

Программой предусматривается разработка Указа Президента Республики Беларусь «О логистической деятельности в Республике Беларусь». В названном Указе будут урегулированы вопросы:

– упрощенной процедуры оформления земельных участков, на которых предполагается строительство транспортно-логистических центров, и их перевода при необходимости из категории земель сельскохозяйственного назначения в категорию земель несельскохозяйственного назначения;

– льготного налогообложения инвесторов, осуществляющих деятельность по созданию логистических центров;

– освобождения юридических лиц, осуществляющих строительство логистических центров, от арендной платы за земельный участок на период такого строительства;

– оказания государственной поддержки инвесторам;

Условия хозяйствования для субъектов, вкладывающих инвестиции в транспортно-логистические центры в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь будут приближены к условиям, предоставляемым резидентам свободных экономических зон.

Предусматривается разработка Положения о логистических центрах в Республике Беларусь, в котором будут определены: назначение, цели и задачи логистических центров; категории и классы логистических центров; требования к логистическим центрам различного назначения; порядок проведения сертификации логистических центров.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е. С. Дубовик

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель И. И. Краснова

С переходом на рыночные отношения белорусские автотранспортные предприятия (АТП) оказались в состоянии кризиса. В то же время накопленный опыт управления автотранспортным производством показывает, что традиционные способы повышения эффективности управления деятельностью АТП в значительной степени себя исчерпали и нужны новые формы и методы, способные повысить качество управления.

Актуальность проблем управления развитием транспортных предприятий подтверждается тем, что до 50 % всех затрат на логистику связано с транспортными издержками. Логистика направлена на снижение издержек, повышение надежности, на уменьшение рисков производства посредством согласования и взаимной системной корректировки планов и действий снабженческих, производственных и сбытовых звеньев предприятия. Она позволяет снизить себестоимость производства, ускорить оборачиваемость оборотного капитала, снизить расходы на доставку конечной продукции потребителю, сократить время движения продукции от источника сырья до потребителя.

Эффективность функционирования предприятий автомобильного транспорта во многом зависит от надежности автомобилей. В свою очередь, эксплуатационная надежность транспорта взаимосвязана с материальными ресурсами, потребляемыми АТП в ходе эксплуатации подвижного состава. Задача управления материальными потоками является задачей логистики.

Развитие логистической системы улучшает мировой рыночный имидж страны, позиции крупного, малого и среднего бизнеса. Им, в частности, не нужно создавать у себя какие-то крупные складские помещения, поскольку заказать ту или иную продукцию или услугу можно будет через логистический центр, тем самым работать «с колес».

По оценкам, суммарный грузооборот транспортно-логистических центров общего пользования к 2015 г. может составить 25–30 млн т в год. Если удастся реализовать все, что предусмотрено государственной программой по развитию логистики до 2015 г., страна может получить к 2015 г. не менее 20 % ВВП.

Для эффективного освоения растущего грузопотока необходимо уделять внимание провозным возможностям транспортных магистралей, которые зависят от пропускных возможностей дорожной инфраструктуры, наличия и производительности транспортных средств, предназначенных для перевозки грузов, наличия и производительности тягового подвижного состава (локомотивов, буксировочных судов, автомобилей-тягачей).

Формирование и развитие логистических систем в Беларуси позволит устранить трудности ведения бизнеса с зарубежными партнерами, а также между предприятиями в рамках страны, ускорит интеграцию нашей страны в мировое экономическое и информационное пространство.

Во многих странах развитие мелкосерийного и индивидуального производства привело к тому, что в последнее десятилетие проявилась общемировая тенденция снижения общего объема грузоперевозок. В области логистических услуг измени-

лась структура грузопотоков. За последние 10 лет доля морского транспорта в грузоперевозках снизилась с 31 до 25 процентов, железнодорожного – с 1 до 8 процентов, а доля автомобильного транспорта выросла с 35 до 52 процентов. Автомобильный транспорт в структуре грузоперевозок по своему удельному весу обошел все остальные виды транспорта и превратился в ведущий вид грузового транспорта. Он наиболее приспособлен для перевозок штучных грузов небольшими партиями «от двери к двери».

С ростом добавленной стоимости продукции происходит относительное снижение удельного веса расходов на транспортировку в структуре общих затрат на ее производство и доставку по назначению. В результате этого создаются объективные условия для абсолютного увеличения расходов на обеспечение более качественных перевозок, вследствие чего растет спрос на дополнительные логистические услуги, ужесточаются требования к качеству перевозок грузов (повышение скорости их доставки, снижение количества перегрузок, повреждений грузов). Все эти потребности лучше других видов транспорта может удовлетворить именно автомобильный транспорт.

Еще в конце 1970-х гг. началось бурное развитие логистических систем автомобильных перевозок малых партий грузов. Логистические системы могут обеспечить доставку грузов в любую точку внутри страны в течение одного – максимум 2-3 дней, а при международных перевозках – за 3~8 дней. При этом одновременно предоставляется широкий набор дополнительных услуг (по комплектованию грузов, контролю над их перемещением, охране).

Значительный вклад в обеспечение высокой надежности логистических систем вносят различные системы автоматического контроля перемещения грузов, использующие специально кодированные накладные на каждый груз. Для контроля перемещения грузов и автомобилей многие транспортные компании сформировали разветвленные общенациональные сети, насчитывающие большое количество отделений. Для связи между отделениями создаются информационные сети, которые затем, как правило, развиваются в коммерческие системы информационного сервиса, обслуживающие мелкие и средние компании. Таким образом, транспортные предприятия и фирмы выходят на новый рынок деловых услуг – на рынок информационных услуг.

В целом транспортно-логистическая система республики удовлетворяет потребности белорусской экономики в транспортно-логистических услугах. Однако, учитывая поступательное развитие экономики, а также возможность получения дополнительных доходов в республиканский бюджет за счет привлечения транзитных грузопотоков, назревшей задачей является дальнейшее развитие транспортно-логистической системы в соответствии с развитием экономических процессов. Для выбора путей такого развития с целью достижения мирового уровня логистических процессов представляется целесообразным изучение зарубежного опыта формирования транспортно-логистических систем.

Для сокращения сроков доставки и улучшения координации перевозок, прежде всего мелких партий грузов на дальние расстояния, в последнее десятилетие получили развитие комплексные системы транспортировки грузов, которые объединяют в рамках одной макрологистической сети компании различных видов транспорта.

В этой связи уместно отметить работу Объединенной службы доставки посылок (UPS). Созданная в США в 1907 г. объединенная служба доставки посылок первоначально доставляла товары в универсальные магазины, затем расширила сеть услуг, предоставляемых как юридическим, так и физическим лицам. Уже в 1970-е гг. она смогла гарантировать доставку грузов на расстояние до 250 км в течение суток. В отличие от

почты объединенная служба доставки забирает груз из указанного грузоотправителем места и доставляет его конкретному грузополучателю. Перейдя на логистические принципы работы, в настоящее время данная система предоставляет пакет услуг по доставке грузов в более чем 180 стран, оформляет перевозные документы, выполняет таможенные формальности. Для управления логистическими операциями служба доставки посылок использует автоматизированную систему слежения за доставкой грузов, автоматизированную систему передачи таможенной информации и в случае необходимости меняют «колеса». Эта тенденция и составляет будущее грузовых перевозок, когда тесная интеграция различных видов транспорта позволяет оптимально сочетать доступность автомобильного, грузоподъемного железнодорожного, дешезвизну водного и быстроту авиационного. А чтобы этот процесс проходил с наименьшими издержками, сегодня грузоперевозчикам с помощью высокопроизводительной погрузочно-разгрузочной техники на ТСК предлагаются наиболее быстрые и удобные способы перемещения грузов – универсальные двадцати- и сорокафутовые контейнеры, съемные кузова и т. д.

Управление потоковыми процессами на микрологистическом уровне в высокой степени индивидуализировано, а значит, в определенной мере субъективно. Унификация логистических подходов становится более заметной на следующем – локальном (местном) уровне иерархии. Промышленно-транспортные узлы являются макрологической системой низшего уровня. Одной из проблем, которые возникают в промышленно-транспортных узлах, является необходимость согласования функционирования различных видов транспорта, имеющих не только свои специфические технологические параметры, но и нередко противоречивые цели, свои системы планирования, финансирования, управления и т. д.

Глобальная интеграция большого числа микрологистических систем начинается на региональном уровне – в областях, промышленных районах, территориально-производственных комплексах.

На общегосударственном уровне цель создания логистической транспортно-складской системы заключается в оптимальном распределении национальных запасов материальных ресурсов, а также в организации межрегиональных материальных потоков и потоков, имеющих общегосударственное значение.

Создание в народном хозяйстве идеальных логистических систем, осуществляющих сквозное управление всеми материальными потоками и на всем протяжении транспортировки грузов и при этом обеспечивающих этим потокам лишь динамичный характер, даже в развитых странах остается в перспективе.

Во-первых, для этого еще не созданы соответствующие информационные базы, нет адекватных технологий, а необходимые для этого методы пока остаются в качестве теоретических изысканий.

Во-вторых, непредсказуемость рынка, социально-экономических отношений, невозможность учесть и регулировать результат всех воздействующих объективных и субъективных факторов. Более того, одно из основных концептуальных требований логистики – доставка «точно в срок» – может быть реализовано только с помощью систем хранения и переработки продукции (складов), которые сглаживают неравномерность движения и неопределенность параметров материальных потоков с учетом временных критериев. В то же время их количество не должно выходить за рамки целесообразности с макроэкономической позиции.

СТРАХОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Ю.А. Степина

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель И. И. Краснова

Владение транспортным средством и его эксплуатация связаны с большими рисками, чем владение другим имуществом. Именно с эксплуатацией транспортного средства связаны наибольшие риски утраты и порчи собственного имущества, а также причинения вреда жизни, здоровью и имуществу третьих лиц. При этом связанные с владением автомобилем риски в меньшей степени поддаются снижению.

Автострахование - это договор страхования, по которому страховая компания возмещает все расходы, связанные с восстановлением транспортного средства, получившего механические повреждения в результате ДТП, пожара, стихийного бедствия и т. д., а также в случае угона автомобиля.

В основном все компании предлагают следующие варианты страхования:

– *полное КАСКО* – Страховым случаем является: утрата (гибель) или повреждение транспортного средства в результате ДТП; аварии; стихийных бедствий: пожара; взрыва; боя стекол камнями или иными предметами; отлетевшими из-под колес другого транспортного средства; угона или кражи транспортного средства или его отдельных частей; противоправных действий третьих лиц, приведших к повреждению транспортного средства.

– *частичное КАСКО* – Страховым случаем является: утрата (гибель) или повреждение транспортного средства в результате ДТП; аварии; стихийных бедствий; пожара; взрыва; боя стекол камнями или иными предметами; отлетевшими из-под колес другого транспортного средства; противоправных действий третьих лиц, включая угон и кражу транспортного средства, а также кражу его отдельных частей.

– *контактное ДТП* – По данному варианту страховыми случаями являются: утрата (гибель) или повреждение транспортного средства в результате контактного ДТП, если лицо, имеющее право управлять застрахованным по настоящим Правилам транспортным средством признано виновным в этом ДТП. Контактным считается ДТП с участием не менее двух транспортных средств, как минимум одно из которых находилось в движении. На страхование по данному варианту принимаются транспортные средства, действительная стоимость которых на момент заключения договора страхования не превышает 10000 дол. США.

– *ОСАГО* – обязательное страхование автогражданской ответственности

– *Зеленая карта* – Договор страхования «Зеленая карта» заключается с владельцем по транспортному средству, зарегистрированному в Республике Беларусь и выезжающему за ее пределы для использования в дорожном движении другого государства – члена системы «Зеленая карта», а также с владельцем по транспортному средству, зарегистрированному в государстве, не являющемся членом системы «Зеленая карта»

Кроме вариантов, связанных с количеством страхуемых рисков существуют варианты, связанные с расчетом страхового возмещения. В этом случае страхование может производиться по двум вариантам:

1) страхование по варианту А предусматривает выплату страхового возмещения из расчета стоимости ремонта и цен на новые запасные части без учета износа транспортного средства;

2) страхование по варианту Б предусматривает выплату страхового возмещения из расчета стоимости ремонта и цен на запасные части с учетом износа транспортного средства.

Как правило, белорусские страховщики не принимают на страхование по варианту А транспортные средства старше 8–10 лет, а на легковой транспорт этот срок может быть сокращен до 4–5 лет.

Страховщики Республики Беларусь предлагают страхователю по его усмотрению распространить действие договора страхования не только на территорию РБ, но и за ее пределы. Как правило, максимальная территория покрытия в себя страны Европы и СНГ. Срок страхования может устанавливаться от 1 дня до 1 года.

Выплата страхового возмещения может быть осуществлена по одному из следующих вариантов (в зависимости от условий договора страхования и характера ущерба):

– на основании калькуляции стоимости восстановительного ремонта, составленной соответствующими экспертными бюро, имеющими лицензию на проведение такого вида работ – в этом случае страховщик производит выплату страхового возмещения наличными деньгами страхователю – физическому лицу или в безналичном порядке на р/с страхователю – юридическому лицу;

– на основании представленных страхователем реальных счетов за осуществленный ремонт на согласованной со страховщиком СТО – в этом случае страховщик производит выплату страхового возмещения наличными деньгами страхователю – физическому лицу или в безналичном порядке на р/с страхователю юридическому лицу;

– на основании счет-наряда на выполнение работ, выданном СТО, которая будет осуществлять ремонт а/м – в этом случае страховщик осуществляет безналичные перечисления на р/с ремонтной организации.

Средний уровень выплат по авто-каско (сегмент физических лиц) в 2008 г. составил – 71,7 % от суммы взносов, в сегменте юридических лиц – 54,2 %. Например, в Би энд Би взносы по каско в 2008 г. составили в общей сумме взносов – 74,5 %, в Белросстрахе (Бролли) – 70,6 %, в Купале – 66,7 %, в БелИнгострахе – 64,5 %. Автокаско является наиболее динамично развивающимся видом и взносы по нему достигли 60 % в общем портфеле добровольного имущественного страхования.

Если по итогам 2008 г. убыточность каско была в пределах 72 и 54 % от суммы поступивших взносов (сегменты физических и юридических лиц соответственно), то за первое полугодие 2009 г. эти цифры выросли соответственно до 95 и 73 %. Если в 2008 г. темпы роста страховых взносов и страховых выплат по сравнению с аналогичным предыдущим периодом примерно были равны, то в первом полугодии 2009 года произошел существенный разрыв в пользу выплат. Так в среднем по рынку взносы в сегменте физических лиц выросли в 1,33 раза, а выплаты выросли в 1,85 раза, по юридическим лицам 1,24 и 1,61 раза соответственно. Количество выплат по физическим лицам выросло на 14060 шт., по юридическим – на 3844 шт. Средний размер страхового взноса на один договор страхования составил 1,7 млн руб. и 2,1 млн руб. – физические и юридические лица, средний размер выплаты 1,4 млн руб. и 2,6 млн руб. – соответственно.

Одними из факторов, которые привели к такой ситуации, стали: рост стоимости нормо-часа на ремонтные работы, стоимости запасных частей в связи с девальвацией, сохранение высокой аварийности на дорогах. При этом страховые тарифы страховщиками не увеличивались, а у некоторых компаний даже немного понизились, в том числе косвенно за счет улучшения условий страхования (выплаты без справок, страхование без франшиз, расширение территории страхования без доплат и т. п.).

Главной задачей страховщиков на сегодня является удержание существующих клиентов и привлечение новых. Также заметна тенденция миграции клиентов от одного страховщика к другому. Это может быть вызвано утерей лицензий на проведение страховой деятельности некоторыми компаниями, как следствие кризиса, предоставление скидок на услуги некоторых страховых компаний при переходе из другой компании, негативным личным опытом или отрицательные отклики друзей о работе страховой компании. Но демпинг не может привести компанию к успеху.

На сегодняшний день при невозможности делать покупателям более выгодные ценовые предложения, страховщики должны совершенствовать сферу услуг путем включения новых сервисов. Задача № 1 – не просто формулировка заманчивых предложений, а корректное исполнение своих обязанностей перед клиентами.

Страховым компаниям следует проводить регулярный мониторинг своей деятельности и сопоставлять его с оценкой удовлетворенности клиентов работой компании и выполнением своих прямых обязанностей. Уже сегодня наблюдаются некоторые улучшения в ведении внутренней политики отдельными страховыми компаниями. В них проводится эффективная финансовая политика (формирование необходимых резервов), ведутся работы по сегментации клиентов и ориентация каждой компании на свою группу потребителей, использование прозрачных методов конкуренции. Также многие компании стараются за период кризиса внедрить новые системы обслуживания при помощи высоких технологий, чтобы после окончания сложных времен оказаться в лидерах. Упрощение работы с клиентом и предоставление ему возможности самостоятельно участвовать в процессе страхования (например, использовать КАСКО калькулятор), обеспечивает большую степень доверия к страховой компании.

Можно порекомендовать страховщикам вступать в кооперацию с другими участниками рынка автострахования. Так, к примеру, можно предоставлять клиенту не одноразовую скидку на покупку автомобиля, а снижать стоимость комплекса услуг: кредитования, страхования и, увеличивая тем самым прибыль компании и удовлетворенность клиентов.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е. В. Наливайко

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

Научный руководитель В. А. Сивцова

Перспективы и возможности становления новой экономики Беларуси во многом определяются процессами формирования и развития человеческого капитала. Он представляет собой форму организации и функционирования производительных сил (качеств, свойств, способностей, функций, ролей) человека, включенных в систему социально ориентированной рыночной экономики в качестве ведущего элемента общественного воспроизводства и решающего фактора экономического роста. Сохранение, дальнейшее развитие и эффективное использование человеческого капитала, предполагает максимальный учет современных демографических изменений, изучение возможностей перехода к новому типу демографической политики, способствующей созданию благоприятных условий и предпосылок, отвечающих демографическим интересам общества в целом и каждого человека в отдельности, обес-

печению возможностей для выхода на новый, качественно более высокий уровень развития.

Формирование человеческого капитала в Беларуси происходит на фоне снижения естественного прироста населения, что в дальнейшем повлияет на развитие национальной экономики и на рынок труда. За последние годы население страны значительно

сократилось: с 10,1 млн. чел. (1999 г.) до 9,5 млн чел. (2009 г.). В республике идет процесс уменьшения населения за счет естественного движения: если общая численность родившихся в 1999 г. составила – 93,0 тыс. чел., то в 2003 г. – 88,5 тыс. чел. С 2004 года идет процесс медленного роста рождаемости населения и он продолжается в течение шести лет, но сейчас постепенно переходит на спад. В январе-феврале текущего года в Беларуси родилось на 877 детей меньше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Темпы спада будут ускоряться, и увеличение рождаемости начнется не ранее 2022 г., когда в брачный возраст вступят дети 2004 г. рождения. Снижение данного показателя имеет под собой объективные причины, обусловленные сложным экономическим положением переходного периода.

Только стабилизация и подъем экономики страны способны изменить сложившуюся ситуацию, повысить уровень и качество жизни, изменить ценностные ориентации в отношении семьи с большим количеством детей. Так, экономисты считают, что решение завести детей в некоторых отношениях аналогично другим решениям, связанным с экономическим выбором. Дети выступают в такой трактовке как своего рода «блага длительного пользования». Они для родителей источник

удовлетворений, по преимуществу неденежных. Но их содержание и воспитание требует немалых затрат, как явных, так и неявных, и прежде времени родителей.

С этой точки зрения, очевидно, что, поскольку процесс воспитания детей является чрезвычайно «временем», то с повышением уровня дохода в семье «спрос на детей» сокращается. Семьи с высоким доходом предпочитают иметь мало детей, но «высокого качества», чем много – «низкого качества». Все дети в семье должны быть здоровыми, все должны получить хорошее образование, а значит дополнительно возрастают затраты времени на каждого ребенка. Этим объясняется отрицательная корреляция между доходом и размером семьи. К тому же экономический рост, повышая отдачу от образования и стимулируя «спрос на качество детей», подрывает «спрос на их количество», что характерно для многих развитых стран.

Важнейшей характеристикой человеческого капитала является уровень образования, формирующей рабочую силу, которая становится более квалифицированной и производительной. Беларусь характеризуется одним из самых высоких уровней грамотности взрослого населения – 99,6 %, на десять тысяч населения приходится 435 студентов вузов, 23,8 % работников имеют высшее образование, значительно улучшилась образовательная структура населения. Количество учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования, почти сравнялось с уровнем поступающих в вузы. Так, если число выпускников школ в 2005 г. составило 101,0 тыс. чел., в 2008 – 96,7 тыс. чел., то число поступивших в ВУЗы соответственно: 90,5 тыс. чел. (90,0 %), 96,7 тыс. чел. (94,6 %). Такая тенденция характеризует стремление населения Республики Беларусь получить высшее образование и более высокую квалификацию, но с другой стороны, увеличивает риск сокращения работников по профессионально-техническим, строительным и иным специальностям, не требующим высшего образования. Положительные тенденции в численности не всегда отражают закономерное повышение качества подготовки квалифицированных кадров, что отражается на инновационном развитии экономики. Это в значительной мере связано с невысоким уровнем доходов, не всегда успешным трудоустройством, недостаточно развитой инфраструктурой отдельных регионов.

Качественное и всестороннее развитие человеческого капитала, во многом связано с инвестициями в здравоохранение, обеспечении таких стандартов медицинского обслуживания для населения, которые ведут к росту продолжительности жизни, стабилизации демографических процессов, утверждению здорового образа жизни и новых приоритетов по отношению к ценности человеческой жизни, воспитанию у населения личной ответственности за собственное здоровье. Только на основе укрепления здоровья человека возможно дальнейшее развитие его созидательных способностей, совершенствование и более эффективное использование профессионально-квалификационного и творческого потенциала, что напрямую окажет воздействие на количество детей в каждой семье и в дальнейшем на количество студентов ВУЗов, которые, в свою очередь, являются носителями человеческого капитала нашей страны.

В Беларуси низкая продолжительность жизни граждан, особенно мужчин. В настоящее время она составляет 70,5 года, в том числе 64,7 года – у мужчин и 76,5 года – у женщин, что значительно меньше, чем в развитых странах мира. Так, в Японии этот показатель равен 81,6 года, Швеции – 81 год, Исландии – 79,8 года, в Норвегии – 78,9 года. По показателю ожидаемой продолжительности жизни при рождении Беларусь занимает 89 место в мире, опережая Российскую Федерацию, Украину, Казахстан, Туркменистан и др. В этой связи наиболее важны инвестиции, связанные с охраной здоровья человека. Они будут способствовать сокращению заболеваемости и смертности населения, продлению трудоспособной жизни человека, т. е. времени функционирования человеческого капитала.

В Беларуси разработана и принята к исполнению программа демографической безопасности. В ней пороговые значения процесса воспроизводства действительной жизни увязаны с количественными и качественными показателями производства материальных благ, что требует равноправного участия женщин в качестве рабочей силы и сокращает их возможность в воспроизводстве реальной жизни. Программой предполагается умеренный подход к вопросам заработной платы и социальной помощи, что не стимулирует развитие многодетной семьи.

В целях создания условий, направленных на сохранение позитивных тенденций в развитии демографической ситуации, необходимо принятие следующих антикризисных мер:

- разработка проекта закона «О дополнительных мерах социальной поддержки семей с детьми в условиях финансово-экономической нестабильности» по опыту России;
- увеличение налоговых льгот семьям в зависимости от количества детей и наличия в семье детей-инвалидов;
- усиление системы государственной поддержки молодых семей в решении жилищной проблемы;
- создание государственно-частных центров поддержки семей с детьми, находящихся в трудной жизненной ситуации.

Беларуси необходимо сохранять явные преимущества в системе образования, но способствовать ее гибкому реагированию на потребности общества и производства, приоритетными должны быть фундаментальные и прикладные науки. Государственная политика в области образования должна быть направлена на улучшение

качества подготовки не только специалистов, но среднего общего образования. Это будет способствовать укреплению отечественной экономики и повышению ее конкурентоспособности в мирохозяйственных связях.

**РАЗВИТИЕ СФЕРЫ УСЛУГ И ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
НА ЭКОНОМИКУ. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
И ПРЕДПРИЯТИЙ ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО ОКАЗАНИЮ ВОЕННЫХ УСЛУГ**

Д. О. Волков

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель А. Н. Леонович

Торговля услугами не является новым явлением для современных экономических отношений и тем не менее долгое время этот сектор экономики отождествляли с торговлей товарами. Но уже к началу 80-х гг. XX в. данный сегмент мирового рынка начал оказывать все большее влияние на развитие национальных экономик и мирового хозяйства в целом.

Торговля услугами относится к динамично растущим секторам современных международных экономических отношений, способствующим их интенсификации. Это является закономерным, поскольку спрос на услуги по своей природе безграничен, и с повышением уровня материального производства и благосостояния населения сфера услуг становится все более значимой составной частью внутреннего валового продукта.

Экономисты отмечают тенденцию к существенному росту доли услуг в структуре национальной экономики. Так, если в 2000 г. доля услуг в валовом внутреннем продукте составляла 40 %, а в 2005 г. – 41,7 %, то в 2010 г. прогнозируется ее рост до 46–48 %. Согласно комплексной программе развития сферы услуг нашей страны на 2006–2010 гг. объем реализации всех видов услуг вырастет в 1,5–1,6 раза [1].

Существенное возрастание роли сферы услуг в социально-экономическом развитии обусловлено ее вступлением с конца 70-х гг. в новую стадию на основе радикальных и многосторонних преобразований в условиях производства и хозяйственной среде. Среди изменений отмечается переход отраслей на новый технологический уклад, основу которого составляют информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), нашедшие во многих областях особенно благоприятную почву, в полной мере соответствующая специфике производства многих видов не вещного продукта.

Значительно возросло воздействие сферы услуг на экономику в целом, в частности на эффективность использования ресурсов и более полное удовлетворение потребностей. Сколько-нибудь полно и точно оценить вклад отраслей услуг крайне затруднительно, поскольку он часто реализуется косвенно- через разветвленную сферу конечного потребления и многоступенчатую систему межотраслевых связей. Тем не менее его возрастание прослеживается в расширении позиций и качественном совершенствовании услуг.

Но в то же время сфера услуг имеет и ряд недостатков, которые существенно влияют на развитие данной отрасли экономики. Как уже упоминалось выше, оценить вклад отраслей услуг на экономику крайне затруднительно, потому, что до сих пор не существует четкой классификации поставляемых на рынок услуг, что влечет за собой отсутствие систематизации в учете доходов, приносимых от реализации этого

продукта. В настоящее время в Генеральном соглашении по торговле услугами предусмотрены четыре способа предоставления услуг: трансграничная поставка, потребление за рубежом, коммерческое присутствие, перемещение физических лиц. На данный момент на рынке услуг задействовано огромное количество компаний и предприятий, ведь услуги предоставляются практически в любой сфере деятельности (образование, строительство, туризм и отдых, транспорт и коммуникации и т. д.).

Еще одна проблема в развитии данного сектора экономики связана с информатизацией сферы услуг. Всем известен тот факт, что для более эффективной работы предприятия или фирмы необходимы минимизация времени в решении многих вопросов и при составлении ряда сделок, повышение конкурентоспособности, снижение издержек в сфере обмена и т. д., но перечисленные выше виды поставки услуг не решают данные проблемы на должном уровне, так как во многих случаях фактор времени дает о себе знать из-за недостаточно развитой материальной, технической и информационной базы поставщиков услуг. Увеличить скорость поставки услуг, а тем самым повысить производительность и экономическую эффективность различных предприятий и организаций можно за счет информационных технологий и связи, которые во многом облегчают трансграничные поставки услуг к потребителю.

Уже не новыми являются такие понятия, как локальные сети, Интернет, электронная торговля, электронное правительство, электронные деньги и платежи. Именно развитие и информационно-техническое совершенствование вышеперечисленных определений связано с поставщиками услуг в сфере информационных технологий, науки, образования, деловых, инжиниринговых, управленческих услуг. Кроме того, введение в экономико-политическую сферу современных достижений науки и техники позволит во многом снизить издержки, связанные с заключением и осуществлением внешнеэкономических контрактов, повысить эффективность операционной деятельности, позволит изменить структуру производства, управления и торговли.

Примером такого изменения организационной структуры является «электронное правительство», которое уже перестает быть экспериментом в области административных реформ и теперь является составной частью государственного управления. Немаловажное значение на развитие инфраструктуры электронных услуг оказывает государство. Оно должно решать проблемы связанные с безопасностью и конфиденциальностью передаваемой информации, повышением интеллектуального уровня населения, подготовкой высококвалифицированных кадров. Таким образом, развитие современных информационных технологий в сфере услуг – как наиболее прогрессивного сектора экономики – во многом повлияет на экономическую эффективность в различных видах деятельности, что способствует дальнейшему информационному развитию общества.

В последнее время стало популярным использование такого термина, как «военная услуга», который подразумевает оказание различных услуг людьми в погонах как населению, так и другим государствам в рамках военно-политического сотрудничества. Кроме того, термин «военная услуга» тесно связан с реформированием армии, проводимым практически всеми государствами мира. Примером такого реформирования может служить создание частных военных компаний (ЧВК). ЧВК зарабатывают деньги на войне и в то же время любая ЧВК структурирована как самая обычная фирма, имеет лицензию и устав. Существует несколько типов компаний, оказывающих широкий спектр услуг: компании военных услуг, военные консалтинговые компании, компании военной логистики, частные охранные компании.

В настоящий момент более сотни военных компаний оперируют более чем в 50 странах. Их суммарный годовой доход по вышеперечисленным видам предоставляемых услуг ежегодно составляет 100 млрд, к 2010 г. она возрастет, по прогнозам специалистов, в два раза [2].

Что касается Республики Беларусь, то создание подобных организаций для нашей страны не свойственно. Тем не менее, интерес военного ведомства страны к сфере услуг присутствует.

В настоящее время в Вооруженных Силах действует концепция оказания платных услуг. Документ, ставший основой для усовершенствования перспективных планов воинских частей и других подразделений, был утвержден еще в конце июня 2007 г. То, что армия обратила внимание на рынок услуг, – не случайно. Эта сфера в последние годы развивается небывалыми темпами. Военные услуги, оказываемые нашим государством можно разделить на две основных группы: услуги предоставляемые юридическим и физическим лицам Республики Беларусь и услуги, оказываемые иностранным государствам. К первым можно отнести хранение нефтепродуктов и транспортных средств, доставку грузов (в том числе и воздушным путем), поиск неучтенных захоронений времен войны, предпродажную подготовку техники, исследования и разработку в области естественных и технических наук, планирование и проведение торжеств с использованием вооружения и военной техники (по обращениям местных исполнительных и распорядительных органов) и др. Еще почти десятков видов работ может выполняться как в интересах юридических, так и физических лиц. Это размещение рекламы, проведение военно-спортивных мероприятий, физкультурно-оздоровительные и медицинские услуги, ветеринарные (например, проведение лечебно-профилактических мероприятий по содержанию и дрессировке собак).

За восемь месяцев 2007 г. воинские части, соединения и организации Минобороны дополнительно получили 9 млрд 742 млн Br, что на 9,5 % больше в сопоставимых ценах, чем за такой же период предыдущего года. Наиболее прибыльными оказались такие направления платных услуг населению, как образовательные (курсы иностранных языков), а также медицинские и санаторно-оздоровительные (работа 592 военно-медицинского центра ВС и Лепельского военного санатория) [2].

Но наиболее существенный вклад в бюджет республики приносят услуги, оказываемые иностранным государствам. В первую очередь сюда необходимо отнести деятельность военно-промышленного комплекса страны по разработке, производству, реализации, модернизации, ремонту, техническому обслуживанию различных изделий, поставляемых за рубеж. Также следует отметить платные услуги в сфере военного образования, которые оказываются на базе УО «Военная академия Республики Беларусь».

Особую нишу занимают услуги предоставляемые нашим государством по договорным обязательствам с Российской Федерацией: предоставление земельных площадей для размещения военных объектов РФ под Ганцевичами и Вилейкой, содержание системы ПВО на западных границах союза, военных аэродромов, пограничной и таможенной инфраструктуры.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Т. В. Фадина

*Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины, Беларусь*

Научный руководитель Б. В. Сорвиров

Вплоть до начала 80-х г. XX в. сфера образования была практически полностью изолирована от действия рыночных механизмов. Однако уже в начале 90-х гг. рынок стали рассматривать как «основной элемент, составляющий основу европейской политики высшего образования». В последние годы тенденция формирования и развития рынка образовательных услуг усилилась и распространилась на многие страны.

В литературе в качестве основных факторов развития рыночных отношений в сфере образования выделяют следующие [3]:

- изменение роли государства в сфере образования;
- диверсификация источников финансирования образования;
- определение знания как основного капитала в обществе;
- развитие новых информационных технологий.

Важнейшим фактором становления рыночных отношений в сфере высшего образования является изменение роли государства. Сокращение государственного финансирования системы образования стало реальностью практически во всех странах мира. Сегодня активная роль государства проявляется в сфере содействия становлению в системе образования конкурентных рыночных отношений, т. е. увеличению предложения высококачественных образовательных услуг и продуктов, повышению платежеспособного спроса на них со стороны как студентов и их семей, так и предприятий, усилению конкуренции на формирующемся рынке.

Знания занимают ключевые позиции в экономическом развитии, становится основным источником стоимости в постиндустриальном, информационном обществе, радикально изменяя место образования в структуре общественной жизни. Приобретение новых знаний, информации, умений, навыков, утверждение ориентаций на их обновление и развитие становятся фундаментальными характеристиками работников в постиндустриальной экономике. В США уже в 30–40 гг. в результате управленческой революции в обрабатывающей промышленности произошел переход к господству знаний. Сегодня на профессии с преобладанием интеллектуального труда приходится основной прирост занятости населения (85 % в США, 89 % – в Германии, 90 % – в Японии). В некоторых странах курс на становление «экономики знаний» признан в качестве стратегического направления социально-экономического развития. Так, Китай проводит политику «Государственная система по освоению новшеств на фоне наступления эпохи экономики знаний».

Новые информационные технологии значительно содействуют развитию рыночных отношений в сфере образования, поскольку обеспечивают [3]:

- резкий рост числа потребителей этих услуг вследствие предоставления обучения по месту работы или жительства без отрыва от производства, значительного расширения доступа к образованию и усиления равенства этого доступа, расширения и глобализации образовательного пространства;
- значительное увеличение предложения образовательных услуг в ходе развития новых форм обучения;
- развитие конкуренции между различными учебными заведениями;

Таким образом, с начала 90-х гг. различные факторы способствуют становлению и развитию рыночных отношений в сфере образования.

Формирующийся рынок образовательных услуг в Республике Беларусь следует мировым тенденциям развития, но имеет свои особенности. Система образования, существующая в стране, формировалась в условиях господства ценностей, предполагающих приоритет государственных интересов по отношению к потребностям отдельной личности. На развитие системы образования выделялись значительные средства в целях укрепления идеологической, политической, социальной и экономической роли образования. Вместе с тем производители образовательных услуг были ориентированы на решение утилитарных задач обеспечения народного хозяйства работниками физического труда и узкопрофильных специалистов. Еще в 50–60-х гг. XX в. в СССР был принят курс на то, чтобы обогнать США по числу людей, получивших высшее образование. Однако это не сочеталось с реальными запросами экономики и идеологией КПСС, считавшей самой прогрессивной силой «рабочий класс». В итоге возник известный всем парадокс: люди с высшим образованием порой получали меньшую зарплату, чем работники физического труда (рабочие, стоящие у станка, водители и т. д.) В то же время престиж интеллектуального труда в СССР был достаточно высок. Это определялось большим вниманием советского руководства к соперничеству с США в военно-технической сфере, выделением больших средств на развитие науки и экспериментальных производств [2].

Еще большие проблемы были порождены современной Беларусью. Коренные преобразования экономической системы страны привели к развитию кризисных явлений в системе образования. Кризисная ситуация периода становления независимости белорусской государственности привела к значительному сокращению финансовых вливаний со стороны государства. В итоге вузы были поставлены в условия необходимости выживания, поиска новых источников финансирования.

При анализе сущности рынка образовательных услуг необходимо учитывать определенные ограничения развития рыночных отношений в данной сфере, которые обусловлены:

- спецификой образовательных услуг как товара;
- информационной асимметрией рынка образовательных услуг;
- недостаточным уровнем развития конкуренции.

Проявление специфических черт образовательных услуг определяет существование объективной возможности рыночного производства образовательных услуг. С другой стороны образовательная услуга отвечает свойствам общественного блага, обладает значительным положительным внешним эффектом и является социально-значимым благом, поскольку вносит вклад в создание человеческого капитала, тем самым создавая предпосылки инновационному развитию экономики. Следовательно, производство образовательных услуг не может базироваться исключительно на рыночных принципах.

Информационная асимметрия ставит потребителя в заведомо невыгодное положение, затрудняя его выбор. Создание аккредитационного агентства, публикация результатов аккредитации позволит преодолеть информационную блокаду потребителей, путем предоставления информации о статусе учебного заведения и качестве предоставляемых образовательных услуг.

Согласно Ястребову А. С. на рынке образовательных услуг наблюдается сочетание монопольной и олигопольной конкуренции. В основе формирования монополии лежит, прежде всего, локальный характер рынков образовательных услуг. В то

же время можно наблюдать усиление конкуренции между отдельными локальными монополиями – проявляются признаки олигопольной конкуренции [4].

Однако в условиях развития инновационной экономики, конкуренция на рынке образовательных услуг хоть и является важным фактором совершенствования деятельности вузов, но не всеобъемлющим.

Так, член-корреспондент РАН, д.э.н., профессор, заместитель директора Центрального экономико-математического института Г. Б. Клейнер среди прочих выделяет и такие особенности экономики знаний как грядущей стадии экономического развития общества как:

– сочетание соперничества и сотрудничества между агентами на рынке знаний. Если в экономике материальных благ важна конкурентоспособность производителей, то в экономике знаний – способность к сотрудничеству, т.е. конкордоспособность;

– вместо конкуренции предприятий и корпоративных конфликтов – «кооперация» и «конкоперация» [1].

Клейнер Г. Б. поясняет, что в экономике знаний главенствующим способом взаимоотношений между предприятиями будет не конкуренция, а «сочетание конкуренции и кооперации, сочетание сотрудничества и соперничества».

В свою очередь профессор Московской финансово-промышленной академии М. Лукашенко отмечает: «Идея ресурсного центра или сетевой организации таковых идеально отвечает самой парадигме кооперентных отношений и превосходно распространяется на все уровни образования. Так, отнюдь не каждому вузу экономически выгодно держать собственную полиграфическую базу, между тем обеспечение образовательного процесса учебно-методическими материалами является и одним из важных лицензионных требований, и показателем качества обучения. Отсюда целесообразность партнерских отношений между вузами, при которых один выступает заказчиком, а другой – исполнителем полиграфических работ» [1].

Данные отношения не должны ограничиваться только полиграфией и могут распространяться на имманентные вузам образовательную и научную сферы деятельности, что может оформиться в создании единого научно-образовательного комплекса, объединяющего ряд научных и образовательных учреждений.

Успех в деле перехода на инновационный путь развития в значительной мере зависит от степени восприимчивости высшего образования к технологическому прогрессу, которая не в последнюю очередь зависит от характера и устойчивости взаимосвязей образования и практики. Ориентированность на рынок труда реализуется через систематизированное взаимодействие образования и работодателей и формализуется в виде критериев и требований к выпускникам с позиции их текущей практической пригодности к занятости. Кроме того, вузы призваны адекватно реагировать на предсказуемые изменения структуры рынка труда.

Л и т е р а т у р а

96. Лукашенко М. Конкуренция на рынке образовательных услуг / М. Лукашенко. – Режим доступа: <http://www.vsip.mgopu.ru/data/1844.doc>

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ И СПОСОБОВ
МИНИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «8 МАРТА»)**

С. С. Грищенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. М. Павлов

Тема минимизации инвестиционных рисков в настоящее время является очень актуальной, так как для успешной реализации инвестиционного проекта необходимо не только постараться предусмотреть все возможные риски, но и определить наиболее оптимальные способы их минимизации.

Вообще, под *инвестициями* понимаются любое имущество, включая денежные средства, ценные бумаги, оборудование и результаты интеллектуальной деятельности, принадлежащие инвестору на праве собственности или ином вещном праве, и имущественные права, вкладываемые инвестором в объекты инвестиционной деятельности в целях получения прибыли (дохода) и (или) достижения иного значимого результата [1, с. 3].

По степени риска инвестиции можно условно разделить на три категории: консервативные инвестиции, инвестиции средней степени риска и высокорискованные инвестиции.

Консервативные инвестиции связаны с наименьшим риском потери вложенных средств (депозит в банке, вложения в недвижимость или в государственные облигации). Инвестиции средней степени риска связаны с достаточно значительным риском потери вложенных средств, требуют более глубоких финансовых знаний (вложения в собственный интернет-бизнес, в бизнес сетевого маркетинга). Высокорискованные инвестиции связаны с большим риском потери всех вложенных средств, но в то же время при положительном стечении обстоятельств доходность таких инвестиций может составлять тысячи процентов и более (вклады в свой собственный новый бизнес, вклады в краткосрочные высокодоходные проекты и т. п.).

Следовательно, инвестиционный риск – это риск инвестиционных вложений, вероятность возникновения непредвиденных потерь в форме снижения или полной потери доходов, капитала и т. п. при осуществлении инвестиционной деятельности [2]. Риск отражает изменчивость ожидаемых в будущем доходов от инвестиций капитала.

Поэтому в сфере инвестиционной деятельности существуют определенные проблемы на макроуровне: нестабильность инвестиционного законодательства; сложность налоговой системы; невозможность получить достоверную информацию о состоянии рынка.

На микроуровне возникает следующая проблема - это недостаточная подготовленность кадров при разработке инвестиционных проектов и, как следствие, упущение некоторых инвестиционных рисков.

Для инвестора важно убедиться в том, что предприниматель (руководство предприятия) трезво смотрит на вещи и готов к сложностям, которые всегда сопровождает любой, даже хорошо подготовленный и хорошо защищенный инвестиционный проект.

Считается общепризнанным, что основой всех действий по управлению риском является выбор методов идентификации и оценки рисков ситуаций. Среди количественных методов анализа рисков выделяют: статистические методы оценки, ме-

тоды экспертных оценок, аналитические методы, метод аналогий, комбинированные методы.

Для обоснования решений в условиях риска и неопределенности используются игровые модели, методы экспертных оценок; методы, основанные на человеко-машинных процедурах.

На наш взгляд, эффективным методом принятия инвестиционного проекта в условиях риска является использование экономико-математических моделей вместе с программированием. При этом создается экспертная группа, которая оценивает степень риска по каждому из составляющих элементов, определяет их удельный вес.

Если учитывать организационные аспекты минимизации инвестиционных рисков, то можно выделить следующие *способы*: адекватность расчетов при разработке инвестиционных проектов, увеличение глубины расчетов; чередование долгосрочных и краткосрочных кредитов и займов; страхование инвестиционных рисков.

Так как последние два способа требуют достаточных ресурсов для реализации, то остановимся на первом способе.

Если в частности переходить к производству, то можно наблюдать следующее. При разработке инвестиционного проекта на ОАО «8 Марта» были рассчитаны основные показатели эффективности проекта, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Показатели эффективности проекта

Наименование показателя	Единицы измерения	Значения показателя
Ставка сравнения	%	10,4
Чистый дисконтированный доход (NPV)	млн.руб.	843
Простой срок окупаемости	лет	4,3
Динамический срок окупаемости	лет	4,9
Внутренняя норма доходности (IRR)	%	17,5
Индекс рентабельности	–	1,22

Потом для анализа чувствительности проекта были определены следующие варьируемые факторы: 1) сумма капитальных затрат по проекту; 2) объем производства; 3) издержки.

Показатели чувствительности проекта к изменению вышеперечисленных факторов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели чувствительности проекта

Наименование показателя	Критическое изменения анализируемого параметра, %	Значение показателя
Увеличения объема капитальных затрат	20 %	x
Чистый дисконтированный доход (NPV)	x	836
Динамический срок окупаемости	x	5,5
Внутренняя норма доходности (IRR)	x	20,7

Окончание табл. 2

Наименование показателя	Критическое изменения анализируемого параметра, %	Значение показателя
Индекс рентабельности	x	1,19
Снижение объемов реализации	1 %	x
Чистый дисконтированный доход (NPV)	x	99
Динамический срок окупаемости	x	6,2
Внутренняя норма доходности (IRR)	x	11,7
Индекс рентабельности	x	1,03
Увеличение издержек на РП	3 %	x
Чистый дисконтированный доход (NPV)	x	192
Динамический срок окупаемости	x	5,11
Внутренняя норма доходности (IRR)	x	14,1
Индекс рентабельности	x	1,05

То есть при одной и той же ставки дисконтирования, но изменении факторов чувствительности проекта мы наблюдаем значительные изменения. Так, при снижении объема выручки на 1 % динамический срок окупаемости увеличится на 1,3 года, а чистый дисконтированный доход снизится на 744 млн руб.

Графически это можно представить следующим образом.

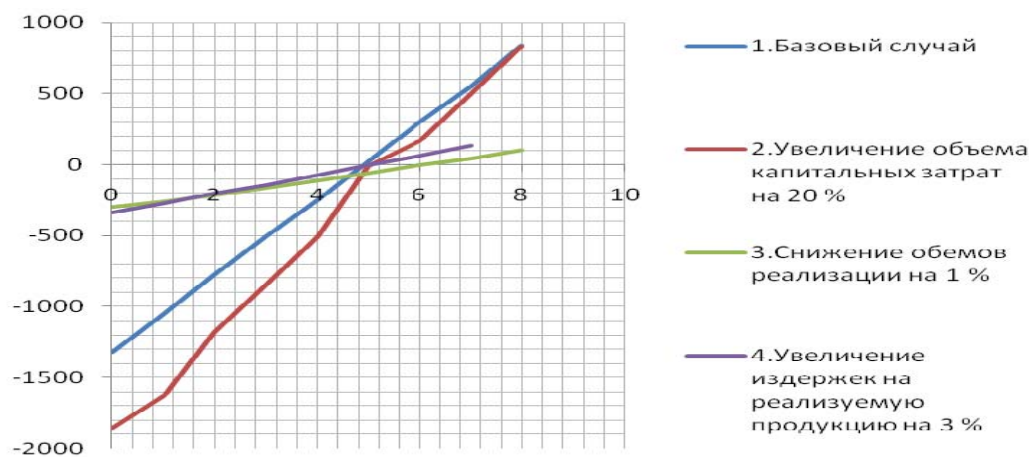


Рис. 1. График изменения ЧДД по ситуациям

Для улучшения результатов работы и минимизации рисков нужно создавать экспертные группы, внедрять новейшие компьютерные программы для обработки данных, достижение высокого уровня квалификации кадров (как производственного, так и управленческого персонала) через курсы подготовки, переподготовки кадров.

Таким образом хотелось бы сделать следующие основные выводы по организационным аспектам оценки и способов минимизации инвестиционных рисков:

1. Увеличение глубины расчетов инвестиционных проектов путем большего расчета показателей.

2. Использование при расчетах специальных компьютерных программ, позволяющих совершать сложнейшие расчеты с максимальной точностью.

3. Постоянное проведение контроля при разработке бизнес-планов, разработка не только годовых, но квартальных бизнес планов и инвестиционных проектов не под один проект, а под несколько; осуществление контроллинга.

Минимизируя инвестиционные риски, не только достигают высокой эффективности от реализации инвестиционного проекта, но производства в целом.

Литература

97. Инвестиционный кодекс Республики Беларусь: текст кодекса по состоянию на 20 ноября 2007 г. – Минск : Алмафея, 2007. – 84 с.
98. Капитал. Энциклопедический словарь. – Минск : Право и экономика, 2009. – 946 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЕЕ РОЛЬ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Е. В. Стрижак

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. К. Ландова

Жесткая необходимость принятия неотложных мер по повышению экологической безопасности и охраны окружающей среды дает стимул к использованию для этих целей процедур сертификации, хорошо зарекомендовавших себя в работе по улучшению качества продукции. Но наличие сертификатов соответствия, гарантирующих качество продукции и услуг, уже не удовлетворяет общество, так как необходимо гарантировать безопасность не только человека, но и окружающей природной среды. Об этом свидетельствует и анализ зарубежного опыта, который показывает, что экологическая сертификация развивается не только как сертификация продукции по соответствующим параметрам, но и как сертификация других объектов, связанных с воздействием на окружающую среду и рациональным природопользованием.

Экологическая сертификация – деятельность по подтверждению соответствия объекта сертификации природоохранным требованиям, установленным действующим законодательством страны и другими нормативными документами (согласно Декларации Конференции ООН по окружающей среде и устойчивому развитию (UNCED-92)); или согласно закону Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», экологической сертификацией является деятельность по подтверждению соответствия, осуществляемая органом по сертификации, аккредитованным в Системе аккредитации Республики Беларусь, объектов оценки соответствия требованиям нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, в области охраны окружающей среды.

Перечень сертифицированных видов услуг в области охраны окружающей среды:

- инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- разработка проекта нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ;
- разработка нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ;

– инвентаризация отходов производства, разработка нормативов образования отходов и инструкции по обращению с отходами производства;

– обследование земель (почв);

– наладка, испытания, проверка эффективности ГОУ.

Экологическая сертификация является одним из важных элементов государственной политики и направлена на защиту интересов государства, общества и его граждан в экологической сфере. Основными целями такой сертификации являются: обеспечение экологически безопасного осуществления хозяйственной и иной деятельности, подтверждение соответствия требованиям законодательства, а также содействие и повышение конкурентоспособности отечественной продукции.

Многие организации рассматривают получение экологического сертификата соответствия как конкурентное преимущество в условиях глобализации рынков, повышение инвестиционной привлекательности, снижение внутренних издержек, улучшение качества продукции, снижение уровня аварийности. В первую очередь это необходимо для экспортоориентированных предприятий в связи с тем, что Европейским союзом декларировано, что он намерен допускать на рынок стран – членов ЕС только компании, сертифицированные на соответствие международному стандарту ИСО серии 14001.

В целях бухгалтерского учета затраты на сертификацию собственной продукции организациями относятся в полном объеме к расходам по обычным видам деятельности – независимо от вида сертификации – обязательной или добровольной [2].

В связи с выдачей сертификата соответствия на продукцию на определенный срок, расходы на сертификацию сначала относятся на счет 97 «Расходы будущих периодов», а затем в течение срока действия сертификата ежемесячно списываются на себестоимость. Эти операции отражаются проводками:

Таблица 1

Учет затрат на сертификацию собственной продукции организации

Наименование операции	Дебет	Кредит
Перечислена сумма аванса организации, проводящей сертификацию	60 «Авансы»	51
Учтены в составе расходов будущих периодов расходы на получение сертификата соответствия	97	60
Учтен НДС по расходам на сертификацию	18	60
Зачтена сумма ранее перечисленного аванса на проведение работ по сертификации продукции	60	60 «Авансы»
Принята к вычету сумма НДС	68	18
Списана себестоимость образцов готовой продукции, переданных для проведения сертификации	97	43
Отнесены на затраты производства расходы на сертификацию в части, приходящейся на текущий месяц	20	97

При прекращении выпуска продукции до момента окончания срока действия на нее сертификата соответствия несписанную сумму расходов относят на счет 91 «Прочие доходы и расходы». При этом следует иметь в виду, что сумма НДС, при-

ходящаяся на несписанную часть расходов и принятая ранее к вычету должна быть восстановлена [2].

Таблица 2

Учет затрат на сертификацию собственной продукции организации

Наименование операции	Дебет	Кредит
Списана часть расходов на сертификацию, приходящаяся на часть продукции, выпуск которой прекращен ранее окончания срока действия сертификата соответствия	91-2	97
Восстановлена сумма НДС, приходящаяся на несписанные расходы на сертификацию	91-2	18

При проведении экологической сертификации обеспечивается конфиденциальность информации, составляющей государственную и коммерческую тайну, за исключением тех случаев, когда продукция или производство представляет опасность для жизни и здоровья граждан и окружающей среды. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что создание и внедрение систем экологического управления субъектов хозяйствования и их сертификация будут способствовать эффективной реализации Национальной стратегии устойчивого развития, активному привлечению белорусских предприятий к использованию современных экологически ориентированных методов управления, что является одним из важнейших практических шагов для поэтапного вступления нашей страны в Европейский союз.

Анализ внедрения международного стандарта ISO 14001 на предприятиях и организациях Западной и Центральной Европы показывает, что это становится обычным делом и уже не расценивается в западной практике выдающимся явлением, как это было еще недавно. Более того, сегодня приобретает популярность суждение, согласно которому не используют стандарт ISO 14001 только те предприятия или организации, которым внедрение его не под силу. Таким образом, если раньше применение данного стандарта служило для предприятия мощной рекламой, то сейчас неприменение стандарта уже является для него антирекламой. Следовательно, системы управления окружающей средой, основанные на стандарте ISO 14001, соответствуют тому минимально необходимому уровню требований, который обязателен для предприятий, пытающихся выйти на мировой рынок.

Предприятия Республики Беларусь проводят активную политику по внедрению систем управления окружающей средой и экологической сертификацией, подтверждают ее высокий уровень. Лидерами являются ЗАО «Атлант», ОАО «Минский подшипниковый завод», ПО «Беларуськалий», ОАО «Ковры Бреста», РУП «Минск Кристалл», РУП «Белорусский металлургический завод», ОАО «Мозырьский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Горизонт».

При создании и внедрении системы наиболее важным вопросом стоит проведение предварительного экологического анализа, т. е. оценка возможностей предприятия соблюдать действующее природоохранное законодательство и осуществлять жесткий производственный контроль по основным важным экологическим аспектам его деятельности. В Республике аккредитованы консалтинговые организации, способные провести эти работы на высоком профессиональном уровне и обеспечить предприятие соответствующей информацией. Проведение предварительного экологического анализа позволит в короткие сроки определить основные проблемы предприятия в области соблюдения природоохранного законодательства и выработать

общую стратегию построения системы управления окружающей средой. На каждом предприятии, как правило, разрабатывается своя методика с учетом специфики производства.

На основе определения значимости экологических аспектов предприятие может определить экологическую политику, целевые и плановые экологические показатели и разработать реальную программу управления окружающей средой.

Создание системы управления окружающей средой и ее сертификация позволит предприятию не только обеспечить соблюдение природоохранного законодательства, но и способствовать улучшению окружающей среды и предотвращать ее загрязнение. Все это положительно скажется на повышении конкурентоспособности продукции и имиджа предприятия, возможностей по получению кредитов, инвестиций и заключению долгосрочных договоров, повышению культуры производства и подготовке персонала.

Таким образом, получение экологического сертификата в условиях глобализации рынков дает странам конкурентное преимущество перед другими странами, способствует эффективной реализации Национальной стратегии устойчивого развития, активному привлечению белорусских предприятий к использованию современных экологически ориентированных методов управления; и в итоге является одним из важнейших практических шагов для поэтапного вступления нашей страны в Европейский союз.

Л и т е р а т у р а

99. Коваленко, П. Сертификация – путь к народной любви / П. Коваленко // Налоговый вестн. – 2002. – № 18. – С. 24–31.
100. Сертификация, бухгалтерский учет и налогообложение / И. Н. Гладкова. – Москва : Новое изд., 2005. – 98 с.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКУ БЕЛАРУСЬ

О. С. Каюкова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. С. Дрозд

Переход на инновационный тип развития и усиление конкурентных позиций на внешних рынках требуют привлечения значительных капиталовложений в экономику страны. Они могут осуществляться за счет, как внутренних ресурсов, так и привлечения иностранного капитала. Поскольку внутренние финансовые ресурсы весьма ограничены, то жизненно важным источником экономического роста становится увеличение масштабов зарубежного инвестирования.

Зарубежные инвестиции осуществляются, как известно, в трех основных формах: прямые, портфельные, кредиты и займы. Наиболее эффективной формой зарубежного инвестирования с позиции принимающей стороны являются прямые инвестиции в реальное производство в виде вклада в уставный фонд, так как их не нужно возвращать и выплачивать по ним проценты, а инвестор рассчитывает на получение максимальной по сравнению с другими формами международного бизнеса прибыли и концентрирует на этом свои ресурсы и усилия. Вместе с тем их владельцы выдвигают наиболее жесткие требования к условиям инвестирования или инвестиционному климату. Поэтому правительства многих стран, желая привлечь инвесторов, идут

на компромиссы в инвестиционном законодательстве. Имеются в виду налоговые, таможенные, валютные льготы, государственные гарантии защиты и т. п. Содержание подобных компромиссов определяется политическими установками, состоянием экономики, инвестиционным климатом в стране.

Правительство Республики Беларусь усиливает проводимую политику по привлечению иностранного капитала в экономику страны. Основой инвестиционного законодательства являются Инвестиционный кодекс и Национальная программа привлечения инвестиций в экономику Республики Беларусь на период 2006–2010 гг.

Инвестиционный потенциал республики постепенно растет, чего нельзя сказать о темпах привлечения прямых иностранных инвестиций.

По данным Министерства статистики и анализа, в 2008 г. в страну привлечено 6525,9 млн дол. США иностранных инвестиций в реальный сектор экономики, из них кредиты и займы – 3066,7 млн дол. США (47 %), прямые инвестиции составили 2279,8 млн дол. США (34,9 %), а вклады в уставный фонд – всего 1179,4 млн дол. США (18,1 %). Наибольший удельный вес (47 %) в иностранных инвестициях составили кредиты. Аналогичная ситуация складывалась и в предыдущие годы. Уже по этим данным в определенной степени можно судить об инвестиционной привлекательности страны. Более наглядно ее можно оценить посредством анализа динамики прямых иностранных инвестиций, способствующих развитию широко распространенных форм международного бизнеса.

Инвестиционная активность иностранных инвесторов, в республике постепенно возрастает – увеличиваются и объемы, и доля инвестиций в уставной фонд. Настораживает, однако, следующие факты: Беларусь значительно уступает другим постсоветским республикам в масштабах привлечения прямых иностранных инвестиций; инвестиции предоставляются нашим предприятиям преимущественно в форме кредитов, а не вкладов в уставной фонд. Возврат кредитов и выплата процентов по ним значительно снижают величину реально работающих в стране инвестиций.

За 2006–2008 гг. в Республике Беларусь отмечается рост прямых иностранных инвестиций в реальный сектор экономики: в 2008 г. по сравнению с 2007 г. темп роста составил 173,5 % (или 966,3 млн дол. США), а по сравнению с 2006 г. – 304,5 % (1531,2 млн дол. США).

Анализ отраслевой структуры прямых иностранных инвестиций в реальный сектор экономики свидетельствует о том, что наибольшая их доля приходится на протяжении 2006–2008 гг. на промышленность и общую коммерческую деятельность по обеспечению функционирования рынка; наименьший удельный вес иностранных инвестиций наблюдается в отрасли жилищно-коммунального хозяйства.

Анализ поступления прямых иностранных инвестиций в реальный сектор экономики по областям показал, что наибольший удельный вес занимает город Минск и Минская область, наименьший – Витебская область и Гродненская область.

Основными странами-инвесторами в Республику Беларусь являются: Швейцария, Россия, Австрия и др.

Изложенное выше позволяет предположить, что иностранные инвесторы воспринимают национальный инвестиционный климат как рискованный. Подтверждением этого вывода могут служить результаты различных отечественных и зарубежных исследований. Так, в Национальном отчете о человеческом развитии Республики Беларусь «Человеческий потенциал Беларуси: экономические вызовы и социальные ответы», опубликованном в 2008 г., отмечено наличие следующих факторов, снижающих конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность страны:

- низкая активность процессов разгосударствления и приватизации – основы для роста инвестиций и использования предпринимательской энергии;
- административные барьеры на пути развития предпринимательства и высокий уровень административного вмешательства органов государственного управления в деятельность предприятий;
- недостаточно благоприятный инвестиционный климат, создающий риски, как для отечественных, так и зарубежных инвесторов;
- значительное налоговое давление на производителей, что негативно воздействует на расширенное воспроизводство;
- невысокая макроэкономическая и финансовая стабильность, сопровождаемая достаточно значительным уровнем инфляции;
- неразвитость финансового рынка, невысокая устойчивость и низкая кредитная способность банковской системы;
- неэффективность инновационной системы, не позволяющая использовать в полной мере имеющийся человеческий потенциал и научные разработки.

Проведенный учеными Министерства экономики анализ показал, что использование имеющихся конкурентных преимуществ не приносит должного эффекта по следующим причинам:

- отсутствие развитой конкурентной среды на внутреннем рынке товаров и услуг, а также на рынках капитала и рабочей силы;
- большая налоговая нагрузка на производителей товаров и услуг;
- высокий уровень физического и морального износа активной части производственных фондов вследствие недостатка инвестиционных средств не только для расширенного, но и для простого воспроизводства;
- значительная энерго- и материалоемкость производства, его сильная зависимость от импортных поставок топливно-энергетических и сырьевых ресурсов;
- несовершенство нормативно-правовой базы.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что в переходный период движущими силами экономического роста являются не только масштабы и структура инвестируемого капитала, но и полноценный предпринимательский сектор. При этом необходимым условием эффективного использования инвестиций выступает либерализация экономических отношений. Вместе с тем предпринимаемые в данном направлении меры, по мнению специалистов, пока не оказали позитивного влияния на приток иностранных инвестиций, в связи с чем очевидна необходимость разработки новой концепции функционирования бизнеса.

Кроме того, большое внимание должно быть уделено государственной поддержке экспорта прямых иностранных инвестиций.

Государственная поддержка экспорта прямых инвестиций, может осуществляться в ограниченных масштабах по наиболее крупным инвестиционным проектам, имеющим важное народно-хозяйственное значение в следующих формах.

1. Долевое участие государства в финансировании проектов создания зарубежных производств в виде совместных предприятий или зарубежных филиалов белорусских экспортно-ориентированных машиностроительных предприятий. Примерами таких предприятий могут быть сборочные производства, создаваемые за рубежом Минским тракторным и Минским автомобильным заводами.

2. Освобождение от таможенных пошлин или льготирование ставок пошлин при их взимании с ввозимой в страну продукции зарубежных филиалов и дочерних

компаний белорусских предприятий в зависимости от ее значимости и состояния внутреннего рынка страны.

3. Государственная поддержка белорусских предприятий, приобретающих пакеты акций зарубежных компаний в порядке погашения долгов иностранных государств и предприятий за поставленную им продукцию (конверсия долга в инвестицию). Такая форма инвестирования может быть принята лишь на межгосударственном уровне и характеризуется значительным внешнеэкономическим и внешнеполитическим эффектами.

4. Предоставление льгот в виде государственного страхования экспорта отдельных инвестиций, выдачи и гарантирования экспортных кредитов для предприятий в приоритетных отраслях экономики. Такая форма государственного регулирования инвестиционной деятельности получила широкое распространение наряду с другими антикризисными мерами.

Разумеется, предоставление мер государственной поддержки экспорта инвестиций должно осуществляться в рамках правового поля на основе разрешительного порядка вывоза капитала за рубеж, что требует принятия специального нормативного акта.

Таким образом, меры, направленные на стимулирование экспорта капитала, должны сочетаться с ужесточением валютного контроля, пресечением утечки капитала за рубеж и сокрытия части валютных доходов. Для этого необходимо изменить систему контроля за внешнеэкономической деятельностью субъектов хозяйствования и уполномоченных банков. Ужесточение контроля, как правило, негативно воспринимается субъектами хозяйствования. Однако на фоне стимулирования экспорта инвестиций и научно-технологического развития предприятия меры по обеспечению прозрачности и контроля за перемещением инвестиций, установлению правил учета, регистрации инвестиций, ответственности за нарушение установленных правил имеют чисто техническое значение.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАШИНОТРАКТОРНОГО ПАРКА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Д. О. Климов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. С. Дрозд

Комплектование машинно-факторного парка должно вестись таким образом, чтобы в каждом хозяйстве складывалась прогрессивная система машин, соответствующая требованиям агротехники и технологии и обеспечивающая оптимальное соотношение производительности и себестоимости выполнения механизированных работ.

Сегодня весьма актуальной является проблема сохранения и увеличения технического потенциала сельхозтоваропроизводителей. Известно, что тракторы и сельскохозяйственные машины подвержены физическому и моральному износу. Иначе говоря, технические средства утрачивают свою потребительскую стоимость в результате их производственного потребления или роста производительности труда и технического прогресса. Следовательно, существует необходимость периодического их обновления, которое обеспечит возмещение физически изношенной и морально устаревшей техники.

Однако следует подчеркнуть, что в настоящее время ограниченные финансовые ресурсы многих сельскохозяйственных организаций не позволяют им приобретать в необходимом количестве нужные средства механизации для внедрения эффективных ресурсосберегающих технологий. В настоящее время замена старого оборудования осуществляется стихийно, и в большинстве случаев принятие решений зависит от финансовых возможностей предприятия.

Именно поэтому в последние годы бюджетная поддержка сельхозпроизводства осуществляется на государственном и местном уровнях (в том числе за счет средств Республиканского фонда поддержки производителей сельскохозяйственной продукции и продовольствия). В 2009 г. на развитие агропромышленного производства было направлено 4637,2 млрд руб. В этом объеме средства республиканского бюджета составляли 733,6 млрд руб., местных – 1498,4 млрд руб., Республиканского фонда поддержки производителей сельскохозяйственной продукции, продовольствия и аграрной науки – 2405,2 млрд руб. (см. таблицу).

Объем и структура бюджетных ресурсов, направленных на развитие агропромышленного производства

Источники средств	2006 г.		2007 г.		2008 г.		2009 г.	
	млрд руб.	%	млрд руб.	%	млрд руб.	%	млрд руб.	%
Всего	2415,6	100	3369,5	100	4203,3	100	4637	100
в том числе: республиканский бюджет	366,7	15,2	422,5	12,5	548,3	13	733	15,8
местные бюджеты	571,8	23,7	1010,2	30,0	1599,1	38	1498	32,3
Республиканский фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции, продовольствия и аграрной науки	1477,1	61,1	1936,8	57,5	2055,9	48	2405	51,9
Дотации на гектар сельскохозяйственных угодий, USD	125		178		220		247	

Данные таблицы свидетельствуют об активной поддержке АПК в структуре обновления сельскохозяйственной техники и развития сельхозпроизводителей. Однако основной задачей модернизации заключается в их эффективном использовании. Любая модернизация имеет смысл только при соответствующей ее экономической эффективности. В общем понимании, с теоретической точки зрения, выделение средств под модернизацию машинотракторного парка подразумевает их использование на переоснащение и закупку более совершенного оборудования. Однако на практике основная цель такой модернизации – эффективное использование этих средств. И здесь практика показывает, что предприятия стремятся приобретать, например, только отдельные виды технических средств, а не целые технологические комплексы, крайне необходимые для эффективного возделывания различных сельскохозяйственных культур. В результате отсутствия соответствующего шлейфа машин, например к энергонасыщенным тракторам как отечественного, так и импортного производства, отмечается тот факт, что используются они, как правило, преимущественно на пахотных работах. Кроме того, нередко приобретенные сельскохозяйствен-

ными организациями дорогостоящие агрегаты, выполняющие отдельные технологические операции, в основном используются непродолжительное время в году, и, следовательно, простаивают. В данном аспекте существенной характеристикой экономической эффективности модернизации является результативность экономической системы, выражающаяся в отношении полезных конечных результатов ее функционирования к затраченным ресурсам и складывается как интегральный показатель эффективности на разных уровнях экономической системы, являясь итоговой характеристикой функционирования отдельно взятого предприятия и национальной экономики в целом.

Такого рода разрозненность теории и практики модернизации машинотракторного парка сельского хозяйства приводят к несовершенству данную систему. А это, в свою очередь, рождает острую необходимость в переосмыслении взаимосвязей процессов эффективности и модернизации. Причем основной акцент должен быть сделан именно на экономическую эффективность модернизации машинотракторного парка как единое целое и составляющее всего процесса реструктуризации. В условиях сложившихся тенденций следует уделить особое внимание на то обстоятельство, что в модернизации машинотракторного парка сельского хозяйства участвуют не только его пользователи, т. е. сельхозпроизводители, но и сами производители сельхоз машин, а также государство, организующее на высшем государственном уровне весь процесс модернизации.

Выход из сложившейся ситуации формируется за счет необходимости определения и оценки народохозяйственной эффективности модернизации машинотракторного парка сельского хозяйства наряду с коммерческой эффективностью, определяемой с позиции пользователей сельскохозяйственной техники. Что позволит рационализировать структуру, усовершенствовать организационно-экономический механизм и улучшить финансовое обеспечение машинотракторного парка сельского хозяйства.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПУТЕМ КОРРЕКТИРОВКИ ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА

А. С. Охотенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Трейтьякова

Производство любой продукции может осуществляться только при наличии необходимых ресурсов. В связи с этим очень важно для нормального функционирова-

ния предприятия обеспечить производственный процесс соответствующими материально-техническими ресурсами.

Предприятие должно обязательно составлять план материально-технического обеспечения, который обеспечивает выполнение ранее разработанной производственной программы. От того, насколько ответственно предприятие подойдет к этому процессу, зависит выполнение плана производства, а также выполнение ранее заключенных с клиентами договоров о поставке произведенной продукции [1, с. 421].

Актуальность разработки плана материально-технического обеспечения состоит в том, что он обеспечивает оптимизацию потребности предприятия в материально-технических ресурсах – экономия на ресурсах может привести к ухудшению качества и конкурентоспособности продукции, а стремление к созданию сверхнормативных запасов и нерациональному использованию ресурсов – к «омертвлению» оборотных средств и снижению эффективности их использования, что, в конечном счете, скажется на конечных результатах деятельности предприятия.

План материально-технического обеспечения представлен на рисунке 1.

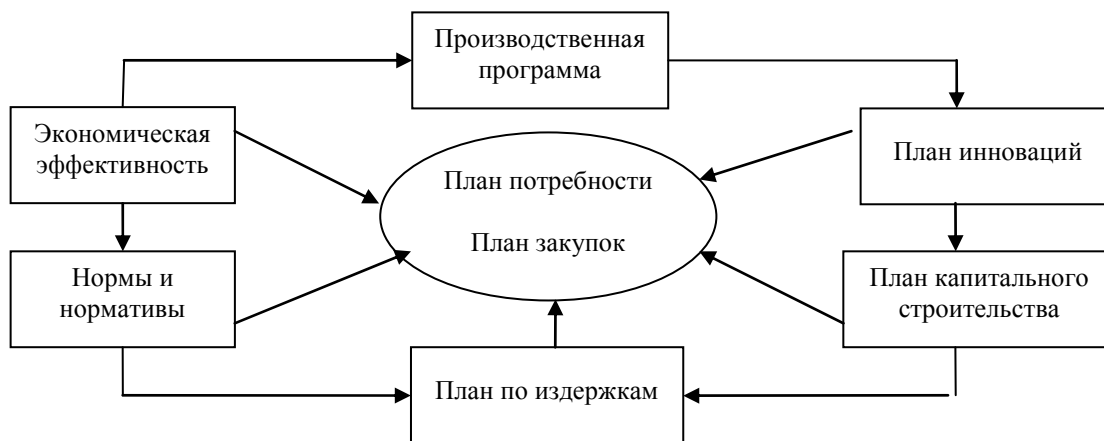


Рис. 1. Структура плана материально-технического снабжения

В настоящее время успех любой организации во многом определяет эффективность и ритмичность материально-технического обеспечения при условии, если оно своевременно и в полном объеме обеспечивает потребности производства в необходимых ресурсах. При этом необходимо, чтобы затраты на их доставку, хранение и распределение по видам деятельности были оптимальными.

План материально-технического обеспечения может подвергаться изменению, которое имеет различные причины. Они могут быть как объективного, так и субъективного характера. К объективным следует отнести необходимость улучшения ассортимента производимой продукции, изменения заказов и пр. В качестве субъективных причин могут выступать недостатки в планировании и организации производства. Это брак, перерасход из-за увеличения отходов, количественные и качественные потери на складах, в процессе транспортировки и т. д.

Таким образом при планировании материально-технического снабжения необходимо учитывать эти потери, иначе при производстве продукции возникнет дефицит материалов.

Для оперативного управления снабжением предусмотрено получение пользователем ведомости дефицитных материалов в разрезе каждой группы, разработка нескольких вариантов возможного объема производства при дефиците материала, количество рабочих дней, не обеспеченных материалом, объем недополученной прибыли при наличии дефицита для того, чтобы в дальнейшем откорректировать производственную программу. Предусмотрено три вида ее корректировки [2, с. 11].

1. При наличии дефицита j -го материала план производства корректируется по каждой позиции номенклатуры путем ее уменьшения в зависимости от величины дефицита, т. е. выпускается каждая позиция номенклатуры, но в меньшем объеме.

Анализируя имеющиеся данные, такие как общая потребность в j -м материале в организации в целом и на каждое i -е изделие, фактическое его наличие, можно распределить имеющийся в наличии j -й материал по i -м изделиям следующим образом:

$$P_{ij}(B) = \frac{K_{mj}}{P_j} \cdot P_{ij}, \quad (1)$$

где $P_{ij}(B)$ – объем j -го материала, который может быть отпущен на производство i -го изделия (возможная потребность); K_{mj} – фактическое наличие j -го материала; P_j – общая потребность в j -м материале в организации; P_{ij} – потребность в j -м материале на i -е изделие.

Затем определяется дефицит в j -м материале на производства i -го изделия как разница между плановой потребностью и объемом фактически выделенного j -го материала.

Тогда возможный объем (O_{vij}) производства по i -му изделию определяется по формуле

$$O_{vij} = \frac{P_{ij}(B)}{P_{ij}} \cdot O_i, \quad (2)$$

где O_i – плановый объем производства i -го изделия.

Возможный объем производства в целом по материалу рассчитывается следующим образом:

$$O_{vj} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k O_{vij}. \quad (3)$$

Количество рабочих дней (D_{nij}), не обеспеченных материалом, определяется по формуле

$$D_{nij} = X - \frac{P_{ij}(B) \cdot X}{P_{ij}}, \quad (4)$$

где X – количество рабочих дней месяца.

2. Возможен и другой вариант корректировки плана – исходя из величины прибыли от производства единицы продукции. В этом случае производится выборка изделий по коду материала, а затем сортировка их по убывающему значению прибыли.

Затем необходимо сравнить дефицит по j -му материалу ($D_{\phi i}$) с потребностью в нем на конкретное i -е изделие ($P_{обij}$).

Если $D_{\phi i} > P_{обij}$, то данное i -е изделие не выпускается и в соответствующую графу выходного документа проставляется нуль.

Рассмотрим следующее i -е изделие.

$$D_{\phi j} - P_{обij} = D'_{\phi j}. \quad (5)$$

Если $D'_{\phi i} > P_{обij}$, то снова изделие не выпускается и проставляется нуль.

И так до тех пор, пока не случится следующая ситуация: $D'_{\phi i} < P_{обij}$, тогда выясняем возможную потребность ($P_{ij}(B)$):

$$P_{ij}(B) = P_{обij} - D'_{\phi j}. \quad (6)$$

Находим возможный объем производства по i -му изделию. Оставшиеся позиции (i -е изделие) по данному j -му материалу заполняется без изменения объема, т.е. плановый объем равен возможному объему производства. Далее просчитывается сумма недополученной прибыли в условиях дефицита материала и с учетом предложенной корректировки плана.

Расчет недополученной прибыли производится по тем позициям, где возможный объем производства равен нулю:

$$PP_{nij} = O_i \cdot PP_i, \quad (7)$$

где PP_{nij} – недополученная прибыль; PP_i – прибыль на единицу продукции, и где возможный объем производства меньше планового:

$$PP_{nij} = PP_i \cdot (O_{vi} - O_i). \quad (8)$$

выборка изделий, выпускаемых из дефицитного материала, затем их сортировка по возрастающему значению трудоемкости. После необходимо сравнить потребность в j -м материале на конкретное i -е изделие с фактическим наличием j -го материала с учетом дефицита в нем.

Если $K_{mj} > P_{обij}$, то изделие выпускается в полном объеме и возможный объем производства равен плановому.

Рассматриваем следующее i -е изделие: $(K_{mj} - P_{обij}) > P'_{обij}$, следовательно, и данное i -е изделие выпускается. И так до тех пор, пока не случится следующая ситуация: $K_{mj} < P'_{обij}$. Тогда определяем возможный объем производства i -го изделия. Оставшиеся i -е изделия, изготавливаемые из j -го материала, не выпускаются.

Для совершенствования процесса планирования приведенные выше варианты корректировки плана следует автоматизировать, используя программный пакет Excel.

Таким образом, совершенствование планирования материально-технического снабжения путем корректировки плана производства позволяет оптимизировать потребность и использование материально-технических ресурсов на предприятии выпуск объема продукции.

Литература

101. Золотогоров, В. Г. Организация и планирование производства / В. Г. Золотогоров. – Минск : Выш. шк., 2008. – 450 с.
102. Материально-техническое снабжение / под ред. Т. Ф. Манцеровой // Экономика, финансы, управление. 2008, № 6. – С. 11–14.

ПУТИ АКТИВИЗАЦИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПОТЕНЦИАЛЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. В. Глыцко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

В современных условиях устойчивого развития экономики невозможно без оперативного решения проблем, связанных с состоянием основных средств и уровнем технологий, применяемых в ключевых отраслях Республики Беларусь. Ведущее место среди отраслей промышленности принадлежит машиностроению и металлообработке, химической и нефтехимической и легкой промышленности. Особенно критична сложившаяся ситуация для отрасли машиностроения и металлообработки, которые определяют технический и социальный прогресс в экономике.

Так, по данным национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2020 г. износ активной части основных производственных средств вплотную приблизился к отметке 75 % от первоначальной стоимости основных средств машиностроения и металлообработки, а в целом в промышленности к отметке 80,2 %, что намного превышает критически допустимый уровень.

Высокая изношенность основных производственных средств, дополнительные расходы на их ремонт и обслуживание, рост непроизводственных потерь рабочего времени из-за простоя оборудования ведут к недоиспользованию производственной мощности на предприятиях, увеличению производственно-сырьевых и энергетических затрат, снижению качества продукции, росту цен на отечественные товары.

В последние годы в Республике Беларусь делался акцент на техническое перевооружение и реконструкцию действующих производств, так как эффективность этих мероприятий выше, чем при расширении или новом строительстве, поскольку они осуществляются в рамках имеющихся зданий и сооружений, пассивная часть основных средств при этом остается неизменной.

Эти формы обновления осуществляются за счет собственных средств предприятий, однако, как показывает практика, для реализации масштабных проектов, способных оказать решающее влияние на уровень конкурентоспособности продукции, собственных средств недостаточно, необходимо обладать привлеченными, в частности, средствами инвесторов.

Активизация притока иностранных инвестиций в основной капитал способствует не только об

Проанализируем динамику инвестиций в основной капитал (табл. 1)

Таблица 1

Динамика инвестиций в основной капитал за 2006–2009 годы

Показатель	Год				Абсол. изменение (млрд руб)		
	2006	2007	2008	2009	07/06	08/07	09/08
Инвестиции в основной капитал(млрд руб)	20374,1	26053,3	37202,3	43100,0	5679,2	11149,0	5897,7
В % к предыдущему году	132,2	116,2	123,5	108,6	-16	7,3	-14,9

Из рассчитанных показателей можем сказать, что за последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста инвестиций в основной капитал, однако, следует отметить, что особое внимание следует уделять притоку прямых иностранных инвестиций, поскольку они, по сравнению с другими способами привлечения иностранного капитала, обладают рядом преимуществ. Прежде всего они не ограничены сроками заимствования. Целью их осуществления, как правило, является создание и развитие предприятий сферы материального производства. Их приток способствует формированию конкурентной среды в экономике страны, кроме того, как правило, приток прямых иностранных инвестиций сопровождается продвижением новых технологий, не влечет увеличения внешнего долга, повышает конкурентоспособность отечественных товаров на внутреннем и внешнем рынках.

В 2007–2008 гг. отмечен существенный рост прямых иностранных инвестиций (с 351 млн дол. США в 2006 г., до 2,1 млрд дол. США в 2008 г.), однако, потребности экономики (табл. 2) во внешнем финансировании обуславливают привлечения гораздо более значительных объемов прямых инвестиций.

Таблица 2

Прямые иностранные инвестиции в Республику Беларусь

Показатель	Года				Абсол. изменение (млн.долл)		
	2005	2006	2007	2008	06/05	07/06	08/07
ПИИ, млн дол.	302,5	351,0	1770,0	2143,3	48,5	1419,0	373,3
В % к предыдущему году	186,2	116,0	504,3	121,0	-70,2	388,3	-383,3

Сдерживающими факторами притока прямых иностранных инвестиций в Республике Беларусь являются:

1. Избыточная сложность административных процедур.
2. Высокий уровень налоговой нагрузки и сложная система налогообложения.
3. Усложненность бухгалтерского учета и его неполная совместимость с международными стандартами.
4. Недостаточный уровень развития малого и среднего бизнеса, осложняющих адаптацию зарубежных проектов к новой среде.
5. Отсутствие эффективных инвестиционных проектов.
6. Инфляция.

Для привлечения иностранных инвестиций и преодоления сдерживающих факторов их притока необходимо:

1. Сформировать положительный имидж Республики Беларусь за рубежом, в том числе проводить регулярный анализ положения Республики Беларусь в совокупности рейтингов наиболее представительных международных организаций и подготавливать предложения, обеспечивающих ускоренное вхождение Республики Беларусь в число лучших стран по данным рейтинга;

2. Оптимизировать регулирование рынка труда, в том числе отменить требование применения единой тарифной сетки для негосударственных предприятий;

3. Провести переход от прямых методов экономического регулирования к косвенным;

4. Провести дальнейшее упрощение налоговой системы и снижение налоговой нагрузки;

6. Проводить страхование иностранных инвестиций, чтобы сократить страхи инвесторов-экспортеров;

В настоящее время крупнейшим объединением страховых компаний является Международный союз страховщиков кредитов и инвестиций «Бернский союз», который объединяет более 70 членов из 60 стран мира. Под патронажем Бернского союза активно развивается с 1990 г. Пражский клуб, который функционирует как самостоятельное объединение и объединяет на сегодняшний день 30 страховщиков кредитов и инвестиций из более, чем 20 стран. В Беларуси экспортно-импортным страховщиком является РУП «Белэксимгарант», которое было создано в 2001 г. и с 2002 г. получило право членства в Пражском клубе. Эффективному продвижению услуг по страхованию способствует и работа филиалов «Белэксимгаранта», созданных во всех областных центрах республики. Успешная деятельность «Белэксимгаранта» помогает укреплять позиции Беларуси на мировом финансовом рынке и привлекает иностранные инвестиции в страну, давая тем самым гарантию вложений.

Рост инвестиций в основной капитал должен сопровождаться устойчивым увеличением собственных средств предприятий, только так можно ускоренно обновить основные средства. Способом увеличения собственных средств предприятия может выступить такой инструмент амортизационной политики, как амортизационная премия. Указанная премия является элементом налогового стимулирования инвестиций в основной капитал предприятий, позволяющий субъектам хозяйствования снижать свою налогооблагаемую прибыль на установленный процент от первоначальной стоимости фактически введенных новых основных средств. Применение амортизационной премии в России по ставке 10 % привело к увеличению валовых инвестиций в основной капитал в 2008 г. на 20 %, а снижение поступлений в бюджет лишь на 1,7 %. С 1 января 2009 г. принято увеличение амортизационной премии в России до ставки 30 %.

Таким образом, амортизационную премию целесообразно селективно применить и в Беларуси. На начальном этапе следует установить ее ставку в размере 30% стоимости капитальных вложений в активную часть основных средств. Эта мера будет содействовать повышению инвестиционного потенциала предприятий, создаст прямые экономические стимулы для активизации инвестиций в их основной капитал промышленности, повысит спрос на современное производственное оборудование и улучшит инвестиционный климат в Республике Беларусь.

средства современным технологическим оборудованием на 10–15 % ежегодно. Достижение поставленных задач будет возможно благодаря заинтересованности и тесному сотрудничеству всех участников инвестиционного процесса. И не стоит забывать, что от направленности инвестиций зависит не только экономическое развитие отдельного региона, но и страны в целом.

Литература

103. Алымов, Ю. А. Улучшение инвестиционного климата в системе мер по корректировке платежного баланса Республики Беларусь / Ю. А. Алымов // Банковский вестник. – 2009. – № 22. – С. 18–25.
104. Бевзелюк, А. А. Методы оценки инвестиционных проектов / А. А. Бевзелюк // Банк. вестн. – 2008. – № 19. – С. 12–18.
105. Кравченко, Т. Л. Совершенствование учета ремонтов, реконструкции и модернизации основных средств // Бухгалтер. учет и анализ. – 2009. – №5. – С. 28–32.
106. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.
107. Примшиц, Д. С. Стимулирование инвестиций в основной капитал предприятий с помощью амортизационной премии / Д. С. Примшиц // Аграрная экономика. – 2009. – № 4. – С. 64–68.
108. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2009г.
109. Слапик, Ю. Н. «Пражский клуб» в столице Беларуси / Ю. Н. Слапик // Дело (Восток + Запад). – 2009. – № 9. – С. 28–31.

КРЕДИТОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВАЛЮТНЫЙ ФОНД

К. А. Батюк

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. А. Подольская

Республика Беларусь является членом Международного валютного фонда (МВФ) с 1992 г. Членство в Фонде является важнейшим составным элементом сотрудничества нашей страны в рамках системы международных финансовых и экономических организаций. Наша страна несколько раз использовала финансовые ресурсы МВФ. Новый этап взаимодействия между Республикой Беларусь и МВФ начался в 2008 г. В октябре-декабре 2009 г. в Беларуси находилась миссия МВФ по подготовке к подписанию финансовой документации для начала программы кредитования stand-by с использованием механизма исключительного доступа и чрезвычайного финансирования.

Основные предпосылки, для выделения кредита Республике Беларусь:

1. Сложная экономическая ситуация. По признанию министра финансов Республики Беларусь сумма взятого в декабре 2009 г. кредита необходима для покрытия дефицита госбюджета 2009 г.

2. Из более, чем сотни национальных валют мира, именно белорусский рубль ближе всех находится в декабре 2009 г. к началу второй волны мирового финансового кризиса, приблизившись к своему максимуму.

Дефицит счета текущих операций платежного баланса Беларуси остается очень значительным, и поддерживать такой дефицит на протяжении нескольких лет будет губительным. Поэтому меры должны приниматься сейчас, и это поможет выйти из

кризиса. В 2010 г. должны быть созданы условия для снижения дефицита счета текущих операций и, очевидно, потребуется его дальнейшее сужение и в 2011 г. Для этого необходимы ключевые предпосылки внутри экономики, так как рассчитывать на преодоление этой проблемы за счет оживления внешнего спроса или значительного внешнего финансирования нельзя.

Перед Беларусью стоит срочная задача по преодолению текущего экономического кризиса и более долгосрочная проблема возобновления быстрого экономического роста.

Одним из условий фонда для начала программы кредитования стала резкая одномоментная 20-процентная девальвация белорусского рубля, которая была проведена в Беларуси 2 января 2009 г.

После этого программа stand-by была одобрена 12 января 2009 г. в размере 2,45 млрд USD. Затем 29 июня 2009 г. размер финансового пакета в рамках нынешней программы был увеличен на 1 млрд USD. Основанием для положительного решения руководства МВФ послужило выполнение Беларусью всех принятых на себя обязательств в рамках программы stand-by. Фонд объяснил свое решение необходимостью усиления поддержки экономики Беларуси в связи с ухудшением показателей золотовалютных резервов и платежного баланса на фоне мирового кризиса.

Всего в рамках контроля по программе в 2009–2010 гг. Беларусь посетили четыре миссии, после каждой из которых золотовалютные резервы страны неизменно пополнялись очередным траншем.

Исполнительный совет международного валютного фонда 26 марта 2010 г. завершил четвертый обзор исполнения Беларусью программы кредитования stand-by. Завершение обзора дало возможность выделения 662,9 млн USD. В результате чего общий объем выплат в рамках программы составил около 3,44 млрд USD. Выплаты по основному долгу начнутся в 2012 г.

Для получения финансирования в рамках программы stand-by Республикой Беларусь в 2008 г. были выполнены предварительные условия: отменено решение по росту заработной платы в государственном секторе; установлен нулевой целевой показатель дефицита бюджета на 2008–2009 гг.; проведена девальвация курса белорусского рубля; принято решение об увеличении уставных фондов четырех крупнейших государственных банков на 2 трлн руб. для обеспечения их достаточной капитализации.

Последняя миссия МВФ, которая работала по оценке выполнения показателей программы в феврале 2010 г., завершилась положительными выводами экспертов фонда. Причем на этот раз у главы миссии было больше оснований для заявлений о выполнении показателей, так как за месяц, прошедший после отъезда миссии, белорусская сторона выполнила некоторые из своих обещаний, в том числе невыполненные в ранее оговоренные сроки.

Были повышены тарифы на пассажирские перевозки городским транспортом, увеличение цен на нефтепродукты – эти меры были ранее согласованы с МВФ. Также были установлены лимиты кредитования госпрограмм, в соответствии с которыми банки в 2010 г. обеспечивают ограничения прироста задолженности при финансировании госпрограмм не более 7,1 % к уровню начала года, в том числе за I квартал 2010 г. – не более 2,5 %. Ограничение роста кредитования в рамках госпрограмм является одним из ключевых требований МВФ.

Еще одним важным взятым на себя белорусской стороной обязательством являлось, как известно, выставление на конкурс 5 ОАО. На продажу по конкурсу будут выставлены госпакеты акций ОАО «Бобруйский машиностроительный завод»,

ОАО «ВолМЕТ» (Волковыск), ОАО «Лидский литейно-механический завод», ОАО «Бархим» (Барановичи) и ОАО «Речицкий текстиль». Этот перечень был подготовлен Госкомимуществом совместно с МВФ и ВБ. О том, будут ли к этим продажам привлекаться иностранные консультанты, ничего не говорится.

Международный валютный фонд в ультимативной форме потребовал радикально сократить вмешательство белорусских властей в экономику страны. В заключительной записке миссии МВФ говорится о необходимости до минимума сократить контроль цен со стороны государства и провести либерализацию зарплат, чтобы вознаграждать высокую производительность, и развивать рынок труда таким образом, чтобы работники могли переходить на те рабочие места, где они могут работать наиболее продуктивно.

МВФ считает целесообразным отложить повышение заработной платы в государственном секторе Беларуси при одновременном предоставлении адресной социальной помощи для защиты наиболее бедных слоев населения от последствий кризиса.

Обеспечение социальной защиты может содействовать сокращению негативных последствий и сохранению поддержки структурных реформ со стороны общественности. Миссия считает, что в Беларуси можно создать систему социальной защиты, которая обеспечит поддержание прожиточного минимума и помощь в профессиональной подготовке временно высвобождаемой рабочей силы до тех пор, пока она не будет поглощена рынком труда. Доходы от приватизации и бюджетные средства, сэкономленные за счет сокращения субсидирования неэффективного производства, могут помочь профинансировать систему социальной защиты.

Также, в заключительной записке миссии МВФ было сказано, что в ближайшее время Нацбанку необходимо ужесточить кредитную политику.

«Это не только приведет к снижению спроса на импорт, но также будет способствовать более эффективному управлению рисками в банках», – считают эксперты организации.

Для улучшения управления рисками и снижения уязвимости банков было бы важно усилить коммерческую ориентацию банковского сектора.

Появление сильного частного сектора также будет чрезвычайно полезно для роста производительности.

В то же время тарифы на жилищно-коммунальные услуги следует приближать к уровню возмещения затрат, а реформу системы социальной защиты следует завершить.

Формальное выполнение Беларусью своих обязательств открывает перспективы нового финансирования со стороны МВФ в рамках будущей программы.

В конце прошлого – начале текущего года представители белорусских властей заявили, что, возможно, смогут обойтись в 2010 г. без привлечения внешних займов, однако новые условия поставок нефти в Беларусь ухудшили прогнозы по размерам дефицита финансирования, который может возникнуть в текущем году.

Была достигнута договоренность о приезде очередной миссии Международного валютного фонда (ожидается в мае 2010 г.), в которой будут обсуждены конкретные вопросы продолжения финансирования. Причем в этот раз речь пойдет не о краткосрочном, а о среднесрочном финансировании.

ПРЕДПРИЯТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

С. С. Макареня, Л. Б. Урбан

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск

Научный руководитель В. В. Мороз

В легкой промышленности Беларуси функционируют более 1390 предприятий и производств, на которых занято 168 тыс. человек. Основные виды продукции отрасли - текстиль, трикотажные и швейные изделия, а также кожаная обувь. В легкой промышленности начиная с 2000 г. стали назревать проблемы: спад производства, значительное уменьшение прибыли, а в настоящее время это все переросло в кризис. По итогам 2009 г. убыток этой отрасли составил 99 млрд руб.

Главная причина спада производства на предприятиях легкой промышленности – трудности сбыта вследствие низкой конкурентоспособности продукции, которая носит объективный характер и связана со значительным физическим и моральным износом оборудования, недостаточным обеспечением отрасли сырьем, а также с экспансией «серого» импорта – товаров легкой промышленности, ввозимых физическими лицами без уплаты таможенных платежей и налогов, большой доли неорганизованной торговли (рынков) в общем объеме продаж товаров отрасли (более 35 %). Еще одна проблема белорусского рынка одежды – безадресность продукции и неузнаваемость торговой марки, а также не соответствие требованиям потребителя.

Инвестиции в легкую промышленность Беларуси осуществляются, но в недостаточном объеме и не всегда используются по целевому назначению. Значительные инвестиционные средства и реорганизация крупных предприятий позволят предприятиям легкой промышленности выйти из кризиса, успешно работать и наращивать объемы производства. Все это будет способствовать повышению конкурентоспособности, увеличению выпуска продукции хорошего качества, расширению ее ассортимента.

Без структурной перестройки крупных промышленных предприятий отрасли в мелкие и средние в соответствии с требованием рынка, без притока в отрасль инвестиций, необходимых для технического перевооружения и модернизации производства, существенного повышения качества выпускаемой продукции, без расширения товаропроводящих сетей как на зарубежном, так и на внутреннем рынке, ожидать должного развития легкой промышленности нельзя.

На данный момент решение этих проблем сменой директоров, повышением пошлины на ввозимы качественные товары, принуждением торговли продавать белорусские товары, не пользующиеся спросом у потребителей, – это не те кардинальные меры. Руководитель предприятия легкой промышленности должен быть высококвалифицированным менеджером, знающим особенности данной отрасли, способный привнести новации в производственный процесс, основываясь на мировых тенденциях рынка. Грамотный руководитель должен целенаправленно и эффективно использовать потоки инвестиций, а также отвечать за свои управленческие решения.

Одной из важнейшей функции, возлагаемых на менеджера, является разработка долгосрочной стратегии развития предприятия, которая позволит эффективно работать не только в ближайшее несколько лет, но и в долгосрочной перспективе. Для этого необходимо тщательно изучать спрос и пожелания потребителя, предугадывая его на будущие периоды, согласно мировым тенденциям в производстве сырья (тканей, кожи, пряжи, нитей, фурнитуры), моде. Отечественной конкурентоспособной продукции нужен грамотный пиар, т. е. создание конкурентоспособного брэнда и

возможность его продвижения не только на внутренний, но и на зарубежные рынки. Необходимо использовать механизмы уценки и продажи товаров ниже себестоимости, что позволит основательно разгрузить склады готовой продукции.

заказчиком 36 договоров НИОКР на создание научно-технической продукции для легкой; 4 опытных образца оборудования и приборов; 2 комплекта программного обеспечения системы автоматизированного проектирования. На проведение научных исследований и разработок в 2009 г. было затрачено 3270,25 млн руб., в том числе 282,0 млн руб. – из средств республиканского бюджета и 2988,25 млн руб. из средств инновационного фонда. Таким образом, внедрение разработанных новых технологических процессов и оборудования позволит предприятиям отрасли расширить ассортимент выпускаемой продукции, конкурирующей с зарубежными аналогами на внутреннем и внешнем рынках.

В 2010 г. планируется выполнить 31 договор на НИОКР (инновационные проекты) и 5 заданий в рамках отраслевой научно-технической программы «Новые технологии легкой промышленности». На проведение научных исследований и разработок в 2010 г. планируется затратить 4 523,1 млн руб., в том числе 3 354,0 млн руб. инновационного фонда, 442,0 млн руб. республиканского бюджета и 727,1 млн руб. из средств предприятий.

Проблемы легкой промышленности обязательно должны быть решены, поскольку бегство от них грозит серьезными социальными проблемами в регионах: Брестской, Гомельской, Витебской областях, так как там наибольшая концентрация предприятий легкой промышленности. Фундамент для завтрашних проблем закладывается сегодня. Если не остановить кризис легкой промышленности, то Брестская, Гомельская и Витебская области получат не только 50–70 тыс. безработных, но и обязательство поддерживать семьи этих людей.

ИПОТЕЧНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ КАК НАИЛУЧШИЙ ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ ЖИЛИЩНОЙ ПРОБЛЕМЫ

О. Г. Табола

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. М. Бондарева

Национальной жилищной программой, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 3 мая 1999 г. № 640, предусмотрено, что до 2015 г. жилищное строительство будет одним из приоритетных направлений экономической политики государства, определяющим социальное и экономическое положение граждан.

Согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. предусматривается создание комфортного, долговечного, экономичного по содержанию и обслуживанию жилищного фонда, способного удовлетворять жилищные потребности нынешнего и будущего поколений граждан, и обеспечить условия доступности приобретения жилья для всех слоев населения. Улучшение жилищных условий граждан планируется на основе всемерной поддержки активности в сфере строительства жилых домов. Это будет реализовываться за счет государственного субсидирования, льготного кредитования, развития правовых, финансово-экономических и хозяйственных ме-

ханизмов, направленных на привлечение средств населения, предприятий и других источников финансирования.

Ипотека как залог недвижимости является одним из наиболее надежных способов обеспечения кредитных обязательств. Альтернативы системе долгосрочного ипотечного кредитования нет, потому что именно она предоставляет реальную возможность максимально защитить от рисков основную сумму кредита и процентов по нему.

Важно понимать, что создание системы ипотечного кредитования в Республике Беларусь является не только дополнительным фактором социальной стабильности в государстве, но и одним из важнейших источников инвестиций для всей экономики в целом, так как привлекает дополнительные средства и задействует эластичный механизм перемещения капитала из одних отраслей в другие, что способствует ускорению оборота фондов.

Непосредственно для создания системы ипотечного кредита необходима надлежащая стабильная (постоянная) правовая база, законодательные акты которой должны быть конкретизированы, четко сформулированы, для того чтобы избежать неоднозначных толкований, подмены одних правовых актов другими при решении того или иного вопроса, и что особенно важно – предоставление доступа участникам ипотеки к дешевым долгосрочным кредитным ресурсам (с применением фиксированной ставки банковского процента, которая не превышала бы 8–10 % годовых).

Следует сказать, что Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 августа 2001 г. № 1173 утверждена Концепция создания системы ипотечного жилищного кредитования, которое в перспективе должно заменить льготное кредитование жилищного строительства. Программа мероприятий по реализации Концепции создания системы ипотечного жилищного кредитования в Республике Беларусь должна предусмотреть формирование и развитие обеспечивающей инфраструктуры. Функционирование системы ипотечного кредитования невозможно без создания сети ипотечных банков (на первом этапе их функции могут выполнять существующие уполномоченные коммерческие банки). Необходима широкая сеть органов регистрации прав на недвижимое имущество (как единый объект недвижимости на землю и все, что прочно связано с ней), организаций оценщиков (для определения стоимости закладываемого недвижимого имущества), страховых организаций (страхование предмета ипотеки, страхование жизни кредитополучателей), нотариальных учреждений (нотариальное оформление сделок купли-продажи земельных участков, удостоверение договоров об ипотеке).

Поскольку система ипотечного жилищного кредитования затрагивает различные отрасли права (гражданское, земельное, жилищное, гражданско-процессуальное и др.), а одним из ключевых вопросов в данной системе является земля, то все, что прочно связано с ней, должно рассматриваться как единый объект недвижимости. Земля, а не отдельные здания и сооружения, должна выступать гарантом исполнения обязательств (так как имущественные права на здания зависят от наличия имущественных прав на земельный участок). Поэтому для введения системы ипотечного кредитования в Республике Беларусь должны быть внесены соответствующие изменения и дополнения в действующие законодательные акты.

С учетом самой природы жилищной ипотеки одну из главных ролей на рынке ипотечного жилищного кредитования должны играть банковские структуры. Основными функциями банков как кредиторов в системе ипотечного кредитования должны быть:

– предоставление ипотечного кредита на основе оценки платежеспособности и кредитоспособности заемщика в соответствии с требованиями и условиями кредитования;

- оформление кредитного договора (договора займа) и договора об ипотеке;
- обслуживание выданных ипотечных кредитов.

Разработчиками системы жилищного кредитования предлагаются следующие условия:

- кредиты предоставляются на срок от 1 до 10 и более лет;
- размер кредита может составлять до 60 % стоимости закладываемой в залог недвижимости;
- жилье, передаваемое в залог, должно быть свободным от других обременений, в том числе ипотек;
- погашение кредита и процентов за пользование им осуществляется ежемесячно равными частями в течение всего срока пользования кредитом;
- ипотечный кредит не может быть выдан до государственной регистрации договора строительства или купли-продажи жилья, а также оформления в установленном порядке прав на земельный участок.

Говоря о долгосрочном ипотечном жилищном кредите, нужно иметь в виду прежде всего кредитование под залог приобретаемого жилья. Система ипотечного кредитования рассчитана на граждан (семьи) со средними и низкими показателями дохода. Однако, учитывая стандартную схему предоставления долгосрочного ипотечного кредита на приобретение жилья, предусмотренную в развитых государствах следует учитывать разницу в доходах. При этом единственным возможным выходом в данной ситуации в настоящее время является увеличение срока предоставления ипотечного кредита с предоставлением возможности досрочного погашения как суммы кредита, так и процентов за пользование им.

Во всех случаях первыми и главными субъектами, участниками рынка ипотечного жилищного кредитования должны выступать заемщики - граждане Республики Беларусь, которые заключили соответствующие кредитные договоры (договоры займа) с кредитными и иными организациями с целью приобрести жилье. Обеспечением исполнения обязательств по договорам должен служить залог приобретаемого жилья. Анализируя правовое положение граждан, намеренных улучшить свои жилищные условия с помощью ипотечного кредита, нужно понимать, что такое правовое положение характеризуется известной сложностью. Дело в том, что само ипотечное кредитование на приобретение квартиры представляет собой комплексный процесс, в котором гражданин выступает не только в роли заемщика по кредитному договору, но также в роли залогодателя по договору об ипотеке приобретаемого жилого помещения и покупателя по договору купли-продажи квартиры. В каждом случае правовое положение гражданина характеризуется определенным набором прав и обязанностей, которые должны быть взаимосвязаны между собой на законодательном уровне.

Повышению уровня социальной защищенности должно способствовать и предоставление возможности получать целевые адресные субсидии гражданам-заемщикам, идущие прежде всего на уплату первоначального взноса за приобретаемое в кредит жилье в рамках социальных программ ипотечного кредитования. Поэтому необходимо законодательное определение категорий граждан, имеющих возможность получить такие субсидии за счет республиканского или местного бюджетов. В данную группу должны быть включены:

- молодые семьи;
- работники бюджетной сферы;
- лица, пострадавшие в результате аварии на Чернобыльской АЭС;

инвалиды; ипотечного кредитования, сделать кредит более доступным? Этот вопрос интересует многих, особенно учитывая то, что жилищная проблема в нашей стране существует достаточно долго и пока не видно путей ее решения. И после американского кризиса, который мы ощутили еще не в полной мере, все радужные представления сводятся практически на нет. Однако может не все еще потеряно?

Конечно, нельзя сказать, что само по себе принятие Закона сделает ипотечные кредиты доступными для населения. Для решения поставленной задачи необходимо сочетание многих факторов.

Положительным моментом является расширение перечня недвижимости, принимаемой банками в качестве гарантии по исполнению обязательств клиентом. Отсутствие необходимости в поручителях – еще одна важная особенность кредитования.

Если говорить о рисках для банков, то ипотечному кредитованию присущи те же риски, что и другим видам кредитования.

Самым главным фактором для кредитора является платежеспособность клиента. В свою очередь, для кредитополучателя более доступен кредит, выдаваемый на длительный срок, однако в этом случае банку необходимо привлечь такие же «длинные деньги». И первым шагом на пути его реализации является ввод института залоговых, новелла белорусского законодательства, описанная в главе 3 Закона «Об ипотеке».

Не стоит забывать о том, что кредиты на строительство недвижимости в нашей стране выдаются сроком на 10–20 лет, а за такой большой период времени могут произойти довольно существенные изменения в кредитной и банковской сфере, налогообложении, доходах населения, и, что не менее существенно, в покупательской способности денег и стоимости недвижимости.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СПАДА МЕГАЭКОНОМИКИ

Д. М. Агапов

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

Научный руководитель В. В. Козловский

В целях достижения в 2010 г. запланированных темпов роста ВВП на уровне 111–113 % Министерству культуры Республики Беларусь доведено более напряженное задание по развитию платных услуг на уровне 118–119 % в сопоставимых условиях к уровню прошлого года, в то время как планируемый темп роста реального сектора экономики на 2010 г. составляет – 112,5 %.

Насколько возможно произвести такой качественный рывок в отрасли, датируемой по остаточному принципу из бюджета и в отрасли, в которой заработная плата в два раза меньше, чем средняя по стране?

Автор полагает, что решение данного вопроса кроится в пересмотре подходов к финансированию учреждений культуры и оценке результатов их деятельности.

Проведенный анализ исследований последних лет по данной тематике показывает, что формирование новых организационно-управленческих отношений в сфере культуры шел достаточно медленно. Тем более, что в отечественной управленческой теории и практике процессы реорганизации системы управлений в данной области всегда носили опосредованный характер, следуя с определенным отставанием за реформами в сфере управления материальным производством.

Вместе с тем, глобальная экономическая рецессия наталкивает на формирование новых подходов в области деятельности учреждений культуры в реалиях экономического спада.

Современные исследования показывают, что культура представляет собой хоть и молодой, но достаточно динамично развивающийся сектор экономики. Что нашло свое отражение в трудах таких исследователей в области экономики культуры как: Л. Роббинс, А. Пикок, У. Баумоль, А. Рубенштейн.

Этот несомненный факт влияния культуры на экономику для региональных властей многих западных стран стал основой для разработки политики развития территорий. Одна из главных особенностей работы учреждений культуры в Республике Беларусь – достаточно высокие затраты бюджета на развитие отрасли. Объем бюджетного финансирования по Гомельской области в 2009 г. составил более 174 млрд руб. Удельный вес финансирования отрасли в объеме бюджетных расходов области в 2009 г. составил 4,2 % (при плане – 3,6 %). В 2006 г. этот показатель составил – 3,4 %, в 2007 г. – 4,5 %, 2008 г. – 4,8 %. В странах Западной Европы аналогичный показатель составляет от 0,2 % до 2,5 %. Однако анализ деятельности учреждений в Западной Европе показывает, что они функционируют не хуже чем в Республике Беларусь и даже в большей степени превосходят отечественные аналоги.

Анализ существующих подходов к управлению учреждениями культуры развитых стран показал, что источниками их финансирования помимо государственных бюджетных ассигнований могут быть: доходы, получаемые от реализации платных услуг и товаров; финансирование предприятиями на балансе которых, находятся объекты культуры; гранты; международная техническая помощь; спонсорская помощь организаций; меценатство; благотворительность; реализация инвестиционных проектов, проведение специализированных лотерей и др. Перечисленные источники финансирования позволяют обеспечить культуру теми средствами, которые позволяют ей развиваться, а не просто балансировать доходы и расходы.

В современных условиях спада мегаэкономики рост средств от спонсорства или меценатства не прогнозируется. В условиях спада мегаэкономики и экономических потрясений спонсоры сокращают расходы на рекламу и на финансирование не профильных активов, зачастую носящих не коммерческий характер. А престижа меценатства в республике нет и законодательно стимулирование меценатства (например, в виде снижения налоговой нагрузки) в культуре не предусмотрено.

Одним из наиболее перспективных направлений финансирования отрасли культуры является организация поиска средств (грантов) международных организаций частных инвесторов. К сожалению, в учреждениях культуры республики отсутствует опыт сотрудничества с такими организациями, однако европейский опыт показывает, на сколько, он может быть конструктивным.

В качестве примера можно привести проект по восстановлению Феса Медины (Марокко). В 1998 г. Мировой Банк выделил 14 млн дол. на реставрацию и восстановление его центральной части, предлагающее сохранение художественного ремесла, восстановление традиционной жилой архитектуры, городской среды, а так же на поддержание и развитие культурных функций города. Специально проведенный анализ показал высокую эффективность проекта: только рост налоговых отчислений от туристического бизнеса в стране даст сумму, многим большим, чем предоставленный Мировым Банком заем.

Другой примечательный пример – город Лахти (Финляндия), который не так давно славился своей мебельной промышленностью. В связи с финансовым кризисом все мебельные компании перевели свое производство в Эстонию, что повлекло уменьшение налоговых отчислений в казну города. Учитывая сложившуюся ситуацию, было принято решение о возведении грандиозного сооружения – концертного зала имени Сибелиуса встроенного в остатки здания, где раньше производилась мебель. То есть иными словами произошел процесс замещения одного из реальных секторов экономики культурой. Концертный зал – это фестивали, гастроли, туризм, а значит не только рост доходов учреждений культуры (платных услуг), но и наращивание экспортного потенциала, так необходимого Республике Беларусь для сокращения отрицательного сальдо внешней торговли.

Причем некоторые проектные идеи могут быть интересны, как международным организациям, оказывающим финансовую помощь (гранты, как в выше указанном примере), так и потенциальным инвесторам, в том числе и иностранным, нацеленным на долгосрочные инвестиции и имеющими под собой, прежде всего, коммерческую основу.

Таким направлением привлечения инвестиций (грантов) может послужить создание этнических домов, которые могут включать в себя: культурный центр, оздоровительный центр с кабинетом традиционной медицины, клуб, ресторан, гостиницу, музей, выставочный зал, галерею, библиотеку, магазины этнических товаров (сувениров), а также залы для проведения конференций. Этнические дома можно объединять в целые этнографические комплексы. По-нашему мнению наиболее популярными из них могут быть китайские, индийские, японские, английские, французские, австралийские дома. Кроме того, считаем целесообразным организовать строительство уже белорусских этнических домов в городах стран с которыми налажены достаточно крепкие дипломатические отношения, как например Россия, или особенное уместно в контексте последних событий предложить строительство таких домов в Венесуэле или Китае.

Стоит развивать процесс привлечения инвестиций в старые и полуразрушенные объекты культуры. В данном контексте частный инвестор заинтересован в инвестировании в объекты культуры, например, в случаях экотуризма в сельских усадьбах.

Данный сегмент рынка достаточно часто вносит решающий вклад в возрождение как крупных, так и небольших территориальных образований. Культурный туризм может сегодня рассматриваться как одной из важнейших стратегий для вывода из состояния кризиса как республики в целом, так и отдельных ее областей, обладающих культурно-историческим потенциалом. При реализации данной стратегии необходимо учитывать, что эта отрасль в значительной степени подчинена государству. Кроме того, принято считать, что именно государство способно быть наиболее эффективным (но не автоматически) в вопросах связанных с регулированием такой отрасли как культура. В данном случае это означает возможность областных управляющих органов непосредственно влиять на развитие объектов культуры и туризма.

Даже, несмотря на этот факт, органы власти крайне заинтересованы в привлечении дополнительных ресурсов от частных инвесторов, особенно иностранных.

Исследуя методику привлечения инвестиций, можно прийти к выводу, что далеко не всегда инвестора интересует финансовое обоснование и расчеты (например, потребность в инвестициях, сроки окупаемости, степень риска), но и обзор рынка, из которого должно быть видно, что продукция ходовая, какова система менеджмента, т. е. кто и как работает, какой у руководства менталитет. Так как зачастую главной причиной малоэффективного хозяйствования предприятий является безграмотность и некомпетентность управляющих.

К сожалению, данный факт мало учитывается отечественными разработчиками инвестиционных проектов при подготовке к международным экономическим и инвестиционным форумам.

Полагаем, что финансирование культуры должно, прежде всего, создавать условия, провоцирующие сами учреждения на эффективную работу. Ключом к решению этой проблемы, бесспорно, является уровень оплаты труда. Учитывая имеющийся опыт, можно предположить, что люди, занятые в сфере культуры и, получающие за свой труд на протяжении последних лет далеко даже не средние зарплаты

Такие подходы к структуре финансирования и решения проблем с оплатой труда и, следовательно, с профессиональными кадрами, позволит учреждениям культуры выйти на новый качественный уровень развития и реализовывать свои услуги на рынке, а также привлекать внебюджетные средства и осваивать новые маркетинговые технологии. Эти меры приведут к увеличению посещаемости и театров, и концертных залов, и музеев, и т. д., а доходы организаций от собственной деятельности, следовательно, будут расти.

Безусловно, необходим поиск «золотой середины» в области баланса финансирования отрасли культура государством и другими субъектами. А в условиях спада мегаэкономики необходимо установить гарантии государственного финансирования учреждений культуры. Ведь благодаря государственной финансовой поддержке происходит реализация социально значимых проектов, поддержание культурной самобытности, и как следствие, повышение национального самосознания.

В то же время, сохранив самобытность, наша новая культура должна отвечать самым высоким стандартам того общества, в которое мы стремимся, - в высокотехнологичное и информационное. Отсюда другая роль культуры на нынешнем, новом этапе развития страны – источника «инновационности» общественного сознания. Именно новая культура, новое общественное сознание станут залогом экономического прорыва к достижению общенациональной цели.

**БЕЛОРУССКИЙ РЫНОК НЕДВИЖИМОСТИ В АСПЕКТЕ
МИРОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА****А. А. Новик***Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Башлакова

В настоящее время на белорусском рынке недвижимости складывается весьма непростая и противоречивая ситуация, усугубляемая последствиями развивающегося кризиса на мировых финансовых рынках. Особенностью событий 2009 года для национального рынка недвижимости стало то, что повлияли они сразу на три ключевые составляющие рынка: покупательскую способность населения, цену и количество денег, ликвидность объектов недвижимого имущества.

За прошлый год количество сделок с жилыми объектами сократилось в Республике Беларусь в среднем на 25 % по сравнению с 2008 г. Согласно предварительным данным Национального кадастрового агентства, в Республике Беларусь в 2009 г. было заключено и зарегистрировано без малого 29 000 договоров купли-продажи квартир, или 81,5 % от уровня предыдущего года.

При этом на долю договоров купли-продажи квартир площадью 60 м² и менее в 2008 г. пришлось 71,4 % сделок (26 294 договоров купли-продажи), в 2009 г. – 73,6 % (соответственно 21 258 договоров). При этом в 2009 году было продано (куплено) 684 квартиры площадью 100 м² и более, что составило 2,4 % от общего количества квартирных сделок, а в 2008 г. – 622 или 1,7 %.

Квартир площадью 15–40 м² в 2009 году было реализовано по договорам купли-продажи 8 908, в том числе в Минске – 3 189. В 2008 – 11 233 и 3 334 соответственно.

Интересно, что в прошлом году в столице было продано 24 квартиры, имеющие общую площадь менее 25 м² каждая. Анализ соответствующих сделок, совершенных в сентябре-декабре, показывает, что квадратный метр обошелся покупателям в среднем около 4,3 млн руб. или около 1,52 тыс. дол.

Согласно информации, полученной в реестре цен сделок по состоянию на 11 января текущего года, в 2009 г. было продано (куплено) в Республике Беларусь 13 311 одноквартирных жилых домов (77,3 % к уровню 2008 г.), из них 9 193 (69 %) – домов площадью не более 60 м². Для сравнения, в 2008 г. было заключено 11 179 договоров с домами от 15 до 60 м², или 64,5 % от общего количества сделок в данном секторе жилой недвижимости.

Количество сделок купли-продажи квартир и одноквартирных жилых домов представлено на рис. 1.

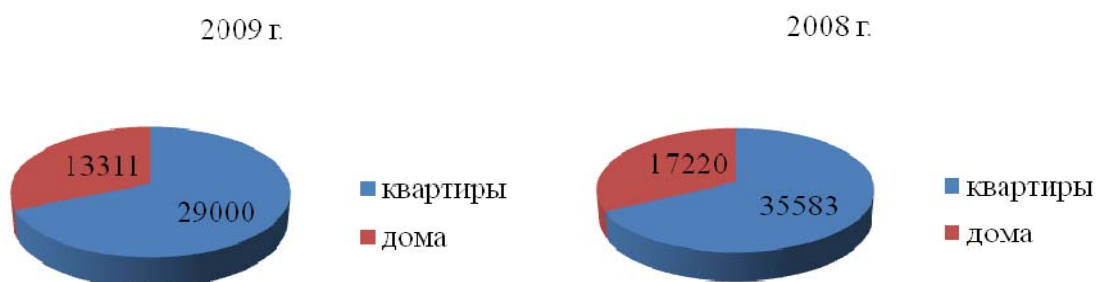


Рис. 1. Количество сделок купли-продажи квартир и одноквартирных жилых домов

Характерным для данного сегмента рынка недвижимости является то, что город Минск фактически не влияет на динамику сделок, поскольку в столице индивидуальных домов продается очень мало. Например, в 2008 г. в столице было заключено всего 113 договоров купли-продажи одноквартирных жилых домов, что составило менее 0,7 % от общего количества сделок в целом по Республике Беларусь. В 2009 г. такое соотношение сохранилось.

Что касается сделок с нежилыми помещениями, то их количество снизилось на 7 %.

Самым многочисленным по количеству заключенных сделок оказался сектор помещений транспортного назначения, к которым преимущественно относятся гаражи. Если говорить в целом о Республике Беларусь, то на долю помещений транспортного назначения пришлось 72,5 % всех сделок с нежилыми помещениями – около 3,4 тыс. договоров купли-продажи. Это на 10 % меньше, чем за 2008 г.

Второе место на вторичном рынке нежилых помещений в Республике Беларусь по многочисленности сделок занимает сектор торговой недвижимости, на долю которого приходится более 11 % договоров купли-продажи.

На третьем месте (около 8 %) – помещения административного назначения.

Соотношение сделок с нежилыми помещениями представлено на рис. 2.

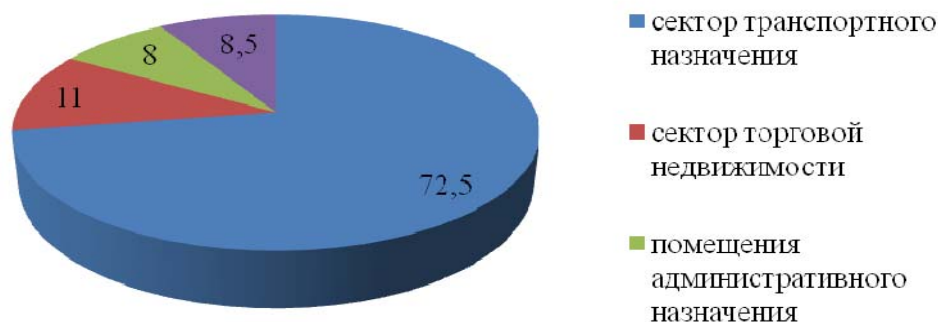


Рис. 2. Соотношение сделок с нежилыми помещениями

Если же посмотреть на структуру рынка помещений транспортного назначения, то больше всего сделок – около 60 %, судя по двум последним годам, совершается в Минске (около 2 100 договоров, что примерно на 180 договоров меньше, чем в 2008 г.).

Интерес представляют сделки с помещениями неустановленного функционального назначения. Их в Республике Беларусь было приобретено около восьми десятков. В частности, к ним отнесены помещения в подземном переходе станции метро «Уручье» в Минске – 25 договоров купли-продажи.

Также следует отметить, что в структуре сделок купли-продажи торговых и административных помещений львиную долю (от 50 до 80 %) занимают помещения в новых, только что построенных (реконструированных) зданиях торгового и административного назначения и даже паркингах.

В ходе изучения статистики договоров купли-продажи нежилых помещений вызывают интерес нетипичные сделки. Например, в Республике Беларусь в прошлом

году было реализовано только одно помещение для организации азартных игр. Это помещение площадью 930,4 м², расположенное в Минске в здании, введенном в эксплуатацию в 2006 г., обошлось покупателю примерно в 690 дол. за квадратный метр.

Еще одна интересная сделка – покупка отдельностоящего здания (магазина) в Минске в ипотеку. Это чуть ли ни единственный пример приобретения объекта специализированной розничной торговли в кредит под залог приобретаемой недвижимости.

В целом, приведенная статистика позволяет сделать вывод, что в отличие от Минска, где продавцы квартир и домов достаточно быстро отреагировали на кризис, повышение процентных ставок по кредитам и девальвацию белорусского рубля и снизили цены, продавцы в регионах держались за докризисные цены. Как итог, количество сделок с жилыми объектами снизилось в среднем на 23–28 %, а с нежилыми на 7 %.

Снижение покупательской способности населения было вызвано разовой девальвацией, а также рядом факторов на микроуровне: сокращения численности или штата предприятий, установление неполного рабочего времени, уменьшение реальных денежных доходов.

Рост неблагоприятных ожиданий еще больше ухудшил ситуацию, заставив многих отложить решение своего квартирного вопроса. Таким образом, сокращался не только покупательский, но и потенциальный спрос.

Дефицит и удорожание денежных ресурсов, привлекаемых в строительную отрасль, сказались как на непосредственных покупателях объектов недвижимого имущества, так и на девелоперах. Для одних это обернулось ужесточением требований по ипотечному кредитованию (увеличение процентных ставок коммерческих кредитов, отсутствие кредитования в иностранной валюте и пр.), для других – существенными ограничениями доступа к кредитным ресурсам белорусских банков. Снижение потенциального и покупательского спроса вынудили девелоперов замораживать начало строительства новых объектов, выставлять на продажу права по ранее приобретенным, но не освоенным площадкам, ограничивать объемы и увеличивать сроки строительства текущих объектов.

Ограничение потока финансовых ресурсов, направляемых в недвижимость, обнажило главную проблему рынка недвижимости Республики Беларусь в большинстве сегментов – несоответствие качества предлагаемых объектов запрашиваемой цене реализации. Иначе говоря, многие проекты были и до сих пор остаются переоцененными.

обязательной государственной регистрацией договоров долевого строительства.

2. Кардинальное изменение системы кредитования, позволяющее уменьшить процентные ставки по коммерческим кредитам на приобретение или строительство жилья. Достичь того же эффекта возможно также за счет увеличения реальных доходов населения.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА

Н. А. Власов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

На современном этапе развития в условиях рыночной экономики обеспечение предприятий рабочей силой, эффективность их использования - важнейшее условие эффективного функционирования деятельности организации.

Ни одна более-менее крупная компания не может обойтись без сотрудников. Именно сотрудники являются основным ресурсом и движущей силой развития. Значимость человеческого фактора в современных условиях трудно переоценить. От того, насколько эффективно используются человеческие ресурсы, зависит процветание фирмы. С ростом бизнеса растет, как правило, и численность персонала, а вместе с этим приходят и проблемы. В маленькой фирме, где каждый человек на виду, управление и оценка результативности работы не вызывает трудностей. Но по мере роста компании задача поддержания трудовой дисциплины, эффективного управления и учета результатов работы каждого сотрудника может вызвать серьезные затруднения [6].

Повышение эффективности использования рабочей силы на предприятии во многом означает повышение производительности труда. К факторам роста производительности труда относятся: уровень развития науки, организация производства, производственный опыт, повышение квалификации работников, материальное и моральное стимулирование труда, совершенствование и модернизация оборудования. Обеспечение эффективного функционирования деятельности предприятия во многом зависит от рационального сочетания таких факторов.

Эффективность использования трудовых ресурсов предприятия характеризует производительность труда, которая определяется количеством продукции, произведенной в единицу рабочего времени, или затратами рабочего времени на производство единицы продукции, либо выполненной работы. Производительность труда в широком понимании – это способность конкретного работника производить продукцию и оказывать услуги [3].

Различают индивидуальную и общественную производительность труда. Эффективность индивидуальных затрат труда называют производительностью индивидуального (живого) труда.

На предприятиях в зависимости от единицы измерения объема производства различают три основных метода измерения производительности труда: натуральный, стоимостный и трудовой. А в зависимости от состава трудовых затрат и их роли в производстве выделяют технологическую трудоемкость, производственную, трудоемкость обслуживания производства, трудоемкость управления производством и полную трудоемкость.

Важным этапом аналитической работы на предприятии является поиск резервов производительности труда, разработка организационно-технических мероприятий по реализации этих резервов и непосредственное внедрение этих мероприятий. Под резервами роста производительности труда понимаются не использованные еще возможности экономии затрат живого и овеществленного труда. Внутрипроизводственные резервы обусловлены совершенствованием и наиболее эффективным использованием техники и рабочей силы, сокращением рабочего времени, экономией сырья и материалов, рациональным использованием оборудования. Внутрипроизводственные резервы включают резервы снижения трудоемкости, резервы улучшения и использования рабочего времени, резервы совершенствования структуры кадров, резервы экономии предметов труда и резервы экономии средств труда.

Можно выделить некоторые проблемы, которые приносит рост численности работников:

- Сложно контролировать рабочее время сотрудников.
- Трудоемко начислять зарплату по отработанным часам.
- Трудоемко вести графики работы и контролировать их соблюдение.
- Сложно документировать факты нарушения трудовой дисциплины.
- Сложно идентифицировать сотрудников.
- Профессиональные системы учета рабочего времени стоят дорого и др. [6].

В бюджете большинства предприятий реального сектора экономики доля затрат на фонд оплаты труда составляет от 20 до 60 %. Даже небольшое сокращение или оптимизация этих затрат способно заметно увеличить общую рентабельность бизнеса. В условиях кризиса низкая эффективность управления персоналом угрожает не только стабильности, но и самому существованию компании, а сокращение внутренних издержек приобретает первоочередное значение. Ниже представлены несколько простых шагов, которые могут помочь в решении указанных выше проблем:

- Введение должностных инструкций.
- Назначение ответственного за работу с персоналом
- Внедрение автоматизированной системы учета рабочего времени.
- Аттестация сотрудников.
- Введение системы мотивации персонала, стимулирующую дисциплинированных сотрудников.
- Использование прозрачной системы графиков работы.
- Быть в курсе новостей, связанных с мотивацией и управлением персоналом и др. [7].

Также одним из путей повышения эффективности использования персонала является формирование высокомотивированного профессионального кадрового резерва.

Кадровый резерв (далее – резерв) – это работники, обладающие высоким потенциалом развития, прошедшие отбор внутри подразделения (осуществляется руководителем подразделения), оценку ключевых компетенций специально созданной для этих целей кроссфункциональной комиссией (состоит из руководителей других подразделений) и зачисленные в списки резерва для систематической целевой подготовки, ориентированной на получение знаний и навыков, необходимых для назначения на руководящую должность.

Формирование резерва и работа с ним проводится в целях: постоянного пополнения кадров руководителей организации высококвалифицированными специалистами; своевременного замещения вакансий по должностям руководителей; повы-

шения уровня подбора и расстановки руководящих кадров, внедрения в практику работы с кадрами прогнозирования служебных перемещений (планирования карьеры); снижения рисков при назначениях руководящих работников; мотивации карьерного роста работников и дополнительного стимулирования их на повышение образовательного уровня и профессиональной квалификации. Что, в свою очередь, положительно отражается на производительности труда [5].

На основании проведенного социологического исследования на РУП «Гомсельмаш» было выявлено, что для разных возрастных групп существуют разные пути повышения их трудовой активности, но немаловажной для всех возрастных групп стала мотивация.

Мотивирование возникает как более или менее продолжительный процесс активации побудительных сил поведения и действий личности. Происходит актуализация – переход в актуальное состояние – тех или других потребностей, желаний, стремлений, ожиданий личности и т. п., которые отвечают содержанию данной ситуации и индивидуальной оценке ее со стороны конкретного человека. Формируется своего рода «активное состояние», или «состояние активации» личности, которое стимулирует определенное поведение.

Мотивирование персонала является одной из ключевых проблем кадрового менеджмента. Мотивирование – это не набор общих правил, для каждого отдельного человека существуют свои методы. Поэтому главная задача – найти то, что важно именно для конкретного работника. Основная проблема состоит в нахождении правильного соотношения материального и морального мотивирования персонала. Например, если происходит злоупотребление материальной мотивацией, человек через некоторое время «оседает» в своей нише, его очень сложно мотивировать работать лучше. После достижения некоторого «порога насыщения», индивидуального для каждого человека, дальнейшее увеличение денежного вознаграждения уже не приводит к возрастанию эффективности его труда. Поэтому способы нематериальной мотивации (то, что для человека может быть ценно и интересно) – очень важны.

Определить, какие подходы (ценности) могут мотивировать человека, можно посредством психологического тренинга. Так, главным мотивом для одного специалиста компании может быть работа, которая позволяет ему самостоятельно принимать решения, разрабатывать собственные проекты, для другого – возможность постоянного образования, а для третьего – просто размер заработной платы. И три человека, которые выполняют одни и те же функции, «вдохновляются на труд» совершенно по-разному. Это обязательно необходимо учитывать при разработке систем мотивирования персонала.

Важнейшими целями политики управления персоналом является обеспечение социальной защищенности работников и мотивация к высокопроизводительному труду, эффективное использование фондов оплаты труда. Система мотивации персонала предусматривает не только материальное вознаграждение, но и награждение лучших работников Компании корпоративными наградами и присвоение им корпоративных званий, награждение победителей производственных соревнований и профессиональных конкурсов, выпуск корпоративных газет и телевизионных передач [5].

Л и т е р а т у р а

110. Ильин, А. И. Планирование на предприятии : учебник / А. И. Ильин. – 2-е изд., перераб. – Москва : Новое знание, 2001.
111. Сергеев, И. В. Экономика предприятия : учеб. пособие / И. В. Сергеев. – Москва : Финансы и статистика, 1997.

112. Суша, Г. З. Экономика предприятия : учеб. пособие / Г. З. Суша. – Минск : Новое знание, 2003.
113. Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2007.
114. Формирование и работа с кадровым резервом // Кадровая служба – 2009. – № 8(96).
115. www.wbp-sar.ru.
116. www.finance1.ru.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. Н. Литош

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н.А. Алексеенко

Организация хозяйственных связей с поставщиками сырья и комплектующих занимает особое место среди инструментов экономической деятельности промышленного предприятия.

Поставка материалов, сырья, готовой продукции точно в срок оказывает благоприятное влияние на функционирование всей экономической системы, позволяет существенно сократить запасы на складах промышленных предприятий.

В промышленности материальные затраты в среднем составляют до 50% всех расходов. Издержки, связанные с хранением материалов на складах (аренда, налоги, потери при хранении, порча, страховка и пр.), составляют также немалую статью в бюджете промышленного предприятия. В ряде случаев они достигают в условиях западного уровня развития экономики 10–15 % к сумме расходов на приобретение материалов [2].

Статистика свидетельствует, что в условиях индустриальной экономики Запада процесс собственно производства товаров составляет лишь 2% от общего времени цикла процессов производственно-коммерческой деятельности, завершающейся доставкой товара потребителю. Остальные 98 % времени приходятся на различные виды перемещения и хранения материалов, т. е. на процессы материально-технического обеспечения.

Стоимость всех видов материально-технического обеспечения составляет более 15 % от стоимости валового национального продукта или более 30 % от общей суммы производственных издержек. При этом на перемещение (все виды транспортирования и перегрузки) расходуется более 40 % указанных затрат, на хранение – более 20 %, на материальные запасы – порядка 25 %, на административные расходы – 15 % [1].

Отсюда очевидна важность, направленность и возможность сокращения указанных расходов на основе организационных технологических новшеств и научных методов оптимизации всех потоковых процессов предпринимательского цикла. Таким организационно-технологическим новшеством, как уже известно, стал логистический подход, а научной методологией – теория логистики.

Логистика обеспечивает координацию управления всеми ресурсами предприятия: материальными, людскими, информационными, средствами производства, энергетическими. В области материальных ресурсов цель логистики формулируется: нужный товар необходимого качества в необходимом количестве должен быть доставлен в нужное время в нужное место с минимальными затратами.

Создание наряду с обычными органами управления особого координирующего звена (логистиков), осуществляющего комплексное управление всей деятельностью предприятия в направлении организации наиболее рационального движения материалов в производстве начиная с момента их заказа поставщику до сдачи готовой продукции на склад, представляет собой новое логистическое решение организационной проблемы, при котором важную роль играют органы материально-технического обеспечения.

Этапы материально-технического обеспечения:

1. Планирование закупок.

Качественное планирование и информационное обслуживание логистики снабжения решает также задачу уравнивания противоречия между необходимостью бесперебойного снабжения производства и минимизации складских запасов.

2. Анализ, определение потребности и расчеты количества заказываемых материалов.

В процессе планирования закупок необходимо определить:

- какие материалы требуются;
- количество материалов, которые понадобятся для производства продукта;
- время, когда они понадобятся;
- возможности поставщиков, у которых могут быть куплены товары;
- требуемые площади складских помещений;
- издержки на закупки;
- возможности организации производства некоторых деталей на своем предприятии.

3. Определение метода закупок.

Выбор метода закупок зависит от сложности конечного продукта, от состава комплектующих изделий и материалов. Основными методами закупок являются:

- оптовые закупки;
- регулярные закупки мелкими партиями;
- закупки по мере необходимости.

В практике материально-технического снабжения встречаются случаи поставок товаров посредственного и низкого качества. Качество поставляемых товаров должно удовлетворять предъявляемым требованиям. Отсутствие должного контроля качества закупок может привести к следующим издержкам:

- дополнительные расходы, связанные с возвратом бракованных и недоброкачественных товаров;
- остановка производства в случае, например, когда вся партия продукции оказалась недоброкачественной и подлежит возврату;
- судебные иски;
- потеря доверия потребителей своей продукции из-за поставок недоброкачественных материалов (деталей, изделий).

В связи с этим предприятию необходимо установить порядок выбора нужного поставщика, во избежание поставки товара посредственного и низкого качества. Для этого в составе структуры управления компании предлагается создание «группы по отбору поставщика», в которую будут входить представители системы материально-технического снабжения компании, финансовой службы, производственного отдела и пр. Группа отбирает в качестве поставщика лишь тех, кто проявил или может проявить способность удовлетворить уровень запросов, предъявляемых предприятием.

Группа выдвигает технические требования (критерии) к предметам закупок, основанные на технических требованиях к конечной продукции, которые передаются поставщику.

При рассмотрении возможностей поставщика на первое место выдвигаются следующие требования:

- 100 % реализация проекта
- доставка до склада
- наличие дилерских отношений
- наличие оборудования для производства продукции необходимого качества;
- возможность проводить испытания качества по заданной программе и с помощью необходимых приборов;
- контроль и аттестация входящих материалов и сырья;
- наличие необходимых документов и инструкций, определяющих количество рабочих операций и их контроль;
- наличие маршрутных документов, подтверждающих проведение всех необходимых операций по производству и контролю.

Этапы выбора поставщика:

1. Получение и оценка предложений.
2. Основные требования к выбору поставщика.

Имеется два основных критерия выбора поставщика: стоимость приобретения продукции или услуг и качество обслуживания.

Также важнейшим совершенствованием МТС является создание программного обеспечения, которое автоматизирует работу отдела МТС.

С помощью применяемых в процессе управления материально-техническим снабжением информационных технологий ускоряется процесс получения заказов, отбор, отправка и выставление счетов. Если промышленное предприятие может быстро отвечать на запросы покупателей, оно уменьшает для себя неопределенность в отношении колебаний спроса и сроков выполнения заказов, и таким образом, избавляется от необходимости создания страхующих запасов. Информационные технологии плодотворно сказываются на планировании и оценке альтернатив.

Автоматизация УМТС осуществляется в следующих направлениях:

- определение и обоснование потребности в определенных видах материалов на выпуск продукции и обеспечение ими производства;
- заказы материалов по специфицированной номенклатуре в соответствии с выделенными фондами;
- получение и распределение материалов на предприятии в соответствии с заданными сроками;
- учет прихода, уровня запасов и расхода материалов;
- оперативный контроль над состоянием и использованием материалов на складах и в производстве [3].

Таким образом, основные пути совершенствования управления заказами и материально-технического обеспечения предприятия:

2. Создание «группы по отбору поставщика». Цель: обеспечение соответствия качества поставляемых товаров поставщиками предъявляемым требованиям предприятия.

3. Автоматизация отдела МТС. Цель: ускорение процесса получения заказов, отбор, отправка и выставление счетов. Обеспечение бесперебойного производства предприятия.

Литература

117. Гаджинский, А. М. Основы логистики / А. М. Гаджинский. – Москва : ИВЦ «Маркетинг», 1996. – 124 с.
118. Гордон, М. П. Материально-техническое снабжение: перестройка организации управления / М. П. Гордон. – Москва : Экономика, 1989. – 178 с.
119. Модин, А. А. Справочник разработчика АСУ / А. А. Модин [и др.]. – Москва : Экономика, 1978.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОТЧЕТНОСТЬ
И УЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ****Т. Н. Мельникова***Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Н. К. Ландова

Сегодня существует мировая тенденция к повышению прозрачности бизнеса и ответственности компании перед обществом и окружающей средой, в которой она работает. Это приводит к спросу на информацию о финансовой и нефинансовой деятельности организации.

Экологический учет – структурно-скомпонованное описание взаимодействий между окружающей средой и экономикой в системе учетных показателей. Единой модели национальных экологических счетов не существует, все зависит от конкретных целей и требований отдельных стран.

Выделяют три основных подхода:

- 1) модификация национальных экономических счетов (в рамках системы национальных счетов — СНС) путем включения в них экологических последствий хозяйственной деятельности;
- 2) разработка отдельных (сателлитных) счетов вне основного компонента СНС, но дополняющего его;
- 3) создание отдельной природно-ресурсной и экологической системы учета (природно-ресурсных и экологических счетов), связанной с СНС.

Первый из двух подходов включает стоимостную оценку экологического ущерба, экологических услуг, запасов природного капитала, природоохранных затрат; при втором – также рассматриваются соответствующие физические потоки и запасы, в то время как третий подход сконцентрирован на физических потоках и запасах природных ресурсов, а также на физических и денежных потоках, связанных с антропогенной эксплуатацией природных ресурсов. СНС является основой для подсчета наиболее широко используемого показателя экономического благополучия и экономического роста – валового внутреннего продукта (ВВП). В отношении окружающей среды агрегированные показатели СНС имеют три основных недостатка: они не учитывают истощения природных ресурсов, недостаточно полно учитывают природозащитные расходы и не учитывают деградацию качества окружающей среды и последствия для здоровья и благополучия людей. В ряде стран ведется разработка экологизированного.

В большинстве стран не является обязательным представление информации о природоохранной деятельности, в мире наблюдается тенденция к более полному раскрытию такой информации. Компании используют различные формы представ-

ления информации о природоохранной деятельности, начиная с одного параграфа, включенного в годовой отчет, и заканчивая отдельным разделом, подробно описывающим состояние дел в этой области.

В настоящее время нет специального отечественного стандарта по финансовому учету и отчетности, который бы регулировал учет затрат на природоохранные мероприятия. Нет подобного документа и в системе европейских Международных стандартов финансовой отчетности (МСФО) и американской системе Общепринятых принципов бухгалтерского учета (US GAAP).

За последние пятнадцать лет элементы экологической отчетности были законодательно введены в некоторых странах, включая Данию (Green Accounts, 1995), Нидерланды (Environmental Reporting Decree, 1999), Норвегию (Accounting Act Regnskapsloven, 1999), Францию (Decree 2002-221, 2002) и др. В Великобритании готовящееся законодательство (Operating and Financial Review) будет требовать от компаний обязательного раскрытия информации по экологическим и социальным вопросам. Появились и добровольные принципы руководства, направленные на улучшение качества отчетности, такие как Глобальная инициатива по отчетности об устойчивом развитии (GRI), UN Global Compact, The Natural Step и многие другие.

Обработка и представление информации об охране природы требует использования обоснованной классификации расходов и затрат на эти мероприятия. Очевидно, что не может быть одной классификации природоохранных расходов, так как эта информация обрабатывается в разных системах учета – в статистическом, оперативном, финансовом, управленческом, налоговом учете. Пользователи подобной информации имеют различные цели и используют разную методологию и методику обработки информации о расходах на природоохранные мероприятия. Одни авторы предлагают узкий перечень расходов, другие – более широкий. По нашему мнению, с точки зрения финансового учета наиболее оптимальным является подход, когда существует ограниченный перечень расходов на природоохранные мероприятия, что позволяет легче сформировать сопоставимые данные.

Всемирным экологическим форумом по устойчивому развитию был впервые введен термин «экоэффективность». Экоэффективный режим работы снижает воздействие предприятия на состояние окружающей среды, одновременно повышая его прибыльность. Однако эффективность может быть измерена только посредством ведения экологического учета, то есть предоставления точной информации по природоохранным расходам, сбережениям и воздействию хозяйственной деятельности на окружающую среду.

На сегодняшний день проблема учета природоохранных затрат состоит в том, что природоохранные затраты не выделяются отдельной статьей, поэтому отсутствует единообразие в отнесении затрат на те или иные статьи. Обособление в учете природоохранных затрат необходимо для решения проблемы упорядочения распределения их между отдельными видами изделий или операций.

В настоящее время экологические затраты распределяются вместе с теми затратами, в которых они скрыты. Соответственно в большинстве случаев база распределения не имеет никакой экономически обоснованной связи с этими расходами. Так, значительная часть их может заключена в общепроизводственных и общехозяйственных расходах и распределяться в соответствии со средним процентом к заработной плате производственных рабочих. Но ведь затраты на природоохранные мероприятия зависят от объема, токсичности и сложности обезвреживания отходов, образующихся при производстве тех или иных изделий, а не от трудоемкости последних.

Причины учета экологических затрат:

- 1) затраты должны с точностью отражаться в цене продукции;
- 2) для недопущения экономии затрат за счет снижения качества окружающей среды;
- 3) для определения экономической эффективности природоохранной деятельности;
- 4) для стимулирования организаций в использовании безотходных и малоотходных технологий.

Рациональная организация учета во многом зависит от научно обоснованной классификации природоохранных производств. Существующие в экономической литературе классификации указанных производств неполны, поскольку основываются на группировке лишь по одному принципу – видам природоохранной деятельности:

- охрана атмосферного воздуха;
- охрана водных ресурсов;
- охрана земель и недр;
- охрана биоразнообразия и ландшафтов;
- специальные сферы природоохранной деятельности (обращение с отходами производства и потребления, борьба с шумом и вибрацией);
- управление и контроль в области природоохранной деятельности.

Предлагаемая классификация природоохранных производств:

1. *По видам проведения природоохранных работ:*

- природоохранные работы, проводимые собственными силами;
- природоохранные работы проводимые силами сторонних организаций;
- природоохранные работы, проводимые комбинированным способом;

2. *По организационным формам управления:*

- централизованные очистные сооружения, выделенные в особые цеха;
- очистное оборудование в составе цехов основного и вспомогательного производства;
- подразделения использования отходов, служб контроля за состоянием окружающей среды, управленческий аппарат.

Одним из направлений бухгалтерского учета затрат на проведение мероприятий природоохранного назначения является учреждение отдельного синтетического счета. Этот счет должен быть по своим классификационным признакам калькуляционным. Для решения этой задачи предлагается дополнить рабочий план счетов бухгалтерского учета производственной организации синтетическим счетом 27 «Природоохранные расходы» с выделением субсчетов, отражающих затраты по отдельным природоохранным сферам.

Инновационный путь социально-экологического развития страны предполагает решение многих проблем, важнейшей из которых является экологическая. Экологический учет дает возможность как руководителю, так и внешним пользователям получить информацию об экологически значимой деятельности хозяйствующего субъекта, необходимую эффективного управления окружающей средой и принятия инвестиционных решений.

Переход на международные стандарты финансовой отчетности и интегрирование бухгалтерского учета в международное экономическое пространство требует развитие теории и практики бухгалтерского учета природоохранных затрат, как информационная база совершенствования экологического механизма природопользования не только каждой организации, но и страны в целом.

Литература

120. Бавдей, А. Л. Проблемы учета затрат природоохранной деятельности / А. Л. Бавдей, Т. Л. Кравченко // Бухгалтер. учет и анализ. – 2007. – № 4. – С. 3–7.
121. Сотникова, Л. В. Бухгалтерский учет природоохранных мероприятий / Л. В. Сотникова // Бухгалтерский учет, 2000. – № 15. – С. 26–32.
- 122.
123. Сотникова, Л. В. Бухгалтерский учет природоохранных мероприятий / Л. В. Сотникова // Бухгалтер. учет. – 2000. – № 16. – С. 17–21.

СЕКЦИЯ VI МЕНЕДЖМЕНТ

ДИЗАЙН ЧЕЛОВЕКООРИЕНТИРОВАННОГО ИНТЕРФЕЙСА ПО И ВЕБ-САЙТОВ

О. А. Моисеева, К. Д. Пухальская

Брянский государственный технический университет, Россия

Научный руководитель В. М. Гурин

Большая часть машин, созданных нашей цивилизацией, были механическими и взаимодействовали с нами главным образом физически. Соответственно наши физические ограничения сравнительно легко учесть. Постепенно человеческие изобретения стали иметь все большее отношение к области интеллектуальных задач, нежели физических. Мы должны овладеть эргономикой сознания, если мы хотим создавать интерфейсы, которые могли бы хорошо работать.

Успешный интерфейс вполне может быть разработан на основе прагматического и эмпирического взгляда на то, что может и чего не может человеческий ум, сколько времени требуется человеческому сознанию и телу на выполнение тех или иных задач и какие условия повышают вероятность совершения ошибки.

Практичность Web-сайта напрямую зависит от способности пользователей воспринимать и запоминать информацию. Если пользователи не смогут запомнить то, что им нужно, они потерпят неудачу. А это значит, что Web-сайт является неудачным.

В динамических средах (таких как Интернет) емкость памяти пользователя составляет всего лишь 2–3 сущности. Значит, перемещаясь по сайту, пользователи способны уследить всего за 2 или 3 вещами. Они могут уже не помнить даже то, что было на предыдущих страницах.

На некоторых сайтах информация бывает разделена на несколько частей. Конечно, вся информация не должна быть на одной странице – это глупо. Однако разбивка на страницы ради удобства или эстетики не имеет смысла, если пользователь должен вспоминать предшествующую информацию. Скроллинг легче для пользователей, чем переходы от странице к странице. Напечатать даже очень большую статью целиком гораздо легче, чем постранично. Многие пользователи печатают Web-страницы, так как читать с экрана очень трудно.

Вы должны потратить много времени, создавая видимую, простую в использовании и понимании навигационную структуру вашего сайта.

Вы можете увеличить эффективность работы пользователей, используя распознавание вместо вспоминания. Дайте пользователям всю необходимую информацию, чтобы они могли выбрать то, что хотят. Не заставляйте пользователей вспоминать информацию, например пароль, если это не является необходимым.

При постоянном использовании какого-либо интерфейса у пользователя формируются определенные привычки, которые впоследствии трудно преодолеть. В этом смысле задача дизайнеров заключается в том, чтобы создавать интерфейсы, которые не позволяют привычкам вызывать проблемы у пользователей. Мы должны создавать интерфейсы, которые, во-первых, целенаправленно опираются на челове-

ческую способность формировать привычки и, во-вторых, развивают у пользователей такие привычки, которые позволяют упростить ход работы.

Важность пользовательский интерфейса заключается в том, что он воздействует на чувства, эмоции и настроение пользователей. Если интерфейс плох, и пользователи ощущают себя не в состоянии контролировать вашу программу, именно ее они и будут винить в этом. Если же интерфейс хорошо продуман, и все работает так как ожидается, пользователи будут чувствовать себя счастливыми.

Чтобы сделать людей счастливыми, вы должны дать им чувство контроля над происходящим с помощью обеспечения обратной связи, разграничения уровня квалификации пользователей, взаимодействия пользователей между собой, возможности управлять объектами интерфейса.

Существуют два метода, которые ведут к значительному увеличению производительности человека:

1) полное отстранение пользователя от работы. Этот метод наиболее эффективен, и сводит стоимость работы к нулю;

2) эффективное использование времени пользователя.

Хотя с этими методами никто не спорит, применение их на практике может оказаться не таким уж простым делом. Для этого требуется аккуратный анализ и желание принести в жертву время и даже производительность компьютера. Далее мы обсудим способы применения этих методов.

Следующие методы могут увеличить производительность ввода данных, уменьшая количество необходимой для ввода информации:

1. Автоматически заполнение поля новой записи значениями предыдущей.

2. Минимизация, либо полное устранение необходимости ввода информации.

3. Исследуйте другие способы получения информации.

Ограничение принятия решений также повышает эффективность работы пользователя. Необходимость принятия решений можно снизить следующим образом:

1. Не воспринимайте пользователя как «свод правил». Не заставляйте его всего лишь сообщать о принятых решениях.

2. Внимательно оценивайте каждое решение, чтобы убедиться в его необходимости.

3. Быстро и точно предоставляйте пользователю информацию, необходимую для принятия решений.

4. Избавляйтесь от ненужной информации.

5. Визуально выделяйте наиболее вероятные варианты ответа.

Выполняя все асинхронные операции в фоновом режиме, можно отделить задачи пользователя от задач компьютера, позволяя пользователю работать без перерывов.

Когда в процессе работы возникает неизбежная пауза, например, потому что программа должна обратиться к серверу, убедитесь, что пользователь занят и развлечен. Идеальное занятие – это занятие, имеющее отношение к текущей задаче. Перед тем, как обращаться к серверу, дайте пользователю прочесть что-нибудь, что подготовит его для следующей задачи.

К сожалению, сегодняшнее состояние рынка программного обеспечения таково, что дорогу себе прокладывают не лучшие решения, а решения, имеющие «большую пробивную силу», в основном связанную с финансовой мощью предлагающих их компаний. Это особенно верно для пользовательского интерфейса. Если взглянуть на программы просмотра WWW, то вообще трудно говорить о дизайне интерфейса – получилось как получилось. Терпимо, но не более. А ведь этими программами пользуется большее число людей, чем какими-либо другими. Теперь такой интерфейс

становится фактическим стандартом, а это значит, что последующий переход к более естественному интерфейсу (который, безусловно, рано или поздно произойдет) будет связан с тяжелой психологической ломкой.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ

М. В. Лавский

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель А. Ф. Зубрицкий

Основной движущей силой, повлиявшей на потребности в использовании новых методов управления, являются потребности организации в быстром и гибком реагировании на изменения в рыночной и социальной среде. Рынки все больше интернационализируются; технологии, используемые в бизнесе, непрерывно совершенствуются, социальные изменения в обществе приводят к повышению ожиданий потребителей и персонала; причем, все эти изменения протекают не в течение десятилетия, а в течение нескольких лет. Организациям необходимо усиление координации действий менеджеров имеющих различную функциональную специализацию. Скорость управления компанией при иерархической структуре становится препятствием для достижения конкурентных преимуществ.

Данные потребности организаций приводят к изменениям в деятельности менеджеров, особенно среднего звена. В связи с этим изменяется необходимый набор навыков менеджеров:

- от менеджеров требуется навык построения систем не в контексте функциональных обязанностей, а в контексте компании в целом;
- от менеджера требуется умения работать «между границами» подразделений, отделов, а зачастую и компаний;
- от менеджеров требуется расширить умение общаться, и не только с людьми, над которыми у менеджеров есть власть;
- от менеджеров требуется умения искать, собирать и обрабатывать большой объем информации, как внутри, так и вне компании. Уметь сортировать, отбирать и синтезировать данные, базируясь не только на количественной, но и в значительной степени качественной информации.

В большей части данные изменения ведут к формированию у менеджеров навыков свойственных проектному менеджменту.

Использование методов проектного менеджмента на современном этапе позволяет компании достаточно быстро реагировать на «турбулентности» окружающей среды, накапливает знания и умения, и, в конечном счете, позволяет расширить набор программ действий и стандартов, для расширения спектра стратегий, возможных к применению в ситуации, предложенной внешней средой.

Использование технологий проектного менеджмента требует изменений не только в характере работы и навыков менеджеров. Это приводит к потребности изменений самой компании, ее структуры и культуры. Но как показывает опыт некоторых компаний Беларуси, такие изменения приводят к большей конкурентоспособности компании. Традиционные методы наиболее приемлемы в стабильных и мало меняющихся областях деятельности компаний. Но таких отраслей становится все меньше. Кроме того интернационализация рынков, политические стремления развитых стран доминировать, в том числе в бизнесе, толкают компании действующие на открывающихся рынках к использованию методов и технологий самих «завоевателей».

Проектный менеджмент – это не кардинальное изменение методов работы, а в большей степени эволюционное развитие менеджмента компаний от имеющихся навыков менеджеров к более широкому их спектру.

Главным направлением перестройки менеджмента и его радикального усовершенствования, приспособления к современным условиям стало массовое использование новейшей компьютерной и телекоммуникационной техники, формирование на ее основе высокоэффективных информационно-управленческих технологий. Средства и методы прикладной информатики используются в менеджменте и маркетинге. Новые технологии, основанные на компьютерной технике, требуют радикальных изменений организационных структур менеджмента, его регламента, кадрового потенциала, системы документации, фиксирования и передачи информации. Особое значение имеет внедрение информационного менеджмента, значительно расширяющее возможности использования компаниями информационных ресурсов. Развитие информационного менеджмента связано с организацией системы обработки данных и знаний, последовательного их развития до уровня интегрированных автоматизированных систем управления, охватывающих по вертикали и горизонтали все уровни и звенья производства и сбыта.

В современных условиях эффективное управление представляет собой ценный ресурс организации, наряду с финансовыми, материальными, человеческими и другими ресурсами. Следовательно, повышение эффективности управленческой деятельности становится одним из направлений совершенствования деятельности предприятия в целом. Наиболее очевидным способом повышения эффективности протекания трудового процесса является его автоматизация. Но то, что действительно, скажем, для строго формализованного производственного процесса, отнюдь не столь очевидно для такой изящной сферы, как управление. Трудности, возникающие при решении задачи автоматизированной поддержки управленческого труда, связаны с его спецификой. Управленческий труд отличается сложностью и многообразием, наличием большого числа форм и видов, многосторонними связями с различными явлениями и процессами. Это, прежде всего, труд творческий и интеллектуальный. На первый взгляд, большая его часть вообще не поддается какой-либо формализации. Поэтому автоматизация управленческой деятельности изначально связывалась только с автоматизацией некоторых вспомогательных, рутинных операций. Но бурное развитие информационных компьютерных технологий, совершенствование технической платформы и появление принципиально новых классов программных продуктов привело в наши дни к изменению подходов к автоматизации управления производством.

Сегодня положение дел в рассматриваемой области характеризуется крайней неопределенностью. Во-первых, это связано с непрерывным увеличением объема технологических предложений, требующих высоких инвестиций, и соответственно с усилением зависимости от внешних услуг (например, от поставщиков программного обеспечения) внутрифирменные ассигнования на нужды ИТ растут опережающими темпами по сравнению с другими затратами предприятия.

Во-вторых, изменяется роль ИТ в хозяйственной деятельности многих предприятий. При выполнении внутрифирменных процессов функция ИТ перестала быть вспомогательной, превратившись в важнейшую составную часть продукта или производственных мощностей. Хозяйственные риски в настоящее время во многом определяются рисками в данной сфере. Реализация же современных высокопроизводительных организационных проектов (например, «виртуальных организаций» без жесткой привязки производственных участков к определенному месту), требует полного использования потенциала ИТ с помощью телекоммуникационных средств.

Высший менеджмент начинает осознавать, какое важное воздействие оказывают информационно-технологические решения на сам хозяйственный процесс и культуру предприятия. Поэтому он чувствует себя все более ущемленным в том плане, что вынужден делегировать соответствующие вопросы внутрифирменным подразделениям или внешним организациям. К тому же первый опыт работы внефирменных информационно-технологических служб не дает особых поводов для оптимизма относительно эффективности решения указанных проблем. В этой связи возникают следующие ключевые вопросы:

- каково отношение ведущего персонала к ИТ, какие последствия вытекают из более эффективной ее организации и использования в производстве новых товаров и услуг;

- что должно знать высшее руководство фирмы в области ИТ, чтобы принимать компетентные решения, в частности в отношении инвестиций;

- в какой мере допустимо делегирование функций в сфере ИТ;

- какова должна быть роль высшего менеджмента в управлении информационно-технологическим потенциалом

Как всякое инвестиционное направление деятельности предприятия, а ИТ являются инвестиционным товаром, направление, связанное с внедрением ИТ, конкурирует за инвестиционные ресурсы с другими направлениями, например, модернизацией технологий основного производства или совершенствованием социальной сферы. Опрос финансовых директоров ряда западных компаний показал, что в первую очередь менеджеры принимающие решения в финансовой области, рассматривают ИТ как средство решения именно задач бизнеса: снижение издержек производства, повышение производительности отдельных критичных для данного вида бизнеса операций и т. д.

В качестве наиболее общего количественного показателя эффективности инвестиций в информационные технологии, как правило, выступает коэффициент возвратности инвестиций ROI (Return of Investments). Термин этот довольно известный, но интересно отметить, что, несмотря на длительный опыт применения ИТ, на сегодняшний день достоверных методов расчета ROI не появилось, а попытки определить его апостериорным путем, т. е., анализируя изменения показателей деятельности предприятий, внедривших ИТ, привели к появлению нового направления – анализа совокупной стоимости владения (или TCO – Total Cost Ownership).

Одним из наиболее перспективных направлений повышения деятельности предприятий на западе рассматривается внедрение так называемых ERP-систем, которые в настоящее время получили наибольшую известность среди автоматизированных систем управления предприятием. ERP-системы – это системы управления всеми ресурсами предприятия (от англ. Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия). Данные системы позволяют поддерживать весь цикл управления: планирование – учет – контроль – регулирование, – практически для всех основных функций деятельности.

Следует подчеркнуть, что все функциональные блоки ERP-системы тесно интегрированы между собой, что позволяет осуществлять действительное управление практически всеми аспектами деятельности современного предприятия. Соответственно цена одного рабочего места таких систем, с учетом стоимости внедрения, колеблется в пределах 10–40 тыс. дол. США, совокупная стоимость владения одним рабочим местом может варьироваться в пределах 2,5–20 тыс. дол. США в год, а средний срок эксплуатации ERP-системы составляет 15 лет. Вкладывать деньги в систему, работающую более короткий срок, считается нецелесообразным.

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

И. П. Долмат

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Т. Л. Якубовская

В условиях мирового финансового кризиса значительная часть предприятий и организаций не смогли справиться с возникшими проблемами и ушли либо в «бессрочный отпуск», либо прекратили свое функционирование. Аналогичная ситуация наблюдается и на белорусском рынке. Более всего от значительного уменьшения спроса на продукцию пострадали крупные национальные предприятия-гиганты отечественной промышленности, такие как МАЗ, МТЗ, МЗКТ, БМЗ и др. Одной из причин такой ситуации можно считать недостаточное инвестирование средств в развитие новых перспективных технологий производства.

Одним из способов выхода из сложившейся ситуации является активное применение инноваций. При этом инновационная деятельность может рассматриваться как актуальное средство для улучшения ситуации в национальной экономике. Успешное развитие инноваций на предприятии является основной предпосылкой для формирования конкурентных преимуществ на рынке. При этом чем быстрее осуществляется инновационный процесс, тем большая вероятность успешной деятельности.

Однако эволюция бизнеса невозможна без активной государственной политики, способствующей эффективному инновационному развитию национальных предприятий. Обратимся к опыту выращивания национальных инновационных систем из инновационных структур в США и ведущих европейских странах.

В США инновационные структуры эволюционировали от преобладания разрозненных частных фирм (1930–1940-е гг.) к значительному расширению государственного финансирования научных исследований, в особенности фундаментальных, и возрастанию инновационных функций государственных научных центров и иных научных организаций (1950–1960-е гг.), а затем (с 1970-х гг.) к росту влияния смешанных, гибридных форм организации научно-прикладной деятельности, находящихся под воздействием рынка и государства, выполняющих одновременно работы в интересах конкретных корпораций и государственных ведомств.

В Англии существует давняя традиция взаимосвязей между академическими и коммерческими кругами. Однако в их связях было слишком много централизованного управления. С 1990-х гг. проводится существенная их модернизация по трем направлениям укрепления связей науки и бизнеса: совместные исследовательские контракты и консультации; рыночное использование результатов исследований; обучение и повышение квалификации.

С 2001 г. во всех странах Европейского Союза осуществляется мониторинг 17 индикаторов «карты европейского инновационного пространства», которые образуют четыре группы: кадровый потенциал инноваций; характеристики создаваемых знаний; особенности передачи и применения инноваций; результаты инновационных усилий. Индикаторы рассчитываются на основе стандартных показателей Европейского статистического ведомства. Ежегодный мониторинг позволяет оценить инновационную ситуацию, осуществить сопоставления и прогнозы по каждой группе параметров для каждой страны и ЕС в целом. По тем же индикаторам сопоставляются члены ЕС с США и Японией. Все это позволяет оценивать скорость изменений и сопоставлять ее с желаемым оптимумом.

Для успешного осуществления инновационной деятельности каждому предприятию необходимо разработать и реализовать «адекватную» инновационную стратегию развития. *Стратегия развития компании* рассматривается как сформулированная в явном виде система целей компании, средств и планов их достижения. Стратегия необходима для того, чтобы у менеджмента компании было ясное понимание того, к чему стремится компания в долгосрочной перспективе и как принимать решения в повседневной деятельности, чтобы достичь поставленных целей.

Повсюду в мире компании, добившиеся лидерства в международных масштабах, используют стратегии, которые отличаются друг от друга во всех отношениях. Однако, хотя каждая успешная компания применяет свою собственную стратегию, глубинные принципы деятельности – характер и эволюция всех успешных компаний – оказываются в своей основе одинаковыми.

Выбор стратегии является залогом успеха инновационной деятельности. Фирма может оказаться в кризисе, если не сумеет предвидеть изменяющиеся обстоятельства и отреагировать на них вовремя. Выбор стратегии – важнейшая составляющая цикла инновационного менеджмента. В условиях рыночной экономики руководителю недостаточно иметь хороший продукт, он должен внимательно следить за появлением новых технологий и планировать их внедрение в своей фирме.

Основу выработки конкретной инновационной стратегии составляют теория жизненного цикла продукта, рыночная позиция фирмы и проводимая ею научно-техническая политика

По характеру рыночной позиции предприятия выделяют следующие типы инновационных стратегий: наступательная, оборонительная, имитационная, стратегия «ниши», стратегия диверсификации.

Выбор инновационной стратегии с учетом жизненного цикла продукта учитывает следующие циклы развития социально-экономических систем: зарождение, выход на рынок, рост, стабилизация, спад. Каждому из этапов соответствуют определенные особенности состояния социально-экономической системы. Эти особенности характеризуют и тип организации фирмы. Ученый-экономист Л. Г. Раменский разработал следующую классификацию фирм по инновационному стратегическому поведению: виоленты; пациенты; эксплеренты; коммутанты, леталенты.

Анализ эффективности инновационного проекта – важнейшая процедура на начальной стадии проекта, но он также представляет собой непрерывный процесс, предполагающий возможность остановки проекта в любой момент в связи с появляющейся дополнительной информацией. Таким образом, эта одна из процедур оперативного управления инновационной деятельностью. Эффективность проекта характеризуется системой показателей, отражающих соотношение затрат и результатов применительно к интересам его участников. Анализ эффективности проекта осуществляется поэтапно.

Первый этап включает оценку ожидаемых результатов осуществления проекта (денежных потоков, которые предполагается получить в будущем).

Второй этап состоит в определении нормативных результатов проекта, т. е. таких результатов, на которые можно рассчитывать от инвестиций с конкретным уровнем систематического риска. Эффект любого инвестиционного проекта зависит не только от того, насколько правильно и корректно оценены его будущие денежные потоки, но и от принятой ставки дисконта. Ставка дисконта является тем нормативом, который должен преодолеть проект, чтобы его могли оценить как эффективный. На практике используют два подхода:

1) принятие ставки дисконта на уровне 10–15 % годовых для всех анализируемых проектов независимо от их уровня риска, отраслевой принадлежности и валюты проекта. При этом обоснованная рыночная оценка инвесторов подменяется субъективной оценкой составителя бизнес-плана. Для инновационных проектов такой выбор нормативных показателей неприемлем, так как не отражает степень риска, присущий таким проектам;

2) в качестве дисконта используется стоимость капитала. *Стоимость капитала* – это та ставка доходности, которую рассчитывают получить инвесторы или кредиторы, предоставляя предприятию средства на долевой или долговой основе.

На *третьем этапе* – сопоставляются нормативные и позитивные результаты и показатели, которые используются для таких сопоставлений. Если позитивные результаты окажутся больше нормативных, т. е. ожидаемые оценки больше требуемых, проекты рассматриваются как экономически выгодные и не отвергаются. В противном случае, если нормативные результаты превышают позитивные, проекты отклоняются.

Используются следующие *критерии оценки инвестиций*:

1. *NPV* – это сумма денежных потоков, связанных с данным инвестиционным решением, приведенная по фактору времени к моменту оценки:

$$NPV = \sum_{t=0}^T [(R_t - Z_t) \alpha_t] - \sum_{t=0}^T (K_t \times \alpha_t),$$

где R_t – результаты, достигаемые на t -м шаге расчета (реализации проекта); Z_t – затраты, осуществляемые на t -м шаге расчета; K_t – капитальные вложения на t -м шаге расчета; E – норма дисконта (норма дохода на капитал), доли единицы; t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2, 3, \dots, T$); T – горизонт расчета, равный номеру шага расчета (месяц, квартал, год), на котором проводится ликвидация объекта (проекта); $\alpha_t = 1/(1 + E)^t$ – коэффициент дисконтирования (приведения) на t -м шаге расчета при постоянной норме дисконта, отн. ед.

Инновационный проект считается эффективным при ЧДД > 0.

2. Индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \frac{1}{(1 + E)^t}}{\sum_{t=0}^T K_t \frac{1}{(1 + E)^t}}.$$

Из формул расчета ЧДД и ИД следует: если ЧДД положителен, то ИД > 1 и проект эффективен; если ЧДД отрицателен, то ИД < 1 и проект представляется неэффективным; если ЧДД = 0, то ИД = 1 и вопрос об эффективности проекта остается открытым.

3. Внутренняя норма доходности представляет собой ставку дисконта, при которой чистый дисконтированный доход равен нулю. Инновационный проект считается эффективным, если ВИД больше ожидаемой нормы дохода на инвестируемый капитал.

4. Срок окупаемости — это период, в течение которого первоначальные капиталовложения по инвестиционному проекту покрываются суммарным эффектом от его осуществления.

Вышеуказанные этапы анализа эффективности проекта были применены для оценки инновационно-инвестиционного проекта повышения конкурентоспособности ООО «Этон».

СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЛОРУССКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Е. Белоушко, О. Гук, А. Нескоромная

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск

Научный руководитель В. В. Мороз

Все специалисты-практики подчеркивают высокую значимость организационной культуры, как эффективного инструмента управления компанией; исследователи проблемы как теоретики, так и практики, отмечают устойчивую связь между успешностью предприятия и степенью развитости их организационной культуры.

Вопрос организационной культуры среди белорусских предприятий сегодня стоит особенно актуально, поскольку в последние годы организационную культуру стали признавать основным показателем, необходимым для правильного понимания управления организацией.

Среди всего многообразия организаций можно выделить два типа, весьма несхожих по характеристикам внутренней среды:

1. Организации, имеющие советское прошлое и соответственно прошедшие десятилетнюю трансформацию с целью приспособиться к новым условиям.
2. Вновь созданные организации, изначально ориентированные на деятельность в рыночном окружении.

Подробнее остановимся на предприятиях первого типа.

Организационная структура большинства предприятий бывшего СССР, как правило, формировалась по функциональному принципу, построенному в соответствии с видами работ, выполняемыми отдельными подразделениями. Функциональная структура прекрасно подходила организациям, когда они действовали в условиях стабильной и централизованной экономики.

Однако с распадом СССР старая плановая система прекратила существование, и отечественные предприятия вступили в условия рыночной экономики. Руководству предприятий пришлось менять подходы и принципы в управлении и функционировании организаций. Возникла потребность в изменении организационной культуры и ее структуры. Прошлые методы стимулирования, мотивации и работы с персоналом начали замещаться новыми, заимствованными у стран Западной Европы, США и Японии. Однако отечественным предприятиям полностью не удалось перейти на западные стандарты в области работы с персоналом, при этом советский опыт часто просто не рассматривался и во многом был утерян.

Успех предприятия зависит не только от удачной стратегии, адаптированной к ней структуры и системы мотивации, отлаженного взаимодействия сотрудников и групп. Каждой организации присущи уникальная специфика функционирования, стиль, философия, душа, которые сильнее, чем формальные решения или отдельные авторитеты, воздействуют на то, что происходит внутри нее, и на контакты с внешним окружением. Организационная культура проявляется в поведении и реакциях сотрудников и групп, в способе принятия ими решений, их мнениях и поступках.

Организационная культура предприятий Беларуси отличается от культур предприятий других стран. На предприятиях Республики Беларусь сложилась организационная культура со следующими нормами поведения и ценностями: умеренные

партнерство и стремление к взаимодействию, значимость социального статуса и иерархии, церемонность, не слишком рестрикционное отношение ко времени, переменная выразительность, средняя межличностная дистанция, длительность процесса принятия решений – от средней до высокой. Однако с развитием международных отношений организационная культура подвергается влиянию международных тенденций. Кроме того, в ней идут значительные преобразования, связанные с проведением рыночных реформ.

При формировании организационной культуры белорусские предприятия сталкиваются с трудностями, которые обусловлены следующим:

Большинство отечественных предприятий нуждаются в существенной реструктуризации или, по меньшей мере, оздоровлении и совершенствовании управления.

Белорусская экономика долгое время была изолирована от западного опыта в области управления, и сейчас компаниям трудно переходить на новые стандарты управления, внедрять управленческие структуры новейшего типа из-за своей неподготовленности и отсутствия доступа к современным информационным и коммуникационным технологиям.

Серьезной проблемой для Беларуси является недостаток квалифицированных менеджеров, способных наилучшим образом осуществлять управление предприятием и максимизировать эффективность управленческих структур.

На большинстве предприятий культура ориентирована на отношения между сотрудниками, а не на достижение конкретных целей и результатов.

Такой подход к работе был сформирован за годы существования плановой экономики. Фиксированные оклады, не стимулирующие к достижению каких-либо целей, нежелание проявлять инициативу и брать на себя ответственность, отсутствие заинтересованности в качестве выполняемой работы, акцент на общении с коллегами, а не на самой работе – все это характерные черты предприятий тех лет.

На предприятии можно условно выделить несколько групп: топ-менеджеры, рядовые сотрудники заводоуправления и руководители среднего звена, рабочие и мастера производства. В этих группах сформировались своеобразные субкультуры, сильно отличающиеся друг от друга. Как правило, отсутствие внимания со стороны руководства превращает эти различия в противоречия и открытые конфликты, препятствующие эффективной работе и достижению корпоративных целей.

Культурой нужно управлять – формировать ее в соответствии с целями компании и спецификой рынка.

Невнимание к организационной культуре со стороны руководства проявляется по следующим направлениям:

1. Не ведется целенаправленной работы по формированию общих целей, ценностей и норм поведения. Позабыты многие эффективные способы пропаганды и внедрения ценностей, существовавшие в советские времена (газеты, доски почта, информационные доски, спортивные соревнования). Однако новые тоже не разрабатываются и не применяются.

2. Без изменений остается рабочее окружение сотрудников.

3. Не используются возможности новых систем оценки и вознаграждения сотрудников. По результатам тех же анкетирований, большая часть сотрудников не знает, за что они получают деньги, и не видит никакой взаимосвязи между размером зарплаты и своим поведением на рабочем месте, причем руководители этих предприятий не замечают в этом никакой проблемы. У сотрудников возникает логичный вопрос: зачем работать лучше, если платят столько же? Такая система вознаграждения только укрепляет в сотрудниках старое отношение, старый подход к работе.

Почему же многие руководители предприятий не обращают на это внимание? Наверное, для них не существует такой проблемы. За чередой цифр в стратегических планах и экономических расчетах они не видят, что есть люди, которым, в конечном счете, и предстоит реализовывать все эти планы. Эти люди в результате оказываются неспособными их осуществить – система ценностных координат не соответствует поручаемым им задачам. Компания не может быть успешной без сильной корпоративной культуры, соответствующей ее целям. И такую культуру нужно формировать.

Изменить и укрепить культуру менеджерами предприятия можно, если:

1. *Изменить стиль руководства:*

- делегирование сотрудникам больших полномочий и ответственности;
- привлечение сотрудников к принятию управленческих решений;
- четкий контроль конечных результатов работы.

2. *Изменить систему вознаграждения:*

- вознаграждение, основанное на личных достижениях и результатах работы;
- переход от фиксированных окладов к премиальной системе.

3. *Обучать сотрудников:*

- проведение тренингов, семинаров, программ адаптации и обучения на рабочем месте, посредством которых происходит внедрение новых ценностей и стандартов поведения.

4. *Проводить новую кадровую политику:*

- подбор в организацию сотрудников, разделяющих корпоративные принципы и ценности, или тех, кто впоследствии может легко их перенять;
- подбор на ключевые позиции людей, являющихся носителями недостающих в компании ценностей. И способных передавать их другим сотрудникам;
- перемещение старых управленцев на позиции экспертов по различным вопросам работы компании.

5. *Уделять внимание к рабочему окружению:*

- переоборудование рабочих и общественных мест. Ремонт туалетов, столовой, создание строгой рабочей обстановки;
- введение униформы с корпоративной символикой для технических специалистов и рабочих.

6. *Построить систему внутреннего PR:*

- новая интерпретация прежней истории, символики, мифов, легенд и традиций;
- создание системы информирования сотрудников на всех уровнях. Общие собрания, информационные доски, компьютерные рассылки, корпоративная газета.

Наличие сильной организационной культуры дает компании массу преимуществ: сотрудники, ощущая себя частью единого целого, более мотивированы нестабильную работу, карьерное развитие и достижения в бизнесе. Сильная, гармоничная организационная культура притягивает в организацию «правильных» людей, т. е. тех, кто разделяет ее ценности и убеждения, кто готов много и успешно трудиться и профессионально развиваться.

Понимание роли и значения организационной культуры для успеха в реализации не только краткосрочных, но и долгосрочных стратегических целей и умение «выстраивать», выращивать, формировать желательную организационную культуру является важнейшим условием успешных организационных изменений, необходимость которых обусловлена трансформационным периодом в белорусской экономике. Белорусские компании только тогда смогут реально конкурировать с западными компаниями, когда смогут сравняться с ними не только по технической оснащенности, но и по искусству управления социальной структурой, составляющей ядро организации.

Современный этап формирования организационной культуры белорусских предприятий предполагает в первую очередь формирование у руководства определенного стратегического видения развития своих организаций. Данный процесс на уровне видимой деятельности должен носить характер четко направленных инвестиций. В дальнейшем такое видение должно быть распространено и на рядовых работников. Тогда сложатся необходимые условия для формирования целостной организационной культуры, и кажущиеся сегодня смешными методы воздействия на организационные ценности станут адекватными новым реалиям.

БАНКОВСКИЕ ПЛАСТИКОВЫЕ КАРТОЧКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Я. Н. Андреев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

Банковская пластиковая карточка в Республике Беларусь является платежным инструментом, обеспечивающим доступ к банковскому счету и проведение безналичных платежей за товары и услуги, получение наличных денежных средств и осуществление иных операций в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Цель проведенного исследования – изучение рынка пластиковых карточек Республики Беларусь и выявление основных перспектив развития в этой области.

Вначале приведем основные понятия банковской пластиковой карточки. Пластиковые карты классифицируются по разным признакам:

- в зависимости от способа изготовления и технологических особенностей;
- по методу нанесения идентификационной информации;
- в зависимости от применяемого типа расчетной схемы;
- в зависимости от сферы обращения и др.

Все приведенные признаки так или иначе определяют основные направления бизнеса банковской системы Республики Беларусь, основными целями которой является:

- получение банком прибыли от реализации за счет привлечения новых клиентов и дополнительных средств;
- предоставление клиентам банковских услуг на мировом уровне.

В соответствии с Банковским кодексом Республики Беларусь выпуск банковских пластиковых карточек в обращение осуществляется банками-эмитентами. Операции с использованием банковских пластиковых карточек проводятся банками-эмитентами в пределах полномочий, предоставленных имеющимися у них лицензиями Национального банка Республики Беларусь и в соответствии с Инструкцией о порядке совершения операций с банковскими пластиковыми карточками, утвержденной постановлением Правления Национального банка Республики Беларусь от 30.04.2004 № 74 (в редакции постановления Правления Национального банка Республики Беларусь 16.02.2007 № 51).

Договор между банком и клиентом, использующим пластиковую карту в качестве платежного средства, предусматривает: условия выдачи карты, тариф за обслуживание; обязательства клиента соблюдать правила пользования картой; обязательства банка гарантирующие сохранность средств клиента и своевременное проведение операций по карте клиента; ответственность за утерю карты и проведения в результате этого незаконных действий с данной картой. Следует отметить, что бело-

русское законодательство предусматривает нормы, направленные на защиту интересов клиентов, использующих пластиковые карты, в случае хищения средств клиента. В связи с этим клиент, подписавший договор, остается полностью защищенным. Разработанные нормы законодательства, защищающие пользователей пластиковых карт, повышают доверие клиентов к новым банковским услугам, таким как:

- Internet-банкинг;
- SMS-банкинг;
- USSD-банкинг;
- Операции через платежно-справочные терминалы.

На сегодняшний день 24 банка Республики Беларусь эмитирует банковские пластиковые карточки внутренних, международных и внутренних частных и международных частных платежных систем:

ОАО «Франсабанк»;	ОАО «Белагропромбанк»;
ЗАО «Трастбанк»;	ОАО «БПС–Банк»;
ЗАО Банк ВТБ (Беларусь);	ОАО «АСБ Беларусбанк»;
ЗАО «Альфа–Банк»;	ОАО «Белинвестбанк»;
ОАО «Банк Москва–Минск»;	ОАО «Приорбанк»;
ЗАО «Дельта Банк»;	ОАО «Белвнешэкономбанк»;
ЗАО «Кредэксбанк»;	ОАО «Паритетбанк»;
ОАО «ХКБанк»;	ОАО «БНБ–Банк»;
ЗАО «БТА Банк»;	ОАО «Белгазпромбанк»;
ЗАО «БелСвиссБанк»;	ЗАО «РРБ–Банк»;
ЗАО «АКБ "БЕЛПРОСБАНК»;	ЗАО «МТБанк»;
НБ РБ (только для работников системы Национального банка Республики Беларусь).	ОАО «Технобанк»;

Ниже приведен перечень платежных систем, в рамках которых банками Республики Беларусь осуществляются эмиссия и/или эквайринг банковских пластиковых карточек:

Внутренняя система «БелКарт»;	Внутренняя частная система «Трастбанк»;
Международная система «MASTERCARD»;	Международная частная система АО банк «Снорас»;
Международная система «VISA»;	Международная частная система «STBcard»;
Международная система «Union Card»;	Международная частная система «Золотая корона»;
Международная система «Diners Club»;	Международная частная система «Бел-ИнвестБанк-Ликард».
Международная система «JCB»;	
Внутренняя частная система «Нефтекарт»;	
Внутренняя частная система «Poiskcard».	

Количество банковских пластиковых карточек в обращении по состоянию на 1 января 2010 г. составило 7 721,3 тыс., в том числе 1 687,5 тыс. карточек системы «БелКарт», 6 015,5 тыс. карточек международных систем расчетов, 17,9 тыс. карточек внутренних частных систем расчетов и 374 карточки международных частных систем расчетов.

В Республике Беларусь установлено 2 695 банкоматов, 2 943 инфокиоска и 143 импринтера. Оснащено 12 202 организации торговли (сервиса) (далее – ОТС) 20 013 платежными терминалами.

За 2009 г. на территории Республики Беларусь осуществлено 401 751 488 операций с использованием банковских пластиковых карточек в белорусских рублях на сумму 41 461 507,8 млн руб. Удельный вес безналичных операций в общем количестве операций с использованием банковских пластиковых карточек составил 45,3 %, а в суммарном выражении – 11,4 %.

Общее количество операций в иностранной валюте за 2009 г. составило 2 251 682 операции на сумму 581 673,03 тыс. дол. США. Удельный вес безналичных операций в общем количестве операций с использованием карточек в иностранной валюте составил 9,8 %, а в суммарном выражении – 5,0 %.

Анализ рынка пластиковых карт в Республике Беларусь позволяет сделать следующие выводы:

- пластиковые карточки успешно продвигаются на традиционных и новых рынках финансовых услуг;

- масштабы эмиссии и оборотов пластиковых карт позволяют говорить о глобальном характере основных международных платежных систем, использующих пластиковые карты;

- темпы роста объемов платежей с использованием пластиковых карт позволяют предположить, что безналичная форма расчетов может в обозримом будущем приобрести доминирующий характер;

- отечественные системы расчетов с использованием пластиковых карт находятся на начальном этапе развития;

- на рынке представлено множество типов карточек (золотая, стандартная, бизнес, с низким годовым процентом, без годового членского взноса и т. д.). Для каждого банка начинающего эмитировать карточку важнейшей проблемой является правильный выбор типа выпускаемой карты;

- современная стратегия поведения банка предполагает предложение таких стимулов и цен, которые, с одной стороны, не разорили бы банк, а с другой – не дали бы возможности клиентам использовать пластиковые карты банков-конкурентов.

Программа развития карточного бизнеса в сложившихся условиях должна включать несколько этапов.

I этап. Повышение доходности карточных проектов на уже существующей организационной и технической базе без привлечения новых капитальных вложений.

II этап. Развитие зарплатных проектов и международных пластиковых карт:

- пресечение тенденции ухода крупных корпоративных клиентов в другие банки, из-за наличия у последних развитой программы получения заработной платы сотрудниками предприятий через банкомат;

- привлечение сотрудников предприятия в качестве новых клиентов банка – физических лиц;

- дальнейшее увеличение прибыльности от программы пластиковых карт;

- оптимизация позиции банка на рынке международных пластиковых карт;

- подготовка к созданию централизованной системы пластиковых карт.

Реализация II этапа даст дальнейшее увеличение доходности карточной программы банка.

III этап. Создание централизованной системы пластиковых карт, расширение спектра новых услуг, предоставляемых клиентам:

- предоставление клиентам равного набора банковских услуг во всех филиалах банка, независимо от места открытия счета;

- расширение набора предоставляемых услуг по пластиковой карте;

- расширение количества точек обслуживания карточек за счет работы в белорусских и международных платежных системах.

После реализации III этапа в банке будет создана централизованная система пластиковых карт, которая позволит банку предоставлять современный спектр услуг на финансовом рынке, а также выведет программу пластиковых карт на уровень высокодоходного бизнеса.

IV этап. Расширение позиций банка в области пластиковых карт.

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ СИСТЕМЫ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА, ОЦЕНКА ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Н. М. Елина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. М. Карпенко

Развитие предпринимательства в Республике Беларусь, совершенствование его отраслевой структуры, усиление роли в решении актуальных социально-экономических проблем обуславливает необходимость активизации механизмов, обеспечивающих поддержку наиболее перспективных направлений предпринимательской деятельности и повышения ее эффективности.

Создание механизмов для развития инфраструктуры поддержки малого предпринимательства является одним из важнейших направлений государственной социальной и экономической политики.

Для малого предпринимательства (МП) необходима своя специфическая институциональная среда, отдельные элементы которой уникальны и создаются специально для оказания содействия ориентированному на производство и инновации малому бизнесу. Для развития МП необходим целый ряд материальных, технических условий и организационных предпосылок, к которым, в частности, относится создание системы государственных механизмов финансовой, организационной и управленческой поддержки [4, с. 8].

Наличие и функционирование инфраструктуры поддержки малого предпринимательства является основным фактором, определяющим потенциал развития МП. Формирование инфраструктуры включает деятельность центров поддержки предпринимательства (ЦПП), инкубаторов малого предпринимательства (ИМП) и субъектов инновационной инфраструктуры. Указом Президента Республики Беларусь от 03.01.2007 № 1 утверждено положение «О порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры», где в числе таковых названы научно-технологические парки; центры трансфера технологий; венчурные организации.

Важное значение в настоящее время имеют основные элементы инновационной инфраструктуры ЦПП и ИМП, которые получили в последнее десятилетие наибольшее развитие в нашей стране.

Количество элементов поддержки малого предпринимательства

Виды субъектов	Присвоен статус Министерством экономики Республики Беларусь	Справочно на 01.01.2009 г.
ЦПП	50	42
ИМП	9	7

В региональном разрезе

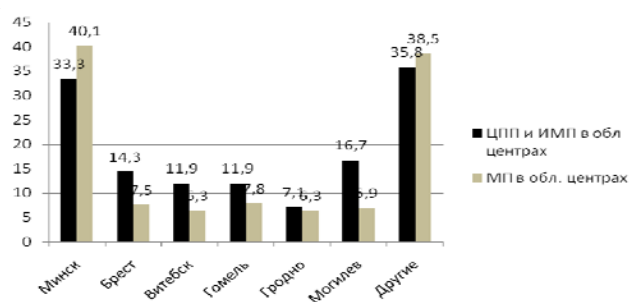


Рис. 1. Размещение ЦПП и ИМП по областным центрам, %

Основная доля функционирующих ЦПП и ИМП принадлежит г. Минску и г. Могилеву. Аналогичные тенденции можно проследить и в развитии малого бизнеса в разрезе г. Минска (рис. 1).

Особый статус среди элементов инновационной инфраструктуры в регионе занимают инкубаторы малого предпринимательства. Организация, которая создается на основе любых форм собственности и предоставляет на определенное время, на определенных условиях специально оборудованные под офисы и производство помещения субъектам малого предпринимательства, начинающим свою деятельность, в целях оказания помощи в постепенном налаживании и развитии своего дела и приобретении финансовой самостоятельности. Кроме сдачи площадей в аренду инкубатор предоставляет и другие услуги: консультирование по всему спектру юридических, экономических и социальных вопросов. Инкубатор малого предпринимательства помогает начинающим предпринимателям в установлении контактов с кредитными учреждениями, партнерами по бизнесу, объединениями предпринимателей, общественными организациями и др. Маркетинг рынков, сбор и проверка информации о деловых партнерах также могут входить в круг услуг, оказываемых ИМП [1, с. 27].

Основными задачами ЦПП являются оказание содействия субъектам малого предпринимательства в получении финансовых и материально-технических ресурсов, информационных, методических и консультационных услуг, в обеспечении квалифицированными кадрами, а также иное содействие в их деятельности.

Отличие ЦПП от ИМП состоит в том, что они обслуживают всех обращающихся к ним начинающих предпринимателей, содействуют в составлении бизнес-плана, установлении деловых контактов с партнерами, инвесторами и т. п. ЦПП может рекомендовать своего клиента для размещения в ИМП. В свою очередь, ИМП может вступить во взаимовыгодное сотрудничество с ЦПП при организации учебных семинаров, привлечении консультантов центра и т. д. [3, с. 31]. Одним из таких примеров является созданный в 2005 г. инкубатор малого предпринимательства ООО «Брестский инновационный бизнес-центр».

Научно-технические парки представляют собой соединения наукоемких фирм (или подразделений), формирующиеся вокруг крупных научных центров, обычно при университетах. Главная задача: обеспечить органическую связь фундаментальных и прикладных исследований, мобилизовать материальные и трудовые ресурсы для освоения новых высокотехнологичных производств, создание и развитие новых, технически сложных промышленных фирм [2, с. 48].

Венчурная организация (венчур) – коммерческая организация, создаваемая для осуществления инвестиционной деятельности в сфере создания и реализаций инно-

ваний, а также финансирование инвестиционных проектов. Направления данной организации основываются: на приобретении имущественных прав юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, осуществляющих инновационную деятельность; финансировании инновационных проектов; оказании управленческих, консультационных и иных услуг лицам, выполняющим инновационные проекты, финансируемые венчурной организацией. Осуществление венчурного бизнеса предпочтительно в форме малого предпринимательства в силу его повышенной степени риска, что позволяет снизить возможные издержки в случае провала проекта.

Центр трансфера технологий (далее – ЦТТ) – процесс передачи технологий из сферы разработки в сферу практического использования. Он способствует созданию новых производств, служит основой экономического развития государства, а для науки дополнительным источником финансирования [2, с. 43].

Для исследования функционирования действующей инновационной инфраструктуры широко применяют методику анкетного опроса субъектов этой деятельности. На основании анализа результатов анкетирования применяются те или иные решения по инновационной деятельности. Порядок составления анкет определяется, прежде всего, целями опроса [1, с. 163].

В целях выявления ключевых проблем функционирования действующей инновационной инфраструктуры и формированию предложений по ее развитию был проведен анкетный опрос ее субъектов. Из результатов анализа данных опроса для обеспечения дальнейшего развития инновационной инфраструктуры поддержки малого предпринимательства и повышения эффективности деятельности ее субъектов требуются меры в области:

- совершенствования финансового обеспечения (финансовая поддержка из средств государственных программ, обеспечение государственными заказами на выполнение работ и услуг); льготное налогообложение доходов от оказания услуг предприятиям, привлечение средств международных проектов и программ);

- улучшения имущественного обеспечения (существенное снижение ставок арендной платы, внедрение практики передачи в долгосрочное безвозмездное пользование помещений и оборудования);

- дальнейшего развития информационного и методического обеспечения (подготовка, переподготовка и повышения квалификации специалистов за счет средств госпрограмм, расширение информационного обеспечения, обеспечение методической литературой);

- совершенствования правовых условий деятельности, в целях расширения спектра оказываемых услуг (предоставление возможности оказания юридических, образовательных и иных услуг без получения соответствующих лицензий);

- усиления возможности влияния на формирование и реализацию государственной политики в области развития предпринимательства (участие представителей ЦПП и ИПМ в заседаниях местных органов власти и управления по вопросам предпринимательства, включение их в состав межведомственных советов и комиссий по вопросам предпринимательской деятельности, проведения мероприятий с участием представительства госуправления);

- совершенствования технологий и методов работы с клиентами, включая использование Интернет-ресурса и возможностей глобальной сети.

В целом для создания благоприятной среды субъектов инновационной инфраструктуры поддержки МП необходимо обратить внимание на улучшение экономических и правовых условий деятельности и на повышение их роли в реализации государственной политики в области развития предпринимательства, а также совершенствованию финансовой поддержки со стороны государства.

Литература

124. Анищик, В. М. Инновационная деятельность : учеб. пособие / В. М. Анищик, А. В. Русецкий, Н. К. Толочко ; под ред. Н. К. Толочко. – Минск : Издат. центр БГУ, 2006. – 175 с.
125. Анищик, В. М. Инновационная деятельность и научно-техническое развитие : учеб. пособие / В. М. Анищик, А. В. Русецкий, Н. К. Толочко; под ред. Н. К. Толочко. – Минск : Издат. центр БГУ, 2005. – 151 с.
126. Истомина, Л. А. Инкубаторы малого предпринимательства: зарубежный опыт / Л. А. Истомина. – Минск : ПРООН в Респ. Беларусь, 1998. – 188 с.
127. Мальгина, И. Инфраструктура поддержки малого предпринимательства: проблемы и перспективы / И. Мальгина, А. Шашко // Банки и экономика. – 2005. – № 35. – С. 8.

**МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ
В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Е. В. Деньгуб

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. М. Карпенко

Учитывая актуальность инноваций для достижения социально-экономических целей, вопросы активизации инновационной деятельности определены как один из приоритетов развития Республики Беларусь. На сегодняшний день наибольшее внимание при этом уделяется продуктовым и технологическим инновациям и наименьшее – управленческим, в то время как, в частности, инновации в оперативном управлении производством позволят сократить длительность производственного цикла, высвободить оборотные средства, снизить себестоимость продукции, оптимизировать товарно-материальные потоки, повысить уровень управляемости процесса производства, а в итоге – поднять продукцию предприятия на новый конкурентный уровень и получить новые рынки сбыта.

Оперативное управление производством – это область деятельности, в которой наука управления людьми объединяется с различными способами использования современных технологий. Оперативное управление производством включает следующие работы: 1) организация разработки и выполнения оперативно-календарных планов производства продукции и сменно-суточных заданий на уровне цехов, участков и рабочих мест; 2) организация обеспечения рабочих мест всем необходимым; 3) организация учета и контроля хода производства; 4) регулирование хода производства.

На межцеховом уровне оперативное управление осуществляется для решения принципиальных вопросов снятия, замены запущенных в производство изделий, включения в программу выпуска новых изделий, обеспечения внешних поставок комплектующих изделий, использования внутренних материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Задачи оперативного управления можно разделить на две группы. К первой группе относятся такие, которые вытекают из общего содержания управления как процесса планомерного и целенаправленного регулирования производства. Решение общих задач обеспечивает образование производственной системы, ее постоянное развитие. Вторая группа задач носит специфический характер, она непосредственно связана с производственным процессом и оказывает непосредственное влияние на уровень организации труда и управления. От того, как оно поставлено, в значительной степени зависят результаты хозяйственной деятельности предприятия.

Среди ученых, занимающихся вопросами оперативного управления производством, можно выделить труды Летенко В. А., Родионова Б. Н. [1], Новицко-го Н. И. [2], Сачко Н. С. [3], Соколицына С. А. [4], Татевосова К. Г. [5] и др.

Существующие методические подходы к оперативному управлению производством в основном ориентированы на выделение типов производства и имеют привязку к специфике отрасли, в частности, для машиностроительных предприятий методика предполагает массовое, серийное, мелкосерийное и единичное производства. Однако в настоящее время существует разная степень серийности, при этом массовости почти нет. В этой связи необходима разработка такой теории, которая позволила бы сочетать оперативное управление производством с разной степенью серийности.

Нами были исследованы используемые методы оперативного управления на РУП «Гомсельмаш» и предложена собственная авторская методика, предполагающая совмещение процессов оптимизации движения материальных потоков и организации трудовых процессов с учетом возможности организации многостаночного обслуживания. Эта задача особенно актуальна в связи с тем, что РУП «Гомсельмаш» значительные финансовые средства вкладывает в приобретение нового оборудования, имеющего, как правило, высокую степень автоматизации, что создает предпосылки для многостаночного обслуживания.

Специфические особенности методики заключаются в том, что она предполагает многокритериальный подход при выборе оптимального метода оперативного планирования производством. При этом используются четыре критерия:

- 1) уменьшение величины незавершенного производства;
- 2) минимизация численности основных рабочих-станочников (при условии обеспечения равнонапряженности норм);
- 3) оптимизация транспортных потоков (минимизация стоимости транспортировки изделий);
- 4) сокращение длительности производственного цикла.

Вышеизложенная методика включает ряд этапов, представленных на рис. 1.



Рис. 1. Этапы оперативно-производственного планирования

Расчеты, проведенные по одному участку механического цеха № 1 РУП «Гомсельмаш», дали следующие результаты: годовой эффективный фонд времени работы оборудования 3828,5 ч; минимальная расчетная численность производственных рабочих составила 7,5 человек. После составления плановых сменных заданий для каждого работника составляется «Сводное плановое сменное задание по участку для детали», после чего составляется «Сводное плановое сменное задание на участке». Далее осуществляется его корректировка (см. таблицу).

Скорректированное сводное плановое сменное задание на участке

Номер тех. операции	Табельный номер исполнителя								Итого
	1056	1159	1569	1425	1985	2014	2356	2785	
10	–	57	65	–	–	–	–	–	122
20	–	64	61	–	–	–	–	–	125
30	23	–	–	102	–	–	–	–	125
40	–	–	–	–	66	–	–	59	125
50	–	–	–	–	–	81	39	4	124
60	41	–	–	–	–	–	79	–	120

Для построения графиков межоперационных оборотных заделов используются данные схем закрепления операций за станками и распределение работ между рабочими; значения межоперационных оборотных заделов и значения размеров партий при транспортировке и количества транспортировок в смену.

Применение данной методики только на одном участке механического цеха № 1 РУП «Гомсельмаш» привело к сокращению длительности цикла изготовления деталей в цеху на 7 % и снижению незавершенного производства на 5 %.

Дальнейшее внедрение механизмов оперативного управления производством позволит увеличить эффективность деятельности предприятия за счет влияния на один из ключевых элементов успеха в конкурентной борьбе – на время и надежность сроков выполнения заказов. Организация и поддержание ритмичной работы каждого предприятия и его производственных подразделений позволит устранить традиционные потери ресурсов рабочего времени рабочих и оборудования по организационно-техническим причинам. Помимо этого организация и поддержание ритмичной работы каждого предприятия обеспечивает ему конкурентные преимущества: лидерство по минимуму затрат, гарантированное время доставки заказов, гибкое регулирование объемов производства и ряд других преимуществ.

Литература

- Летенко, В. А. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием : учеб. для вузов по специальности «Экономика и организация машиностроительной промышленности» : в 2 ч. / В. А. Летенко, Б. Н. Родионов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1979.
- Новицкий, Н. И. Организация, планирование и управление производством / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто. – Москва : Финансы и статистика, 2006.
- Сачко, Н. С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством : учебник / Н. С. Сачко. – Минск : Новое знание, 2005. – 636 с. : ил. – (Техническое образование).
- Соколицын, С. А. Организация и оперативное управление машиностроительным производством / С. А. Соколицын, Б. И. Кузин. – Ленинград, 1988.
- Татевосов, К. Г. Основы оперативно-производственного планирования на машиностроительном предприятии / К. Г. Татевосов. – Ленинград, 1985.

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ
ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГОМЕЛЬСТЕКЛО»)**

Н. А. Мандрусова, Д. С. Попов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. В. Голуб

Преобразования, происходящие в экономической и общественной жизни нашей страны, ставят вопрос об определении нового места и роли предприятия в системе экономических отношений. В современных условиях хозяйствования каждое предприятие несет полную ответственность за результаты своей работы, организуя производство и сбыт продукции с целью удовлетворения потребностей рынка и получения прибыли. Это базируется на точных, своевременных и экономически обоснованных расчетах и анализе технико-экономических показателей работы предприятия, что позволяет предприятию хорошо ориентироваться в ходе и перспективах технико-экономического развития производства. Промышленность Республики Беларусь в последнее время интенсивно развивается, а вместе с масштабом увеличивается и сложность управления – перед предприятиями встают все новые задачи. В этой ситуации важно не растратить время по пустякам, а сосредоточиться на ограниченном числе действительно важных для функционирования промышленного предприятия вопросов, таких как совершенствование технического уровня производства.

Данная тематика становится все более актуальной, так как на сегодняшний день в достаточно непростых условиях функционирования перед руководством любого предприятия зачастую открывается многообразие различных направлений совершенствования технологии и организации производства, с одной стороны, но, с другой стороны, возникает проблема выбора наиболее эффективных стратегий из рассматриваемых альтернатив.

Именно такая дилемма стояла и перед предприятием ОАО «Гомельстекло», которое является одним из ведущих предприятий на рынке Республики Беларусь по производству высококачественного стекла. Устаревшие производственные мощности, энерго- и материалоемкое производство, необходимость увеличения удельного веса экспортной продукции явились предпосылками для совершенствования технического уровня производства. Ведь, несомненно, рост технического уровня производства – основа повышения прибыльности и усиления позиций предприятия в конкурентной борьбе, особенно в современных условиях.

Так что же представляет собой технический уровень производства?

Под термином «технический уровень производства» понимается уровень организации, техники и технологии производства, характеризующий степень его развития через систему показателей. Для количественной оценки технического уровня существует система показателей, объединенных в три основные группы:

- показатели технического уровня средств (орудий) труда (фондовооруженность труда, техническая вооруженность труда, энерговооруженность, фондоемкость и др.);
- показатели уровня технологии производства (уровень механизации (автоматизации) производства, доля бракованной продукции и др.);
- показатели качества выпускаемой продукции (удельный вес экспортной продукции в общем объеме и др.).

На технический уровень производства оказывают влияние многочисленные факторы:

- уровень автоматизации производства;
- освоение новых производственных технологий;
- состояние производственных мощностей предприятия;
- повышение уровня качества выпускаемой продукции;
- реконструкция и техническое перевооружение производства;
- уровень квалификации персонала.

Экономическому анализу именно технического развития производства в Республике Беларусь пока еще не уделяется должного внимания. Трудности проведения анализа обусловлены отсутствием обобщающей оценки и комплексного планирования технического уровня как такового. Простое увеличение разнонаправленных мероприятий в планах технического развития промышленных предприятий, в числе которых имеются часто слишком общие или практически ничего незначащие, свидетельствует лишь о формальном подходе к планированию. Отсюда возникает сложность проведения комплексного экономического анализа и оценки технического уровня как отдельного предприятия, так и всего производства в целом.

Несмотря на все имеющиеся трудности, связанные с выбором направления совершенствования, проведением экономического анализа и поиском источников финансирования, предприятием осуществилась разработка одного из крупнейших инвестиционных проектов Беларуси по возведению новой крупнейшей технологической линии. Данное управленческое решение нашло свое выражение в привлечении государственных инвестиций в соответствии с программой инновационного развития Республики Беларусь на 2007–2010 гг. № 136, использование которых было направлено на строительство новой производственной линии (флоат-процесс) по производству полированного стекла, которое используется в различных сферах – от строительной до автомобильной промышленности. Длина конвейера более километра, производительность – 20 млн м² стекла в год или мощностью 780 тонн в сутки.

Ввод в эксплуатацию новых производственных мощностей позволит:

- увеличить выпуск товарной продукции более чем в 2 раза;
- повысить удельный вес экспорта продукции до 75 %, что особенно важно, учитывая прерогативу государства по освоению новых рынков сбыта (где третья часть продукции будет реализовываться в Беларуси, остальное будет поставляться на рынки России, Украины и Евросоюза);
- создать 265 новых рабочих мест;
- существенно снизить долю бракованной продукции.

Также реализация проекта осуществляется в рамках программы энергосбережения, так как показатели энергоэффективности нового производства в 1,8–2 раза эффективнее существующего уровня. При этом экстраполируемое значение показателя рентабельности основной деятельности предприятия при условии неизменной конъюнктуры рынка составит к 2013 г. порядка 19,8 % (1), графическое изображение которой имеет устойчивую положительную тенденции (рис. 1).

$$Y_{n+l} = Y_n + \Delta \bar{Y} \cdot l, \quad (1)$$

где $Y_n + l$ – экстраполируемый уровень; Y_n – конечный уровень ряда; l – период экстраполяции.

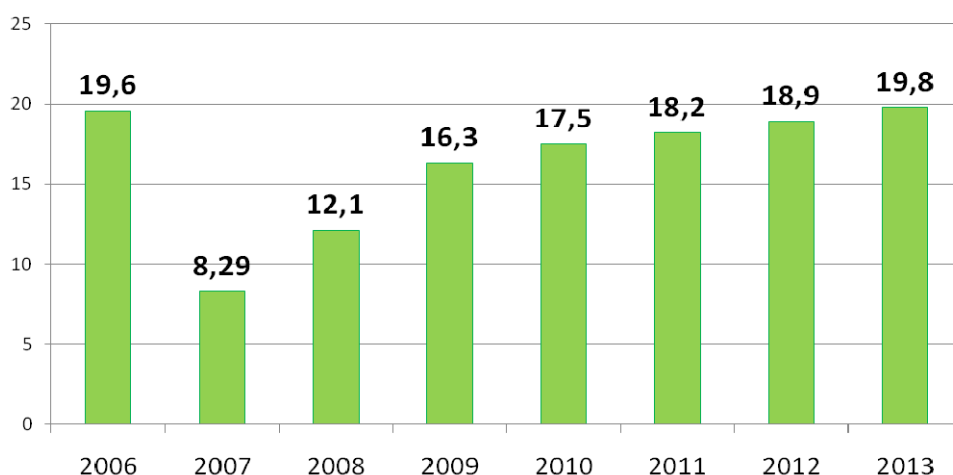


Рис. 1. Динамика рентабельности основной деятельности предприятия «ОАО «Гомельстекло»

А белорусские строительная, машиностроительная и мебельная отрасли будут в полном объеме обеспечены продукцией из стекла высшего качества. Проект оценивается в 353 млн евро, затраты по которому по плану окупятся через семь лет.

Таким образом, на уровне предприятия техническое развитие производства осуществляется на основе совершенствования технологии и организации производства. При этом результаты научно-технического прогресса и инновационной политики выражаются в техническом уровне производства, отражающим степень развития средств производства и прогрессивность технологий. Для каждого промышленного предприятия, будь то ОАО «Гомельстекло» или любое другое, тем более в условиях кризиса, главное – не стоять на месте, а уверенно идти в ногу со временем, эффективно используя свои конкурентные преимущества, активно продвигая выпускаемую продукцию на мировом рынке, создавая благоприятные условия для ведения бизнеса и инвестирования, а также являлось эталоном как для отечественных, так и зарубежных предприятий.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА ПРИ МНОГОСТАНОЧНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ (НА ПРИМЕРЕ РУП «ГОМЕЛЬСКИЙ ЗАВОД ЛИТЬЯ И НОРМАЛЕЙ»)

Е. В. Кушнерева, И. С. Федкович

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. М. Карпенко

Проблема нормирования труда рабочих на предприятиях машиностроительной отрасли стоит достаточно остро, наиболее сложной задачей является установление оптимального соотношения численности операторов и наладчиков, занятых многостаночным обслуживанием.

Нами была проанализирована практика нормирования труда на предприятиях машиностроительной отрасли города Гомеля. В качестве примера для анализа сложившейся системы нормирования труда операторов и наладчиков было выбрано предприятие машиностроительной отрасли РУП «ГЗЛиН». В связи с неэффектив-

ным нормированием численности данных рабочих на предприятии возникают проблемы, связанные с низкой производительностью труда и частым возникновением случаев брака.

В настоящее время для нормирования труда наладчиков на исследуемом предприятии используется нормативный метод.

При нормативном методе нормирования не анализируется конкретный трудовой процесс и не проектируется рациональная (для данных конкретных условий) организация труда. Не делается это потому, что для получения исходной информации, на основе которой устанавливается норма, такой анализ не нужен. Необходимая информация обычно имеется в планово-учетных документах.

При использовании данного метода нормы труда для конкретного производственного участка устанавливаются на основе статистических зависимостей, которые справедливы лишь в среднем для всей массы обследованных участков. Применение статистических зависимостей для отдельных элементов совокупности объектов в общем случае неправомерно. То, что справедливо в среднем, может быть неверным для отдельного объекта.

Данный метод нормирования труда имеет следующий недостаток: он не учитывает возможность возникновения подналадок, выполнение которых требует больших затрат времени.

В связи с этим целью данной работы является определение оптимальной численности операторов и наладчиков автоматного участка автоматного цеха на РУП «ГЗЛиН». Численность операторов и наладчиков в 2009 г. на РУП «ГЗЛиН» составила 38 и 23 человека соответственно. Операторы осуществляют контроль за работой закрепленных за ним станков, изменяют настройки машины и параметры в соответствии с производственной необходимостью, но кроме своей основной работы операторы автоматного участка также вынуждены выполнять самостоятельно подналадку оборудования, что относится к обязанностям наладчиков этого участка.

Такая ситуация связана с тем, что число наладчиков, работающих на автоматном участке, является недостаточным и они не успевают обслужить все станки, когда это необходимо.

Согласно нормативному методу численность наладчиков, осуществляющих запланированные наладки, должна составить 26 человек. Следовательно, для выполнения запланированных наладок необходимо нанять еще 3 наладчика. Но также наладчик выполняет подналадку, носящую вероятностный характер возникновения.

В связи с этим предлагается разделить наладчиков на две группы. Одна группа будет выполнять плановые работы: наладку оборудования, а вторая группа – случайно возникающие подналадки.

На участке осуществляется нециклическое обслуживание, поэтому расчет численности рабочих, выполняющих подналадки, предлагаем проводить по теории массового обслуживания (ТМО) [1].

Каждая система массового обслуживания имеет индивидуальные характеристики, моделирование которых требует всякий раз построения адекватного алгоритма расчета. Расчет оптимальных норм обслуживания и численности по формулам ТМО весьма трудоёмок и практически неосуществим в условиях большинства предприятий.

На основе данных табл. 1 рассчитаем оптимальное значение норм численности операторов и наладчиков (M), обслуживающих группу станков на автоматном участке (N). Критерий оптимальности – минимум суммарных часовых затрат на единицу оборудования (S).

Таблица 1

Исходные данные для установления оптимальной численности операторов и наладчиков

Показатель	Оператор	Наладчик
Время занятости рабочего, приходящееся в среднем на единицу работы (t_3), ч	0,258	1
Свободное машинное время, приходящееся в среднем на единицу работы ($t_{мс}$), ч	0,862	7
Нормативное среднее количество действующего оборудования (D_n), шт.	79,7	79,7
Норматив часовых затрат на содержание одного рабочего (C_p), руб./ч	11000	2924
Балансовая стоимость оборудования (s), млн руб.	10990	10990
Количество станков (N), шт.	105	105
Норматив часовых затрат на содержание единицы оборудования (C_o), руб./ч	2919	2919
Допустимый коэффициент занятости рабочего ($k_{дз}$), коэф.	0,85	0,85

Результаты проведенных математических расчетов для установления оптимальной численности операторов и наладчиков представим в табл. 2.

Таблица 2

Рассчитанные данные для установления численности операторов и наладчиков

Показатель	Численность, операторы/наладчики			
	25/14	26/15	27/16	28/17
Среднее количество действующего оборудования (D), шт.	83/92	82/91	82/90	82/90
Коэффициент занятости рабочего (k_3), коэф.	0,74/0,94	0,71/0,88	0,70/0,83	0,68/0,78
Суммарные часовые затраты на один работающий станок (S), тыс. руб./ч	20,8/7,1	21,1/7,2	21,3/7,3	21,6/7,4

Так как минимум суммарных часовых затрат на один работающий станок приходится на численность равную 16 человек, то является целесообразным принять численность наладчиков равную шестнадцати как оптимальную. Минимум суммарных часовых затрат на один работающий станок соответствует численности операторов, равной 25.

Таким образом, количество операторов, занятых на производстве, является завышенным и мы можем позволить себе сократить их численность на 13 человек. Так как численность наладчиков необходимо увеличить на 19 человек, то 13 операторов возможно перевести работать наладчиками.

Наладка и подналадка относятся к 4–6 разрядам работ. Разряды операторов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Численность операторов АЦ по разрядам в 2009 году

Профессия	Количество	В том числе по разрядам					
		I	II	III	IV	V	VI
Оператор	38	4	–	31	3	–	–

В связи с тем, что подналадка относится к 4–6 разрядам работ, а операторы автоматного участка в основном имеют третий разряд (31 оператор из 38 третьего разряда), то из-за несоответствия квалификации рабочих сложности выполняемых ими работ возникает брак на сумму 10 000 тыс. руб. ежемесячно.

Необходимо переобучение операторов в наладчики, которое можно проводить, не отрывая операторов от их основной работы. Оставшихся 6 наладчиков необходимо будет нанять.

Затраты, необходимые для установления оптимальной численности наладчиков: 7798,8 тыс. руб. в месяц.

Данные затраты будут покрываться величиной высвобожденных денежных средств, которые возникнут в результате уменьшения случаев возникновения брака по вине рабочих. Так как будет устранено осуществление несвойственных им функций, для выполнения которых они не обладают необходимой квалификацией.

Эффект от проведения мероприятия составит 2201,2 тыс. руб. в месяц.

Таким образом, в результате проведения данного мероприятия была установлена оптимальная численность операторов и наладчиков, устранено выполнение несвойственных функций операторами, уменьшено количество случаев возникновения брака по вине рабочего и получен положительный экономический эффект.

Литература

133. Генкин, Б. М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях : учеб. для вузов / Б. М. Генкин. – Москва : НОРМА, 2003. – 400 с.
134. Общемашиностроительные нормы обслуживания для вспомогательных рабочих основного и вспомогательного производства. – 4-е изд. – Москва : Машиностроение, 1974. – 201 с.

ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ ПРИБЫЛЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. Н. Савиночкина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

Основополагающую роль в формировании собственных финансовых ресурсов, необходимых для осуществления производственной деятельности предприятия, играет балансовая прибыль. Она представляет собой сумму операционной прибыли, прибыли от реализации имущества и прибыли от внереализационных операций. Причем на долю операционной прибыли приходится 90–95 % общей суммы балансовой, и на многих предприятиях операционная прибыль является единственным ис-

точником формирования балансовой прибыли предприятия. Поэтому очень важным является результативное управление операционной прибылью предприятия (рис. 1).

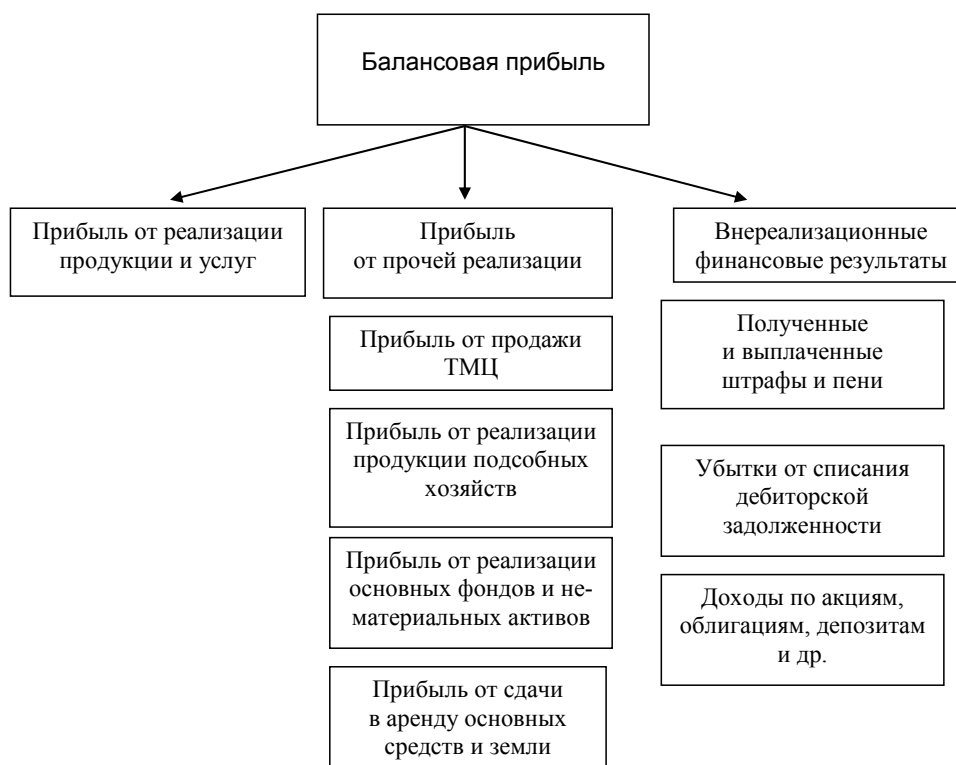


Рис. 1

Для этой цели применяется такой механизм, как «операционный леве́ридж». Как известно, вся совокупность операционных затрат предприятия разделяется на постоянные и переменные их виды. Операционный леве́ридж описывает зависимость, показывающую каким образом и в какой степени повышение или понижение постоянных затрат в общей сумме совокупности затрат влияет на динамику прибыли. Операционный леве́ридж в переводе означает операционный рычаг, так как даже небольшое изменение самого фактора или условий может привести к существенному изменению результативного показателя. Здесь появляется эффект рычага, как известно, позволяющего перемещать довольно тяжелые предметы действием небольшой силы. То есть постоянные операционные затраты самим фактом своего существования вызывают значительное изменение операционной прибыли при любом изменении объема реализации продукции. Следует отметить, что степень такой чувствительности прибыли к изменению объема реализации продукции неоднозначна на предприятиях, имеющих различное соотношение постоянных и переменных операционных затрат. Чем выше удельный вес постоянных издержек в общей сумме операционных затрат предприятия, тем в большей степени изменяется сумма операционной прибыли по отношению к темпам изменения объема реализации продукции.

Соотношение постоянных и переменных операционных затрат предприятия характеризуется «коэффициентом операционного леве́риджа», который рассчитывается как отношение суммы постоянных операционных издержек к общей сумме операционных издержек.

Чем выше значение коэффициента операционного левеиджа на предприятии, тем в большей степени оно способно ускорять темпы прироста операционной прибыли по отношению к темпам прироста объема реализации продукции. Иными словами, при одинаковых темпах прироста объема реализации продукции предприятие, имеющее больший коэффициент операционного левеиджа всегда будет в большей степени приращивать сумму своей операционной прибыли в сравнении с предприятием с меньшим значением этого коэффициента.

Конкретное соотношение прироста суммы операционной прибыли и суммы объема реализации, достигаемое при определенном коэффициенте операционного левеиджа, характеризуется показателем «эффект операционного левеиджа», который рассчитывается как отношение темпа прироста валовой операционной прибыли к темпу прироста объема реализации продукции. При помощи данной формулы мы всегда можем определить, задавая темп прироста объема реализации, в каких размерах возрастает сумма операционной прибыли при сложившемся на предприятии коэффициенте операционного левеиджа.

Действие операционного рычага связано с различной природой и влиянием текущих затрат на производство и реализацию продукции. В зависимости от изменения объема производства различают переменные затраты и постоянные, исследование которых составляет предмет анализа безубыточности. Результаты такого анализа можно представить графически (рис. 2).

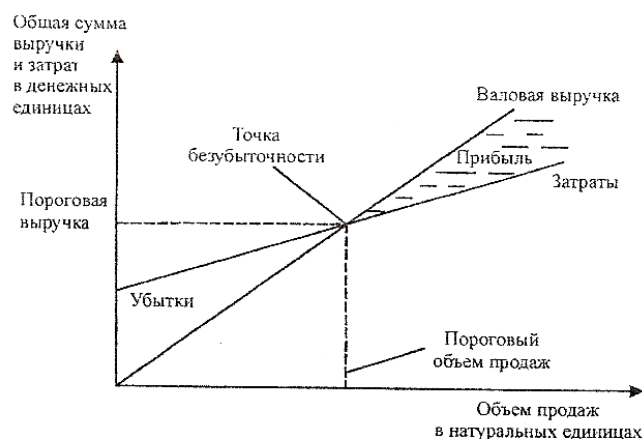


Рис. 2

В конкретных ситуациях операционной деятельности предприятия проявление механизма операционного левеиджа имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать в процессе его использования для управления прибылью. Основные из этих особенностей перечислены ниже.

Положительное воздействие операционного левеиджа начинает проявляться лишь после того, как предприятие преодолело точку безубыточности своей операционной деятельности. Для того чтобы положительный эффект операционного левеиджа начал проявляться, предприятие вначале должно получить достаточный размер маржинальной прибыли, чтобы покрыть свои постоянные операционные расходы (т. е. обеспечить равенство $МП = И_{\text{пост}}$). Это связано с тем, что предприятие обязано возмещать свои постоянные операционные затраты независимо от конкретного объема реализации продукции, поэтому чем выше сумма постоянных издержек и ко-

эффект операционного левеиджа, тем позже при прочих равных условиях оно достигнет точки безубыточности своей деятельности.

После преодоления точки безубыточности чем выше коэффициент операционного левеиджа, тем большей силой воздействия на прирост прибыли будет обладать предприятие, наращивая объем реализации продукции.

Наибольшее положительное воздействие операционного левеиджа достигается в поле, максимально приближенном к точке безубыточности (после ее преодоления). По мере дальнейшего наращивания объема реализации продукции и удаления от точки безубыточности эффект операционного левеиджа начинает снижаться.

Механизм операционного левеиджа имеет и обратную направленность — при любом снижении объема реализации продукции в еще большей степени будет уменьшаться размер валовой операционной прибыли.

Эффект операционного левеиджа стабилен только в коротком периоде. Это определяется тем, что операционные затраты, относимые к составу постоянных, остаются неизменными лишь на протяжении короткого отрезка времени.

Управление операционным левеиджем может осуществляться путем воздействия как на постоянные, так и на переменные операционные затраты.

При управлении постоянными затратами следует отметить, что постоянные затраты в меньшей степени поддаются быстрому изменению, поэтому предприятия, имеющие высокий коэффициент операционного левеиджа, теряют гибкость в управлении своими издержками.

На каждом предприятии имеется достаточно возможностей снижения при необходимости суммы и удельного веса постоянных операционных затрат. К числу таких резервов можно отнести существенное сокращение накладных расходов (расходов по управлению) при неблагоприятной конъюнктуре товарного рынка; продажу части неиспользуемого оборудования и нематериальных активов с целью снижения потока амортизационных отчислений; широкое использование краткосрочных форм лизинга машин и оборудования вместо их приобретения в собственность; сокращение объема ряда потребляемых коммунальных услуг и некоторые другие.

При управлении переменными затратами основным ориентиром должно быть обеспечение постоянной их экономии, так как между суммой этих затрат и объемом производства и реализации продукции существует прямая зависимость. К числу основных резервов экономии переменных затрат можно отнести снижение численности работников основного и вспомогательных производств за счет обеспечения роста производительности их труда; сокращение размера запасов сырья, материалов, готовой продукции в периоды неблагоприятной конъюнктуры товарного рынка; обеспечение выгодных для предприятия условий поставки сырья и материалов и другие.

Целенаправленное управление постоянными и переменными затратами, оперативное изменение их соотношения при меняющихся условиях хозяйствования позволяют увеличить потенциал формирования операционной прибыли предприятия.

Понимание механизма проявления операционного левеиджа позволяет целенаправленно управлять соотношением постоянных и переменных издержек в целях повышения эффективности операционной деятельности. Это управление сводится к изменению значения коэффициента операционного левеиджа при различных тенденциях конъюнктуры товарного рынка и стадиях жизненного цикла предприятия.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

И. И. Зыкун

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

На сегодняшний день наиболее эффективным вспомогательным инструментом любого предприятия для повышения финансовой устойчивости и надежности является комплексная реализация выработанных мероприятий и процедур по управлению рисками. В последние годы проблеме управления рисками уделяется все больше внимания. Причем не только в теоретическом плане, но и на практике руководители многих предприятий и организаций (не только финансовых, но также производственных и сферы услуг) приступили непосредственно к реализации систем управления рисками на предприятии.

В условиях политической и экономической неустойчивости степень риска возрастает. Высокая степень риска какого-либо проекта заставляет разработчика искать способы его снижения.

Основными способами уменьшения риска могут быть:

- привлечение к разработке проекта компетентных партнеров, компаньонов и консультантов;
- глубокая предпроектная проработка сопутствующих проблем;
- прогнозирование тенденции развития рыночной конъюнктуры, спроса на данную продукцию или услуги;
- распределение риска между участниками проекта, его соисполнителями;
- страхование;
- резервирование средств на покрытие непредвиденных расходов.

Риски подразделяются на следующие основные виды:

- 1) производственный (технический, технологический, распределительный, организационный, управленческий);
- 2) посреднический (риск прямой потери прибыли, риск денежных и имущественных убытков, риск возникновения гражданской ответственности);
- 3) коммерческий (риск недопоставок продукции, риск потерь);
- 4) финансовый (кредитный, имущественный, страховой, валютный, банковский, экономический, депозитный, неликвидности);
- 5) инновационный (социальный риск, риск, связанный с реализацией достижений научно-технического прогресса).

Критерии степени риска устанавливаются с помощью коэффициента риска (индекса риска):

$$I_p = \text{Предполагаемый убыток/Предполагаемый доход или Прибыль.}$$

При оценке риска используют многообразие способов расчета, основанных на статистических, расчетно-аналитических и экспертных методах. Статистический метод позволяет проследивать динамику потерь, и на их основе строится графическая кривая вероятностей ущерба.

Экспертный способ предполагает привлечение специалистов. Расчетно-аналитический метод оценки показателей рисков деятельности базируется на теоретических обоснованиях и представлениях.

Существует три основных направления управления риском:

- избежать риск (в случае, если проект находится на подготовительной стадии);
- принять риск (в случае, если вероятность его осуществления невелика и уровень потерь минимален);

Попытаться снизить риск, что может быть достигнуто при использовании следующих методов:

- самострахование осуществляется путем создания на предприятии специальных резервных фондов за счет отчислений от прибыли на случай возникновения непредвиденной ситуации;

- страхование – это передача определенных рисков страховой компании, могут быть использованы два основных способа страхования: имущественное страхование и страхование от несчастных случаев;

- одной из специфических форм страхования имущественных интересов является хеджирование. Хеджирование – это система мер, позволяющая исключить или ограничить риски финансовых операций в результате неблагоприятного изменения курса валют, цен на товары, процентных ставок;

- диверсификация – это процесс распределения инвестиционных средств между различными объектами вложения, которые непосредственно не связаны между собой;

- передача риска.

Для системы управления рисками необходимо соблюдение четырех основополагающих принципов:

Первый принцип – коллегиальный орган управления. Для эффективного управления рисками нужна децентрализация функций по принятию управленческих решений. Решения, связанные с риском, не должны приниматься одним человеком, или, если это необходимо, полномочия такого лица должны быть ограничены в разумных пределах. Это объясняется потребностью в устранении конфликта интересов (злоупотреблений в целях получения личной выгоды) и однобоких суждений (ясно, что ни один человек не обладает сверхспособностями). Такой коллегиальный орган управления формируется из наиболее разносторонних и опытных руководителей высшего и среднего руководящего звена. Именно эти люди могут рассматриваться в качестве членов коллегиального органа управления предприятием, на который будут возложены функции по управлению рисками.

Второй принцип – независимое аналитическое подразделение. Для поддержки процесса принятия управленческих решений требуется формирование специализированного и самостоятельного аналитического подразделения, сотрудники которого, являясь высококвалифицированными экономистами. Речь идет о планово-экономическом отделе, который может послужить в качестве базы для создания подразделения, отвечающего за независимую оценку рисков и информационно-аналитическую поддержку решений, принимаемых упомянутым коллегиальным органом управления.

Третий принцип – система внутреннего контроля. Как в любой сфере деятельности, для обеспечения эффективности принимаемых управленческих решений в сфере управления рисками необходима система контроля над их выполнением, как подразделениями предприятия, так и отдельно взятыми должностными лицами. Это, кстати, тоже нельзя назвать новшеством, так как действующий бюджетный процесс предполагает контроль исполнения утвержденных бюджетов. Если на предприятии

внедрено бюджетирование, создание системы внутреннего контроля будет в значительной степени облегчено.

Четвертый принцип – мотивация персонала. Как уже неоднократно отмечалось, важным (если не ключевым) условием внедрения предприятием риск-ориентированного менеджмента является развитие культуры корпоративного управления – культуры управления рисками. Практика показывает, что ни одна инициатива со стороны высшего руководства предприятия (кроме индексации зарплаты) не будет восприниматься рядовыми сотрудниками и менеджерами среднего звена должным образом без соответствующей мотивации.

Из изложенного следует, что управление рисками нельзя назвать чем-то принципиально новым для менеджмента предприятия – многие его составляющие в том или ином виде уже знакомы руководящему составу и даже присутствуют в повседневной работе предприятия. Поэтому интерес к внедрению риск-ориентированного менеджмента можно охарактеризовать как очередной эволюционный этап развития предприятия, который является закономерной реакцией на постоянный рост технологичности бизнеса и объективное ужесточение конкуренции как на внутреннем рынке, так и на международной арене. Это становится особенно актуальным, если учесть, что Россия находится на пороге вхождения во Всемирную торговую организацию (ВТО).

Можно сделать вывод о том, что организация управления рисками – отнюдь не тривиальная задача. В первую очередь потому, что для ее успешного решения необходимо урегулировать целый ряд вопросов, которые на первый взгляд кажутся абсолютно самостоятельными и совершенно не связанными ни с обсуждаемой темой, ни между собой. Все они так или иначе присутствуют в повседневной работе и как-то решаются, что естественным образом вытекает из интуитивного стремления рационального руководителя сохранить и преумножить эффективность деятельности управляемого им предприятия. Однако для того чтобы добиться реального эффекта от ежедневно принимаемых мер, необходим системный подход, который позволит исключить возможность повторного возникновения одних и тех же проблем, а также избежать появления новых. Поэтому достигнутый на предприятии уровень корпоративного управления и накопленный руководителями среднего и высшего звена опыт разрешения нестандартных ситуаций, безусловно, бесценны и позволят существенно упростить внедрение методов управления рисками.

Идея управления рисками проста и в то же время по-философски глубока — истинное мастерство руководителя заключается не в умении решать проблемы, а в умении не допускать их возникновения.

СОДЕРЖАНИЕ И ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ДИВЕРСИФИКАЦИЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Б. В. Болончук

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. А. Наумчик

В результате проведенных нами исследований определено, что управление диверсификацией деятельности промышленных предприятий представляет собой организационно оформленную и обеспеченную управленческими кадрами, информационными, техническими и программными средствами систему принципов, функций,

методик разработки, принятия и реализации управленческих решений, направленных на изменение разнообразия видов деятельности и рынков сбыта, перераспределение между ними производственных ресурсов, изменение в связи с этим формы организации хозяйственной деятельности, способов создания добавленной стоимости, осуществление институциональных и структурных трансформаций предприятия для достижения преследуемых им целей деятельности на основе реализации стратегии диверсификации.

Принципиальная схема системы управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий представлена на рис. 1.

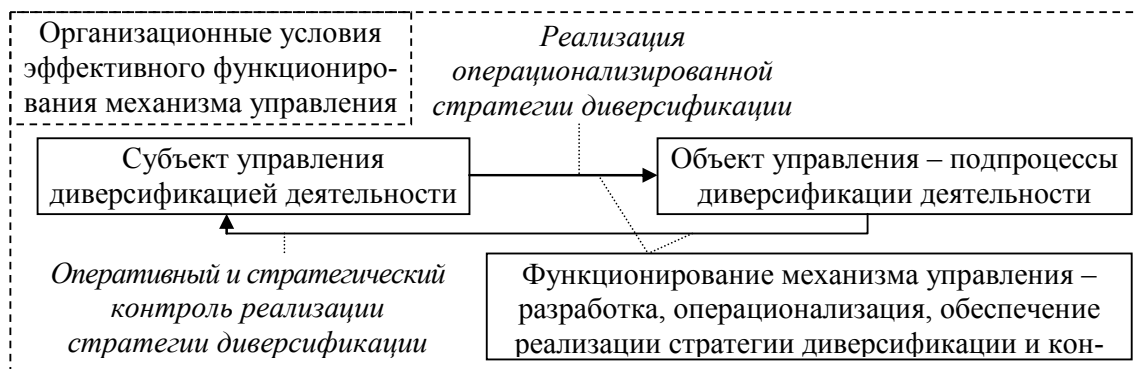


Рис. 1. Принципиальная схема системы управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий[†]

Согласно предлагаемому подходу управление диверсификацией деятельности промышленных предприятий заключается в целевом регулировании разнообразия видов деятельности и рынков сбыта, их ресурсного обеспечения, формы организации хозяйственной деятельности, способов создания добавленной стоимости, институциональных и структурных характеристик предприятия как ключевых факторов эффективности диверсификации его деятельности, соответствующих конкретным внутренним и внешним условиям функционирования. Предлагаемая нами имитационная модель функционирования механизма управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий представлена на рис. 2.

В результате проведенных исследований нами определено, что наиболее приемлемой для промышленных предприятий Беларуси формой технологирования управления диверсификацией деятельности является комплексный двухэтапный процессный (функциональный) подход, методологической основой которого являются концепция стратегического менеджмента и управление инвестиционными проектами, а процессы реализации отдельных функций управления формализованы в виде регламентов выполнения бизнес-процессов.

[†]Источник: разработка автора.

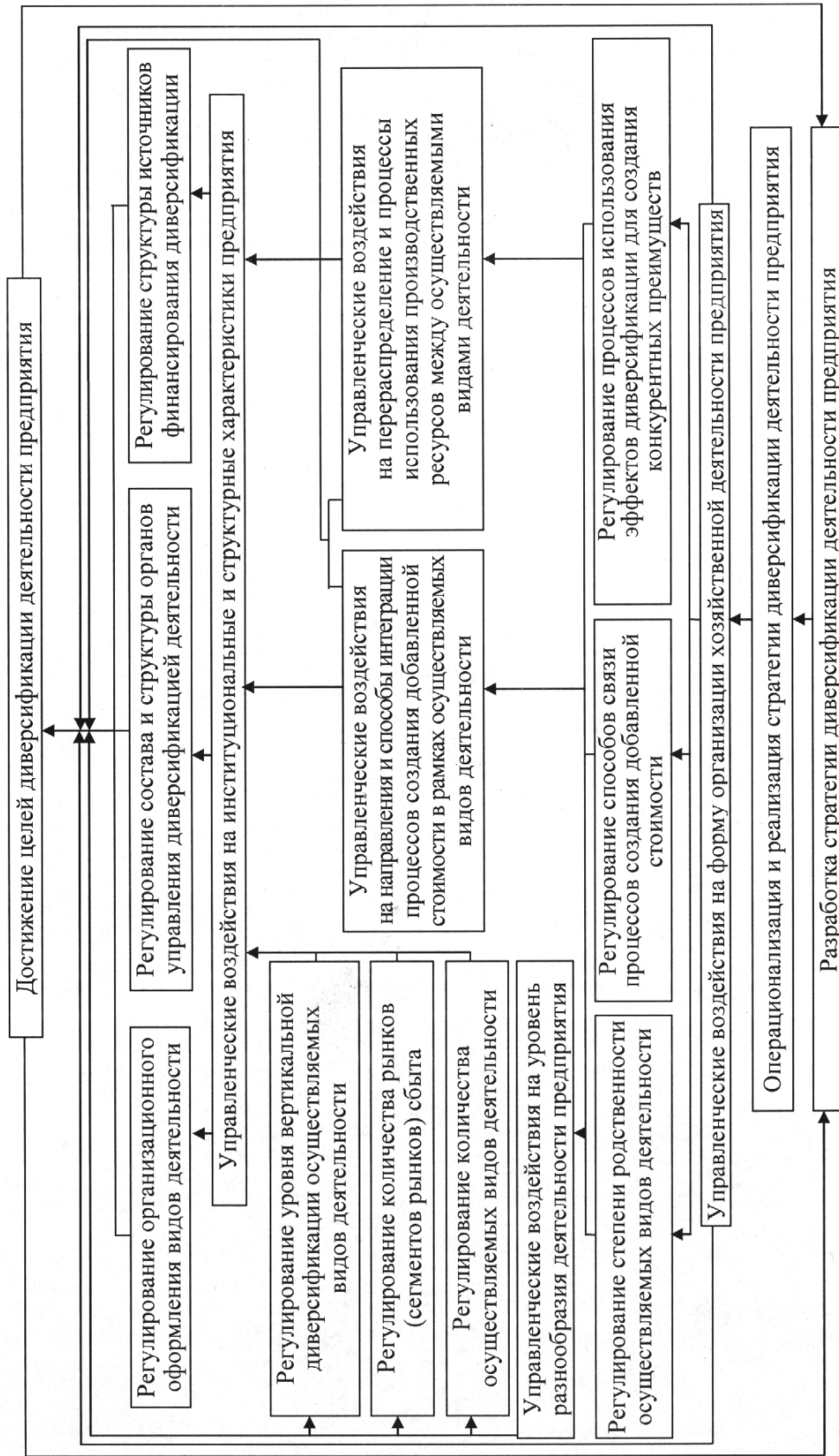


Рис. 2. Имитационная модель функционирования предлагаемого механизма управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий

* Источник: разработка автора.

Преимуществом предлагаемой формы технологирования управления является ее соответствие требованиям стандарта ИСО 9001 : 2000, возможность осуществления реорганизации существующих бизнес-процессов управления диверсификацией деятельности предприятий и внедрения информационных систем поддержки принятия управленческих решений, создания должностных и рабочих инструкций при внедрении стандартов серии ИСО 9000.

Структура системы и механизма управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий представлена на рис. 3.



Рис. 3. Структура системы и механизма управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий³

Таким образом, механизм управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий представляет собой совокупность принципов, функций и методик определения целей управления, а также разработки, принятия и реализации управленческих решений, направленных на достижение указанных целей и связанных с изменением разнообразия видов экономической деятельности и рынков сбыта, перераспределением между ними располагаемых производственных ресурсов, изменением в связи с этим формы организации хозяйственной деятельности и способов создания добавленной стоимости, осуществлением институциональных и структурных трансформаций предприятия для достижения преследуемых им целей деятельности на основе реализации стратегии диверсификации.

³Источник: разработка автора.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. А. Нициевская

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

Соглашусь со Стивом Джобсом в том, что «инновация отличает лидера от догоняющего». Но у каждой медали есть обратная сторона. Чем опасен инновационный подход для белорусского предпринимателя? Где таятся угрозы и проблемы? Именно эти вопросы я хочу обсудить в данной статье.

Хочу сразу отметить, что я не являюсь противником инновационного подхода. Более того, наш бизнес – консалтинг – требует своевременной реакции на любые изменения в бизнес-технологиях. Кроме того, консультанты просто обязаны знать и уметь оперировать инновационными методиками работы. Соглашусь со Стивом Джобсом в том, что «инновация отличает лидера от догоняющего». Но у каждой медали есть обратная сторона. Чем опасен инновационный подход для белорусского предпринимателя? Где таятся угрозы и проблемы? Именно эти вопросы я хочу обсудить в данной статье.

Итак, что ожидает компанию, когда она собирается использовать инновационный подход в своем развитии?

Как правило, при внедрении инновационного подхода мы сталкиваемся:

- 1) с ситуацией большой неопределенности;
- 2) с отсутствием знаний и опыта в реализации инноваций;
- 3) с успешным опытом других компаний и неуверенностью, что их путь сработает и в этом случае;
- 4) с формированием в восприятии потребителя новых ценностей бренда, которые, как правило, требуют больших затрат (маркетинговые, HR и т. д.);
- 5) с необходимостью развивать компетенции персонала (знания, системы, персонал и процессы);
- 6) с высоким сопротивлением Вашего персонала.

Все эти факторы становятся барьерами на пути инновационного подхода. Мы выделяем 10 барьеров, каждый из которых в состоянии сделать инновационный подход надгробной плитой для бизнеса.

Барьеры на пути инновационного подхода:

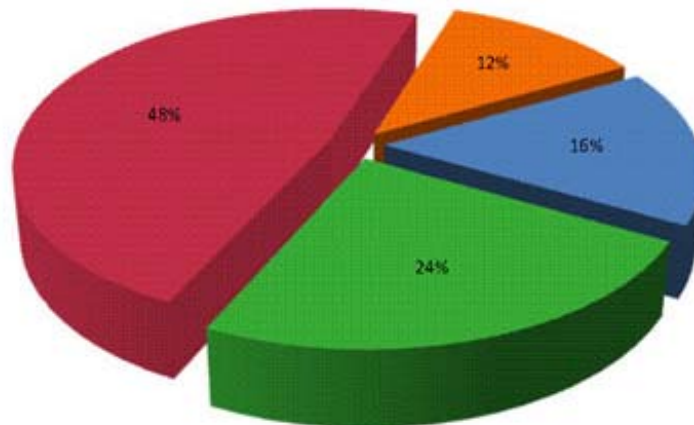
1. Отсутствие опыта стратегического планирования.
2. Низкий уровень жизнеобеспечивающих механизмов в компании (так называемый гигиенический фактор).
3. Низкая операционная эффективность бизнеса.
4. Отсутствие персонала на рынке труда с компетенциями в области инноваций.
5. Отсутствие сложившейся культуры инновационного подхода.
6. Сложность привлечения инвестиций под инновационные проекты.
7. Низкие бюджеты на развитие.
8. Низкие бюджеты на маркетинг.
9. Низкая конкуренция на рынке.
10. Кризис 2008–2009

Рассмотрим каждый барьер подробнее.

1. Отсутствие опыта стратегического планирования.

Надо констатировать факт, что белорусский бизнес, к сожалению, имеет небогатый опыт стратегического планирования.

На сегодняшний день опрошено более 1200 собственников и ТОП-менеджеров. 24 % из них заявили, что стратегическое планирование в их компании есть, и сотрудники четко знают стратегию своего предприятия. 16 % ответили, что стратегия существует только в сознании первых лиц, но нет документа, определяющего ее. В связи с этим руководители среднего звена абсолютно не догадываются о планах развития компании. 12 % подтвердили, что в компании есть ряд долгосрочных целей, но не все знают, как их добиться. И, наконец, 48 % еще не задумываются о стратегии.



Примечательно, что около 15 % опрошенных имеют опыт разработки и реализации стратегии 2 раза и более.

Хочу отметить, что реализация инновационного подхода предполагает долгосрочное планирование. Отсутствие такого опыта повышает риски неудачных инноваций. Как правило, первые результаты инновационного подхода проявляются через 3–4 года после внедрения. Подчеркну еще раз: без опыта долгосрочного планирования не обойтись.

2. Низкий уровень жизнеобеспечивающих механизмов в компании (так называемый гигиенический фактор).

Только 35 % компаний имеют на сегодняшний день работающий управленческий учет или элементы финансового учета и анализа. Из этих лишь 40 % имеют возможность принимать управленческие решения в режиме реального времени. А если компания не может быстро отслеживать затраты, доходы и, как следствие, не способна оперативно принимать эффективные управленческие решения, то все инновации становятся балластом, тормозящим развитие бизнеса.

Добавьте сюда слабую структуризацию отечественного бизнеса, отсутствие системы контроля, неумение мотивировать своих сотрудников... В этом случае становится понятно, что перспективы инноваций тускнеют.

3. Низкая операционная эффективность бизнеса.

Данный барьер является логическим продолжением предыдущего. Низкая производительность труда, раздутые штаты, дублирование функций – все это говорит о том, что белорусские компании еще далеки от потолка операционной эффективности. И прежде чем бросаться в омут инноваций, стоит понять, что можно добиться высокого результата при помощи более простых методов.

4. Отсутствие на рынке труда персонала, обладающего компетенциями в области инноваций.

Могу ответственно заявить, что на кадровом рынке Беларуси практически отсутствует персонал с опытом внедрения успешных инноваций. Нет таких директоров

по развитию, директоров по маркетингу, финансистов, HR-ов. Специалистов в области инноваций на нашем рынке можно посчитать на пальцах одной руки, и этих героев страна знает в лицо. Кроме того наблюдается дефицит специалистов в области проектного управления. А инновация – это всегда проект, в корне отличающийся от оперативной деятельности.

Если перечисленные риски Вас еще не убедили, предлагаю оценить следующие.

5. Отсутствие сложившейся культуры инновационного подхода.

Назовите известные инновационные решения в Беларуси за последние 5–7 лет. Что можно рассматривать в качестве успешных кейсов? На чьем опыте будут учиться молодые бизнесмены нашей страны?

Международная компания «Booz & Co» провела очередное исследование глобального рынка инноваций и разработок. В итоге был получен список из 1000 крупнейших мировых компаний в области инноваций. Совокупный исследовательский бюджет этих предприятий в 2007 году составил 492 млрд дол. Единственным представителем постсоветского пространства в этом списке оказался «Газпром». И о какой культуре или истории инновационного подхода в Беларуси может идти речь?

6. Сложность привлечения инвестиций под инновационные проекты.

По оценкам инвестиционных менеджеров на сегодняшний день инвестиционные проекты, связанные с инновациями, – самые проблематичные ввиду высоких рисков и, как правило, долгосрочного возврата вложенных средств. В условиях кризиса шанс на получение таких инвестиций сводится к нулю. Если внимательно прочитать все заявления крупных игроков рынка относительно кризиса, можно выделить 3 основные реакции:

а) сокращение персонала и заработной платы;

б) сокращение арендуемых (используемых) помещений;

с) сокращение и закрытие всех программ развития. Как правило, этот процесс начинается с приостановления инвестиционных программ развития.

7–8. Эти барьеры можно объединить, так как малые бюджеты на развитие и маркетинг уже стали легендами отечественного бизнеса. А мы помним, что инновации – это необходимость получения новых знаний и компетенций, а также приобретение сотрудников, обладающих этими компетенциями. Без серьезных вложений этого добиться нереально. Точно так, как без маркетинговых бюджетов невозможно изменить восприятие вашего бренда и ценностей в сознании потребителей. Не забудьте, что более 50% компаний вообще не располагают такими бюджетами и полноценными маркетинговыми подразделениями. А в условиях кризиса, в первую очередь, именно эти бюджеты подвергаются сокращению.

9. Низкая конкуренция на рынке Республики Беларусь.

Если внимательно посмотреть статистику, мы увидим, что большинство рынков имеют ежегодный рост 15–20%. И до европейской конкуренции нам еще очень далеко. В таких условиях много соблазнов усилить свою операционную эффективность, нарастить долю за счет роста компании (численности, производства и т. д.) и вообще не думать ни о каких инновациях.

10. Кризис 2008–2009.

Что делают большинство компаний в условиях кризиса? Снижают риски. Я очень сомневаюсь, что, прочитав 9 предыдущих барьеров, хотя бы 10% компаний бросятся в омут инноваций, из которых лишь каждая пятая успешна. Учитывая долгий период отдачи от инновационного подхода (в среднем 3–5 лет), я уверен, что отечественные бизнесмены не отважатся на такие риски.

Подводя итог, хочу заметить, что 10 барьеров инновациям – это не приговор, но очень хорошее предостережение от эйфории. Компания должна быть готова к инновационному подходу с точки зрения финансов, маркетинга, персонала, корпоративной культуры и фанатичной преданности лидеров инновационному подходу.

Секция VII ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АПК

ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Сипайло

Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь

Научный руководитель В. И. Высокоморный

Тенденции развития зернового производства определяются приоритетным положением этой отрасли в АПК, решающей ролью в удовлетворении продовольственной потребности страны. Значительный потенциал зернового хозяйства следует рассматривать как народное достояние, постоянный и один из наиболее крупных источников национального богатства.

Надежно обеспечить население страны продовольствием – это значит, в первую очередь увеличить производство зерна требуемого ассортимента и качества, поскольку из всех видов продукции АПК именно зерно является наиболее важным, необходимым, универсальным продуктом, на основе которого производится значительная часть продовольствия, и, прежде всего хлеб – социально значимый, традиционно незаменимый и повсеместно относительно экономически доступный продукт для повседневного и полноценного питания населения страны. Поэтому решение такой сложной и многоаспектной проблемы, как надежное обеспечение продовольственной безопасности страны, во многом зависит от уровня развития зернового хозяйства.

Посевы зерновых культур всегда преобладали в посевах с/х культур. В настоящее время зерновые культуры занимают 50–53 % в структуре посевных площадей. Зерновые культуры возделываются во всех областях. Наибольшие посевные площади под зерновыми культурами и зернобобовыми культурами сосредоточены в Минской области, но самая высокая урожайность характерна для Гродненской области.

Урожайность остается важным показателем оценки зернового производства и характеризует степень интенсивности сельского хозяйства.

Таким образом, на протяжении многих лет одним из ведущих регионов по производству зерна в Республике Беларусь является Гродненская область. На протяжении более чем 6 лет, в среднем урожайность по области составляет 37,27 ц/га. Самая высокая была отмечена в 2008 году свыше 44,32 ц/га. Урожайность зерна в 2008 г. в Гродненской области выше на 13,64 % по сравнению с урожайностью в целом по Республике Беларусь.

Наглядное отображение урожайности зерновых культур представлено на рис. 1.

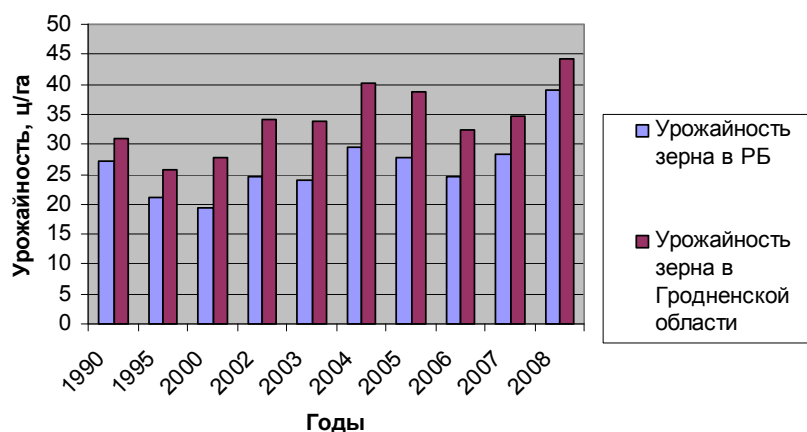


Рис. 1. Динамика урожайности зерновых культур в сельскохозяйственных организациях Гродненской области и Республики Беларусь

Из рис. 1 видно, что на протяжении последних лет урожайность зерновых культур в Гродненской области значительно превышает урожайность в целом по Республике Беларусь.

В 2008 г. валовой сбор зерна в Гродненской области составил 1732,5 тыс. т., при средней урожайности 44,32 ц/га. Уровень рентабельности составил 40,51 %. Однако в целом урожайность и показатель уровня рентабельности варьируют как по районам, так и по хозяйствам. Эффективность производства зерна по районам Гродненской области представлена в таблице 1.

Таблица 1

Показатели эффективности производства зерна в районах Гродненской области

Районы	Урожайность, ц/га	Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	Себестоимость 1 т, тыс. р.	Прибыль на 1 га, тыс. р.	Уровень рентабельности, %
Ошмянский	34,70	7,38	275,79	65,34	24,36
Дятловский	35,51	7,05	295,33	143,09	29,54
Слонимский	35,93	4,73	264,32	90,47	30,33
Ивьевский	36,73	9,54	244,77	145,75	42,10
Свислочский	38,00	5,65	261,53	103,45	30,51
Лидский	38,01	4,81	303,51	115,03	21,32
Островецкий	38,72	6,92	270,83	92,47	26,73
Новогрудский	39,64	6,89	291,62	189,35	34,65
Сморгонский	40,90	7,34	273,41	159,21	25,69
Вороновский	41,80	7,48	266,60	126,11	38,37
Зельвенский	45,33	6,28	303,72	283,30	37,84
Щучинский	45,37	7,85	274,41	186,02	43,78
Кореличский	49,54	3,16	254,56	277,55	57,94
Волковысский	50,26	5,07	244,53	316,67	54,84

Окончание табл. 1

Районы	Урожайность, ц/га	Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	Себестоимость 1 т, тыс. р.	Прибыль на 1 га, тыс. р.	Уровень рентабельности, %
Мостовский	57,97	6,89	275,45	281,13	40,85
Берестовицкий	62,31	3,45	253,01	329,34	54,67
Гродненский	64,55	5,05	304,67	415,35	47,13

Установлено, что самая низкая урожайность в Ошмянском районе 34,7 ц/га, а самая высокая – в Гродненском и Берестовицком районах, 64,55 и 62,31 ц/га, соответственно. Кроме того, можно отметить, что с ростом урожайности происходит увеличение доходности производства зерновых и зернобобовых культур.

Затем, проведя более глубокий анализ показателей производства зерна в 177 хозяйств Гродненской области, была установлена зависимость изменения уровня рентабельности от урожайности. На основании проведенной группировки были получены следующие данные:

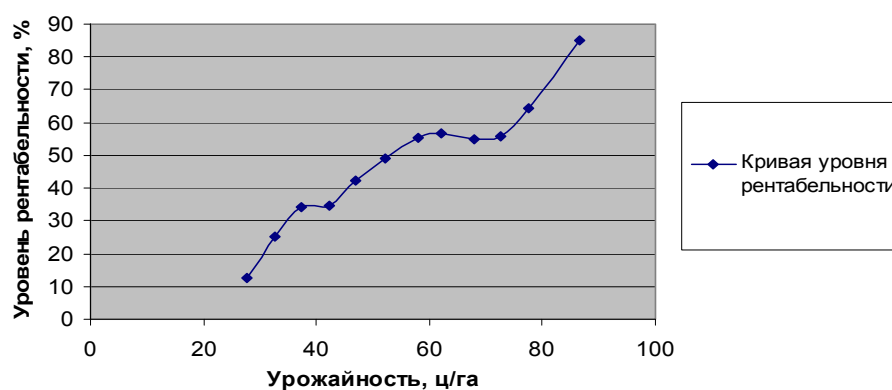


Рис. 2. Зависимость уровня рентабельности от урожайности зерновых культур

Из графика видно, что кривая уровня рентабельности подвержена значительным колебаниям, однако в целом можно отметить, что рост урожайности приводит к увеличению уровня рентабельности.

Наиболее доходной культурой является пшеница, в целом по области рентабельность ее производства достигает 64,98 % наиболее убыточным является производство овса – 5,87 %.

Таблица 2

Эффективность производства отдельных культур.

Культура	Уровень рентабельности (убыточности), %
Пшеница	64,98
Рожь	15,66
Тритикале	22,77
Ячмень	34,54
Овес	-5,87
Кукуруза	44,84

Основными путями повышения экономической эффективности производства зерновых и зернобобовых культур являются:

- Совершенствование технологий в зерновом хозяйстве:
 - оптимизация режима питания растений путем внесения необходимого количества удобрений строго по нормам и срокам на запрограммированный урожай;
 - применение наиболее рациональных схем размещений растений по лучшим предшественникам в системе севооборотов, позволяющих эффективно использовать землю и технику;
 - использование высокоурожайных сортов и гибридов зерновых культур, устойчивых к полеганию, болезням и вредителям;
 - поточное выполнение операций по отдельным технологическим стадиям;
 - своевременное и качественное выполнение всех технологических приемов на основе комплексной механизации производства;
 - применение интегрированных систем защиты растений от болезней, вредителей и сорняков.
- Повышение урожайности за счет повышения плодородия почв.
- Широкое внедрение в производство ресурсосберегающих, безотходных и экологически чистых технологий возделывания и уборки зерна с минимальными потерями.
- Сокращение потерь, имеющих место на всех стадиях производства зерна и его переработки.
- Устанавливать закупочные цены с учетом худших и лучших условий производства, для того чтобы поставит производителей в равные условия.
- Выбор наиболее выгодных каналов реализации.

Учитывая стратегическое значение продовольствия в мире и важнейшую роль зерна и продуктов его переработки в обеспечении продовольственной безопасности страны, отечественное зерновое хозяйство должно получить статус приоритетной отрасли АПК Республики Беларусь со всеми вытекающими из этого государственными мерами для ее развития.

Литература

135. Алтухов, А. Зерновое хозяйство России: рост без развития // Экономист. – 2009. – № 4.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Л. И. Кузьмич

Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь

Научный руководитель Д. В. Руденко

В последние годы в Республике Беларусь быстрыми темпами наращиваются объемы производства молока. Главными факторами данного процесса являются рост продуктивности коров и сокращение поголовья молочного стада. За 10 лет с 2000 по 2009 г. валовое производство молока в стране возросло на 46,7 % с 4489,6 до 6585,2 тыс. т. При этом каждый год отмечается прирост более 5 %, а в 2009 г. он составил 5,8 %. Растет и продуктивность коров. За 10 предыдущих лет она увеличилась на 119,2 % с 2150 до 4721 кг.

2009 г. в Республике Беларусь был отмечен ростом производства молока в сельскохозяйственных организациях на 8,4 %. Всего здесь было произведено 5570 тыс. т молока. Данный прирост был обеспечен, прежде всего за счет увеличения продуктивности коров молочного стада в среднем по стране на 266 кг (5,97 %). Средний удой молока от одной коровы достиг значения 4721 кг, в том числе в Минской области – 5105 кг, Гродненской – 5055 кг (см. таблицу).

Производство молока и продуктивность коров в сельскохозяйственных организациях Беларуси в 2009 году

№ п/п	Область	Средний удой молока от одной коровы, кг		Производство молока, тыс. т	
		2009 г.	+ , – к 2008 г.	2009 г.	в % к 2008 г.
1.	Минская	5105	235	1433,2	105,8
2.	Гродненская	5055	316	866,3	107,7
3.	Могилевская	4839	205	686,7	107,6
4.	Брестская	4785	274	1065,9	110,3
5.	Гомельская	4212	440	765,3	112,3
6.	Витебская	4149	135	753,0	108,2
По Республике Беларусь		4721	266	5570	108,4

Среди районов республики самый высокий удой молока от одной коровы был получен в Несвижском (7023 кг) и Гродненском районах (6605 кг). В 2009 г. прирост продуктивности составил в данных районах соответственно 258 и 277 кг.

Однако имеется ряд районов в стране, где продуктивность коров не превышает 4000 кг. Это районы Гомельской и Витебской областей. Так, в 2009 г. наименьший удой от одной коровы был получен в Ушачском районе Витебской области – 3283 кг, что на 30,5 % ниже среднего показателя по стране.

В целом по Беларуси в 301 сельскохозяйственной организации (18 %) продуктивность коров превысила 5500 кг. Наибольшее число таких хозяйств в Гродненской и Минской областях. При этом более 8000 кг от одной коровы получили лишь в 8 хозяйствах страны. Лидирует по продуктивности СПК Агрокомбинат «Снов», где в 2009 г. среднегодовой удой молока составил 9175 кг.

Анализируя рентабельность производства молока в целом по стране, необходимо отметить, что после 2000 г. наметилась тенденция ее роста, пик которой был достигнут в 2008 г., когда уровень рентабельности произведенного молока составил 18,4 % (рис. 1).

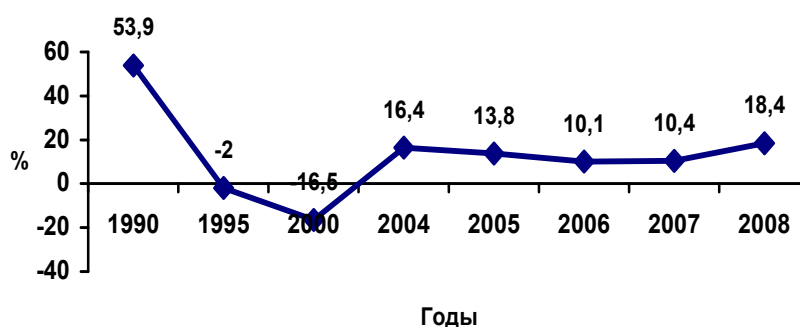


Рис. 1. Динамика рентабельности производства молока в Республике Беларусь

В период с 2004 по 2008 г. рентабельность производства молока в республике варьировала незначительно, в пределах от 10,1 до 18,4 %. Данная тенденция сохранится и в дальнейшем.

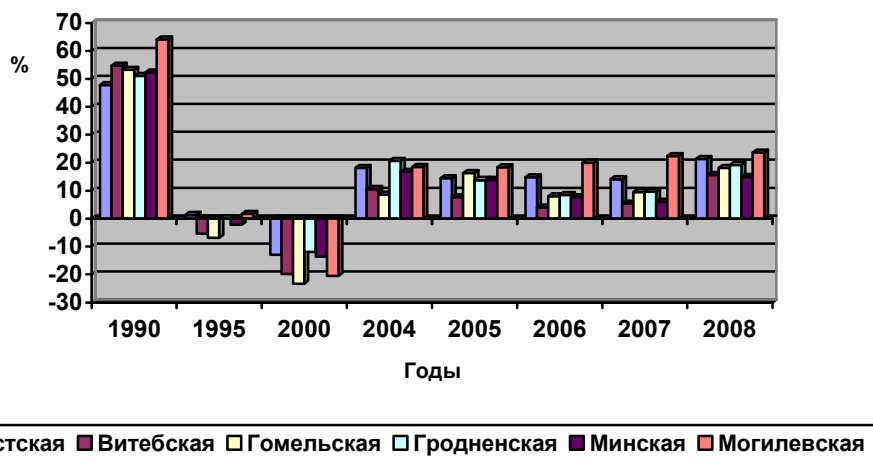


Рис. 2. Динамика рентабельности производства молока в разрезе областей

По данным рис. 2 видно, что наибольшая эффективность производства молока среди всех областей отмечается в Могилевской, Брестской и Гродненской областях. В 2008 г. уровень рентабельности молока составил здесь соответственно 23,6, 21,3 и 19,2 %.

Рост производства молока в стране обеспечил стабильность внутреннего рынка молока, поэтому дальнейшее наращивание объемов его производства определяет необходимость экспортной направленности отрасли. А для успешного функционирования отечественных производителей на мировом рынке необходимо производить молоко высокого качества и конкурентоспособное по цене.

В марте нынешнего года были повышены закупочные цены на молоко в среднем на 10 %. Сейчас они составляют на молоко «экстра» 1000 руб. за 1 кг, высшего сорта – 785, первого сорта – 725, второго сорта – 415 руб. Повышение закупочных цен связано с ростом затрат на его производство, а также с необходимостью поставить отечественных производителей в равные условия с производителями соседних стран, где закупочные цены на молоко более высокие.

Главным фактором роста конкурентоспособности производимых молочных продуктов является повышение качественных характеристик молока как сырья для перерабатывающей промышленности. В структуре молока, поступающего на переработку, в 2009 г. сорт «экстра» занимал лишь 2,2 %, высший сорт – 53,8 %, первый сорт – 38,7 % и второй сорт – 5,3 % (рис. 3).

С 2005 по 2008 гг. наблюдался рост поступления молока высшего сорта, когда его удельный вес увеличился с 46,5 до 61,2 %. Однако в 2009 г. значение данного показателя снизилось на 7,4 %. С 2004 г. уменьшался удельный вес молока первого и второго сортов, хотя в 2009 г. их удельный вес в структуре закупок вырос соответственно на 5,6 и 1,5 %. Увеличился за последний год и удельный вес молока сорта «экстра» на 0,3 %.

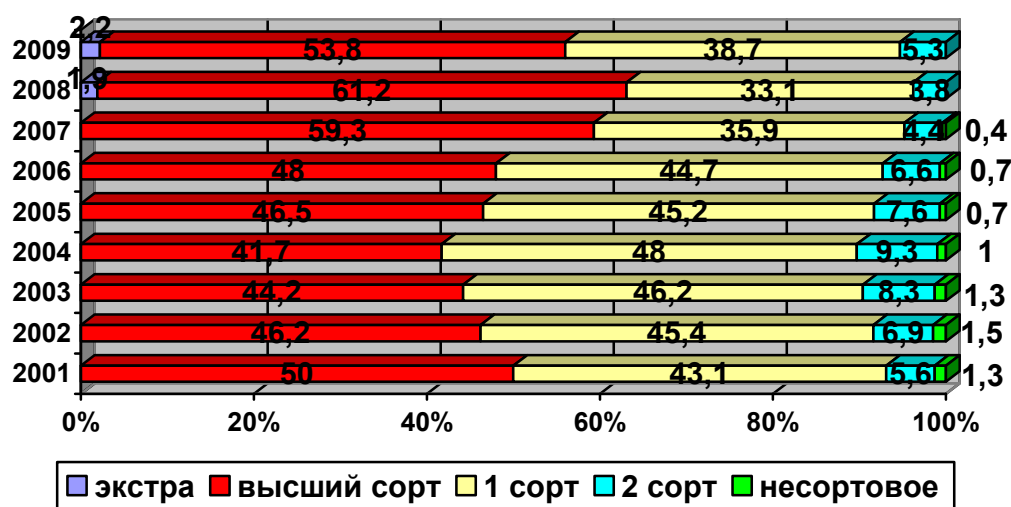


Рис. 3. Динамика сортового состава молока.

Увеличение производства молока высокого качества является существенным резервом сельскохозяйственных организаций в развитии молочного скотоводства.

Основным материальным ресурсом, определяющим продуктивность животных, себестоимость и качество производимого молока, являются корма. В структуре себестоимости молока они составляют 45–50 %. Эффективность использования кормов зависит от их качества, сбалансированности рационов кормления по основным питательным компонентам, их оптимальности по соотношению между грубыми, сочными и концентрированными кормами.

Качество скармливаемых кормов определяется технологией их заготовки. При этом следует учитывать следующие факторы: время уборки (с точки зрения фазы роста), скорость уборки, качество трамбовки, целенаправленное использование консервантов, герметичное закрывание и правильное использование сенажа и силоса.

Таким образом, выпуск качественных молочных продуктов с целью их конкурентоспособности на мировом рынке зависит от качественного сырья, поставляемого сельскохозяйственными организациями. В свою очередь качество молока определяется соблюдением технологии производства молока на молочно-товарных фермах, организацией основных технологических процессов.

Достижение высокой эффективности молочного скотоводства республики должно быть обеспечено качественно новыми технологиями производства. Поточное производство молока, дифференцированное кормление в зависимости от физиологического состояния животных и уровня продуктивности, технологичность, высокое качество продукции, снижение затрат на ее производство должно быть положено в основу интенсификации отрасли на базе промышленных технологий, независимо от размера фермы и коренного изменения системы кормообеспечения.

**О РАЗВИТИИ ЭКСПОРТОРИЕНТИРОВАННОГО
ПРОИЗВОДСТВА В ОАО «СЛОНИМСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ»****И. А. Леончик***Белорусский государственный экономический университет, г. Минск*

Научный руководитель Л. В. Корбут

Внешняя торговля в современных условиях является важнейшей частью национальной экономики, влияющей не только на динамику и устойчивость, но и на формирование ее структуры в целом. Рост мировой торговли и увеличение объемов внешнеторгового оборота сельскохозяйственным сырьем и продовольственными товарами в Республике Беларусь свидетельствует о возможности расширения участия страны в мировой торговле продовольствием.

Рост прибыли, получаемой в результате экспортной деятельности, поможет компенсировать рост стоимости энергоресурсов, закупаемых Беларусью у своих традиционных поставщиков. В условиях значительной открытости белорусской экономики именно уровень и объемы внешней торговли во многом определяют динамику развития Беларуси и благосостояние народа. Только имея беспрепятственный выход товаров и услуг на международные рынки и доступ к ресурсам (сырьевым, энергетическим, финансовым, информационным), Республика Беларусь сможет стать полноправным участником международной экономической системы, с интересами которого будут считаться.

Именно поэтому в 2010 г. объявлен конкурс «Лучшие товары Республики Беларусь на рынке Российской Федерации». Цель конкурса – стимулирование производства высококачественной конкурентоспособной отечественной продукции, повышение экспортных возможностей отечественных товаропроизводителей, создание высокой репутации белорусских товаропроизводителей на российском рынке.

Мероприятие проводится в масштабах Союзного государства, в рамках государственной программы «Качество» и программы «100 лучших товаров России» с 2001 г. За это время лучшими признана продукция более 500 белорусских производителей. В их числе ОАО «Слонимский мяскокомбинат». По итогам 2006 г. предприятие получило диплом победителя конкурса «Лучшие товары Республики Беларусь на рынке Российской Федерации» за высокое качество поставляемых в Россию консервов «Говядина тушеная» высшего сорта. Кроме того, в 2006 г. комбинат был удостоен премии правительства Беларуси за достижения в области качества.

Для ОАО «Слонимский мяскокомбинат» выпуск экспортоориентированной продукции является дополнительным источником прибыли, расширения рынков сбыта, стимулом для повышения конкурентоспособности и привлекательности своей продукции. Создание такой продукции мяса и мясопродуктов – длительный и сложный процесс, требующий от производителя учета и контроля всех факторов, влияющих на повышение качества, определение вкусов и предпочтений зарубежных потребителей. Необходимо соблюдать зарубежные нормы и стандарты.

На предприятии внедрена и успешно функционирует система менеджмента качества СТБ ИСО 9001. Продукция ОАО «Слонимский мяскокомбинат» вырабатывается из охлажденного, без гормональных добавок мяса, выращенного на экологически чистой территории Гродненской области Республики Беларусь. Основная продукция, производимая на мяскокомбинате: колбасные изделия, копчености, полуфабрикаты, мясные и мясорастительные консервы, жиры, мясо скота и свиней, сухие животные корма, шкуры КРС. Гордость предприятия – сырокопченые колбасные из-

деля, вырабатываемые на современном импортном оборудовании. Их широкий ассортимент и высокое качество позволяет удовлетворить вкус даже гурманов.

Доля экспорта в ОАО «Слонимский мясокомбинат» занимает около 30 % валового производства. Предприятие экспортирует 120–140 тонн бескостного мяса, а также мясо на кости в тушах, полутушах, разделанные и упакованные мясные полуфабрикаты ежемесячно в Российскую Федерацию, Казахстан, Украину.

Для реализации экспортной политики необходимо владеть ситуацией на сырьевых рынках ОАО «Слонимский мясокомбинат», следить за качеством сырья, сбалансированностью рациона животных, условиями их содержания, породностью скота, наличием высококвалифицированных кадров в хозяйствах, гуманным отношением к животным. В то же время сырье для мясокомбината не должно быть дорогим, так как произведенная из данного сырья продукция не сможет конкурировать по ценам с более дешевой продукцией других мясокомбинатов. Для снижения себестоимости мяса необходимо применение современных норм и нормативов по сбалансированности рационов животных с использованием экономико-математических оптимизационных моделей, применение в хозяйствах научной организации труда, проведение автоматизации и механизации.

Работать с сырьевыми зонами очень сложно, так как необходимо отслеживать туши, нумеровать и знать, из каких хозяйств поступило мясо, контролировать наличие антибиотиков. Необходимо также призывать хозяйства соблюдать технические нормы при выбраковке. Например, полтора-два месяца перед убоем корову нельзя доить. Напротив, она должна питаться только кормами без всяких добавок и лечения и наращивать мышечную массу. При сдаче животного на мясокомбинат хозяйства дают ветеринарное свидетельство и подтверждают, что животные здоровы и в течение последних 30 дней ветпрепараты не применялись.

Очень сложно соблюдать нормативы по наличию ветеринарных препаратов в мясе, так как только одних современных антибиотиков в животноводстве используется десятки наименований, не говоря уже о других препаратах. В санитарных нормативных документах Республики Беларусь контролируется только четыре антибиотика, из них два уже давно не используются в животноводстве. В Европейском союзе разрешен максимально допустимый уровень для тетрациклинов в мясе до 100 мкг, но запрещен левомицетин. А в Республике Беларусь в обоих случаях норма допускает их содержание до 10 мкг.

Для решения данной проблемы необходимо провести следующие основные мероприятия:

- исключить поступления на мясокомбинат скота вынужденного убоя;
- усилить лабораторную базу государственной ветеринарной службы (речь идет о закупке жидкостных хроматографов, с помощью которых работают зарубежные партнеры).

Кроме того, необходимо провести маркетинговые исследования зарубежных рынков с целью реализации продукции мясокомбината не только зарубежным переработчикам, но и напрямую в торговые сети, так как стоимость продукции глубокой переработки в 2–3 раза выше.

Реализация вышеназванных мер позволит обеспечить должное качество сырья для ОАО «Слонимский мясокомбинат», что, в свою очередь, повысит его конкурентоспособность и укрепит его позиции на зарубежных рынках.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ЗЕМЕЛЬ КАК ФУНКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

В. В. Савченко

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки

Научный руководитель А. С. Помелов

В юридической литературе контроль рассматривается как необходимая функция управления обществом наряду с организацией, регулированием, координацией и другими; как важнейшее условие эффективности организации управления и одно из средств обеспечения законности и дисциплины в государственном управлении; как фактор рационального, а тем более, научного управления; как одна из форм обратной связи и т. д.

На современном этапе развития земельных правоотношений осуществление государственного контроля за использованием и охраной земель является одной из основных функций управления земельными ресурсами. Ведение государственного контроля как инструмента, обеспечивающего рациональное использование и охрану земель, нашло отражение в ст. 46 Конституции Республики Беларусь, а также в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.

Как показал опрос руководителей областных, Минской городской, районных и городских землеустроительных и геодезических служб, подавляющее большинство респондентов (73 %) считает, что государственный контроль за использованием и охраной земель – это важный элемент, который наряду с другими является неотъемлемым инструментом реализации государственной земельной политики.

Согласно ст. 90 Кодекса Республики Беларусь о земле государственный контроль за использованием и охраной земель осуществляется в целях соблюдения всеми гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами установленного порядка пользования землями, земельными участками, а также иных правил и норм, предусмотренных законодательством об охране и использовании земель [1].

Земельный контроль, как и любая другая форма управленческой деятельности, основывается на определенных принципах, под которыми следует понимать правовые положения, определяющие осуществление всех его форм и стадий и обеспечивающие выполнение стоящих перед ним задач.

На основании проделанного анализа существующей нормативной правовой базы и практики работы государственных инспекторов по использованию и охране земель к группе данных принципов были отнесены принципы законности, гласности, равенства субъектов земельных правоотношений перед законом, принципы взаимодействия, всеобщности (повсеместности), систематичности, действенности (эффективности), независимости государственных инспекторов и др. Следует отметить, что согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. решение задач по совершенствованию экологической политики и экономического механизма природопользования наряду с другими также базируется на принципах возмещения вреда, причиненного в результате вредного воздействия на среду; неотвратимости правовой и экономической ответственности за экологически опасное, нерациональное и неэффективное использование природных ресурсов; ответственности за нарушение законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды [2].

Контроль за использованием земли все чаще становится комплексным, охватывая не только юридические, но и другие стороны землепользования – экономические, социальные, природоохранные, эстетические. Многие авторы отмечают особую роль государственного земельного контроля как инструмента, обеспечивающего рациональное использование и охрану сельскохозяйственных земель.

Использование земли во многих странах всеми собственниками строится в строгом соответствии с их правовым режимом, хотя и регулируется по-разному. В Шотландии, например, собственник, нарушивший его, лишается земли, которая может быть изъята в административном порядке. Во Франции более 30 лет существует сложная система контроля над рынком земли. В соответствии с французским Гражданским кодексом к изъятию земельных участков (с выплатой справедливой цены), как принудительной мере, прибегают в связи с нецелевым использованием земель, неиспользованием земель, снижением их плодородных свойств.

В США охрану сельскохозяйственных земель гарантирует подготовка отчетов об экологическом состоянии, которые были введены Актом о национальной политике в области окружающей среды (1968 г.). Оценка воздействия на окружающую среду и принимаемые в связи с ней решения – наиболее важные правовые инструменты поддержания стабильности сельского и лесного хозяйства, поскольку заставляют каждое официальное лицо охранять природные ресурсы. Фермеры и другие землевладельцы «совместно, строго и порознь» отвечают за восстановление любых земель, которыми они владеют, на которых они работают или которые загрязняют. Все правила и предписания по использованию земли в США исполняются беспрекословно, так как в случае их невыполнения предусмотрена система экономических стимулов и штрафов [3].

Согласно Закону Норвегии о земле все обрабатываемые сельскохозяйственные земли, которые могут быть основой для рентабельного хозяйствования, должны содержаться в образцовом порядке. При этом владельцы могут обязать сдать неиспользуемую землю в аренду сроком до десяти лет либо принять меры по конфискации земельной собственности полностью или частично в целях передачи иным землепользователям.

В Японии существует систематический парламентский контроль, порядок которого установлен Основным законом Японии о земле, предусматривающий ежегодный доклад парламенту о ценах на землю, направлениях ее использования, тенденциях на земельном рынке, предпринятых мерах для повышения эффективности использования земельных ресурсов [4].

Сельскохозяйственные законы Великобритании предоставляют министру сельского хозяйства или назначенному им иному лицу право периодически инспектировать все сельскохозяйственные предприятия. Обнаружив неправильное использование земли и ведение хозяйства, министр может: учредить надзор над хозяйством, в некоторых случаях – прекратить аренду; заменить арендатора другим лицом, передав ему право аренды; предписать изменение назначения земель фермы (например, сокращение пастбищ). Аналогичные меры устанавливает законодательство Франции, Германии и ряда других стран.

В Республике Беларусь также предусмотрено принудительное изъятие земельных участков при использовании их не по целевому назначению, при неосуществлении мероприятий по охране земель, при неиспользовании земельных участков и в иных случаях нарушения действующего законодательства.

Особое значение государственный контроль за использованием и охраной земель приобретает в связи с проблемой деградации земельных ресурсов, которая обусловлена нерациональным использованием и истощением земель, прямым уничто-

жением естественных экосистем, сокращением продуктивной способности земли, все возрастающим техногенным загрязнением почв.

Для республики характерна высокая степень хозяйственной освоенности земель. По состоянию на 1 января 2009 г. площадь сельскохозяйственных земель составляла 8944,7 тыс. га (43 % от площади республики), в том числе пахотных – 5516,4 тыс. га (27 %). Долгие годы приоритетным направлением государственной земельной политики являлось увеличение площади сельскохозяйственных земель. В настоящее время их площадь на одного жителя республики составляет 0,92 га. Однако активное освоение земель имеет и свои негативные последствия.

Согласно данным Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси общая площадь сельскохозяйственных земель с эродированными почвами составляет 556,5 тыс. га, из них 479,5 тыс. га – пахотные земли. Водная и ветровая эрозия почв наносят существенный экономический и экологический ущерб. Потери урожая основных сельскохозяйственных культур на эродированных землях составляют в зависимости от степени эродированности для зерновых культур 12-40 %, льна – 15-40, многолетних трав – 5-30, пропашных – 20-60 %.

В результате проведения преимущественно во второй половине XX столетия гидротехнической мелиорации было осушено 3,4 млн га, из которых 2,9 млн га – с использованием в качестве сельскохозяйственных земель. Это привело к коренному изменению естественного водного режима территории республики, в наибольшей степени затронувшему сельскохозяйственные земли. В настоящее время в Беларуси деградировано около 190 тыс. га торфяных почв, на которых слой торфа разрушен полностью. По прогнозам к 2020 г. их площадь увеличится еще, как минимум, на 10–12 % [5].

Процесс деградации земель сложно выявить без сопоставления с исходной ситуацией, поэтому необходима система наблюдения и контроля за процессами деградации и их динамикой. Таким образом, данные, получаемые в результате осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель, в ряде случаев являются исходной информацией для ведения мониторинга земель и земельного кадастра.

Для повышения эффективности осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель целесообразно структурно-функциональное совершенствование органов государственного контроля за использованием и охраной земель; повышение эффективности взаимодействия между органами, выполняющими надзорно-контрольные функции, законодательное разграничение их полномочий; усиление ответственности за нарушение земельного законодательства; повышение роли профилактики нарушений; повышение квалификации госинспекторов; внесение в Положение о государственном контроле за использованием и охраной земель пунктов, оговаривающих ответственность и гарантии правовой защиты госинспекторов, прохождение ими аттестаций; улучшение и модернизация существующей материально-технической базы и др.

Литература

136. Кодекс Республики Беларусь о земле (23 июля 2008 г. № 425-3). – Минск : Учеб. центр подгот., повышения квалификации и переподгот. кадров землеустроит. и картографо-геодез. службы, 2008. – 83 с.
137. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Национальная комиссия по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редколлегия: Я. М. Александрович [и др.]. - Минск : Юнипак, 2004. – 200 с.
138. Комов, Н. В. Управление земельными ресурсами России: Российская модель землепользования и землевладения. – Москва : РУССЛИТ, 1995. – 301 с.

139. Кресникова, Н. И. Институциональные основы земельных отношений в России и зарубежных странах : науч. тр. ВИАПИ им. А. А. Никанова. – Москва : ВИАПИ:ЭРД, 2006. – Вып. 16. – 245 с.
140. Глобальные природоохранные конвенции ООН / О. Н. Сидоренко. – Минск : УП «Орех», 2004. – 12 с.

ВЕДЕНИЕ КРЕСТЬЯНСКОГО (ФЕРМЕРСКОГО) ХОЗЯЙСТВА В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. А. Новикова, О. С. Бруня, Т. А. Рустамов

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

Научный руководитель В. В. Савченко

Крестьянское (фермерское) хозяйство – одна из организационно-правовых форм ведения сельскохозяйственного производства. Это коммерческая организация, созданная одним гражданином (членами одной семьи), внесшим (внесшими) имущественные вклады, для осуществления предпринимательской деятельности по производству сельскохозяйственной продукции, а также по ее переработке, хранению, транспортировке и реализации, основанной на его (их) личном трудовом участии и использовании земельного участка, предоставленного для этих целей в соответствии с законодательством об охране и использовании земель [1], [2].

В настоящее время правовую основу деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств определяет Закон Республики Беларусь от 19 июля 2005 г. № 44-З «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Беларусь по вопросам правового положения крестьянского (фермерского) хозяйства», Гражданский кодекс, Кодекс о земле и другие нормативные правовые акты. В тексте новой редакции Закона «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» в качестве синонима используется понятие «фермерское хозяйство», что подчеркивает предпринимательскую деятельность хозяйства, ориентированную на производство и реализацию сельскохозяйственной продукции.

Начиная с 1991 г. в процессе реформ в республике было организовано более 6 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств. Однако около 4 тыс. фермерских хозяйств прекратило свою деятельность. По состоянию на 1 января 2010 г. в Республике Беларусь насчитывалось 2045 крестьянских (фермерских) хозяйств, в том числе в Брестской области – 413 (20 % от их общего количества), Гродненской – 306 (15 %), Витебской – 329 (16 %), Минской – 471 (23 %), Могилевской – 268 (13 %) и в Гомельской – 258 (13 %), за которыми закреплено 124,5 тыс. га земли.

В табл. 1 приведены данные о количестве крестьянских (фермерских) хозяйств в Гомельской области.

Таблица 1

Изменение числа крестьянских (фермерских) хозяйств в Гомельской области

Показатели	Годы (по состоянию на 1 января)									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Число хозяйств	399	364	331	323	331	279	258	245	243	245
Площадь земель, тыс. га	10,8	12,6	17,0	18,1	28,3	22,5	15,0	14,5	15,2	15,2
Средний размер земельного участка, га	27,1	34,6	51,4	56,0	85,5	80,6	58,1	59,2	62,6	62,1

Как видно из табл. 1, в Гомельской области, как и в целом по республике, длительное время наблюдалось сокращение числа крестьянских (фермерских) хозяйств и, как следствие, площади предоставленных им земельных участков. Однако с 2008 г. имеет место положительная динамика. Так, по состоянию на 1 января 2009 г. в области насчитывалось 245 фермерских хозяйств, которые имели в своем пользовании 15218 га земли. Больше всего их было зарегистрировано в Гомельском районе (27 хозяйств), гораздо меньше в районах, пострадавших от аварии на ЧАЭС. Как было отмечено ранее, сегодня в Гомельской области насчитывается 258 крестьянских (фермерских) хозяйств.

Положительные сдвиги были достигнуты в том числе и благодаря реформированию законодательной базы. Изменения затронули как размеры земельных участков, предоставляемых для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, так и права, на которых они предоставляются. Согласно ст. 4 Закона Республики Беларусь от 18 февраля 1991 г. № 611-ХІІ земельные участки могли предоставляться гражданам в пожизненное наследуемое владение площадью до 50 га сельскохозяйственных угодий и дополнительно передаваться в аренду. В настоящее время ст. 36, 40 действующего Кодекса о земле предусматривают предоставление земельного участка главе крестьянского (фермерского) хозяйства в пожизненное наследуемое владение (площадью до 100 га сельскохозяйственных земель) или в аренду либо крестьянскому (фермерскому) хозяйству, как юридическому лицу, в постоянное пользование или аренду [3].

В табл. 2 приведены данные о структуре прав на земельные участки, предоставленные для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства на территории области, а в табл. 3 – видовая структура земель.

Таблица 2

Структура прав на земельные участки, предоставленные для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства в Гомельской области, тыс. га

Показатели	Годы (по состоянию на 1 января)				
	2005	2006	2007	2008	2009
На праве пожизненного наследуемого владения	10,8	9,9	9,5	9,2	9,1
На праве аренды	11,7	5,1	5,0	6,0	5,3
На праве постоянного пользования					0,8
<i>Итого</i>	22,5	15,0	14,5	15,2	15,2

Как видно из таблицы, на протяжении всего исследуемого периода времени наибольший удельный вес земель используется фермерами на праве пожизненного наследуемого владения. Так, по состоянию на 1 января 2009 г. на данном праве использовалось около 60 % земель, 35 % земель арендовалось фермерами, а 5 % было предоставлено фермерским хозяйствам на праве постоянного пользования.

Таблица 3

Видовая структура земель крестьянских (фермерских) хозяйств по состоянию на 1 января 2009 г., тыс. га

Наименование	Общая площадь	Сельскохозяйственные земли		Под дорогами	Под застройкой	Иные земли
		всего	в том числе пахотные			
Республика Беларусь	118,2	103,0	77,0	0,6	1,2	13,4
Гомельская область	15,2	13,3	9,3	0,1	0,2	1,6

В видовой структуре земель крестьянских (фермерских) хозяйств существенно преобладают сельскохозяйственные земли, удельный вес которых в Гомельской области составляет около 88 %, в том числе пахотных земель – 61 %. Наряду с земельными участками, используемыми в сельскохозяйственном производстве, в составе земель крестьянских (фермерских) хозяйств области имеют место земли, покрытые древесно-кустарниковой растительностью (0,4 тыс. га), под болотами (0,4 тыс. га), под водными объектами (0,3 тыс. га), неиспользуемые земли (0,4 тыс. га) и др.

Кроме создания благоприятного правового режима, фермерским хозяйствам оказывается государственная поддержка за счет средств республиканского бюджета в порядке и формах предусмотренных законодательством. Так, в 2009 г. из средств республиканского бюджета на первичное обустройство крестьянских (фермерских) хозяйств было направлено 1,9 млрд руб., а в 2010 г. предусмотрено направить 1,2 млрд руб.

Основным направлением специализации крестьянских (фермерских) хозяйств области является отрасль растениеводства. В табл. 4 приведена информация о валовом сборе сельскохозяйственных культур в хозяйствах граждан и крестьянских (фермерских) хозяйствах.

Таблица 4

Валовой сбор сельскохозяйственных культур в хозяйствах граждан и крестьянских (фермерских) хозяйствах на территории Гомельской области, тыс. т

Годы	Зерновые и зернобобовые	Картофель	Овощи
2002	96,6	886,4	276,9
2003	90,6	1140,9	281,6
2004	98,0	1262,0	306,6
2005	100,1	1237,0	336,7
2006	79,0	1258,4	354,4
2007	80,1	1299,9	364,7
2008	85,7	1264,8	379,0

В 2007 г. фермерами области было произведено 10727 т зерна (1,3 % общего валового сбора зерна общественного сектора), 16567 т картофеля (8,8 %) и 10985 т овощей (12,7 %). В сравнении с 2006 г. фермеры Гомельской области произвели зерна на 24 % больше. Его средняя урожайность превысила 22 ц/га, а самый высокий показатель был достигнут в Житковичском районе – 52,7 ц/га.

В 2008 г. урожайность картофеля в фермерских хозяйствах области возросла на 12 % и составила 194 ц/га. Лучшие результаты по картофелю и зерну были получены в хозяйствах Житковичского, Лоевского и Добрушского районов. Также фермерскими хозяйствами было выращено 18929 т овощей, при средней урожайности 269 ц/га. При этом необходимо отметить, что в хозяйствах граждан и крестьянских (фермерских) хозяйствах в 2008 г. было получено 85 % от общего валового сбора картофеля на территории Гомельской области. По овощам данный показатель также очень высок и достиг 78 %, что свидетельствует о высокой роли крестьянских (фермерских) хозяйств и личных подсобных хозяйств граждан в производстве ряда сельскохозяйственных культур.

Согласно вышеизложенному, ситуация в агропромышленном комплексе Гомельской области кардинально меняется в лучшую сторону: ресурсный потенциал сельскохозяйственных предприятий довольно высок, а агропромышленный комплекс способен удовлетворить потребности населения в основных продуктах питания, обеспечить сырьем перерабатывающую отрасль и осуществлять экспорт сырья и продовольствия.

Крестьянское (фермерское) хозяйство региона должно двигаться по пути дальнейшего наращивания сельскохозяйственного производства. Совершенствование нормативной правовой базы, создание равных условий для всех субъектов хозяйствования позволит крестьянским (фермерским) хозяйствам занять достойное место среди производителей сельскохозяйственной продукции.

Литература

141. О крестьянском (фермерском) хозяйстве. Закон Республики Беларусь от 18 февраля 1991 г. № 611-ХП. Зарегистрирован в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 15 марта 2001 г. № 2/281.
142. Гражданский кодекс Республики Беларусь (7 декабря 1998 г. № 218-3). Зарегистрирован в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 20 марта 2001 г. № 2/744.
143. Кодекс Республики Беларусь о земле (23 июля 2008 г. № 425-3). Минск : Учеб. центр подгот., повышения квалификации и переподгот. кадров землеустроит. и картографо-геодез. службы, 2008. – 83 с.

ПРЯМОЙ ПОСЕВ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С. М. Гурко

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

Научный руководитель А. В. Клочков

*Не заботься о жатве,
но заботься о правильном возделывании своих полей.
(Конфуций ок. 500 до Р.Х.)*

Для обеспечения качественного процесса улучшения лугопастбищных угодий путем прямого посева семян в дернину необходимо выполнить три обязательных основных условия:

- качественно подготовить почву под посев;
- предельно точно уложить семена на заданную агротехническими требованиями глубину в разрыхленный влажный слой почвы;
- исключить влияние приграничной аборигенной растительности на молодые всходы.

Для обоснования предложенной технологии, разработки технологических схем технических средств, уточнения параметров рабочих органов и режимов работы машины для прямого подсева трав необходимо проведение специальных исследований.

Научная гипотеза. Повысить эффективность процесса восстановления продуктивности лугопастбищных угодий можно за счет улучшения условий приживаемости подсеваемой культуры, обусловленных преимуществами ненарушенной структуры и капиллярной системы посевного горизонта и ослаблением конкуренции со стороны природного травостоя в граничных зонах полосы обработки, при этом снижение энергоемкости процесса и экономию ресурсов можно обеспечить:

- за счет сокращения операций и объемов механического воздействия на пласт дернины в обрабатываемой полосе;
- исключения химического воздействия на аборигенную растительность в приграничных участках обрабатываемых полос;
- за счет снижения удельного расхода семян подсеваемых культур на единицу площади.

Цель исследований – изыскание путей повышения продуктивности лугов и пастбищ при одновременном снижении энергозатрат механизированного процесса улучшения кормовых угодий. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи исследования:

- 1) установить закономерности изменения технологических свойств дернового слоя, удаленного из полосы обработки;
- 2) обосновать ресурсосберегающий способ прямого посева семян и конструктивно-технологическую схему посевной секции дерниной сеялки;
- 3) обосновать основные параметры бороздообразующих и заделывающих рабочих органов посевной секции и режимы работы сеялки для прямого посева;
- 4) определить агротехнические, энергетические и эксплуатационно-технологические показатели работы сеялки для прямого посева;
- 5) определить эффективность основных результатов исследований технологии улучшения малопродуктивных кормовых угодий с использованием сеялки для прямого посева.

Обработка почвы является одним из основных элементов системы земледелия. Наиболее важными ее задачами всегда были: создание оптимального сложения почвы, благоприятного водного, воздушного и пищевого режимов, борьба с засоренностью полей.

Традиционная система земледелия с использованием плуга, который полностью переворачивает почву и сильно ее рыхлит, вызывает разрушение структуры почвы. Она становится менее плодородной вследствие удаления соломы или ее сжигания и заделывания растительных остатков глубоко в почву, а также гибели агрономически полезной фауны почвы, микроорганизмов. Интенсивная обработка почвы оказывает отрицательное воздействие на качество почвы, воды, воздуха.

Существенным недостатком обработки почвы плугом является повышенная опасность эрозии. Выбытия почв из оборота по причине эрозии представляет собой большую экологическую проблему. По оценкам специалистов во всем мире безвоз-

вратно потеряно 6 млн га сельскохозяйственных угодий вследствие водной и ветровой эрозии.

Кроме того, в традиционном земледелии применяется значительное количество техники. Многочисленные проходы сельскохозяйственных машин по полю оказывают повышенную нагрузку на почву, что приводит к ее уплотнению, уменьшению инфильтрации влаги увеличению смыва верхнего слоя.

Научные следования и практический опыт привели к разработке и внедрению различных ресурсосберегающих технологий взамен плужных и созданию системы сберегающего земледелия. Сократив интенсивность обработки почвы мы существенно снизим производственные затраты на ее проведение. Правда, сокращать придется не везде и не всегда. Так, традиционная обработка должна проводиться интенсивнее в севооборотах с высокой долей зерновых и при значительном внесении органических удобрений или соломы, на бедных гумусом и склонных к переуплотнению почвах. С другой стороны, хорошо окультуренные почвы с высоким (более 3,5 %) содержанием гумуса обычно требуют менее интенсивной обработки (к сожалению, таких почв в республике не более 10 % пашни). В этом плане перспективными являются ресурсоэкономные системы обработки, которые позволяют одновременно реализовать потенциал растений и обеспечить ряд технологических преимуществ. В числе таких систем – минимальная обработка почвы и прямой посев.

Минимальная обработка почвы включает одну или ряд мелких обработок почвы культиваторами и (или) боронами при этом солома и стерня находится в виде мульчи в верхнем слое почвы (мульчирующий слой). По мелко обработанной почве в мульчирующий слой осуществляется мульчированный посев. Мульчирующий слой уменьшает испарение влаги, устраняет опасность водной и ветровой эрозии. Расход на топливо сокращается. Плодородие почвы повышается, структура улучшается, создаются благоприятные условия для развития почвенной фауны.

Нулевая обработка почвы предусматривает прямой посев (рис. 1), который производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы. Растительные остатки (стерня и измельченная солома), которые сохраняются на поверхности поля, способствуют задержанию снега, сокращению эрозионных процессов, улучшению структуры почвы, защите озимых культур от низких температур, накоплению питательных веществ. Значительно увеличивается популяция дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Существенно снижаются производственные затраты, в том числе на топливо. Сохраняется окружающая среда.

При применении прямого посева почва обладает более высокой слитностью, что обеспечивает накопление большего объема воды. Кроме того, посев при дефиците влаги способствует увеличению урожайности за счет потребления питательных веществ, находящегося глубоко в почве.



Рис. 1. Рядки прямого посева с защитными полосами стерни

Прямой посев существенно влияет на состояние почвы, условия питания и развития растений (таблица 1).

Таблица 1

Последствия прямого посева на состояние почвы

Состояние почвы	Последствия
Концентрация органического вещества в верхней части пахотного горизонта. Образование мульчирующего слоя	Сохранение почвенной влаги. Развитие болезней и вредителей.
Увеличение содержания органической массы в поверхностном слое	Защита от почвенной корки. Усиление воздухообмена. Необходимость специальных сошников сеялки
Более длительный прогрев почвы	Задержка появления всходов
Увеличение биологической активности	Структуризация почвы
Расположение семян сорняков и падалицы в верхнем слое почвы	Увеличение риска распространения многолетних сорняков
Изменение характеристик распространения почвенной влаги, перераспределение осадков	Снижение испарения влаги с защитой от ветровой эрозии почвы, снижение опасности водной эрозии при обильных дождях внутри пахотного слоя с усилением поверхностного стока воды

В условиях Европы традиционные системы обработки почвы и посева требуют около 140 €/га, технологии с сокращенными обработками и применением комбинированных агрегатов – 75-85 €/га, а технологии прямого посева – около 45 €/га.

В условиях Беларуси по расчетам фирмы АГРИМАТКО-96 затраты на обработку почвы и посев по традиционной технологии составляют около 76 USD/га, а при использовании гербицидов и прямом посева – 44 USD/га.

Выводы. Технологии прямого посева имеют существенные преимущества и при правильном применении способны обеспечить создание в почве благоприятных условий для роста сельскохозяйственных культур. Однако необходим системный учет всех последствий применения данной технологии с соблюдением высокого уровня выполнения операций. Современное техническое обеспечение позволяет применять технологию прямого посева в условиях Республики Беларусь, прежде всего, при подсева трав для повышения продуктивности сенокосов и пастбищ.

Чтобы эта система работала, строить ее необходимо, в первую очередь, на законодательном уровне с комплексом мер по заинтересованности непосредственных исполнителей (агропромышленных предприятий, фермеров и т. д.) к переходу на такие технологии. В противном случае, консервирующие технологии обработки почвы и прямой посев будут иметь незначительное распространение, «держась на плечах» энтузиастов. Экологизация возделывания продукции растениеводства должна иметь определенный перечень финансовых послаблений, преференций и при этом жестко контролироваться во избежание технологий с бессистемным сокращением операций при выращивании основных сельскохозяйственных культур. Только в этом случае

положительные составляющие технологий без плуга смогут преобладать над отрицательными.

Литература

144. Спирин, А. П. Минимальная обработка почвы / А. П. Спирин. – Москва : «Издательство ВИМ», 2005. – 168 с.
145. Любская, А. Ф. Подсев трав на лугах / А. Ф. Любская. – Москва : Сельхозгиз, 1956. – 46 с.
146. Аллен, Х. П. Прямой посев и минимальная обработка почвы / Х. П. Аллен. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 208 с.
147. Фолкнер, Э. Х. Безумие пахаря / Э. Х. Фолкнер. – Москва : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1959. – 278 с.
148. Кант, Г. Земледелие без плуга: предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / Г. Кант. – Москва : Колос, 1980. – 158 с.

НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

О. Ю. Аникеенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: О. А. Полозова, Т. В. Алферова

В настоящее время растущий дефицит сельхозмашин и низкий уровень их готовности в сочетании с удорожанием топлива и смазочных материалов привел к тому, что площади посевов и поголовье скота неизменно сокращаются. Без организации товарного производства на базе энергоресурсосбережения не может быть нормального отечественного рынка продовольствия, сориентированного на массового потребителя.

Направления использования энергетических ресурсов в животноводстве включают в себя [1]:

- кормопроизводство;
- приготовление и раздачу кормов;
- микроклимат животноводческих помещений ферм и комплексов;
- водоснабжение ферм;
- удаление и переработку навоза;
- процессы доения коров и первичной обработки молока.

Кормопроизводство. В структуре полных энергозатрат для различных видов животных и птицы на долю кормов приходится 58...92 %. В денежном выражении доля затрат на них также составляет более половины стоимости животноводческой продукции.

Основным критерием энергетической эффективности процессов производства и приготовления кормов является их энергозатратность, которая определяется коэффициентом

$$K_{\text{Э}} = \frac{E_{\text{затр}}}{E_{\text{к}}}$$

где $E_{\text{затр}}$ – удельные затраты совокупной энергии на производство кормов, Дж/кг;
 $E_{\text{к}}$ – энергосодержание корма, к.ед./кг.

Зеленая масса. Эффективность использования зеленой массы на пастбище существенно повышается при применении электрической изгороди, которая не только облегчает труд людей, но и вынуждает животных полностью поедать траву на огороженном участке.

Сено. Технология заготовки сена в измельченном виде при полевой сушке позволяет снизить совокупные затраты энергии в 1,2–1,5 раза по сравнению с технологиями заготовки рассыпного и прессованного сена.

Силос. Уборка растений с невысокой влажностью снижает затраты энергии на привод машин, транспортировку, погрузку и другие операции (до 20 кг/га). Внесение химических консервантов и биологических заквасок при любом способе закладки кормов дает существенный энергетический эффект.

Приготовление и раздача кормов. Энергозатраты на подготовку кормов к скармливанию составляют 20–30 % от общих энергозатрат на корма. Получение кормобрикетов прессованием соломенной резки с другими компонентами требует на 40–45 % меньше энергозатрат, чем при гранулировании.

В настоящее время все большее применение находят малогабаритные установки (УК-1(2) и др.) и комплекты оборудования, в том числе передвижные и самоходные, для приготовления комбикормов. Из-за уменьшения поголовья скота актуальным является применение современных мобильных измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов, способных обслуживать до 1000 голов за смену.

Таблица 1

Характеристика различных способов скармливания компонентов рациона на ферме с поголовьем 400 коров

Показатель (за стойловый период)	Способ скармливания		
	раздельный	с приготовлением смеси	с балансирующей добавкой
Удельные затраты жидкого топлива, кг/гол.	93,5	63,8	66,7
Удельные затраты труда, чел.-ч/гол.	22,2	14,5	14,5
Удельные затраты электроэнергии, кВт · ч/гол.	4,2	93,7	32,5
Полные удельные энергозатраты, МДж/гол.	4057	3658	3231
Экономия кормов, кг к. ед.	–	32000	32000

В направлении формирования энергосберегающих технологий производства и приготовления кормов, позволяющих повысить энергетическую эффективность животноводческой отрасли в целом можно назвать следующие пути: рациональное размещение животноводческих предприятий и объектов кормопроизводства с целью снижения затрат на транспортирование кормов; применение экономичных машин и агрегатов, а также энергосберегающих приемов для механизации технологических процессов при производстве и приготовлении кормов; приготовление полноценных кормовых рационов на основе менее энергозатратных кормов; селекционная и племенная работа в направлении повышения продуктивности животных, т. е. уменьшения затрат корма на единицу продукции; ориентация животноводческой отрасли на

производство менее энергозатратных видов продукции, обладающих более высоким коэффициентом биоконверсии .

Микроклимат животноводческих помещений ферм и комплексов. Большое практическое значение для экономии энергии на создание микроклимата могут иметь следующие технологии, процессы и мероприятия:

1. Малоэнергоёмкие технологии содержания животных, такие как: холодный способ содержания высокопродуктивных дойных коров; выращивание молодняка КРС раннего возраста в индивидуальных домиках, павильонах и секционных помещениях; содержание откормочного поголовья свиней на несменяемой подстилке; круглогодичное лагерно-пастбищное содержание скота мясных пород и др.

2. Усовершенствование систем вентиляции и их элементов с целью снижения расхода тепловой и электрической энергии.

3. Применение для обогрева помещений высокоэффективных тепловых генераторов с КПД, близким к 100 %. Перспективными являются инфракрасные системы отопления с газовыми тепловыми трубами-излучателями или инфракрасными электрическими панелями-излучателями.

4. Перевод небольших котельных, котлов-водонагревателей на местные, возобновляемые виды топлива, такие как: дрова, отходы древесины, солома, торф и др.

5. Снижение расхода электроэнергии на освещение производственных, бытовых и административных помещений путем применения энергосберегающих светильников.

Водоснабжение ферм. Снижение энергозатрат на водоснабжение животноводческих ферм может быть достигнуто за счет реализации следующих мер: рационализации водопроводных сетей с целью надежного непрерывного водоснабжения; использования малоэнергоёмких насосов и устройств для поддержания напора; применения систем навозоудаления, не требующих большого расхода воды; применения альтернативных источников энергии для подъема воды; использования надежных и экономичных поилок с минимальными потерями на розлив, игру животных и др.

Перспективными являются безреагентные, в т. ч. электротехнологические, методы обработки воды.

Удаление и переработка навоза. Уборка навоза из помещений и транспортирование его в навозохранилище – очень энергоёмкие процессы (от 30 до 50 % общих энергозатрат на фермах).

Таблица 2

Удельные энергозатраты при различных технологиях уборки и удаления навоза при откорме КРС, приходящиеся на 1 т прироста массы

Технология	Затраты труда, чел.-ч/т	Расход энергоносителей	
		Электроэнергия, кВт · ч	ГСМ, кг
1. Самотечно-сплавная система периодического действия (содержание на решетчатых полах)	31,7	145	352
2. Механическая система с помощью скребкового транспортера ТСН-2Б (привязное содержание)	72	90	59
3. Механическая система с помощью бульдозера (беспривязное содержание на	12	–	66

периодически сменяемой подстилке)			
-----------------------------------	--	--	--

Расход электроэнергии, приходящейся на 1 т живой массы, за цикл выращивания при клеточном содержании бройлеров на 30–35 % больше, чем при напольном. Применение в новом клеточном оборудовании ленточного пометоудаления позволяет на 30–40 % удешевить этот процесс. До 300 кг у. т. на каждую тонну вырабатываемого продукта позволяет экономить технология переработки птичьего помета в органико-минеральное удобрение.

Процесс доения коров и первичной обработки молока. Хорошим примером энергосбережения является утилизация тепловой энергии надоечного молока в современных теплохолодильных агрегатах, которые обеспечивают не только охлаждение молока, но и подогрев воды для технических нужд фермы. Правильное использование пластинчатых охладителей обеспечивает одновременное сохранение свойств молока и подогрев воды для поения животных.

Л и т е р а т у р а

149. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве : учеб. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высш. образования по с.-х. специальностям / В. К. Пестис, П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьев – 2-е изд. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 200 с. : ил.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ СТАДИЙНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

Н. В. Ермалинская

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. И. Бельский

Исторически кооперация и интеграция рассматривались как наиболее перспективные направления в системе мер по решению возникающих в аграрной сфере проблем. Именно кооперативно-интеграционные структуры в отличие от других форм хозяйствования способствуют оптимальному соединению личных, коллективных и общественных интересов, создают реальные возможности для экономического роста, определяют пути и методы эффективного функционирования агропромышленного комплекса, стабилизируют дальнейшее развитие и повышение уровня эффективности агропромышленного производства, способны представлять экономические интересы страны на мировых продовольственных рынках.

Формирование системы рыночных отношений в отечественной экономике вынуждает субъектов хозяйствования принимать правила эффективного поведения, т. е. работать по принципам новой управленческой парадигмы. Отличительными чертами современных рыночных условий хозяйствования являются [1, с. 98]; [3, с. 463]: стремление к комплексному удовлетворению запросов потребителей; повышение эффективности производства за счет экономии затрат путем увеличения масштаба, создания большего разнообразия продуктов из одного набора компонентов; построение гибких организационных структур с учетом характеристик внутренней и внешней среды; «встраивание»

организаций в новую экономическую среду не через борьбу с конкурентами, а путем кооперации и сотрудничества; активное использование внутреннего потенциала организации в целях изменения ближайшего внешнего окружения и пр.

Ряд ученых, занимающихся исследованиями в области агропромышленной интеграции, придерживается мнения о необходимости выделения и детального изучения основных составляющих данного экономического явления: статике (состояния интеграционного формирования) и динамике (процесса его развития) [2; 4, с. 17]. Комплексный анализ количественных и качественных изменений, происходящих в процессе функционирования интегрированной структуры, позволяет выделить отдельные стадии (статические состояния) и оценить эффективность развития (перехода из одной стадии в другую) данного формирования как хозяйственной системы.

Под эффективностью развития хозяйственных систем Н. В. Седых предлагает понимать «долгосрочный, нелинейный, управляемый процесс преобразования и повышения экономического потенциала, обеспечивающий перевод его в новое качественное состояние, позволяющее конкурировать на более высоком уровне на основе последовательного прохождения определенных стадий эффективности» [2]. В качестве замечания к данному определению следует отметить, что рассматриваются только экономические составляющие процесса развития, без учета социальных, региональных, экологических и пр. Однако, утверждение о том, что все они находят прямое или косвенное отражение в экономических параметрах деятельности кооперативно-интеграционной системы, также можно считать правомерным.

Так как развитие интеграционного формирования представляет собой эволюционный процесс количественных и качественных изменений состояния данной хозяйственной системы, то целесообразно выделить виды эффективности развития в соответствии с отдельными стадиями (рис. 1), для каждой из которых характерно преобладание одного или нескольких ключевых источников развития (см. таблицу).

Виды эффективности развития интегрированных структур

Стадии	Вид эффективности	Сущность эффективности
Мобилизационный характер развития	Факторно-мобилизационная	Формирование набора факторов производства для изготовления и реализации продукции в соответствии с требованиями рынка
Догоняющий характер развития	Факторно-инвестиционная	Копирование управленческих технологий, стандартов производства без учета региональных особенностей (экономических, социальных)
Опережающий характер развития	Инвестиционно-инновационная	Направление инвестиций в инновационные объекты, совершенствование управленческих технологий, формирование стратегического типа поведения
Инновационный характер развития	Инновационно-факторная	Качественный характер изменений за счет новых технологий и техники, методов организации труда и управления производством, инновационного качества человеческого потенциала.

Примечание. Таблица составлена автором по результатам собственных исследований

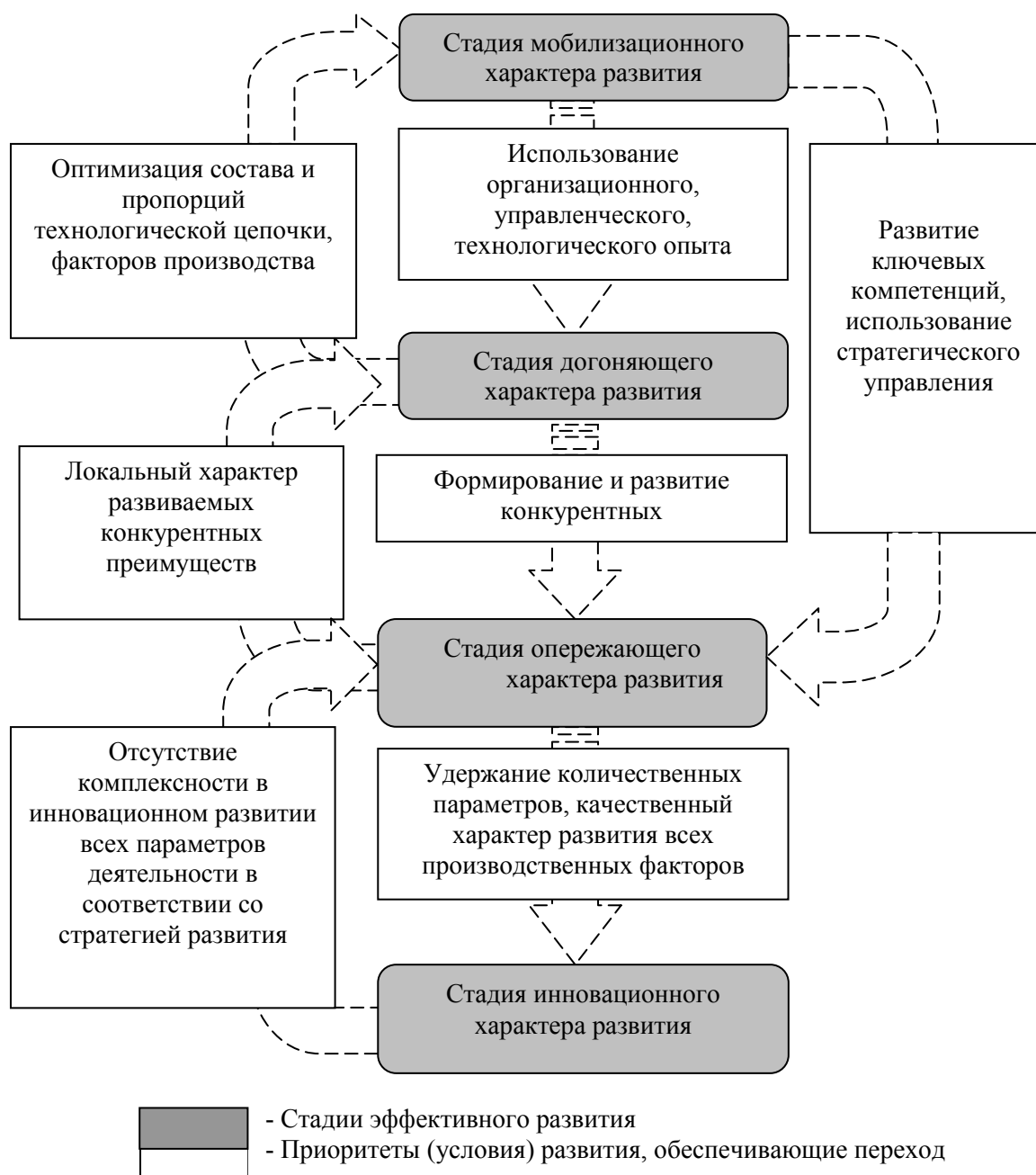


Рис. 1. Стадии эффективности и условия развития интегрированных структур

Примечание. Рисунок составлен автором по результатам собственных исследований.

Процесс развития интегрированных систем характеризуется нелинейной направленностью. Это обуславливает порядок прохождения стадий (как по восходящей, так и нисходящей) в зависимости от выбранных структурой приоритетов развития.

Предлагаемый нами методологический подход к обоснованию стадийной эффективности функционирования интегрированных формирований позволяет:

– выявить существенные условия и ключевые факторы, определяющие характер развития и направление перехода на следующий этап;

- выработать необходимые направления в изменении качественных и количественных параметров функционирования, обеспечивающих прогрессивный характер развития интегрированной системы;
- согласовать модели управления развитием внутренних параметров и процессом адаптации к изменениям внешней среды;
- оценить эффективность дальнейшего функционирования и перспективные возможности развития системы, проследив «траекторию» прохождения описанных стадий.

Для обеспечения эффективного функционирования кооперативно - интеграционных структур в АПК в условиях рыночной экономики необходим учет всего комплекса действующих факторов, выработка соответствующих механизмов и инструментов, позволяющих осуществлять количественные и качественные преобразования экономического потенциала агропромышленного формирования и его переход на более высокую стадию эффективности, опирающуюся на создание долгосрочных и устойчивых конкурентных преимуществ.

Л и т е р а т у р а

150. Акмаева, Р. Менеджмент организации на основе принятия новой управленческой парадигмы / Р. Акмаева // Проблемы теории и практики. – 2006. - № 11. – С. 98–107.
151. Седых, Н. В. Обеспечение эффективности развития предприятий сахарной промышленности в условиях рыночной интеграции: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 [Электронный ресурс] / Н. В. Седых ; Кубанский гос.технол. ун-т. – Краснодар, 2009. – Режим доступа: http://kubstu.ru/fdt_docs/FDT0166.doc. – Дата доступа: 05.03.2010.
152. Стратегия устойчивого развития АПК – продовольственная безопасность / В. Г. Гусаков [и др.] ; под ред. В. Г. Гусакова ; Ин-т экономики НАН Беларуси, Центр аграр. экономики. - Минск: Беларус. наука, 2008. – 514 с.
153. Фомин, Д. А. Экономические основы развития агропромышленной интеграции / Д. А. Фомин, Н. С. Храмцов ; РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЭСХ. – Новосибирск, 2000. – 120 с.

ВЗАИМОЗАЧЕТ ДОЛГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ОРГАНИЗАЦИЙ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

П. А. Коцупалов, Ю. С. Кузнецов, С. Ю. Степанов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Платежный кризис является одним из решающих факторов, отрицательно сказывающихся на работе всех отраслей народного хозяйства. Тем самым, он определяет снижение объемов производства и оказывает существенное отрицательное воздействие на общественную экономическую ситуацию.

Высокая степень негативного воздействия на экономику быстрого увеличения взаимной задолженности не была своевременно оценена. Более того, в условиях дефицита денежных оборотных средств неплатежи стали выступать в роли взаимного кредита, передаваясь от предприятия к предприятию, укрепляя цепочку неплатежей. Одно из решений проблемы неплатежей – проведение внутривнутриреспубликанского взаимозачета дебиторской и кредиторской задолженности.

Для полного понимания «явления» взаимозачета долгов определимся с исследуемыми понятиями. Взаимозачет – документально оформленное сторонами соглашение о взаимном погашении обязательств по оплате услуг, товаров и работ, возможное в том случае, когда у сторон имеются взаимные обязательства по оплате.

Существует несколько основных принципов проведения взаимозачета:

1. Взаимозачетные операции подразделяются на двусторонние и многосторонние. Двусторонние взаимозачеты могут проводиться по соглашению обеих сторон либо по заявлению одной из них (ст. 381 ГК РБ).

В многосторонней сделке по зачету взаимных требований участвует более двух сторон. Эта операция строится по схеме: «Круговая задолженность – круговой взаимозачет». При проведении многостороннего взаимозачета стороны должны внимательно следить, чтобы зачет проводился в нужном направлении и на допустимую сумму. Для этого важно изначально правильно определить «течение» многосторонней задолженности.

2. Могут быть зачтены только однородные требования.

3. Гражданский кодекс допускает как полное, так и частичное погашение взаимных требований при проведении зачета. Это значит, что величина обязательств сторон может быть различной. В подобной ситуации зачет следует проводить на сумму наименьшей задолженности. У стороны, чья задолженность окажется больше, останется часть обязательства, не погашенная зачетом.

4. Необходимо помнить различные особенности уплаты НДС при проведении различных типов взаимозачета.

В Беларуси неоднократно производились взаимозачеты, последние из которых были осуществлены в 1999, 2002, 2005 гг. Стоит отметить, что, не смотря на постоянное совершенствование механизмов оптимизации процесса взаимозачета задолженностей, эффективность этих мероприятий была и остается относительно невысокой. Так, например, из статьи «Новое – хорошо забытое старое» (НЭГ, № 66 (586) от 06.09.2002 г.) следует, что: «...по неподтвержденным официальным данным, первый этап зачета 1999 г. позволил развязать 0,4 % общей задолженности».

Все эти факторы приводят к необходимости разработки действенных методов и программного обеспечения, которые бы позволили производить взаимозачет долгов предприятий с целью существенного их сокращения [1], [2].

Исследованию данной проблемы посвящены ряд публикаций, среди которых можно отменить работы Чухланцева Д. О., Калиткина Н. Н., Махова А. М.

Чухланцев Д. О. предлагает использовать модель расчетно-клирингового центра, работа которого состоит из двух этапов. Первый этап – минимизация суммарной дебиторско-кредиторской задолженности путем сокращения взаимной задолженности между предприятиями. Дальнейшая оптимизация происходит путем использования математического метода замещения, позволяющего существенно снизить взаимную задолженность предприятий [3]. Аналогичный подход реализован в модели Национального банка Республики Беларусь при проведении внутриреспубликанских взаимозачетов.

Очевидным недостатком существующих механизмов оптимизации долгов является преждевременная ликвидация прямых задолженностей. Не смотря на то что это самая простая и эффективная операция, ее поспешная реализация может снизить вероятность построения более сложных и эффективных цепочек. Также нецелесообразны предложения локального решения задачи оптимизации взаимных задолженностей, так как это не позволяет в полной мере оценить все возможные варианты взаимозачета, и приводит к выполнению повторяющихся операций.

Для преодоления описанных недостатков на базе научно-исследовательской лаборатории менеджмента качества и моделирования бизнес-процессов Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого разрабатывается новая концепция системы оптимизации дебиторско-кредиторских задолженностей. Основной задачей данной системы управления будет сбор и анализ информации для подготовки решений по управлению задолженностью на уровне предприятия, а также подготовка информации (отчетов) для проведения клиринговых расчетов.

В основу разрабатываемой информационной системы были положены следующие требования:

1. *Эффективность.* Система должна основываться на максимально эффективных алгоритмах. Она должна позволить увеличить долю развязанных взаимных долгов.

2. *Экономичность.* Не жертвуя эффективностью необходимо разработать и внедрить систему, а так же обеспечить ее функционирование и поддержку с привлечением минимального количества денежных средств.

3. *Платформенная независимость.* На предприятиях участниках могут использоваться компьютеры с различными операционными системами и программными продуктами. Учитывая это необходимо обеспечить максимальную совместимость.

4. *Масштабируемость.* В ходе работы системы может возникнуть необходимость в некоторых дополнениях и изменениях набора функций приложений. Возможности должны допускать даже существенные преобразования системы, тем не менее, не требуя переоборудования удаленных рабочих мест.

5. *Удобство эксплуатации.* Пользовательский интерфейс клиентской части должен быть достаточно удобен и понятен, что бы внедрение системы сбора данных на каждое предприятие не требовало дополнительных ресурсов на переквалификацию персонала, задействованного в работе с системой.

6. *Надежность.* Информационная система такого масштаба нуждается в особых требованиях к надежности, так как ошибки в ее работе могут повлечь за собой серьезные экономические потери.

7. *Безопасность.* В силу особенности концепции системы она собирает информацию обо всех предприятиях народного хозяйства страны в одном месте. Эта информация является чрезвычайно конфиденциальной, и доступ к ней должен иметь лишь ограниченный круг лиц. Необходима организация мощной защиты центра хранения информации от посягательств злоумышленников.

8. *Возможность внешних вычислений.* Общереспубликанский взаимозачет должен производиться сравнительно редко (не чаще 1 раза в квартал). Однако задача оптимизации может потребовать огромных вычислительных ресурсов. Эти два фактора делают целесообразной функцию по организации внешних вычислений. А именно передачи особо ресурсоемкой части задачи на решение при помощи отечественных суперкомпьютеров класса «СКИФ».

9. *Минимальные требования к ресурсам.* Для простоты внедрения системы на все предприятия народного хозяйства страны, клиентская ее часть должна обеспечивать работоспособность при минимальных требованиях к ресурсам вычислительных машин. Фактически требования должны сводиться к организации надежного подключения к вычислительному центру, посредством сети интернет.

На настоящем этапе решения задачи предполагается разработать функциональную и информационную модели процесса взаимозачета долгов предприятий. Данные модели позволят четко сформулировать техническое задание для разработки программного продукта и требования к информационной системе. Для формирования моделей предлагается использовать методологии семейства IDEF. Данные методоло-

гии используются для создания функциональных и информационных моделей, отображающих структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции. Созданные модели позволят описать процессы, которые происходят в системе, механизмы управления, какие сущности они преобразуют, какие средства использует для выполнения своих функций и что производят [4].

Для автоматизации процессов разработки моделей предлагается использовать программные продукты линейки CA ERwin (ранее AllFusion) Modeling Suite компании Computer Associates – программные продукты в области реализации средств CASE-технологий, позволяющие проводить описание, анализ и моделирование бизнес-процессов.

Целью информационной модели является подробное описание состояний системы, что может потребовать привлечения и других средств и стандартов моделирования, таких как язык UML.

Литература

154. Астраханцев, С. Е. Совершенствование механизма управления расчетно-платежными отношениями в интегрированных агропромышленных формированиях. Задачи и перспективы АПК в контексте программы возрождения и развития села : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., 28–29 сент. 2006 г. / С. Е. Астраханцев, М. И. Запольский / ГНУ «Институт экономики НАН Беларуси» – Минск, 2006. – С. 95–97.
155. Куколев, В. М. (науч. рук. Астраханцев С. Е.) Оптимизация дебиторско-кредиторских задолженностей территориальных систем: проблемы и направления решения / В. М. Куколев // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : сб. материалов V Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов (посвящ. 60-летию Победы в Великой Отечественной войне), Гомель, 12–13 мая 2005 г. – Гомель : Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, 2005. – С. 252–255.
156. Чухланцев, Д. О. Моделирование финансовых потоков в вертикально интегрированной компании и рационализация ее взаиморасчетов с контрагентами : дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук: 08.00.13 / Д. О. Чухланцев. – Москва, 2002. – 182 л.
157. Методология функционального моделирования IDEF0 РД IDEF0. – 2000. – Москва : Госстандарт России, 2000. – 75 с.

РОЛЬ ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСПЕХА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Н. М. Бухель

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. Н. Ридецкая

Инновационная экономика подразумевает периодическое обновление различных отраслей экономики, что связано с жизненным циклом продуктов, предприятий, с ростом и развитием связей в экономике, увеличением объема и дифференциации структуры потребностей, которые необходимо удовлетворять.

В условиях жесткой конкурентной борьбы конкурентоспособность предприятия является важнейшим показателем эффективности его производственной деятельности. Это заинтересовывает предприятия в выпуске конкурентоспособного товара. Обеспечить же конкурентоспособность продукции можно только путем использования новейших технологий для выпуска подлинно новой продукции, которая обеспечит удовлетворение установленных или предполагаемых запросов потребителей.

Следовательно, в качестве основной проблемы современного этапа выступает создание новых товаров, освоение производства и их своевременный вывод на рынок, т. е. активизация инновационной деятельности предприятий

Конечной целью инновационной деятельности является практическая реализация новых решений, т. е. нововведения, составляющие основу успеха рыночной стратегии предприятия. Именно опираясь на гибкий механизм нововведений, предприятия получают возможность поддерживать конкурентоспособность своей продукции и владеть инициативой в формировании спроса. Так как обеспечить спрос на свою продукцию в настоящее время, можно только за счет освоения продукции, которая будет обладать подлинной новизной, наиболее полно удовлетворять запросы потребителей по количеству, качеству, срокам предоставления.

Ключевой этап в инновационном процессе – опытно-конструкторские работы, так как здесь происходит материализация результатов предыдущих этапов в новый продукт. Специалисты считают, что возможности повышения эффективности производства зависят на $\frac{3}{4}$ от внедряемого в производство изделия и только на $\frac{1}{4}$ от возможных изменений в процессе производства – то, что было упущено на предпроизводственной стадии, невозможно исправить на производстве.

Опытно-конструкторские работы представляют собой комплекс действий по созданию новой продукции в виде ее опытного образца и рабочей документации для последующего промышленного производства и использования этой продукции. Проводятся опытно-конструкторские работы, как правило, в три этапа:

1. Подготовительный – обосновывается необходимость создания нового изделия и передачи его в производство; согласовываются основные технико-экономические параметры изделия; определяется ориентировочная стоимость опытного и серийного образцов изделия; обосновываются варианты конструкторских и технологических решений; составляется перечень работ, уточняются их объем, затраты, исполнители, сроки исполнения; оценивается соответствие технического уровня нового изделия отечественным и зарубежным эталонам. На этом этапе изучается рыночная ситуация, проводятся маркетинговые исследования, прогнозируется спрос на новую продукцию. Заканчивается этап утверждением технического задания, содержащего наиболее важные характеристики проектируемого продукта (состав изделия, требования по его комплектации, назначение, уровень надежности, технологичности, безопасности, долговечности, унификации и т. п.).

2. Разработка проектной документации – выбирается оптимальный вариант изготовления изделия и его частей с учетом стоимости, эффективности и масштабов производства; определяются общие конструкторские и технологические решения; проводятся экспериментальные работы и испытания узлов и компоновочных решений; макетируются наиболее сложные и ответственные части изделия; обосновываются заявки на разработку и освоение новых материалов, новых комплектующих изделий и др.; разрабатываются техническое предложение, эскизный проект и технологический проект с оформлением соответствующей проектной документации.

3. Разработка рабочей документации – заключительный этап проектирования нового продукта. Осуществляется подготовка комплекса конструкторской документации, необходимой для материального воплощения проектируемого продукта. Готовятся чертежи деталей, сборочных единиц и узлов, осуществляется теоретическая и экспериментальная проверка схемных, конструкторских и технологических решений; проверяются новые материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, разрабатывается рабочая документация. На этой стадии составляются сводные спецификации деталей и узлов проектируемого изделия, представляющие собой специ-

альные ведомости этих деталей и узлов или графики, отражающие иерархическую структуру создания нового изделия.

Научно-техническая разработка считается законченной, если изделие прошло испытание, по результатам которого дается заключение о пригодности к изготовлению и о серийности выпуска. При этом данная разработка должна обладать новизной и перспективностью (использование в ней современных отечественных и зарубежных достижений науки и техники), экономической эффективностью в случае ее промышленного применения, патенто- и конкурентоспособностью.

Выполнение всех этапов подготовки производства связано с принятием решений, которые должны основываться на формировании и технико-экономическом анализе возможных вариантов. Конструирование современных изделий – сложный процесс, так как необходимо находить такие решения, которые бы при изготовлении изделия требовали минимальных материальных, трудовых и денежных затрат и в то же время обеспечивали максимальную эффективность при эксплуатации.

Затраты на опытно-конструкторские работы, как показывает практика, являются наиболее сложно управляемыми. Так требования на уменьшение конечной себестоимости продукции влечет за собой снижение затрат на опытно-конструкторские работы, а снижение затрат на опытно-конструкторские работы может привести к необоснованным потерям, вызванным снижением качества конечного продукта.

Возможные издержки при проведении опытно-конструкторских работ определяются анализом тактико-технического задания на их проведение, к ним относятся: реальность заложенных сроков выполнения проекта и объем трудовых затрат на его выполнение. Издержки определяются параметрическими методами сравнением с издержками на реализацию опытно-конструкторских работ по наиболее близким аналогам. При соответствии издержек на реализуемый проект, приведенных к настоящему моменту времени относительно проектов на разработку аналогов, или их незначительности проект можно считать рентабельным и эффективным.

В свою очередь инновационные технологии и в частности опытно-конструкторские работы, выполняемые, например конструкторским бюро не входящим в интегрированную структуру (т. е. не планирующим в дальнейшем производство и продажу разработанной продукции) могут быть рассмотрены с позиции управления затратами без привязки к полному жизненному циклу продукции, так как зона ответственности организации-разработчика и объем затрат завершается передачей конструкторской и технической документации на предприятие-изготовитель.

Но в случае, когда предприятие осуществляет полный жизненный цикл продукта, начиная от идеи и заканчивая послепродажным обслуживанием, абстрагированное от всего жизненного цикла управление затратами на опытно-конструкторские работы не целесообразно. Это связано с тем, что серийное производство изделия и его реализация заказчику зависит от технических решений и затрат, заложенных на стадии опытно-конструкторских работ, и наоборот, целевые ориентиры на цену, по которой потребитель потенциально имеет возможность приобрести разрабатываемый товар, определенные рынки сбыта, определяют объем опытно-конструкторских работ, и как следствие объем затрат, последовательность и структуру выполняемых работ.

При проведении опытно-конструкторских работ эффективность любых технических решений, направленных на повышение производительности, скорости, надежности, на уменьшение расхода материалов и т.д. должна быть подтверждена экономическим анализом. Для оценки технико-экономической эффективности проекти-

руемого изделия уже на стадии опытно-конструкторских работ необходим комплексный анализ экономичности изделия в сфере производства и эксплуатации.

В связи с этим расчеты экономической эффективности нового изделия должны начинаться еще при проведении научно-исследовательских работ и на стадии разработки технического задания, затем постепенно уточняться – по мере накопления информации – на всех последующих стадиях проектирования, с тем, чтобы как можно раньше предотвратить возможность получения экономически неэффективной конструкции.

Уже имеются традиции определения экономических результатов опытно-конструкторских работ на уровне отдельных новшеств на базе показателей экономической эффективности их создания и производства. Однако практическое использование этих показателей в целях обоснования темпов научно-технического процесса существенно осложняется ненадежностью расчета экономической эффективности создаваемой продукции на стадии формирования плана ее разработок. Причин данного явления две:

- технико-экономическое обоснование опытно-конструкторских разработок новой продукции выполняется небольшими силами, а выделяемый промежуток времени слишком короток, что неизбежно негативно отражается на качестве расчетов ожидаемой эффективности;

- расчет экономической эффективности на стадии начала разработки опирается на недостаточно достоверную информацию. Дело не только в вероятностном характере технического успеха разработки, сколько в отсутствии у разработчика и изготовителя необходимой и комплектующей продукции, сведений об эксплуатации у потребителя.

Следует также иметь в виду многовариантный характер анализа в связи с необходимостью исследования, как правило, многочисленных вариантов конструкторского исполнения изделия, одинаково или почти одинаково удовлетворяющих требованиям технического задания. Такой многовариантный технико-экономический анализ характерен для всех стадий проектирования, начиная от выбора принципиальных схем в процессе разработки технического предложения и заканчивая выбором конфигурации деталей, их материала, характера заготовок в процессе рабочего проектирования.

Поэтому оценка экономической эффективности опытно-конструкторских работ должна включать расчет и оценку показателей, являющихся результатами сопоставлений, распределенных во времени инвестиций и затрат на опытно-конструкторские работы и организацию серийного производства с доходами получаемыми в первые года реализации созданного изделия.

При оценке экономической эффективности опытно-конструкторских работ и определении их роли в инновационной деятельности предприятия необходимо учитывать, что:

- конкурентоспособность продукции является условием устойчивого развития предприятия;

- необходимо сформировать механизм управления конкурентоспособностью продукции на стадии опытно-конструкторских работ;

- важно определить роль и место опытно-конструкторских работ в сфере совершенствования конкурентоспособности продукции;

- необходимо выявить и обосновать условия, необходимые для формирования системы управления конкурентоспособностью на стадии опытно-конструкторских работ;

– важно проанализировать информационное обеспечение системы управления конкурентоспособностью продукции на стадии опытно-конструкторских работ и т. д.

РОЛЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т. В. Будович

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Научное обеспечение агропромышленного комплекса нашей страны осуществляется, главным образом, в рамках выполнения заданий Государственной научно-технической программы «Агрокомплекс – возрождения и развитие села» на 2006–2010 гг. Это комплексная и многоаспектная программа, охватывающая различные отрасли и направления аграрной науки (земледелие, растениеводство, животноводство, механизацию, экономику и переработку сельскохозяйственной продукции). Она предусматривает как теоретические исследования, так и практические разработки, и результатом ее выполнения являются конкретные апробированные в производство результаты (технические комплексы, новейшие технологии, рациональные системы хозяйствования, действенные экономические механизмы, новые виды продовольствия и др.).

Обеспечить устойчивые необратимые процессы инновационного развития отрасли, повысить эффективность и рентабельность сельскохозяйственного производства, произвести конкурентоспособную на мировом рынке с/х продукцию возможно лишь при условии расширения сферы взаимодействия ученых и практиков, усиления целевой ориентации научных исследований и решения приоритетных для отрасли задач. В этой связи Минсельхозпрод в первую очередь интересуют вопросы внедрения завершенных разработок в производство, т.е. практическая отдача от вложенных в аграрную науку средств.

За 2005–2006 гг. освоилось в производстве 257 завершенных разработок, объем продаж при освоении за 2005–2006 гг. и 6 месяцев 2007 г. составил 478,8 млн у. е., экономический эффект – 98,5 млн у. е.

Можно привести следующие примеры завершенных разработок, которые были внедрены в производство [1, с. 5]:

– в области земледелия и растениеводства в 2007 г. освоилось 117 сортов сельскохозяйственных культур и 32 технологии их возделывания. В Госреестр Республики Беларусь занесено семь сортов озимой пшеницы научно-практического центра по земледелию. Доля сортов белорусской селекции в посевах этой культуры составила в 2007 г. 71,9 %;

– технология повышения плодородия легких почв внедрена Институтом почвоведения и агрохимии в Житковичском районе Гомельской области на дерново-подзолистых песчаных и рыхло-супесчаных почвах площади 10 тыс. га. Она обеспечивает продуктивность зернопропашного севооборота на уровне 60–80 ц/га к ед., окупаемость 1 кг д. в., NPK – 6–12 кг к ед. и позволяет сохранить почвенное плодородие;

– институтом защиты растений освоена технология производства фунгицидных препаратов Азофос и Лидаз, основанная на использовании местного сырья (жидкие медьсодержащие отходы, мочевины, водный аммиак), на Гомельском химзаводе и ООО «Экохимтех». За первое полугодие наработано 8 т препарата. Стои-

мость производимых препаратов не превышает 0,8 у. е. за кг, что в 3–5 раз ниже импортных аналогов;

– технология защиты озимых и яровых культур от вредителей, болезней и сорняков, разработанная в институте защиты растений, позволяет в зависимости от планируемой урожайности и интенсивности развития вредных организмов защитить посеы и сохранить от 10 до 20 ц зерна с га. Чистый доход при этом обеспечивается на уровне 110–110 дол. США/га. Технология внедряется на площади 20 тыс. га в хозяйствах Гомельской, Могилевской, Гродненской и Минской областей;

– научно-практическим центром по картофелеводству и плодоовощеводству на площади 2000 га внедрялось 11 сортов картофеля, включенных в Госреестр Республики Беларусь. Внедряемые сорта отличаются высокой урожайностью, лежкоспособностью, устойчивостью к болезням, пригодностью для производства картофелепродуктов;

– институтом мясомолочной промышленности созданы бактериальные концентраты прямого внесения, усовершенствованы способы их использования при производстве твердых сычужных сыров и кисломолочных пробиотических продуктов. Эти концентраты используются при производстве продукции на ряде республиканских молокоперерабатывающих предприятий. Всего выпущено 36400 порций бакконцентрат при плане 1500. На основе предложенного Институтом мясомолочной промышленности нового способа подготовки молока к свертыванию разработана нормативная документация на сы сычужный твердый «Смачный» и сыр мягкий «Сытный». Технология внедрена на ОАО «Молодечненский гормолзавод», в Добрушском филиале ОАО «Молочные продукты» (г. Гомель) и Кореличском филиале ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат».

В Республике Беларусь существует Научно-практический центр по механизации сельского хозяйства, деятельность которого направлена на научное, техническое и технологическое обеспечение агропромышленного комплекса страны, способствующие достижению и поддержанию требуемого уровня продовольственной безопасности, а также повышению конкурентоспособности отечественного АПК.

Для продвижения современных технологий центром запланировано создание ряда инновационно-технических полигонов (ИТП):

– по внедрению энергосберегающих машин и оборудования (на базе РУП «Мозырьсельмаш»);

– по техническому обслуживанию машин и оборудования для животноводства (на базе ЧПУП «Мозырягросервис»);

– по повышению надежности и долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин (на базе ОАО «Калинковичский РМЗ»);

– по механизации заготовок кормов, обработки почвы и посева, уборки и зерновых и послеуборочной обработки зерна, возделывание картофеля (на базе ПООО «Техмаш» г. Лида);

– по механизации плодоводства (Гродненский район);

– по работе в засушливых районах (Каменецкий район) [2, с. 40].

Некоторые из этих структур уже функционируют. Для отработки региональных технологий и адаптированных к ним комплексов машин создаются технологические и испытательные полигоны в областях.

Научное обеспечение агропромышленного комплекса, выполнение Государственной программы возрождения и развития села, государственная поддержка сельскохозяйственных производителей позволили решать задачи по наращиванию объе-

мов производства, обеспечив прирост валовой продукции в сельскохозяйственных организациях за 2008 г. на 38 %.

Несмотря на положительный эффект от внедрения инноваций и развития научно-технического прогресса в агропромышленном комплексе, остается ряд проблем. Основные факторы, препятствующие инновационной деятельности организаций промышленного производства и сельского хозяйства в 2008 г., сведены в табл. 1 [3].

По мнению организаций, основными факторами, которые не позволяют им заниматься освоением новых технологий, являются отсутствие у большинства собственных денежных средств, недостаток финансовой поддержки со стороны государства, длительные сроки окупаемости, а незначительными являются – недостаточная информация о рынках сбыта, невосприимчивость организаций к нововведениям.

Факторы, препятствующие инновационной деятельности организаций в 2008 году

Показатели	Число организаций, оценивающих отдельные факторы, препятствующие инновациям		
	Основные	Значительные	Незначительные
Экономические факторы			
Недостаток собственных денежных средств	1106	626	245
Недостаток финансовой поддержки со стороны государства	327	701	589
Низкий платежеспособный спрос на новые продукты	172	554	729
Длительные сроки окупаемости нововведений	273	867	502
Высокий экономический риск	315	816	490
Производственные факторы			
Низкий инновационный потенциал организаций	328	580	754
Недостаток квалифицированного персонала	150	545	1059
Недостаточная информация о рынках сбыта	85	490	1114
Невосприимчивость организаций к нововведениям	58	193	1186
Другие факторы			
Низкий спрос со стороны потребителей на инновационную продукцию	151	435	784
Недостаток законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих и стимулирующих инновационную деятельность	92	362	879
Неразвитая инновационная структура	99	449	809
Неразвитость рынка технологий	139	499	723

Существуют также проблемы правового обеспечения охраны и передачи интеллектуальной собственности, сертификации инновационных разработок; проблема материально-технического обеспечения интенсивных агротехнологий и др.

Поэтому следует отметить, что широкомасштабное развертывание инновационных процессов в АПК становится довольно проблематичным. Переход на путь инновационно-технологического развития может осуществляться лишь на основе учета экономических возможностей и особенностей переходного состояния к рыночной экономике. Основной смысл государственной инновационной политики в этот период должен состоять в том, чтобы, с одной стороны, сохранить в максимальной степени накопленный научно-технический потенциал, с другой – развить необходимую инфраструктуру и механизмы, запускающие инновационные процессы. В первую очередь это должно касаться разработки и совершенствования нормативно-правового обеспечения инновационной деятельности, механизма ее стимулирования, развитие инфраструктуры инновационного процесса, создание системы подготовки кадров, а также необходим активный поиск новых путей более глубокой интеграции науки и производства, совершенствование внутренних и внешних связей рыночных отношений и др.

Литература

158. Русак, Л. В. Инновационное развитие агропромышленного комплекса Республики Беларусь / Л. В. Русак // Проблемы управления. – 2007. – № 4(25). – С. 5–10.
159. Самосюк, В. Перспективные направления инновационного развития механизации сельского хозяйства в Беларуси / В. Самосюк, В. Азаренко // Аграрная экономика. – 2008. – № 9. – С. 33–41.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В БЕЛАРУСИ

А. В. Силивончик

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. А. Прокопчик

Освоение возобновляемых источников энергии и в особенности ветроэнергетики весьма актуально для Беларуси с точки зрения обеспечения энергетической безопасности и энергетической независимости страны в связи с недостатком собственных энергетических ресурсов, быстрого роста цен на импортное углеводородное топливо, насыщенности энергоемкими промышленными предприятиями и большим промышленным потреблением энергии и топлива.

Ветроэнергетика является сложившимся направлением мировой энергетики в силу ее преимуществ: экологическая чистота – производство энергии не сопровождается выбросами двуокиси углерода; независимость от поставщиков энергоресурсов и цен на топливо; низкая себестоимость электроэнергии – ветроэнергетика может конкурировать с ядерной, угольной и газовой энергетикой.

Развитие ветроэнергетики за рубежом идет по пути как увеличения единичной мощности ветроэнергетической установки (ВЭУ), так и по пути создания на базе нескольких рядом расположенных ВЭУ ветропарков. Установки используются для производства электроэнергии в энергосистеме или автономно. В 2006 г. установлен-

ная мощность ветроэнергетических станций (ВЭС) в мире составила 84 млн кВт. В Европе установлено 48,5 млн кВт. Лидером в развитии ветроэнергетики и в производстве оборудования является Германия. Установленная мощность ее ВЭС составила 20,6 млн кВт, производство ветроэлектроэнергии – 6 % собственной потребности. Установленная мощность и выработка электроэнергии ВЭС в других лидирующих странах составляют: Испания – 11,6 млн кВт и 8 % производства электроэнергии; США – 11,6 млн кВт; Индия – 6,3 млн. кВт; Дания – 3,1 млн кВт и 16 % производства электроэнергии; Китай – 2,6 млн кВт.

В таблице приведено сравнение некоторых показателей энергетики и ветроэнергетики Польши, Украины и Беларуси с показателями образцовой в плане развития энергетики страны – Германии на 2006 г.

Производство электроэнергии и ветроэлектроэнергии

Наименование	Германия	Польша	Украина	Беларусь
Население, млн. чел.	76,4	38,3	50,3	10
Территория, тыс. км ²	356	313	604	206
Производство электроэнергии, млрд кВт · ч	520	141	170	24
Потребление электроэнергии, млрд кВт · ч	520	121	153	35
Установленная мощность, млн кВт		29,3	52,8	7,5
Установленная мощность электростанций на 1 чел.		0,77	1,05	0,75
Потребление электроэнергии на 1 чел, кВт · ч	6800	3159	3042	3500
Установленная мощность ВЭУ, млн кВт	20,6	0,11	0,053	0,0011
Производство э/э ВЭУ, млрд кВт · ч	31,2	0,28	0,14	0,0022

Потенциал энергии ветра в Беларуси исследовался в 1996–1999 гг. Долгое время считалось, что применение ветроэнергетики в Беларуси невыгодно из-за низких фоновых скоростей ветра. Однако исследования показали, что на территории страны существуют зоны, где среднегодовые скорости ветра составляют 4,8–6,2 м/с с высотой от 20 до 80 м, на которых можно смонтировать от 5 до 20 ветроустановок. Таких площадок исследователи насчитывают около 1840. По оценкам НППП «Ветромаш» и РУП «Белэнергосетьпроект» потенциал ветроэнергетических ресурсов составляет 20,34 млрд кВт·ч. Эти зоны расположены в Минской, Витебской и Гродненской областях с теоретически возможным энергетическим потенциалом 2,4 тыс. МВт.

В настоящее время в Беларуси действует несколько небольших опытно-промышленных ВЭУ и одна ВЭС в составе двух установок лопастного типа мощностью 250 и 600 кВт, которые были установлены в 2000 и 2002 годах в прибрежной зоне озера Нарочь Минской области. Эксплуатация показала хорошую работоспособность в наших ветровых условиях, которые в данном районе не уступают немецким. Но следует отметить, что коэффициент использования мощности этих ВЭУ составляет 16,6 и 20 % соответственно от установленной мощности. Таким образом, существующие способы преобразования ветроэнергии в электрическую с помощью традиционных лопастных ВЭУ в наших условиях нецелесообразны. Во-первых, из-за высокой пусковой скорости ветра (4–5 м/с), высокой номинальной скорости (8–15 м/с) и небольшой годовой производительности в условиях слабых континен-

тальных ветров, характерных для Беларуси – 3–5 м/с; во-вторых, стоимость ВЭУ составляет \$1000–\$1500 на кВт установленной мощности.

Однако проведенный за несколько лет комплекс работ позволяет делать более оптимистичный прогноз в части использования энергии ветра для производства электроэнергии. Для этих целей рекомендуются новые ВЭУ, основанные на эффекте Магнуса, когда в качестве аэродинамических элементов используются не лопастные, а вращающиеся усеченные конусы специальной формы (роторы), подъемная сила в которых многократно (в 6–8 раз) превосходит подъемную силу в лопастях. Они могут эффективно работать при скоростях ветра, характерных для условий Беларуси.

Эффективность внедрения ВЭС можно оценить на основании срока окупаемости затрат, на величину которого влияют удельные капитальные удельные затраты (k_y), тариф на электроэнергию (T_w), режим работы ВЭУ (h_y), а также цена замещаемого топлива (C_T) и себестоимость производства электроэнергии (c_w). Расчеты, проведенные для условий Беларуси ($k_y = 1000\text{--}1500$ \$/кВт, $C_T = 150$ \$/тут, $c_w = 3,3$ ц/кВт·ч, $h_y = 1700$ ч) и $T_w = 9,9$ ц/кВт·ч, принятого за рубежом для производителей экологически чистой энергии показывают, что срок окупаемости ВЭУ составляет около 8 лет. Расчеты выполнялись для ВЭУ производства Германии, которые имеют минимальную скорость ветра 4 м/с и номинальную 12 м/с. При переходе на другие конструкции ВЭУ со скоростями 3 и 8 м/с соответственно существенно повышается число часов использования установленной мощности и эффективность их применения. Повышение числа часов с 1700 до 2500 снижает срок окупаемости в 1,5 раза.

Себестоимость электроэнергии, вырабатываемая рассматриваемой ВЭУ, является одним из важных параметров, который влияет на срок окупаемости. На величину себестоимости влияют отчисления на амортизацию (I_A), издержки на обслуживание (I_{OBC}), ремонт (I_P), управление ($I_{УПР}$), арендная плата (I_{AP}). Расчеты себестоимости, выполненные фирмой производителем ветроэнергетического оборудования для ВЭУ-800 показали, что ее значение лежит в пределах от 1,77 до 5,05 цент/кВт·ч и зависит от ряда факторов: капитальных вложений, времени работы установки, единичной мощности оборудования. Себестоимость увеличивается при увеличении капитальных затрат в ВЭУ. Себестоимость уменьшается при увеличении времени работы оборудования, а так же при увеличении установленной мощности ВЭУ (кВт) в совокупности со стоимостью 1 кВт установленной мощности (USD).

Экономически целесообразно внедрение в Беларуси ветроэнергетических установок, спроектированных на расчетные скорости ветра 9–11 м/с, высотой 70–110 м. Преимущество следует отдать опорам высотой 110 м.

Сдерживающими факторами развития ВЭУ в Беларуси долгое время были: недостатки тарифной и налоговой политики; отсутствие законодательной базы по нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии, льгот при закупке и эксплуатации ветротехники; отсутствие тяжелой подъемной техники и квалифицированного персонала.

В последние годы произошло ряд важных событий, имеющих большое значение для развития в стране альтернативной энергетики. Так, в 2010 г. в очередной раз пересмотрены стимулирующие тарифы на электрическую энергию для производителей экологически чистой энергии. Декрет Президента № 1 от 28 января 2008 г. о бизнесе в малых населенных пунктах освобождает предпринимателей от налога на прибыль в течение пяти лет, предусматривает возможность беспошлинного ввоза оборудования, а также передачу в собственность недвижимости для создания рабо-

чих мест. В 2009 г. Беларусь вступила в Международное агентство по возобновляемым источникам энергии IRENA.

В настоящее время проведены обширные работы по установлению наиболее перспективных площадок для строительства ВЭУ единичной мощностью свыше 1 МВт. Таковыми являются две площадки Гродненской области: площадка в Новогрудском районе и в Сморгонском районе.

По Новогрудской площадке имеется разработанный архитектурный проект, прошедший комплексную экспертизу. По результатам проведенной процедуры закупки оборудования определен поставщик – китайская компания Huayu Elec. Apparatus Group Co., Ltd (ветровая турбина HW 77/1500), а также по результатам торгов определен генеральный подрядчик – ОАО «Западэлектрострой».

Результаты обследования второй площадки (Сморгонский район) показали возможность строительство ветропарка предположительной мощностью 17 МВт (17 ВЭУ). Строить ветропарк будет французская компания по европейским технологиям. Реализацией проекта на первом этапе займется белорусско-французское товарищество.

В перспективе еще один ветропарк из 7–8 ВЭУ планируется создать в Новогрудском районе, что позволит вырабатывать до 30 млн. кВт · ч электроэнергии. В случае успешной реализации пилотного проекта, ветропарк планируется создать и в Сморгонском районе.

Таким образом, ветроэнергетика является перспективным и эффективным направлением для Республики Беларусь. Тип ветроэнергетического оборудования необходимо выбирать адаптированный к климатическим условиям Беларуси (скорость ветра на стандартной высоте от 4,8 до 6,2 м/с, высота 70 – 110 м, единичная мощность свыше 1 МВт). Не следует внедрять ветроэнергетические установки мощностью менее 1 МВт, демонтируемые в европейских странах в связи с техническим перевооружением мировой ветроэнергетики и предлагаемые на рынке ветроэнергетики. Необходимо внедрять только современные ВЭУ континентального базирования большой мощности. Рациональный подход к развитию ветроэнергетики в Беларуси может реально обеспечить выработку электроэнергии с помощью ВЭУ с приемлемым сроком окупаемости до 20 % собственного электропотребления страны. По мере роста цен на энергоносители и электроэнергию выгода внедрения ВЭУ будет возрастать и приведет к дальнейшему повышению доли ветроэлектроэнергии в энергетическом балансе страны.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Л. В. Щукина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. Г. Фильчук

Термин «устойчивое развитие» получил широкое распространение после публикации доклада «Наше общее будущее», подготовленного в 1987 г. Международной комиссией по окружающей среде и развитию. Данное понятие было введено для изучения взаимоотношений человека, общества и природы.

Понятие «устойчивое развитие» – многогранное, характеризуется многовариантностью, относится к экономической категории. Устойчивое развитие – это комплексная категория, которая не может быть отражением только одной из сторон дея-

тельности предприятия; это не только экологические, но и экономические и социальные вопросы в деятельности предприятия.

Суть устойчивого развития состоит в том, чтобы в длительном периоде времени обеспечивались высокие показатели социального, экономического и экологического состояния страны, региона или предприятия.

Существует множество методик оценки экономической устойчивости предприятия. Однако большинство авторов рассматривают лишь один из компонентов устойчивого развития предприятия, делают акцент только на экономическую составляющую, игнорируя социальную и экологическую.

Цель работы состоит в разработке интегрального показателя устойчивого развития предприятия, который учитывал бы три составляющие устойчивого развития: экономическую, социальную, экологическую.

Построение данного показателя, комплексно характеризующего результаты и экономическую устойчивость хозяйственной деятельности предприятия – сложная задача. Это связано с тем, что такая оценка должна объединить в себе несколько разнокачественных и несоизмеримых между собой показателей.

1. Социальная составляющая устойчивого развития «Человек».

Главными целями социальной политики на предприятии являются обеспечение устойчивого роста уровня и качества жизни работников, и создание условий для развития человеческого потенциала. Для количественного определения уровня на предприятии развития трудовых ресурсов выделим следующие показатели: коэффициент средней заработной платы; коэффициент текучести кадров и коэффициент постоянства персонала предприятия.

Данные показатели отражают процесс движения персонала на предприятии. Если текучесть кадров минимальна на предприятии, то можно судить о социальной устойчивости и стабильности (т.е. работники не хотят терять данное место, их устраивает уровень оплаты труда, социальный климат, условия труда).

Рассчитаем индексы по данным показателям, которые показывают, на сколько увеличилась (уменьшилась) текучесть кадров по сравнению с прошлым годом в относительном выражении, а также какова тенденция – рост или спад – средней заработной платы.

$$I_{\text{ср. зарпл.}} = \frac{K_{\text{ср. зарпл.}}^{\text{OT}}}{K_{\text{ср. зарпл.}}^{\text{пред.}}} \quad \text{и} \quad I_{\text{тек.}} = \frac{K_{\text{тек.}}^{\text{пред.}}}{K_{\text{тек.}}^{\text{OT}}} \quad \text{и} \quad I_{\text{п.п.}} = \frac{K_{\text{п.п.}}^{\text{OT}}}{K_{\text{п.п.}}^{\text{пред.}}},$$

где $I_{\text{ср. зарпл.}}$ – индекс средней заработной платы; $I_{\text{тек.}}$ – индекс текучести кадров; $I_{\text{п.п.}}$ – индекс постоянства персонала.

Отметим, что индекс текучести кадров рассчитывается обратным методом (сравнивают с отчетным годом) с целью сохранения и не искажения экономического смысла сводного индекса.

Агрегирование в сводный индекс всех этих трех частных индексов представим в виде средней геометрической величины. Таким образом, сводный индекс устойчивого развития социальной составляющей будет выглядеть так:

$$I_{\text{соц}} = \sqrt[3]{I_{\text{ср. зарпл.}} \times I_{\text{тек.}} \times I_{\text{п.п.}}}$$

2. Экологическая составляющая устойчивого развития «Окружающая среда».

Человеческая деятельность оказывает все большее воздействие на целостность экосистем, которые обеспечивают жизненно важные функции в интересах благополучия человека и хозяйственной деятельности [2].

Используя ф-53 статистической отчетности предприятия «Отчет о затратах на производство продукции (работ, услуг)», можно рассчитать материальные затраты (топливные ресурсы) на 1 руб. ТП (т. е. показатель энергоемкости) с целью выявления уровня загрязнения природной среды и показать на сколько данный показатель увеличился (уменьшился) за указанный период.

Рассчитаем индекс по данному показателю, который показывает, насколько увеличилось (уменьшилось) потребление энергетических ресурсов по сравнению с прошлым годом, а следовательно, увеличилось или уменьшилось негативное воздействие на окружающую среду.

Так как показатель энергоемкости должен иметь тенденцию к спаду, то при расчете индекса экологической устойчивости необходимо за базу сравнения брать отчетный год, для того чтобы все индексы были в одном сопоставимом виде и чтобы не искажался экономический смысл сводного индекса.

Кроме того, необходимо отметить, что количественно определить экологическую составляющую устойчивого развития на предприятии весьма сложно. Это связано с тем, что нет определенных и точных показателей природоохранной деятельности предприятия, и на предприятии не ведут экологический учет своей деятельности. В дальнейшем необходимо расширить набор показателей, которые бы учитывали эффективность деятельности предприятия в природоохранной сфере (например, экологический налог в пределах норм, выбросы, отходы и т. д.)

3. Экономическая составляющая устойчивого развития «Экономика».

Устойчивое развитие предприятия предполагает определение финансовой устойчивости, так как финансовое состояние предприятия в значительной степени определяет конкурентоспособность предприятия, его потенциал в деловом сотрудничестве; оценивает, в какой мере гарантированы экономические интересы самого предприятия и его партнеров по финансовым и другим экономическим отношениям. Для определения финансовой устойчивости предприятия выделим следующие показатели: коэффициент текущей ликвидности, коэффициент автономии, рентабельность продукции

Рассчитаем индексы по данным показателям, которые показывают, на сколько улучшилось или ухудшилось финансовое положение предприятия.

$$I_L = \frac{K_{л}^{OT}}{K_{л}^{пред}} \text{ и } I_{авт} = \frac{K_{авт}^{OT}}{K_{авт}^{пред}} \text{ и } I_R = \frac{R_{прод}^{OT}}{R_{прод}^{пред}},$$

где I_L – индекс текущей ликвидности; $I_{авт}$ – индекс автономии; I_R – индекс рентабельности продукции.

Агрегирование в сводный индекс всех этих трех частных индексов представим в виде средней геометрической величины. Таким образом, сводный индекс устойчивого развития экономической составляющей будет выглядеть так:

$$I_{экон} = \sqrt[3]{I_L \times I_{авт} \times I_R}.$$

Таким образом, для комплексного отображения показателя устойчивого развития предприятия необходимо данные индексы по всем трем составляющим свести к следующему виду:

$$P_{\text{ус.раз.}} = \sqrt[3]{I_{\text{экол}} \cdot I_{\text{соц}} \cdot I_{\text{экон}}}.$$

Рассмотренную методику определения устойчивого развития предприятия применим для конкретного предприятия – ОАО «Гомельхлебопродукт». Для расчета индексов социальной устойчивости, экологической и экономической устойчивости развития предприятия составим таблицу. Частные показатели (индексы) определяются как отношение значений соответствующих показателей в отчетном и базисном периоде.

Расчет индексов устойчивого развития предприятия

Наименование индекса	Формула расчета	Результат
Индекс средней зарплаты	950108/764596	1,2426
Индекс текучести кадров	0,1708/0,1839	0,9288
Индекс постоянства персонала	0,9065/0,9348	0,9697
Индекс экологической устойчивости	0,0429/0,0364	1,1786
Индекс текущей ликвидности	0,94/1,07	0,8785
Индекс автономии	0,94/1,07	0,8785
Индекс рентабельности продукции	4,9/5,23	0,9369

Рассчитаем сводный индекс устойчивого развития социальной, экономической и экологической составляющей.

$$I_{\text{соц}} = \sqrt[3]{1,2426 \times 0,9288 \times 0,9697} = \sqrt[3]{1,1197} = 1,0384;$$

$$I_{\text{экон}} = \sqrt[3]{0,8785 \times 0,8785 \times 0,9369} = \sqrt[3]{0,7231} = 0,8976;$$

$$I_{\text{экол}} = 1,1786.$$

Значит, комплексный показатель устойчивого развития предприятия будет равен:

$$P_{\text{ус.раз.}} = \sqrt[3]{1,0384 \times 0,8976 \times 1,1786} = 1,0985.$$

Подводя итоги, можно отметить, что данная методика в большей степени позволяет оценить существующее развитие предприятия, так как в ее основе лежат частные показатели, характеризующие темпы роста (снижения) выбранных для оценки показателей.

Для более полной оценки устойчивого развития, которая должна включать и характеристику уровня устойчивости, необходимо при расчете частных показателей устойчивого развития предприятия использовать в качестве базы сравнения не соответствующие показатели отчетного периода, а нормативные значения каждого пока-

зателя. Основной трудностью данного подхода является поиск нормативных величин, поскольку не для каждого показателя они четко определены. Разработка соответствующей всем требованиям методики оценки устойчивого развития предприятия является целью наших дальнейших научных исследований.

Литература

160. Елисеева, Т. П. Экономический анализ хозяйственной деятельности : учеб. пособие / Т. П. Елисеева. – Минск : Современ. шк., 2007. – 914 с.
 161. Зайченко, Н. П. Основные положения Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. // Белорус. экон. журн. – 2004. – № 3. – С. 4–18.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ ПЕРЕРЕЗАЕМОГО СЛОЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РЕЗАНИЯ

Д. Н. Павлович

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

Целью данной работы является проведение анализа влияния толщины перерезаемого слоя растительной массы на удельную работу резания с помощью специального прибора – копра-динамографа.

Постановка задачи. Исследование проводим при следующих условиях: кукуруза влажностью 60 %; толщина ножа $b = 4$ мм; угол заточки $\beta = 20^\circ$; острота лезвия $\mu = 50$ мкм; угол наклона лезвия $\tau = 0^\circ$; толщина слоя растительной массы $h = 25\text{--}120$ мм.

С целью выявления влияния величины h слоя растительной массы на процесс резания было произведено резание растительной массы (РМ) слоем различной толщины на универсальном копре-динамографе (рисунок 1). Во всех проведенных опытах ширина слоя массы была одинаковой.

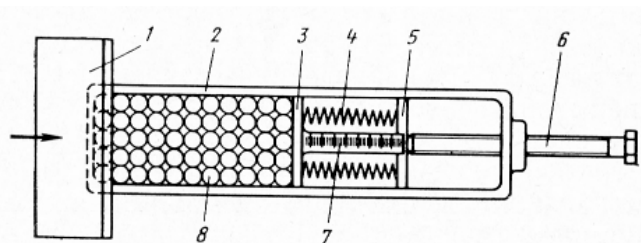


Рис. 1. Державка копра-динамографа: 1 – нож; 2 – направляющие; 3 – противорежущая пластина; 4 – пружины; 5 – опорная пластинка; 6 – болт; 7 – циферблат; 8 – стебли

В качестве энергетической оценки процесса резания, характеризующей его энергоемкость, был избран наиболее важный и легко сопоставляемый для различных условий эксперимента показатель – удельная работа резания $A_{уд}$. Она представляет собой отношение всей работы A резания к площади F сечения перерезаемого слоя:

$$A_{уд} = \frac{A}{F} = \frac{A}{bh}, \quad (1)$$

где

$$A = A_{сж} + A_{рез} \quad (2)$$

Диаграмму резания (рис. 2) можно разделить на два характерных участка, соответствующих различным стадиям процесса:

- 1) сжатие слоя массы лезвием до давления, достаточного для проникновения лезвия в массу (предварительное сжатие);
- 2) движение лезвия сквозь слой массы (резание).

Работа, затрачиваемая на каждую из указанных стадий, характеризуется соответствующей площадью $A_{сж}$ и $A_{рез}$ диаграммы резания. При этом с точки зрения необходимого эффекта полезной следует считать только ту работу, которая затрачивается непосредственно на резание, и бесполезной, хотя и неизбежной, – работу предварительного сжатия.

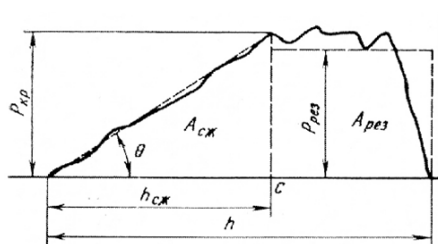


Рис. 2. Диаграмма статического резания слоев растительной массы

На рис. 3 представлены характерные диаграммы резания слоев массы различной толщины ($h = 25\text{--}120$ мм), на которых участки работы предварительного сжатия не заштрихованы, участки же работы резания заштрихованы. На диаграммах видно, что участок сжатия с увеличением толщины слоя растет относительно общей площади диаграммы.

В диаграммах резания ординаты на участке предварительного сжатия выражают величину давления ножа на массу, на участке резания – величину усилия резания. Точка c абсциссы характеризует момент конца сжатия и начала резания слоя. Она делит абсциссу на две части: $h_{сж}$, представляющую собой величину линейного сжатия слоя первоначальной толщины h , и $h - h_{сж}$, представляющую собой толщину уплотненного лезвием слоя в момент начала резания.

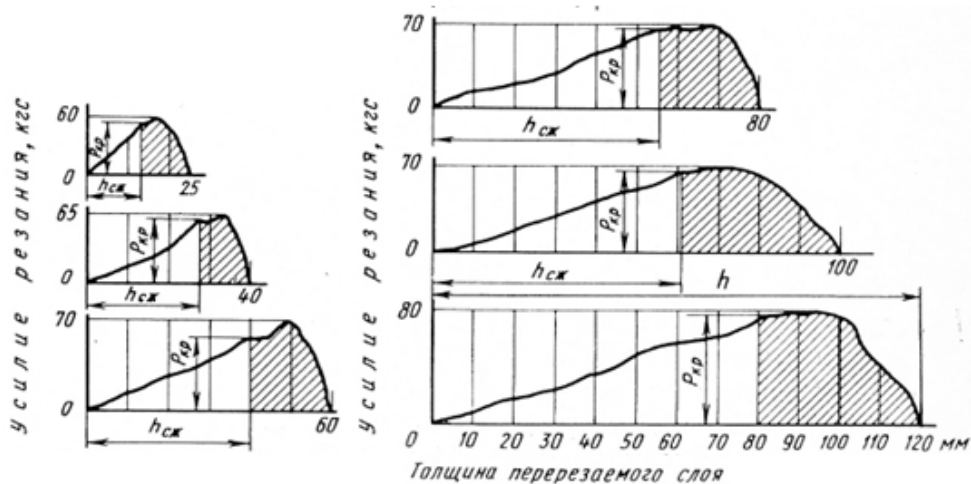


Рис. 3. Диаграммы статического резания слоев растительной массы различной толщины

Работу предварительного сжатия слоя можно выразить зависимостью:

$$A_{сж} = \mathcal{E} \frac{h_{сж}}{h}, \quad (3)$$

где \mathcal{E} – модуль сжатия массы лезвием, имеющий размерность работы.

Работа $A_{сж}$ также может быть определена как площадь первого участка диаграммы резания. С незначительной погрешностью она равна площади треугольника с основанием $h_{сж}$ и высотой $P_{кр}$.

Таким образом,

$$A_{сж} = \frac{P_{кр}}{2} h_{сж}. \quad (4)$$

Величину сжимающей силы, при которой заканчивается сжатие массы лезвием и начинается его внедрение в массу, назовем критической сжимающей силой лезвия.

Сравнивая выражения (3) и (4), можно определить значение критической сжимающей силы, при которой начинается резание,

$$P_{кр} = \frac{2\mathcal{E}}{h}. \quad (5)$$

и значение модуля сжатия массы лезвием

$$\mathcal{E} = h \frac{P_{кр}}{2}. \quad (6)$$

Согласно данной формуле и диаграмме, представленной на рисунке 2, модуль сжатия массы лезвием равен площади треугольника, основанием которого является толщина слоя массы, а высотой – критическая сила сжатия. Выражение (6) позволяет экспериментально определять, модуль сжатия \mathcal{E} массы лезвием.

Работу $A_{рез}$ с несущественной погрешностью можно определить из диаграммы резания (рисунок 2) как площадь прямоугольника с основанием $h - h_{сж}$ и высотой $P_{рез}$, представляющей собой среднее усилие на участке резания:

$$A_{рез} = P_{рез} (h - h_{сж}). \quad (7)$$

Отношение полезной работы резания $A_{рез}$, т.е. работы, необходимой непосредственно для резания, ко всей работе, затрачиваемой при резании, т.е. с учетом работы $A_{сж}$, может характеризовать рациональность резания и именоваться *коэффициентом полезной работы лезвия*:

$$\lambda = \frac{A_{рез}}{A_{рез} + A_{сж}}. \quad (8)$$

Подставляя значения $A_{сж}$ из формулы (4) и $A_{рез}$ из формулы (7) в выражение (8), получим:

$$\lambda = \frac{P_{рез}(h-h_{сж})}{\frac{P_{кр}}{2}h_{сж} + P_{рез}(h-h_{сж})} . \quad (9)$$

Так как при резании толстого слоя всегда имеет место некоторое предварительное сжатие его лезвием, то коэффициент λ меньше единицы. Увеличение этого коэффициента характеризует улучшение процесса резания, так как суммарная работа A , затрачиваемая на процесс предварительного сжатия и резания, на основании выражения (8) с увеличением λ уменьшается.

Условия и осредненные результаты опытов сведены в таблицу.

Экспериментальные данные по статическому резанию слоя листостебельной массы кукурузы

Показатель	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
Толщина слоя реальная в мм	25	40	60	80	100	120
Величина сжатия $h_{сж}$ в мм	12,3	27,2	38,4	53,0	60,0	80,7
$P_{кр}$ в кгс	43,7	52,0	57,1	63,7	68,7	86,1
Работа в кгс·м:						
сжатия $A_{сж}$	0,276	0,48	0,98	1,83	2,05	3,16
резания $A_{рез}$	0,52	0,56	0,92	1,505	1,62	2,17
общая A	0,796	1,04	1,90	3,335	3,67	5,33
Коэффициент λ полезной работы резания	0,66	0,54	0,47	0,46	0,44	0,41
Модуль сжатия \mathcal{E}	54,0	104,0	171,3	254,8	343,5	516
Площадь F сечения слоя в см ²	15	24	36	48	60	72
Удельная работа в кгс× м/см ² :						
общая $A_{уд}$	0,052	0,043	0,053	0,069	0,061	0,074
резания $A_{рез. уд}$	0,034	0,023	0,025	0,031	0,027	0,030
сжатия $A_{сж· уд}$	0,018	0,020	0,027	0,038	0,034	0,044

Выводы: из таблицы видно, что при увеличении площади перерезаемого слоя растительной массы с 15 см² до 72 см², т. е. в 4,8 раза общая удельная работа растёт с 0,052 до 0,074 кгс · м/см², т. е. всего лишь в 1,423 раза. Это свидетельствует о том, что более целесообразно вести резание слоев растительной массы большей толщины. Этим достигается значительное повышение производительности при малом увеличении энергозатрат.

Литература

162. Резник, Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – Москва : Машиностроение, 1975. – 311 с.

163. Ивашко, А. А. Вопросы теории резания органических материалов лезвием // Тракторы и сельхозмашины». – 1958. – № 2. – С. 34–37.
164. Рейнер, М. Реология / М. Рейнер ; пер. с англ. – Москва : Наука, 1965. – 223 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНУТРИВУЗОВСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

Е. В. Будович

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Е. А. Кожевников, С. Е. Астраханцев

Системы менеджмента качества в современных условиях обострения конкуренции становятся гарантом успешной работы любого предприятия или учреждения. Это справедливо и для учреждений образования. Хорошо структурированная система управления качеством образования должна быть надежным и эффективным средством совершенствования образовательной деятельности всех субъектов образования.

В настоящее время в европейских и российских вузах адаптированы несколько моделей управления качеством, применяемых в организациях промышленности:

- оценочный метод управления качеством деятельности вуза;
- концепция Всеобщего управления качеством (TQM);
- подход, основанный на требованиях международных стандартов качества ISO 9000:2000.

Модель управления с использованием оценочного метода (SWOT-анализ) предполагает систематическое проведение самооценки вуза, выявление положительных и отрицательных факторов его развития. На этой основе вырабатываются и предлагаются меры для разрешения проблемных ситуаций и улучшения деятельности вуза.

Европейская система повышения качества (EQUIS) описывает общее направление деятельности по оценке и непрерывному совершенствованию качества обучения на основе динамической модели совершенствования качества (EQUAL). Эта модель содержит в своей структуре следующие ключевые элементы:

- участие соответствующих национальных органов управления в процессе оценки деятельности учреждений;
- применение методики, основанной на миссии и соотносящей деятельность учреждения с общеевропейскими стандартами;
- допущение гибкости в методах оценки для учета разнообразия форм управления образованием.

Все большее распространение в образовании получает оценка деятельности по критериям модели делового совершенства Европейского фонда управления качеством (EFQM). Она базируется на принципах модели делового совершенствования TQM, универсальность которых распространяется на все виды и этапы образования:

- ориентация на конечный результат;
- сосредоточенность на интересах потребителей;
- лидерство и постоянство целей;
- управление на основе информации о состоянии организации;
- развитие персонала и вовлечение его в дела организации;
- непрерывное обучение, инновации и усовершенствования;
- развитие партнерства;
- социальная ответственность.

Модель управления качеством образования, основанная на принципах TQM, использует метод оценок, основанный на более глубоком и детальном анализе, предполагает наличие четко сформулированных миссии и стратегических целей, выработанных в результате всесторонних исследований потребностей внешней среды в основных продуктах деятельности вуза.

Модель управления, основанная на требованиях международных стандартов системы качества серии ISO 9000:2000, базируется на основополагающих принципах менеджмента качества, в том числе и на процессном подходе. Она предполагает установление заинтересованных сторон, выявление их требований к качеству продукции, создание системы непрерывного совершенствования деятельности. В отличие от модели TQM основным инструментом модели менеджмента процессов становится система управления, документированная на основе учета взаимосвязи всех процессов организации.

В вузах Республики Беларусь в настоящее время реализуется подход, основанный на требованиях международных стандартов. Так, в соответствии с приказом министра образования А.М. Радькова «О развитии в высших учебных заведениях Республики Беларусь систем управления качеством образования и приведения их в соответствие с требованиями государственных стандартов Республики Беларусь и международных стандартов» руководителям высших учебных заведений необходимо было организовать работу по формированию и оформлению вузовских СМК до 1 января 2010 г.

Внедрение и функционирование в вузе системы управления качеством образования на основе международных стандартов ISO 9000:2000 обеспечит:

- эффективное использование ресурсов университета;
- мониторинг образовательного процесса по единой системе критериев качества;
- оперативное реагирование на изменение во внешней и внутренней среде;
- совершенствование организационной структуры управления университетом с целью взаимодействия на различных уровнях;
- определение стратегических целей и задач организации в области качества;
- удовлетворенность внешних и внутренних потребителей.

Одним из ключевых аспектов процессного подхода является обеспечение наглядности («прозрачности») объекта управления (организации или системы) посредством его точного, достаточного, лаконичного, удобного для восприятия и анализа описания.

Описание объекта управления для целей общего руководства начинают с описания процессов, определяющих миссию, и продолжают до достижения необходимой степени «прозрачности», достаточной для корректного анализа и выработки эффективных управленческих решений.

Эффективный менеджмент качества через призму процессного подхода можно представить условно как совокупность двух элементов:

- хорошо структурированная (описанная) сеть процессов, определяющая деловой процесс (процессы) организации;
- постоянно реализуемые процедуры планирования, обеспечения, управления, улучшения качества в рамках каждого процесса сети процессов.

Описание сети процессов возможно с помощью процедуры, называемой моделированием. В самом общем смысле под моделью понимают логическое или математическое описание компонентов и функций, отображающих существенные свой-

ства моделируемого объекта или процесса, рассматриваемых как системы или элементы системы с определенной точки зрения.

В литературе классификация видов моделирования проведена по разным основаниям. Наиболее полный и обобщенный вариант представлен на рисунке 1.

Для описания процессов специалистами в области менеджмента качества предложены следующие наиболее распространенные методы и соответствующие им модели:

- вербальная модель – описание на естественном языке;
- математическая модель – описание с помощью средств и правил определенного раздела (разделов) математики;
- графическая модель – описание объекта с помощью средств и правил графического изображения [1].



Рис. 1. Классификация видов моделирования

По нашему мнению, для моделирования внутривузовской системы управления качеством образования следует использовать различные средства приведенных методов. Так, в качестве основных должны использоваться графические средства описания процессов, которые позволяют не только отражать отдельные процессы, но также взаимосвязи и взаимодействия между ними. При этом графическая модель может содержать как элементы вербальной модели (словесное сопровождение), так и элементы математической модели (для анализа и прогнозирования изменений). По классификации, представленной на рис. 1, данную модель можно охарактеризовать как полную (отражает всю сеть процессов), стохастическую (учитывает вероятностные события), динамическую (предполагает анализ и учет изменения процессов во времени) и комбинированную.

Литература

165. Курьян, А. Г. Описание процессов в рамках систем менеджмента качества на основе методологии функционального моделирования IDEF0 [Электронный ресурс] / А. Г. Курьян, П. С. Серенков. – Режим доступа: http://www.devbusiness.ru/development/qm/iso90002000_idef.htm. – Дата доступа: 20.02.10г.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕОРГАНИЗАЦИИ НЕПЛАТЕЖЕСПОСОБНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

С. А. Милевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Структурная перестройка экономики и реорганизация убыточных сельскохозяйственных предприятий являются одними из важнейших стратегических направлений аграрной реформы. Необходимость разработки корректной методики оценки эффективности проводимых преобразований определяет актуальность исследования данной проблемы на современном этапе развития рыночных отношений в аграрном секторе страны.

Оценка эффективности реорганизации неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций основана на расчете количественных показателей деятельности хозяйств и анализе на их основе фактически достигнутого уровня эффективности с выявлением основных причин и факторов, повлиявших на него.

Нами установлено, что существующие методики оценки эффективности реорганизации убыточных хозяйств имеют следующие недостатки: оценка уровня эффективности реорганизации хозяйств основывается лишь на определении их финансового состояния; невозможность установления наиболее важных факторов эффективности; отсутствие критериев качественной оценки достигнутого уровня эффективности.

Нами предложена методика оценки эффективности реорганизации убыточных хозяйств, суть которой состоит в поэтапном определении интегрального показателя, характеризующего уровень эффективности деятельности организаций. При этом интегральный показатель рассчитывается на основе обобщающих показателей с учетом коэффициентов сравнительной значимости. В свою очередь обобщающие показатели рассчитываются методом средней геометрической из частных индексов, полученных на основе соотношения значений показателей деятельности исследуемых организаций с нормативными значениями.

Основу нормативного обеспечения предлагаемой методики составляет система нормативов обеспечения самофинансирования деятельности хозяйств, разработанная в РНУП «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси» [2, с. 250–252].

Для оценки эффективности реорганизации убыточных хозяйств нами предлагается система показателей, объединенных в 3 основные группы: показатели эффективности растениеводства (производство в расчете на балло-гектар сельхозугодий зерна, кормовых единиц); показатели эффективности животноводства (производство в расчете на балло-гектар сельхозугодий молока, мяса); показатели общей эффективности (выручка от реализации продукции, работ, услуг, уровень окупаемости затрат, среднегодовая численность работников в расчете на 1000 га сельхозугодий,

фондоотдача основных средств, инвестиции в основной капитал, окупаемость инвестиций в основной капитал, коэффициент соотношения дебиторской и кредиторской задолженности).

Предложенная методика может быть использована для оценки эффективности реорганизации убыточных хозяйств на уровне региона, обоснования выбора инвестора, оценки эффективности отдельных форм реорганизации.

Для более глубокого анализа эффективности реорганизации убыточных хозяйств нами разработаны нормативные критерии ее оценки в зависимости от величины интегрального показателя (см. таблицу).

Интерпретация значений интегрального показателя уровня эффективности реорганизации убыточных хозяйств*

Значение интегрального показателя	Интерпретация	Рекомендации
Менее 0,25	низкий уровень эффективности хозяйственной деятельности, что ставит под сомнение целесообразность проведенной реорганизации; отражает неэффективное использование инвестиционных ресурсов	необходимость пересмотра основ реорганизации (определение нового инвестора и формы реорганизации)
0,26-0,5	низкий уровень хозяйственной деятельности (при возможном росте отдельных показателей)	рассмотрение возможности внутренней реструктуризации; обоснование необходимости дополнительного инвестирования
0,51-0,75	удовлетворительный уровень хозяйственной деятельности с улучшением большинства показателей	необходимость повышения эффективности управления; стимулирование развития инновационной деятельности
0,76-1	высокий уровень хозяйственной деятельности с возможностью в перспективе обеспечения полного самофинансирования	повышение адаптации организации к условиям внешней среды; создание условий для закрепления достигнутого уровня эффективности
Свыше 1	уровень, соответствующий полному самофинансированию, независимости от внешних источников инвестирования, а также устойчивости к колебаниям рыночной конъюнктуры	диверсификация бизнеса; распространение передового опыта хозяйствования путем организации информационно-консультационного обслуживания

*Источник: разработано авторами по материалам исследования.

Предложенная методика нами апробирована на данных о хозяйственной деятельности реорганизованных сельскохозяйственных организаций Гомельской области в динамике за 2003–2007 гг.

Анализ показал, что реорганизация убыточных хозяйств имела значительные результаты в части повышения эффективности их деятельности, что позволило в целом по региону достичь удовлетворительного уровня ведения сельскохозяйственной деятель-

ности, обеспечивающего более 50 % возможности самофинансирования хозяйств. При этом наиболее высокий уровень эффективности отмечен в хозяйствах, где в качестве инвесторов выступили сельскохозяйственные организации и перерабатывающие предприятия, что объясняется наличием у реципиентов и инвесторов давно устоявшихся производственных связей, а также действием синергетического эффекта в виду роста масштабов и повышения кооперации и интеграции производства.

Таким образом, отличительной особенностью предложенной методики является многоцелевой характер ее использования, а также применение в качестве базы сравнения системы нормативов самофинансирования хозяйств, что помимо количественной оценки показателей эффективности деятельности позволяет дать качественную оценку достигнутого уровня эффективности и определить основные направления совершенствования деятельности организаций на основе разработанной нами системы критериев.

Л и т е р а т у р а

166. Бычков, Н. А. Рекомендации по совершенствованию механизма объединения организаций АПК в процессе рыночной реорганизации / Н. А. Бычков, В. Н. Метлицкий. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. – 108 с.
167. Комплекс неотложных мер по повышению эффективности сельскохозяйственного производства в контексте выполнения Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 годы / В. Г. Гусаков [и др.] ; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. – 256 с.
168. Шагайда, Н. Финансовое оздоровление неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций [Электронный ресурс] / Н. Шагайда – Режим доступа: http://www.raf.org.ru/magazine_old/sta12002_5.htm. – Дата доступа: 18.08.2009.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕОРГАНИЗАЦИИ СУБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. М. Седоусов

*Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

В настоящее время во всех регионах Беларуси активно идет административно управляемый процесс создания интеграционных формирований в АПК на основе реорганизации неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций и присоединения или продажи их экономически состоятельным инвесторам. Это осуществляется главным образом в целях финансового оздоровления организаций, преодоления проблемы ценового диспаритета, выравнивания условий хозяйствования, повышения конкурентоспособности отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей. В этой связи возникает объективная необходимость разработки научно обоснованного механизма повышения эффективности реорганизации субъектов хозяйствования, что предполагает постановку и решение комплекса взаимосвязанных теоретических и практических задач, а именно:

– выполнить сравнительный анализ категорий «реформирование», «реорганизация», «реструктуризация»;

– исследовать предпосылки и основные формы реорганизации субъектов хозяйствования, изучить нормативно-правовую базу государственного регулирования реформирования убыточных хозяйств в Республике Беларусь;

– разработать теоретические аспекты формирования и обосновать содержание механизма повышения эффективности реорганизации субъектов хозяйствования в АПК.

В иерархии рассматриваемых категорий «реформирование», «реорганизация» и «реструктуризация» на первом месте находится «реформирование», которое употребляется для описания процессов происходящих в рамках экономики страны. «Реструктуризация» обозначает радикальное изменение структуры хозяйственной деятельности, а «реорганизация» возникает в рамках предприятия, и означает изменение организационной структуры и процессов управления.

Предпосылками проведения реорганизации сельскохозяйственных организаций послужило неэффективное функционирование агропромышленного комплекса страны в целом. Наличие разнообразных направлений реорганизации неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций, позволяет судить о наличии выбора варианта реализации целей преследуемых инвесторами, государством и сельскохозяйственными организациями. Зарубежный опыт применения концессионного соглашения позволит далее совершенствовать формы и способы реформирования убыточных (неплатежеспособных) организаций.

Нами разработан механизм повышения эффективности реорганизации убыточных сельскохозяйственных организаций представляющий собой совокупность принципов, форм, индикаторов эффективности и системы коррекции, взаимодействие которых способствует повышению эффективности процесса реорганизации.

При его создании использован системный подход, в соответствии с которым механизм рассматривается как целостный объект. Главным системообразующим фактором является цель механизма, которая состоит в повышении эффективности функционирования аграрного сектора экономики. К субъектам разработанного механизма нами отнесены убыточные сельскохозяйственные организации, инвесторы, а также органы государственного управления.

Роль административных органов управления АПК, как субъекта механизма, заключается в стимулировании и эффективном регулировании организационных преобразований, обеспечения соблюдения законности и экономической целесообразности реорганизации.

Убыточные сельскохозяйственные организации, как и инвесторы, преследуют свои цели, которые посредством мотивов определяют выбор соответствующей формы реорганизации. Инвесторы в большинстве случаев преследуют следующие цели реорганизации: рост масштабов производства; получение синергетического эффекта; диверсификация бизнеса; горизонтальная и вертикальная интеграция и др. Целями реорганизуемых убыточных сельскохозяйственных организаций являются: формирование эффективного, конкурентоспособного сельскохозяйственного производства; привлечение инвестиций; улучшение социальной составляющей сельскохозяйственной организации и др.

Принципы организационного механизма представляют собой основные нормы и правила его функционирования, к числу которых нами отнесены: соблюдение законности в процессе реорганизации; комплексность, основанная на учете всех факторов, определяющих эффективность реорганизации; обеспечение реализации экономических интересов всех субъектов реорганизации. Формирование названных

принципов основывается на совокупности нормативно-правовых актов действующих на территории Республики Беларусь и регулирующих вопросы реорганизации неплатежеспособных хозяйств и условия деятельности инвесторов.

Выбор варианта (формы) реорганизации дает возможность субъектам учесть свой потенциал и принять научно обоснованное управленческое решение. О правильности выбора формы реорганизации можно судить по результатам оценки, которая выступает одним из структурных элементов предложенного механизма. Оценка эффективности реорганизации неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций направлена на определение количественных показателей, позволяющих оценить уровень эффективности деятельности хозяйств в условиях их реорганизации и сделать соответствующие выводы о результатах проведенных преобразований.

Таким образом, механизм позволяет оценить эффективность реорганизации убыточных сельскохозяйственных организаций и в зависимости от результата оценки определяет действия инвестора в отношении убыточных хозяйств. Отличительными особенностями механизма являются: наличие системы коррекции; возможность изменения форм реорганизации при низком уровне эффективности (наличие обратной связи); формулировка принципов реорганизации и ее связь с нормативно-правовой базой.

Литература

169. Бычков, Н. А. Рекомендации по совершенствованию механизма объединения организаций АПК в процессе рыночной реорганизации / Н. А. Бычков, В. Н. Метлицкий. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. – 108 с.
170. Нормативные документы, используемые в работе при реформировании сельскохозяйственных организаций в современных условиях хозяйствования / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2004. – 80 с.
171. Тушинский, И. Г. Реформирование убыточных Сельхозорганизаций: нормативное регулирование и практическое осуществление // Право Беларуси. — 2005. — № 2. — С. 76–80.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ПРОИЗВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

О. В. Новик

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. В. Шваякова

Управление затратами – это динамический системный процесс регулирования уровня расходов живого и овеществленного труда, осуществляемый для достижения управляющим субъектом максимальной прибыли в соответствии с имеющимися ресурсами.

Предметом управления затратами являются затраты предприятия, возникающие в процессе его деятельности: операционной, инвестиционной и финансовой.

Субъектами управления затратами выступают руководители и специалисты предприятия и производственных подразделений. Отдельные функции и элементы управления затратами выполняются административно-управленческими работниками и служащими предприятия непосредственно или при их активном участии.

Целью управления затратами является достижение намеченного результата деятельности (либо заданный объем затрат, либо определенный количественный результат) предприятия наиболее экономичным способом (либо принцип минимизации, либо принцип максимизации). Эта главная цель призвана обеспечить одновременно гармонизацию интересов собственников с интересами государства и работников предприятия.

Система управления затратами реализует свою главную цель и задачи путем осуществления в том числе таких функций, как:

- Осуществление планирования формирования, распределения затрат и себестоимости продукции (работ, услуг).
- Разработка действенной системы стимулирования формирования затрат и экономного использования производственных ресурсов.
- Осуществление эффективного контроля за принятыми решениями в области формирования затрат и себестоимости продукции (работ, услуг).

В системе управления издержками производства важным инструментом должен стать контроль «по отклонениям» от нормативных показателей. В случае возникновения отклонений принимаются меры по выяснению причин отклонения, увязанные с материальными стимулами.

Корреляционная модель формирования себестоимости сельскохозяйственной продукции в общем виде может быть представлена в следующем виде:

$$Y_x = v_1 * x_1 + v_2 * x_2 + v_3 * x_3 + v_4 * x_4 + v_5 * x_5,$$

где v_1 – v_5 – показатели соответствующих факторов; x_1 – стоимость основных средств сельскохозяйственной организации; x_2 – сумма производственных затрат без амортизации; x_3 – численность среднегодовых рабочих; x_4 – количество сотен баллогектаров; x_5 – энергетические мощности, л. с.

Корреляционная модель формирования себестоимости продукции растениеводства может быть представлена в следующем виде:

$$Y_x = a + v_1 * x_1 + v_2 * x_2 + v_3 * x_3 + v_4 * x_4 + v_5 * x_5 + v_6 * x_6 + v_7 * x_7 + \\ + v_8 * x_8 + v_9 * x_9 + v_{10} * x_{10} + v_{11} * x_{11} + v_{12} * x_{12},$$

где a – свободный член уравнения; v_1 – v_{12} – показатели соответствующих факторов; x_1 – качественная оценка пашни, баллов; x_2 – сумма амортизационных отчислений на 1 га посевов соответствующей культуры, руб.; x_3 – нагрузка пашни на одного трудоспособного рабочего; x_4 – удельный вес квалифицированных кадров в общем числе трудоспособных, %; x_5 – использование фонда рабочего времени, %; x_6 – концентрация посевов сельскохозяйственных культур, га; x_7 – удельный вес культуры во всей посевной площади, %; x_8 – внесено органических удобрений на 1 га пашни, т; x_9 – внесено минеральных удобрений на 1 га пашни, кг действующего вещества; x_{10} – убрано одним комбайном, га; x_{11} – прямые затраты труда на возделывание 1 га соответствующей культуры, чел-дней; x_{12} – оплата 1 чел-дня на возделывании культуры, руб.

Корреляционная модель формирования себестоимости 1 ц молока может быть представлена в следующем виде:

$$Y_x = a + v_1 * x_1 + v_2 * x_2 + v_3 * x_3 + v_4 * x_4 + v_5 * x_5 + v_6 * x_6,$$

где a – свободный член уравнения; v_1-v_n – показатели соответствующих факторов; x_1 – обратный показатель продуктивности коров, голов; x_2 – обратный показатель выхода приплода; x_3 – прямые затраты труда на корову, чел-час; x_4 – оплата 1 чел-час в производстве молока, руб.; x_5 – удельный вес статьи «Корма», %; x_6 – удельный вес статьи «Затраты на содержание основных средств», %.

Корреляционная модель формирования себестоимости 1 т прироста живой массы может быть представлена в следующем виде:

$$Y_x = a + v_1 * x_1 + v_2 * x_2 + v_3 * x_3 + v_4 * x_4 + v_5 * x_5 + v_6 * x_6 + v_7 * x_7 + v_8 * x_8,$$

где a – свободный член уравнения; $v_1...v_n$ – показатели соответствующих факторов; x_1 – расход корма на 1 голову в год, т к. ед.; x_2 – стоимость 1 т к. ед., руб.; x_3 – прямые затраты труда на корову, чел-час; x_4 – оплата 1 чел-час, руб.; x_5 – среднесуточный прирост живой массы, г; x_6 – удельный вес в рационе концентрированных кормов, %; x_7 – плотность поголовья крупного рогатого скота на выращивании и откорме в расчете на 1 тыс. балло-га сельхозугодий, голов; x_8 – затраты на содержание основных средств в расчете на 1 голову, руб.

Таким образом, сформированная себестоимость сельскохозяйственной продукции с учетом данных факторов позволит учесть производственный потенциал организации и определить эффективность системы управления затратами данного хозяйства.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЭКОЛОГО-ДЕСТАБИЛИЗИРОВАННЫХ РАЙОНАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Н. Коваленко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Винник

Гомельская область относится к регионам, наиболее пострадавшим в результате аварии на Чернобыльской АЭС, вследствие чего основная часть сельскохозяйственных угодий (655,9 тыс. га или 45 %), расположенных в данной области и подвергшаяся загрязнению цезия-137 и стронция-90, не может быть полноценно использована по прямому назначению. Данное обстоятельство вызвало серьезную проблему организации производства нормативно чистой продукции сельского хозяйства в эколого-дестабилизированных регионах.

Большую часть сельскохозяйственной продукции составляет продукция растениеводства, которая используется не только непосредственно для питания людей, но и на корм животным. Повышенное содержание радиоактивных веществ в свою очередь, ведет к повышению содержания Cs-137 и Sr-90 во всех продуктах питания, в частности в продуктах животноводства (мясо, молоко). Это обуславливает необходимость проведения комплекса защитных мероприятий, направленных на снижение радиационных нагрузок на население: организационных, агротехнических, агрохимических, технических.

С 1987 г. и по настоящее время прослеживаются три периода реабилитации загрязненных радионуклидами территорий [3]. В первом из них (1987–1991 гг.) были выведены из пользования сильнозагрязненные земли, широко проводилось извест-

кование кислых почв, вносились повышенные дозы минеральных удобрений. В период с 1992–2000 гг. использовались приемы уменьшения загрязнения растениеводческой продукции за счет регулирования минерального питания, применения бактериальных препаратов и новых удобрений.

В 2002 г. была реализована программа переспециализации наиболее критических по производству продукции со сверхнормативным содержанием радионуклидов сельскохозяйственных организаций Гомельской. Программой охвачено 19 сельскохозяйственных организаций республики, проблемных по производству нормативно чистой продукции. В минувшем году для этого сельхозпредприятия получили 802 единицы техники, элитные семена, более тысячи голов КРС, в том числе и специализированных мясных пород [6].

Объем дополнительной продукции, полученной в переспециализируемых хозяйствах 3 районов Гомельской области (за 2003–2009 гг.) [4]

Показатели	Единицы измерения	Районы			
		Брагинский	Наровлянский	Хойникский	Всего по 3-м районам
Прирост зерна	т	20248	5799	12583	38630
	%	87	70	51	69
Прирост молока	т	7393	2417	2917	12727
	%	56.2	62	17	45
Прирост привеса КРС	т	843	303	704	1850
	%	41	102	43	62
Прирост привеса свиней	т	0	97	50	147
	%	0	53	49	51
Прирост ВП в сопоставимых ценах	млн руб.	32400	12713	36150	81263
	разы	4	5	4,8	4,6
Прирост прибыли от реализации продукции	млн	3058	724	1903	5677
	разы	2,4	2,1	2,5	2,3

Реализация данной программы позволила существенно повысить эффективность сельскохозяйственного производства в рассмотренных эколого-дестабилизированных регионах:

- прирост валового производства зерна – в среднем 69 %;
- прирост валового производства молока – в среднем 45 %;
- прирост привеса КРС – в среднем 62 %;
- прирост привеса свиней – в среднем 51 %;

Рост значений указанных показателей привел к увеличению валовой продукции в 4,6 раза, прибыли от реализации продукции – в 2,3 раза.

Следует отметить, что в данных районах за рассмотренный период не только достигнута положительная динамика выпуска сельскохозяйственной продукции. Но и созданы условия для гарантированного устойчивого производства нормативно

чисто сельхозпродукции всей номенклатуры за исключением зерна предназначеного на продовольственные цели.

В 2007 г. выполнены работы по известкованию кислых почв на площади 29,1 тыс. га, поставлено удобрений: фосфорных – 27,1 и калийных – 88,3 тысяч тонн действующего вещества. В населенных пунктах, где регистрируется повышенное содержание цезия-137 и стронция-90 в молоке, в 2007 г. выполнены работы по созданию культурных кормовых угодий для выпаса скота населения на площади 2,9 тыс. га, для обеспечения качества травостоя проведены уходные работы за пастбищами (подкормка азотными удобрениями) на площади 9,7 тыс. гектаров, в проблемные населенные пункты поставлено 657,4 тонны комбикорма с цезийсвязывающим сорбентом [5].

На Гомельщине в настоящее время расширяют площади под кукурузу, посевы сои. В целом изменяется структура посевов озимых и яровых. Еще в Гомельской области широко используются пастбища с разнообразным набором трав.

К концу 2008 г. площадь возвращенных в оборот сельскохозяйственных угодий составила 82 тысячи гектаров. В 2009 г. такие показатели составили соответственно 137 тысячи гектаров.

Вместе с тем в результате проведения защитных мер и снижения подвижности цезия-137 уменьшилась его доступность для растений за послеаварийный период примерно в 10–12 раз, что привело к возврату части загрязненных земель в сельскохозяйственный оборот. К 2020 г. ожидается снижение площади радиоактивно загрязненных земель до 30 тыс. км² (15 % общей территории) против современных 43,5 тыс. км² (21 %).

По нашему мнению, можно выделить некоторые направления использования сельскохозяйственных угодий, расположенных в эколого-дестабилизированных районах Гомельской области:

Создание культурных кормовых угодий для выпаса скота, включая:

- уходные работы за пастбищами;
- подбор для пастбищ разнообразных трав с низкими уровнями накопления радиационных веществ;

Изменение структуры посевов озимых и яровых;

Использование полученной продукции растениеводства для переработки, в частности:

- зерно;
- кормовые культуры;

Внедрение наиболее эффективных технологий ведения растениеводства;

Реализация экономически оправданных мероприятий, ориентированных на снижение до безопасного уровня содержания радионуклидов в процессе сельскохозяйственного производств.

Л и т е р а т у р а

172. Правила ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2002–2005 гг. / Мин-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск, 2002. – 74 с.
173. Анненков, Б. Н. Ведение сельского хозяйства в районах радиоактивного загрязнения (радионуклиды в продуктах питания) / Б. Н. Анненков, В. С. Аверин. – Минск : ЗАО «Пропелеи», 2003. – 110 с.
174. Агеец, В. Ю. Переспециализация сельскохозяйственного производства – одна из эффективных составляющих реабилитации загрязненных радионуклидами территорий / В. Ю. Агеец // 17 лет после Чернобыля: проблемы и решения : сб. науч. тр. – Минск, 2003. – С. 92–94.

175. Аверин, В. С. Эффективность программ переспециализации сельскохозяйственных предприятий на территории радиоактивного загрязнения. Аграрная экономика. – 2009. – № 10. – С. 30–34.
176. http://naviny.by/rubrics/society/2007/03/29/ic_news_116_268798.
177. <http://www.belgazeta.by/20040426.16/010161512>.

ДЕГУСТАЦИЯ, КАК СРЕДСТВО ПРОДВИЖЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю.С. Коновалова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Среда, в которой функционирует предприятие, пронизана сложной системой коммуникаций. Она контактирует со своими покупателями, поставщиками, банками, страховыми компаниями, различными контактными аудиториями. Эти связи взаимны и могут пересекаться. Их задача – формирование и поддержание образа предлагаемых товаров и предприятия в целом в глазах общественности и своих существующих и потенциальных потребителей.

Тема данной работы является достаточно актуальной в настоящее время. Дегустация, как средство продвижения на предприятии, играет огромную роль в сфере сбыта продукции и услуг. Данный метод чаще всего применяется в сегменте продуктов питания. Покупатель может попробовать продукцию прежде, чем примет решение о ее приобретении. Дегустации особенно рекомендуется использовать при выводе на рынок новых брендов либо при расширении вкусовой линейки в рамках одного бренда. Также эффективно проводить предпраздничные дегустации, что позволит увеличить объем продаж за счет праздников, так как непосредственное празднование Нового Года не может обойтись без мясных изделий (колбасы вареной, колбасы копченой и т. д.). Затем, потенциальный клиент, опробовав продукцию, приобретает ее, тем самым увеличивает объем продаж и прибыль.

Цель работы - изучение и внедрение дегустации, как средство продвижения и повышение спроса на определенный вид товара, что позволит дать большие объемы его продаж. Для этого нужно показать покупателям основные особенности и качества товара, которые они сразу же могут оценить, ведь дегустация вкусовых качеств – это самый быстрый и показательный способ, который помогает определиться с выбором. К тому же, проведение дегустации такого ряда продуктов очень легко осуществимо с точки зрения организации, для этого требуется лишь непосредственная близость к месту продажи продуктов питания. Поэтому чаще всего такие дегустации проводятся непосредственно в супермаркетах, торговых павильонах и залах. К тому же, это объясняется еще и тем, что проведение дегустации не требует большого пространства.

Дегустация будет проводиться в Г. Минске, т.к. мы хотим расширить географию потребления товаров. Наше предприятие функционирует внутри своей области и не может конкурировать с такими предприятиями, как «Минский мясокомбинат», «Слуцкий мясокомбинат», «Слонимский мясокомбинат» и т.д.

Решаемые задачи:

1. Ознакомление целевой аудитории со вкусом, свойствами продукта;
2. Инициация пробной покупки;

3. Личный опыт и собственные вкусовые ощущения дают самые твердые основания для принятия решения.

Исходя из основных задач, предметом исследования является дегустация товара как цель создания спроса при помощи специальных мероприятий. Объектом исследования является ОАО «Бобруйский мясокомбинат».

При разработке рекламной кампании были использованы материалы по деятельности службы маркетинга предприятия и данные агентства «ГЕПТАГРУПП».

Первое и самое важное для планируемой дегустации – о ней должны знать. Чем больший процент целевой аудитории узнает заранее о дегустации и выгодах, которые она предоставляет, тем больший процент прироста продаж можно ожидать. Т. о. поможет повысить эффективность нашей дегустации – листовки.

Листовка будет являться информатором о проведении дегустации (лифлентинг). Рекламные листовки должны сопровождать бизнес на всех этапах его существования. На начальной стадии таким способом можно сообщить своим потенциальным клиентам о том, что на рынке появился новый игрок. Далее таким же образом продвигать новый продукт или услугу. Раздача листовок – это оптимальное соотношение «цены и качества». Во-первых, это мероприятие не такое дорогое, как реклама в электронных медиа, но, при грамотном подходе и определении целевой аудитории, оно позволяет проинформировать не просто большое количество народа, а именно нужных людей, которые с большей вероятностью станут вашими клиентами.

Т. к. мы проводим промо-акцию в виде дегустации необходимо выполнить следующие условия: выбрать правильное место под рекламную акцию, разработать правильный текст и включить бонусы. Наличие стенда также довольно ощутимо повышает шансы быть замеченным среди прочих конкурирующих компаний.

Эффективность проводимой дегустации во многом зависит и от достойной презентации предлагаемой продукции временным персоналом. Этому следует уделить особое внимание, т. к. результаты проведенных маркетинговых исследований показали, что значительному числу потенциальных клиентов запоминается, прежде всего, уровень общения с представителями фирмы.

Данная рекламная кампания будет проводиться 1 месяц и разделена на 2 части. Первая – создание и распространение листовки с 1.12–11.12.2009 гг., вторая – проведение дегустации с 14.12–31.12.2009 гг.

Затраты на весь заказанный тираж листовок составит 3 240 000 бел. руб.

Распространением листовок будут заниматься промо-персонал, который будет нанят в Минском рекламном агентстве «ГЕПТАГРУПП», в количестве 4 промоутеров. Стоимость 1 часа работы промоутера равна 2 \$ по курсу Национального банка Республики Беларусь. Распространение будет проводиться как на улице проходим людям, так и распространение в почтовые ящики жилых домов. Рабочих часов 8, два дня по 4 часа.

Затраты будут составлять 64\$ - 179 840 бел.руб. по курсу нац. Банка Республики Беларусь.

Суммарные затраты на первый период проведения рекламной кампании равняются $179\ 840 + 3\ 240\ 000 = 3\ 419\ 840$ бел. руб..

Второй период это не посредственно проведение дегустации.

Место проведение дегустации – гипермаркет «Корона», расположенный по ул. Темерязева, и гипермаркет «Бигс» – Логойский тракт г. Минск.

Персонал промоуш-группы (промоутеры) – люди, нанятые из рекламного агентства «ГЕПТАГРУПП». Количество промоутеров – 4 человека.

Время проведения дегустации – с 14 по 31 декабря 2009 г.

Итоговая сумма расходов на проведение дегустации составляет 14 240 000 бел.руб.

Теперь посчитаем суммарные затраты на проведение данной рекламной кампании: $3\,419\,840 + 14\,240\,000 = 17\,659\,840$ бел. руб.

Эффективность данных мероприятий будем рассчитывать с помощью регрессионного анализа. Затраты на проведение 3 вышерассмотренных мероприятия составят 17,65984 млн руб.

После проведения расчетов получили следующие результаты:

- $r = 0,6$. Это означает, что теснота связи между объемами продаж и расходами на маркетинг тесная;

- $R=0,32$. Это означает, что на 0,32% увеличение сбыта продукции влияет увеличение затрат на рекламу.

Для окончательного вывода проведем выравнивание данных по уравнению регрессии с временным нарастанием.

Выравнивание данных по уравнению регрессии с временным нарастанием показали, что расчетный показатель объема сбыта без затрат на рекламу составил - 359,2292314, а с затратами 370,545575.

На основе проведенных выше расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Если не проводить ни какую рекламу, то объем сбыта составит 359,2292314 млн руб.;

2. Если провести предложенное мероприятие, то объем сбыта увеличится до 370,545575 млн руб., и будет на 11,31635186 больше объема сбыта в предыдущем месяце.

Следовательно, проведение дегустации является экономически эффективным, что в свою очередь, это приведет к увеличению прибыли, т. к. существует возможность появления новых клиентов, следовательно, будет получена дополнительная прибыль.

Таким образом, при проведении дегустации готовится хорошая почва для объема продаж заранее. И до того, как товар появится на прилавках, люди уже могут попробовать его и оценить по достоинству, они уже будут знать хотя бы название, что само по себе немало. Затраты на дегустации таким образом окупятся очень и очень быстро. А информация о новом бренде уже пойдет в массы. Это особенно эффективно, если у товара запоминающееся название, хороший слоган и узнаваемый логотип.

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО МАРКЕТИНГА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. МЕТОДЫ ПОИСКА НОВЫХ ИДЕЙ

Е. А. Макария

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Р. А. Лизакова

В условиях современного рынка усиление роли инноваций является одним из слагаемых успеха крупной компании. Наиболее динамичные и новаторские компании могут повсюду превзойти своих конкурентов, даже самых сильных, пользуясь преимуществами дешевых факторов производства или экономии. Сегодня уже стал общепризнанным тот факт, что крупные компании добиваются конкурентных преимуществ только посредством внедрения инноваций. Только за счет посто-

янных улучшений и нововведений можно добиться хорошего уровня производительности и уже затем повышать его.

Генератором идей, особенно прикладных, быть очень трудно: на первый взгляд кажется, что на практике все уже давно изучено и стабильно. Кроме того, новые идеи должны превращаться в успешный бизнес-продукт.

Есть ряд методов генерирования идей. Каждый метод обладает набором преимуществ. Отправной точкой может стать **анализ потребителей**, в частности, анализ потребностей и обзор отношений и важности атрибутов. Некоторые компании имеют специальные точки, где потребители могут без излишнего наблюдения и вмешательства со стороны специалистов попробовать продукцию организации в действии. Данный анализ позволяет понять, удовлетворены ли конкретные потребности клиентов. Он также необходим для того, чтобы установить, какой именно продукт надо создать.

Безусловно, продуктивным является и **анализ конкурентов**, особенно изучение того, что продают последние или над чем они работают в данный момент.

Еще один метод генерирования идей – это активный поиск, особенно новых продуктов и процессов в других областях на предмет возможности их внедрения в виде нового продукта компании.

Следующий метод называется **«Просто и примитивно»**. Прежде, чем предлагать аудитории нечто новое и лучшее, следует убедиться, что товар прост в эксплуатации и прекрасно выполняет одну-две операции. Людям совсем не нужно что-то заумное. Чем сложнее изделие, тем меньше вероятность того, что оно станет популярным.

Еще одним распространенным методом генерирования идей является техника **«Мозгового штурма»**. Основной принцип данной техники – процесс формулировки идей и критика предложений не должны происходить одновременно. Участники «Мозгового штурма» по очереди выдвигают идеи и пытаются их развить, при этом анализ полученных решений проводится позже. Иногда используют «немой» вариант данной техники – брейн-райтинг. В этом случае идеи записываются на листке бумаги, который коллеги передают друг другу, внося собственные предложения.

Одной из разновидностей «Мозгового штурма» является «Обратная мозговая атака». Здесь процесс поиска решений разделен на три этапа. На первом этапе выявляются все возможные недостатки совершенствуемого объекта. С учетом этих недостатков формулируются задачи. Второй и третий этапы аналогичны соответствующим этапам обычного «Мозгового штурма». Таким образом, более полно отражаются недостатки объекта, обнаруживается большее число идей, связанных с совершенствованием продукта.

Метод **«635»** представляет собой известную разновидность «Мозгового штурма». Группа состоит из 6 участников, причем каждый участник должен написать на листе бумаги по 3 идеи, затрагивающих конкретный круг проблем. По истечении 3–5 мин. каждый участник передает дальше свой лист другому, неизменному партнеру. Подобная передача повторяется до тех пор, пока каждый участник не ознакомится или не заполнит все без исключения листы. В общем получается 108 идей за 30 мин.

Еще одним методом коллективного поиска новых идей является **«Корабельный совет»**. В этом случае, так же как и при «Мозговом штурме», преследуется цель максимально использовать опыт, знания и фантазию участников совещания. Основная суть метода заключается в строгом выполнении заранее установленных правил. При этом успех работы совещания главным образом зависит от умения руководите-

ля – «капитана» – создавать спокойную деловую и творческую обстановку, стимулирующую участников к активному поиску решения проблемы. Такой вид творческого совещания обычно используется в коллективе, не обладающем опытом и навыками проведения «Мозгового штурма». Тем не менее, этот метод достаточно эффективен при решении проблем в условиях дефицита времени и информации.

Рассмотрим метод **«Оператор РВС»** («Оператор размер, время, скорость»). Его суть заключается в мысленном изменении условий решаемой задачи. Необходимо проанализировать ту или иную задачу, мысленно изменяя от нуля до бесконечности сначала размер совершенствуемого объекта, а затем временные и стоимостные показатели. С помощью «Оператора РВС» можно получить несколько необычных направлений для решения, хотя иногда он дает неожиданные идеи.

Один из инструментов развития творческого мышления – методика **«Шесть шляп»**. Это простой и практический способ, позволяющий преодолеть три фундаментальные трудности, связанные с практическим мышлением: эмоции, беспомощность, путаницу. Метод позволяет разделить мышление на шесть типов, или режимов, каждому из которых отвечает мысленная цветная «шляпа». Такое деление позволяет использовать каждый режим намного эффективнее, и весь процесс мышления становится более сфокусированным, устойчивым и упорядоченным. Так, в белой человек беспристрастно анализирует цифры и факты, затем, надев черную, он во всем ищет негативные моменты. После этого наступает очередь желтой шляпы – поиска позитивных сторон проблемы. Надев зеленую, человек генерирует новые идеи, а в красной может позволить себе эмоциональные реакции. Наконец, синяя шляпа символизирует подведение итогов.

Укреплению памяти и, следовательно, улучшению качества креативных процессов способствует метод **«Ментальные карты»**. В центр листа бумаги нужно поместить ключевое понятие, а все ассоциации, достойные запоминания, записать на «ветвях», исходящих от центра. При этом не возбраняется подкреплять мысли графически. Процесс рисования карты способствует появлению новых ассоциаций, а образ получившегося древа надолго остается в памяти.

«Синектика» – метод решения изобретательских задач и поиска новых идей группой специалистов, широко использующих различные типы аналогий. Он основан на свойстве человеческого мозга устанавливать связи между словами, понятиями, чувствами, мыслями, впечатлениями, т. е. устанавливать ассоциативные связи. Это приводит к тому, что отдельное слово, наблюдение и т. п. могут вызвать в сознании воспроизведение раннее пережитых мыслей, восприятий, и «включить» богатую информацию прошлого опыта для решения поставленной задачи. Аналогия является хорошим возбудителем ассоциаций, которые в свою очередь стимулируют творческие возможности. Сначала нужно выбрать объект и нарисовать таблицу аналогий. В первый столбец записывают все прямые аналогии, во второй – не прямые (например, отрицание признаков объекта, указанных в первом столбце). Затем нужно сопоставить цель, объект и не прямые аналогии.

Метод фокальных объектов предполагает объединение признаков разных объектов в одном предмете. После выбора объекта проектирования случайным образом выбирается ряд других объектов, и составляются списки их признаков. Путем последовательного перебора этих признаков и сопоставления их с проектируемым объектом пытаются изменить форму объекта, принцип действия, алгоритм функционирования, материал и другие характеристики.

Интересен и **морфологический анализ**. Какой-либо объект нужно разложить на компоненты, выбрать из них наиболее существенные, изменить их и попытаться

соединить снова. На выходе получится новый объект. Например, необходимо придумать визитную карточку для парфюмерной компании. Если изменить классическую прямоугольную форму визитки и способ воздействия на органы чувств клиентов, можно получить треугольную визитку с запахом духов (туалетной воды и т. п.).

Рассмотрим также **метод не прямых стратегий**. В данном случае берется колода карт, на которых записан набор команд (например, «дай волю злости», «укради решение» и др.). Во время создания новой идеи нужно наугад вытаскивать из колоды карты и пытаться следовать их указаниям.

Метод «**Автобус кровать, ванна**» основан на убеждении, что новая идея не только зреет в глубинах подсознания, но и активно рвется наружу. Чтобы она проявилась, нужно лишь не мешать ей. Новая идея может прийти в голову где угодно, даже в малоподходящих для этого местах (классический пример – Архимед с его ванной).

Еще один нестандартный метод – «**Расшифровка**». Берется непонятная надпись на чужом языке, скажем, иероглифы. В голове человека, который ее рассматривает, будут рождаться разные ассоциации.

Наконец метод «**Ловушка для идей**» подразумевает «инвентаризацию» всех возникающих идей: их можно наговаривать на диктофон, фиксировать в тетради и т. п. Потом, при необходимости, можно будет обратиться к своим записям.

Способность генерировать оригинальные идеи, сочетающие в себе простоту и прибыльность, является естественным конкурентным преимуществом. Однако до 90 % творческих идей, сформулированных сотрудниками отечественных компаний, пропадает из-за отсутствия внутрикорпоративной инфраструктуры, которая бы принимала эти идеи и обеспечивала воплощение наиболее ценных из них в продуктах и процессах.

В условиях сильной конкуренции и быстрого изменения конъюнктуры рынка, способность к инновациям может оказаться основной потенциальной силой для развития фирмы. В общем, успех на стороне тех, кто подходит к проблеме со свежими предложениями.

Литература

178. Алешина, Е. Б. Методы активизации творческого мышления при разработке новых продуктов / Е. Б. Алешина // Маркетинг и маркетинговые исследования. – 2008. – № 3. – С. 204–213.
179. Лакутько, И. Креативный поиск альтернативы / И. Лакутько, А. Филиппова // Маркетинг: идеи и технологии. – 2008. – № 4. – С. 40–46.
180. Методы поиска идей и создания инноваций // Режим доступа: <<http://www.inventech.ru/pub/methods/>>.
181. Варапаев, А. Методики создания инновационных идей / А. Варапаев // Маркетинг: идеи и технологии. – 2008. – №4. – С. 34–40.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТУРИСТСКИХ УСЛУГ

Е. Г. Юрченко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Сфера услуг является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей экономики. В развитых странах мира ее доля в валовом внутреннем продукте превышает 70 %. О росте социальной значимости услуг свидетельствуют такие факторы, как

занятость населения в данной сфере, объем производства и номенклатура услуг, объем международной торговли услугами, потребительский спрос на них.

Основополагающим требованием предоставления туристических услуг является обеспечение качества предоставляемых услуг.

Специфика сферы туризма заключается в том, что производимый продукт полностью или частично неосязаем, а эффект сервиса оценивается потребителем в условиях определенного эмоционального состояния, зависящего от огромного количества факторов, в числе которых являются особенности воспитания, возраст привычки, понятие о комфорте, самочувствие или психологическое состояние на момент получения услуги и др. Все это делает восприятие качества туристского продукта во многом субъективным, зависящим от индивидуальных характеристик каждого туриста.

Услуги туризма должны оцениваться системой показателей качества, свободно воспринимаемой как туристами, так и конкурирующими организациями.

Рассмотрим некоторые наиболее оптимальные наборы показателей, характеризующие качество услуг и обслуживания, предлагаемые различными авторами.

Так, по мнению Браймера, показатели качества услуг и обслуживания можно разделить на поисковые, эмпирические и доверительные. К поисковым относятся такие показатели, которые покупатели могут оценить еще до покупки. К эмпирическим – показатели качества услуг, которые проявляются в процессе обслуживания и которые нельзя определить до приобретения туристской путевки (вежливость, отзывчивость, профессионализм персонала, познавательность, полнота и достоверность информации, сообщаемой экскурсоводом во время экскурсии, впечатление, получаемое от увиденного).

К доверительным показателям качества относятся такие показатели, которые турист не может оценить даже после потребления туристского продукта. Например, отдыхающему туристу трудно установить, какую пользу принесли процедуры, принятые по предписанию врача, или пользу от минеральной воды, которую он ежедневно пил.

В работе Баумгартена отмечено, что качество системы обслуживания можно оценить по количеству жалоб от потребителей, т. е. качество и надежность системы обслуживания оценивается по отсутствию дефектов в обслуживании и временным затратам. Однако, следует заметить, что не все клиенты оформляют свое недовольство виде жалоб. Поэтому целесообразно проводить опрос с целью определения удовлетворенности потребителей предоставляемыми туристскими услугами. Для привлечения клиентов целесообразно оценивать качество предоставляемых туров, что позволит определить удовлетворенность потребителей и проводить постоянный мониторинг качества туров.

Лифиц выделяет обязательные и рекомендуемые требования к туровым услугам. К обязательным требованиям он относит безопасность жизни и здоровья туристов и экскурсантов; сохранность их имущества; охрану окружающей среды. К рекомендуемым - соответствие назначению, точность и своевременность исполнения, компетентность, этичность обслуживающего персонала.

Бернард в своей работе для определения качества услуги предлагает использовать концепцию «нейтральных зон». Суть данной концепции заключается в следующем: в личностных восприятиях потребителя существует так называемая нейтральная зона, в которой любые действия не вызывают ответных реакций. Развитием данной концепции является типология эффективности показателей обслуживания Кедотта и Терджен, которые разработали классификацию элементов обслуживания в зависимости от их значимости в потребительских восприятиях: критические показа-

тели обслуживания, нейтральные показатели; приносящие удовлетворение и приносящие разочарования показатели обслуживания.

Резюмируя вышеизложенное, отметим, что для анализа качества туристских услуг, предоставляемых гомельскими турфирмами, целесообразно использовать следующие показатели:

1. Надежность, т. е:
 - а) безопасность жизни и здоровья туристов и экскурсантов;
 - б) сохранность их имущества;
 - в) охрана окружающей среды.
2. Доступность информации:
 - а) полнота информации;
 - б) наличие наглядных материалов;
 - в) Информация об условиях проживания, питания, трансфера, о программе тура.
3. Достоверность информации о правилах пребывания в другой стране:
 - а) информация о правилах въезда в страну временного пребывания;
 - б) об условиях пребывания, о таможенных правилах, об обычаях, традициях данного народа, информация об опасностях, с которыми может встретиться турист при совершении путешествий.
4. обслуживающий персонал:
 - а) опыт работы персонала, его компетентность, владение иностранными языками, скорость реакции, коммуникабельность, честность, организованность, обходительность.
5. Перевозки:
 - а) безопасность пассажиров, комфортность, доступность.
6. Характеристика материального обеспечения:
 - а) комфортность помещения, удобная мебель, техническое обеспечение оперативной деятельности.

Таким образом, можно сказать, что в литературных источниках отражено множество разных не согласованных между собой подходов к группировке и определению состава показателей качества услуг туризма. Необходимо выработать общий подход к определению состава показателей качества туристских услуг. Наиболее общим подходом к определению состава показателей является подход, использующий методику проведения социологических исследований с привлечением специалистов, при проведении которых устанавливается «дерево свойств» качества услуги.

Секция VIII МАРКЕТИНГ

ФОРМИРОВАНИЕ СБЫТОВОЙ ПОЛИТИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. Л. Солодкова, И. С. Белоусова

Белорусско-Российский университет», г. Могилев

Научный руководитель С. А. Александрова

В условиях современного рынка, изменения в белорусской экономике за последние годы способствовали формированию и развитию рыночных отношений и активизации деятельности товаропроизводителей. Отечественные производители в своей деятельности все больший акцент делают на завоевание конкурентных позиций в борьбе за потребительские предпочтения, за внимание и деньги потребителей.

Рыночные регуляторы конкуренции ставят предприятия в жесткие условия и выступают двигателем научно-технического прогресса. Они вынуждают крупные компании искать новые формы делового сотрудничества с целью обеспечения финансовой устойчивости своей деятельности. Отсутствие на предприятиях служб и подразделений, основной задачей которых являлась бы разработка стратегических планов деятельности субъекта хозяйствования на основе всесторонней и полной оценки условий его деятельности, динамики и направленности изменений тенденций внешней среды; сохранение, в большинстве своем, принципов деятельности отделов снабжения и сбыта, адаптированных к условиям командно-административной экономики; отсутствие квалифицированных кадров, способных моделировать поведение предприятия в современных условиях хозяйствования сказались на конкурентоспособности отечественных производителей.

В такой ситуации выбор эффективной сбытовой политики является важной проблемой, от решения которой зависят как уровень состоятельности предприятий, так и перспективы преодоления последствий глубокого структурного кризиса в экономике в целом. Изменения, происходящие на рынке, напрямую влияют на внутреннюю структуру предприятия, предполагая необходимость внедрения перемен для более глубокой адаптации к рыночным условиям. В настоящее время в условиях нарастающего затоваривания рынков сбыта, предприятиям все труднее реализовывать свою продукцию. Как правило, причина этому – неэффективная система коммуникаций как внутри предприятия, так и между производителем и потребителем, основанная, в основном, на устаревших правилах и стандартах плановой экономики. Постановка эффективной сбытовой политики как регулярно работающего и отлаженного механизма на предприятии должна способствовать приобретению им новых конкурентных преимуществ. Данное обстоятельство возможно при постоянном исследовании предприятием внутреннего и внешнего рынков.

Исследование рынков позволит предприятию получить ответы на ряд вопросов, связанных с тем: что покупает рынок, почему он покупает, кто покупает, как покупает, когда покупает, где покупает, сколько покупает, сколько будет покупать, где еще будет покупать. Получив ответы на данные вопросы, предприятие может разработать наиболее эффективную сбытовую политику, которая позволит расширять

свои рынки сбыта, устанавливать новые хозяйственные связи, обеспечивать необходимую норму рентабельности.

Товарный рынок лифтов постоянно испытывает воздействие макросреды – политической ситуации, общеэкономической конъюнктуры (инвестиционного климата, темпов роста или падения промышленного производства, уровня жизни населения и др.), а также имеет свои специфические, свойственные этому рынку особенности. На основании проведенного маркетингового исследования рынка у инвестора появляется возможность сделать выводы о ключевых показателях рынка: социально – экономическом состоянии, динамике деловой активности, инвестиционной привлекательности и рисках, структуре отрасли и среднеотраслевом уровне доходности, конкуренции и тенденциях для различных сегментов рынка. Таким образом, все вышесказанное подтверждает актуальность темы проведенного исследования.

Целью данного исследования является разработка предложений по совершенствованию сбытовой политики РУП «Могилевлифтмаш».

Задачами данного исследования являются:

- 1) оценка организации сбытовой деятельности на предприятии;
- 2) анализ сбытовой политики предприятия;
- 3) исследование основных конкурентов, их сильных и слабых сторон;
- 4) исследование и сегментирование рынка и потребителей предприятия.

Объектом исследования является РУП «Могилевлифтмаш».

Республиканское унитарное предприятие «Могилевский завод лифтового машиностроения» является одним из ведущих предприятий не только отечественного машиностроения, но и стран СНГ. РУП «Могилевлифтмаш» выпускает широкую гамму пассажирских (от 400 до 1000 кг), грузовых (от 100 кг до 6300 кг), грузопассажирских, больничных и нестандартных лифтов. Кроме того, предприятие выпускает лифтовое оборудование и запасные части для ремонта, замены и модернизации старых лифтов, а также непрофильное оборудование и потребительские товары.

Лифты, изготовленные на предприятии, работают во всех странах СНГ. Основные рынки сбыта: Российская Федерация, Республика Беларусь, Украина, Молдова, Казахстан, страны Балтии и т. д. Высокое качество и конкурентоспособность могилевских лифтов подтверждается ростом спроса на продукцию завода. Только за период с 2000 по 2009 год производство лифтов выросло более чем в 4,6 раза.

Несмотря на финансовую нестабильность, РУП «Могилевлифтмаш» подтверждает свою активность и жизнеспособность участвуя в различных выставках и конкурсах. Так, на четвертой Международной выставке лифтов и подъемных механизмов, проводившейся с 27 по 29 мая 2009 г. в Москве, он получил специальный приз выставки «За создание и развитие международных проектов». Особым интересом посетителей на выставке пользовались энергосберегающие лифты завода Могилевлифтмаш. Основным отличием таких лифтов является применение регулятора скорости, который питает односкоростной двигатель главного привода (лифтовой лебедки). Применение регулятора обеспечивает экономию электроэнергии на 34,7 %.

Объем экспорта продукции завода традиционно составляет 78 % от общего объема производства, оставшиеся 22 % приходятся на внутренний рынок. Предприятие имеет большой опыт работы на рынках Российской Федерации и Украины, эти страны являются основными рынками сбыта лифтовой продукции. Кроме этого экспортные поставки лифтов осуществляются на рынки: Азербайджана, Казахстана, Молдовы, Кыргызстана, Туркменистана, Грузии, Сербии, Монголии и стран Балтии. На сегодняшний момент существует спрос на лифтовое оборудование на всех рынках

в государствах бывшего СНГ, рынок сбыта каждой из этих стран имеет свои характерные особенности.

Эксперты выделяют два основных фактора, влияющих на развитие рынка лифтов в Беларуси – это объемы жилищного строительства и нарастающий износ лифтового оборудования, требующий модернизации или замены старого лифтового парка.

Была произведена сегментация потребителей лифтового оборудования РУП «Могилевлифтмаш», которую можно представить следующим образом:

1) строительные и инвестиционные компании, осуществляющие реконструкцию и новое строительство:

- объектов жилого фонда;
- объектов транспорта (вокзалы, аэропорты);
- промышленных зданий;
- общественных зданий;

2) монтажные компании;

3) эксплуатирующие компании.

В целях закрепления своей рыночной ниши и, более того, расширения рынка, предприятие должно систематически изучать своих конкурентов. В условиях жесткой конкуренции это позволит предприятию получить дополнительные конкурентные преимущества и не отставать от лидеров на рынке. Длительное время конкуренция была четко обозначена среди трех предприятий: между РУП завод «Могилевлифтмаш», ОАО «Щербинский лифтостроительный завод» и ОАО «Карачаровский механический завод». В последнее время повсеместно активный маркетинг отделений ОТИС во всех государствах бывшего СНГ препятствует поставке лифтов производства РУП «Могилевлифтмаш». В 2010 г. ожидается увеличение роста объемов строительства в России и соответственно количества заказов лифтов, а так же усиление конкурентной борьбы.

В условиях жесткой конкурентной борьбы на внешних рынках РУП «Могилевлифтмаш» необходимо активизировать свою сбытовую и исследовательскую работу. Это позволит получить конкурентные преимущества, постоянно подстраиваться под требования рынка и получать высокие результаты от финансово-хозяйственной деятельности. В настоящее время работа по изучению потребителей и исследованию рынков проводится службой маркетинга. В целях наилучшего функционирования данной службы, необходимо четче ее структурировать, разделить коммерческие и маркетинговые функции и выделить в ее рамках подразделение рыночных исследований, которое будет целенаправленно изучать состояние и перспективы развития рынка. В частности, необходимо более активно изучать новые перспективные рынки, еще не охваченные продукцией данного предприятия, например, страны Восточной Европы.

В целях повышения эффективности сбытовой политики РУП «Могилевлифтмаш» необходимо стимулировать сбыт выпускаемой продукции, предлагая условия оплаты, доставки, оказания дополнительных сервисных услуг, выгодно отличающие предприятие от основных конкурентов. Например, коммерческие предложения, различные формы оплаты за продукцию, лизинг.

Целесообразна организация выставок, конференций по профилю выпускаемой продукции, способствующих расширению хозяйственных связей и привлечению инвесторов, формированию благоприятного имиджа завода-изготовителя у потенциальных партнеров по бизнесу на базе предприятия. Здесь важная роль принадлежит государственным органам управления.

На официальном сайте завода можно организовать раздел, в котором посетители сайта смогли бы оставлять свои отзывы и предложения по поводу выпускаемой продукции. Это позволило бы с наименьшими затратами времени и финансовых средств получить достаточно достоверную информацию об отношении потребителей к продукции данного завода и своевременно реагировать на замечания и недостатки в осуществляемом виде деятельности.

БРЕНДИНГ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ПРОИЗВОДЯЩИХ ПРОДУКЦИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е. И. Гребенок

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель И. В. Торская

Брендинг – это технология создания долгосрочного покупательского предпочтения к определенной торговой марке. Торговая марка превращается в бренд по мере того, как она завоевывает доверие покупателей. Главное отличие между этими двумя понятиями в том, что торговая марка – это лишь набор идентификационных символов и особенностей товара, а бренд – это ее соответствующее восприятие потребителем [1].

Брендинг на рынках продукции производственно-технического назначения, выпуском которой занимаются многие белорусские предприятия, имеет свои особенности. Для промышленного рынка, бренд – прежде всего гарантия качества и дополнительных предложений (совместимость, системность, сервис, поддержка и т. д.), это своего рода обещание клиенту. Потребители товаров производственно-технического назначения довольно инертны и не склонны часто менять поставщиков. На рынке таких товаров цена ошибки выше, чем на рынке потребительских товаров, поэтому выбор промышленной продукции редко бывает импульсивен. Обычно в принятии решения о ее приобретении участвует не один, а несколько специалистов, которые несут ответственность за свой выбор и поэтому они стремятся снизить риск и отдадут свое предпочтение известной фирме с хорошей репутацией.

Однако не следует переоценивать важность известности, поскольку основной составляющей промышленного бренда является все-таки качество товара. Кроме того, покупатель на рынке B2B приобретает товар с расчетом не только удовлетворить свои запросы, но и оправдать ожидания своего клиента и это также должен учитывать производитель [2].

Большинство белорусских предприятий, производящих продукцию производственно-технического назначения, имеют так называемые «стихийные» бренды. Они зародились еще в советские времена и сильными стали не вследствие использования последовательной маркетинговой политики, а благодаря длительной практике потребления, уже перешедшей на уровень устоявшейся потребительской лояльности. Таким известным предприятиям, как МАЗ, МТЗ, БелАЗ, «Белшина», БМЗ не нужен ребрендинг, им нужно изменение самой системы управления брендом. При этом начинать надо с постановки маркетинговой информационной системы, а именно с информации о конкурентах, потребителях, текущей ситуации на рынке. Одной из главных проблем нашей промышленности по-прежнему является то, что о маркетинге вспоминают только тогда, когда возникают проблемы с реализацией продукции. Бренд-менеджмент, как и маркетинг в целом, должен иметь реальную возможность влиять на производство уже на стадиях возникновения идеи и разработки товара.

Брендинг – это не создание красивой картинки и слогана, это, прежде всего, повышение качества товара, улучшение сервисного обслуживания, жесткое соблюдение сроков поставки, гибкость и ориентированность на потребности клиента. Следовательно, надо формировать имидж надежного партнера, взаимодействие с которым позволит минимизировать риски.

На предпочтения клиента оказывает влияние и эффект страны-производителя. Например, стереотип «немецкое качество» автоматически переносится на всю продукцию, произведенную в Германии. Данный эффект работает в обе стороны, т.е. может повышать имидж конкретного бренда, а может и вызывать требования клиентов о скидках в качестве компенсации за «географический» риск. Использование имиджа нашей страны пока неоднозначно, поскольку сложилось такое мнение, что белорусские товары недостаточно современные, незргономичные, но в то же время простые и надежные, а их основное конкурентное преимущество – низкая цена за счет дешевых ресурсов. Если мы сможем изменить эти стереотипы и повысить привлекательность бренда «белорусское» на международном рынке, отечественные предприятия от этого только выиграют. Хотя в России к белорусской продукции отношение хорошее – клиенты предпочитают ее за высокое качество, стандарты производства, а также достаточно прозрачный и четкий контроль этого качества. Удельный вес Российской Федерации в общей структуре экспорта Беларуси за 2009 г. составил 31,5 %, причем в Россию поступило 31,5 % всех экспортированных тракторов и 77,68 % сельхозмашин, 46,23 % седельных тягачей, 63,1 % частей и принадлежностей к автотракторной технике. Зависимость экспорта от рынка России постепенно снижается, например, доля поставок грузовых автомобилей в Россию в общем объеме их экспорта в 2006 г. составляла 69,8 %, в 2007 – 69,7 %, в 2008 – 69,8 %, а в 2009 г. снизилась на 6,29 % и составила 63,51 % [3].

Возможности выбора на внутреннем рынке промышленных товаров во многом ограничены действием программы по импортозамещению. Понятно, что это вынужденная мера, направленная на защиту национальных товаропроизводителей, но она, как и любой другой административный метод, затрудняет свободную конкуренцию. Если бы хватало средств, при прочих равных условиях белорусы при покупке наукоемкой продукции отдали бы предпочтение западным поставщикам. Поэтому надо работать над повышением ценности белорусских товаров и на национальном рынке.

У любого промышленного бренда есть и эмоциональная составляющая, которая состоит из двух частей, а именно:

- внутренняя составляющая (восприятие персоналом компании производимой продукции);
- внешняя составляющая (восприятие бренда потребителями, посредниками и рекламными компаниями).

Внутренней составляющей на отечественных предприятиях уделяется мало внимания, что неоправданно, поскольку ее цель – это четкое понимание персоналом компании ценностей бренда, способность правильно доносить его до участников процесса создания бренда (рекламным агентствам, посредникам, торговому персоналу и т. д.).

Сегодня целесообразно укреплять свой бренд не только с целью улучшения сбыта, но и для того, чтобы повысить его рыночную стоимость. В настоящее время белорусские предприятия уже начали активно акционироваться и заинтересованы в привлечении инвесторов. В результате расширяется круг операций с товарными знаками и возникает потребность в их оценке. В основном в Беларуси используется доходный метод оценки бренда, который зависит от рентабельности продукции. Этот

же метод использует и компания Interbrand – один из лидеров западного рынка в области оценки стоимости брендов.

Ежегодно Interbrand готовит и публикует рейтинг 100 самых «дорогих» брендов мира. Обязательным условием попадания в рейтинг является глобальный масштаб операций компании и достаточное количество информации о ней. Помимо рейтинга самих брендов, отдельно готовится рейтинг компаний, владеющих портфелем брендов, таких, как P&G, Unilever, L'Oreal и т. п. [4]

Стоимость 15 самых дорогих брендов мира за 2009 г. представлена в таблице [5]. При этом практически половина брендов относится к продукции производственно-технического назначения. Компания Interbrand использует модель оценки стоимости бренда (Brand Valuation Model), основанную на методе чистой приведенной стоимости бренда. Суть метода в том, что из денежного потока, который создается всеми нематериальными активами предприятия, выделяется доля, созданная именно брендом. Затем на основе анализа качественных показателей бренда определяется бренд-мультипликатор, по которому прогнозируемый доход дисконтируется к его чистой текущей стоимости. Соответственно, стоимость бренда равна произведению добавленной стоимости бренда и бренд-мультипликатора.

Топ15 самых дорогих брендов мира в 2009 году

№	Бренд	Страна	Сектор экономики	Стоимость бренда в 2009 г. (млн дол.)	Стоимость бренда в 2008 г. (млн дол.)	Изменение, %	Место в рейтинге в 2008 г.	Изменение места
1	Coca-Cola	США	Напитки	68 734	66 667	3,10	1	0
2	IBM	США	Компьютерные услуги	60 211	59 031	2,00	2	0
3	Microsoft	США	Программное обеспечение	56 647	59 007	-4,00	3	0
4	General Electric (GE)	США	Разные	47 777	53 086	-10,00	4	0
5	Nokia	Финляндия	Потребительская электроника	34 864	35 942	-3,00	5	0
6	McDonald's	США	Рестораны	32 275	31 049	3,95	8	2
7	Google	США	Интернет	31 980	25 590	24,97	10	3
8	Toyota	Япония	Автомобили	31 330	34 050	-7,99	6	-2
9	Intel	США	Компьютеры, комплектующие	30 636	31 261	-2,00	7	-2
10	Disney	США	Медиа	28 447	29 251	-2,75	9	-1
11	Hewlett-Packard	США	Компьютеры, комплектующие	24 096	23 509	2,50	12	1
12	Mercedes-Benz	Германия	Автомобили	23 867	25 577	-6,69	11	-1
13	Gillette	США	Красота и здоровье	22 841	22 689	0,67	14	1
14	Cisco	США	Компьютерные услуги	22 030	21 306	3,40	17	3
15	BMW	Германия	Автомобили	21 671	23 298	-6,98	13	-2

Зависимость стоимости бренда от успешности финансовой деятельности компании очевидна: больше всего подешевели бренды финансовых компаний и автомобилестроительных корпораций, наиболее пострадавших в период мирового финансово-экономического кризиса. Так, бренды таких торговых марок, как Mercedes, BMW и Honda подешевели на 7 %, Ford – сразу на 11 %, а Harley-Davidson – сразу на 43 %.

Л и т е р а т у р а

182. Тамберг, В. Бренд: Боевая машина бизнеса / В. Тамберг, А. Бадьин. – Москва : Олимп-бизнес, 2005. – 240 с.
183. Рябовол, В. Промышленные брэнды // Пром. ведомости. – 2007. – № 1. – С. 14–17.
184. Желания и возможности – Белорусы и рынок. Ежедневная аналитическая газета для деловых людей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belmarket.by/ru/67/60/5184/>, свободный. – Загл. с экрана.
185. Обзор основных методов оценки стоимости брендов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.advertology.ru/article44521.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
186. Рейтинги: Top100 самых дорогих брендов мира в 2009 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rating.rbc.ru/articles/2009/10/06/32578590_tbl.shtml?2009/10/06/32578195, свободный. – Загл. с экрана.

АЛГОРИТМ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Т. А. Пашкевич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель А. Ф. Зубрицкий

Конкурентоспособность – это способность удовлетворять потребности потребителей лучше, чем предприятия-конкуренты, характеризующаяся эффективностью деятельности, оцениваемой на основе достижения поставленных целей и задач.

При оценке степени конкурентоспособности автотранспортного предприятия возникают четыре базовые проблемы:

1. Выбор объекта сравнения, в частности, фирмы-лидера в отрасли, которая обладала бы определенными параметрами, чтобы сравнение с ней было корректным (соизмеримости продукции, сегментов рынка, фаз жизненного цикла и т. д.).
2. Выбор критериев продуктивности использования ресурсов фирмы.
3. Возможности сканирования (слежения) рынка.
4. Корректного выбора базового объекта для сравнения (при оценке конкурентоспособности) и способы ее решения.

Решение проблем, связанных с оценкой конкурентоспособности, на мой взгляд, становится возможным, при оценке эффективности использования ресурсов предприятия во взаимосвязи с выбранной стратегией конкуренции. Так как эффективности использование ресурсов косвенно характеризует степень удовлетворения потребностей потребителей. Однако для предприятий с разными стратегиями конкуренции, целевыми установками, для оценки эффективности можно использовать статистические данные по предприятиям отрасли вне зависимости от выбранных ими стратегий.

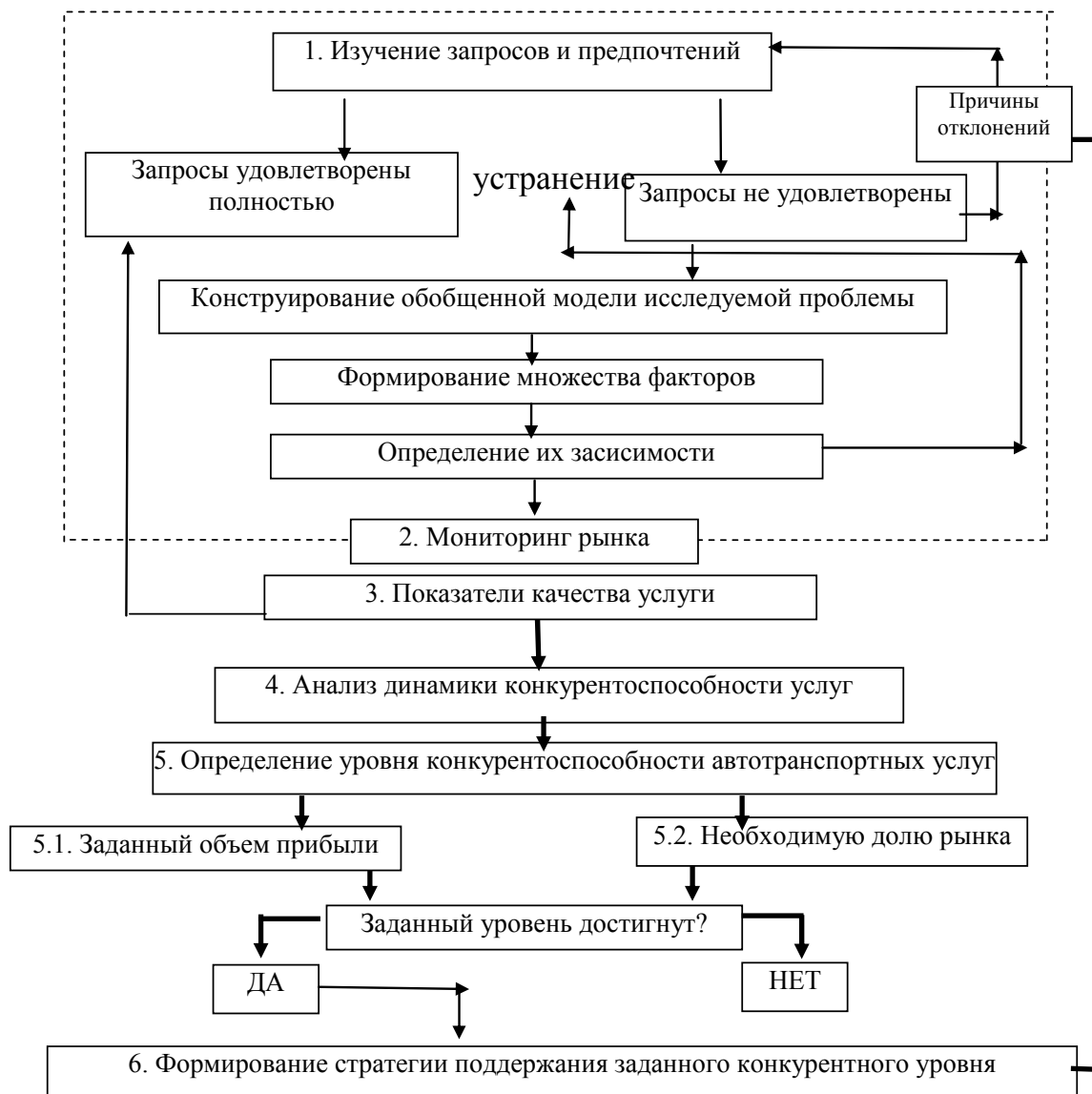


Рис. 1. Алгоритм определения и поддержания конкурентного уровня автотранспортного предприятия

Классифицировать типовые стратегии конкуренции можно следующим образом:

- Ограниченный рост или удержание существующих позиций (поддержание достигнутого уровня сбыта на существующих рынках).
- Интенсивный (внутренний) рост:
 - глубокое внедрение на рынок – предполагает старый товар для старого рынка;
 - расширение границ рынка – предполагает старый товар для нового рынка;
 - совершенствование товара – предполагает новый товар для старого рынка.
- Интеграционный (внешний) рост:
 - регрессивная (обратная) вертикальная интеграция – направлена на контроль над поставщиками;
 - прогрессивная (прямая или вперед идущая) вертикальная интеграция – направлена на контроль за системой распределения;
 - горизонтальная интеграция – направлена на контроль над конкурентами;

– конгломератная интеграция – направлена на приобретение бизнеса в несвязанных отраслях.

• Диверсификационный рост:

– концентрическая диверсификация – направлена на выпуск схожих с выпускаемыми товарами для нового класса клиентов;

– горизонтальная диверсификация – направлена на выпуск абсолютно новых товаров, но для существующих классов клиентов;

– конгломеративная диверсификация – направлена на выпуск новых товаров для новых рынков.

• Стратегия сокращения – отказ от долгосрочных перспектив в пользу краткосрочных.

• Комбинированные стратегии.

Наличие типовых стратегий конкуренции не снимает проблему выбора оптимальной из них. Основная задача деятельности по повышению конкурентоспособности состоит в том, чтобы направлять усилия по совершенствованию деятельности фирмы в русло правильной, подходящей именно для нее конкурентной борьбы – это и определяет необходимость выбора стратегии конкуренции, разработки мер по укреплению конкурентоспособности с учетом конкретной ситуации на предприятии и в его внешней среде.

Поскольку одной из основных целей маркетингового анализа является разработка маркетинговой стратегии, при оценке конкурентоспособности предприятию важно определить главных конкурентов, собрать сведения о их сильных и слабых сторонах, местоположении, доле в общем объеме и номенклатуре оказываемых услуг, дополнительном сервисе, ценовой и сбытовой политике, наличии провозных возможностей, перспективах на расширения и т. д.

Можно предложить следующий подход для разработки оптимальной стратегии конкуренции на предприятии следующим образом:

1) происходит анализ факторов внешней и внутренней среды с использованием как экспертных, так и формализованных методов;

2) на основании выявленного состояния внешней среды и внутренней среды осуществляется SWOT-анализ (включая определение конкурентных преимуществ и слабых мест), результаты которого, в частности, предложения по предотвращению угроз и использования возможностей внешней среды, реализацию преимуществ и сглаживанию (усилению) слабых мест внутренней среды;

3) в ходе оценки конкурентоспособности автотранспортных услуг основополагающими являются как экономические, так и социально-организационные параметры;

4) на основании разработанных корпоративной и бизнес-стратегий осуществляется разработка мероприятий, направленных на повышение конкурентоспособности предприятия.

Основные факторы, определяющие качество автотранспортных услуг, а соответственно и конкурентоспособность автотранспортного предприятия можно поделить на зависящие от автотранспортного подразделения и не зависящие от него. К зависящим относятся: количество подвижного состава; техническое состояние подвижного состава; своевременность доставки продукции; сохранность перевозимой продукции; отсутствие ограничений по партионности; прием разовых заказов; выполнение договоров по объему перевозок; ответственность за доставку продукции. К независящим, но влияющим на деятельность предприятий факторам относятся: дорожно-климатические условия перевозок; расстояние перевозок; видимость и другое.

В современных условиях деловой среды для автотранспортных компаний путь усиления своих конкурентных преимуществ – один из важнейших путей к успешной рентабельной и эффективной работе. Автотранспортное предприятие, оценивая свою конкурентоспособность, прежде всего, должно определить своих главных конкурентов, их сильные и слабые стороны, долю на рынке, географическое положение, объем и номенклатуру оказываемых услуг, дополнительный сервис, проводимую ценовую и сбытовую политику и т. д. Также целесообразно проанализировать в какой степени услуги конкурентов отвечают предъявляемыми потребителями требованиями по гарантированности, срочности, уровню тарифов.

Для решения проблемы анализа и оценки конкурентоспособности автотранспортных услуг был разработан следующий алгоритм определения уровня конкурентоспособности автотранспортного предприятия:

Последовательность удовлетворения потребителя с точки зрения профессиональных стандартов и этики считается достигнутой перевозчиком, если 80 % предъявляемых требований выполняются. Но, удовлетворение условий выполнения первой задачи не означает реализацию остальных задач повышения конкурентоспособности и качества автотранспортных услуг. Поэтому аналогичную работу по выявлению степени удовлетворенности потребителя следует проводить по всем направлениям. Итогом работы, в таком случае, станет конструирование обобщенной модели исследуемой проблемы, на основе формирования множества факторов, влияющих на конкурентоспособность и определение их взаимосвязи.

СВЯЗЬ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ

Н. В. Стефанович

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Р. Б. Ивуть

С переходом на рыночные отношения и постепенного вхождения Республики Беларусь в мировое экономическое пространство особое значение приобретает концепция логистического управления. Суть реализации логистической концепции состоит в разработке и внедрении логистических систем, которые представляют собой множество взаимодействующих элементов, находящихся в отношениях и специфических взаимосвязях между собой и составляющих целостное образование в виде материальных и сопутствующих им потоков, основным положением которых является системность подхода к товародвижению и согласованность действий отдельных звеньев цепи товародвижения.

Аналізу логистических систем, процессам формирования и функционирования посвящено большое число работ, как отечественных, так и зарубежных авторов [2]–[4]. Но процесс формирования логистической системы сложен и требует тщательной проработки различных вопросов совместной деятельности ее участников.

При анализе функционирования логистических систем важнейшей характеристикой выступают потоки полезных ресурсов (материальные, информационные, финансовые, энергетические и т. д.). Полезность ресурсов определяется степенью реализации управляющих функций и обеспечения эффективности функционирования логистической системы. Количество потоков, циркулирующих в системах, зависит от типа логистической системы.

Основная сила, осуществляющая движение потоков, – логистическая операция. Все логистические операции подразделяются на преобразующие, в ходе которых

происходит качественное преобразование потока полезных ресурсов и на операции, обеспечивающие наличие полезных ресурсов в нужном количестве, в нужном месте, в нужное время – погрузка, разгрузка, транспортировка и т. д.

Каждый поток полезных ресурсов имеет свое элементарное представление. В общем случае, при формировании какого-либо вида потока необходимым условием является наличие других потоков. То есть каждый вид потока в логистической системе имеет несколько составляющих, обеспечивающих его формирование и движение.

Понятие материального потока является ключевым в логистике. Существует множество подходов к определению материального потока. На наш взгляд, наиболее полное определение термина дано в работе В. А. Гудкова [1]. «Материальные потоки – это товарно-материальные ценности (материальные ресурсы, незавершенное производство, готовая продукция) определенных видов, в определенных количествах, перемещаемые от определенных поставщиков этих ресурсов к их определенным потребителям, из одного определенного места в другое, в заранее оговоренные сроки».

Материальный поток не может существовать и формироваться без сопутствующих информационного, финансового и потока транспортных средств. Отсутствие хотя бы одной из этих компонент переводит материальный поток в запас.

В условиях рыночной экономики повышение эффективности движения потоков полезных ресурсов достигается главным образом за счет улучшения их финансового обслуживания. Механизм финансового обслуживания потоков полезных ресурсов является в настоящее время наименее изученной областью логистики. Можно выделить два основных подхода к изучению данной проблемы:

- во-первых, под финансовым потоком понимается любое перемещение финансовых средств в макро- или микроэкономической среде;
- во-вторых, под финансовым потоком понимается движение финансовых средств только в логистической системе или между ними.

Высокая эффективность движения финансовых потоков достигается при применении логистических принципов управления ресурсами, что и обусловило появление новой экономической категории – логистический финансовый поток, который обеспечит эффективное прохождение потоков полезных ресурсов на всем пути следования – от момента возникновения до прекращения существования в виде потока. При этом специфика логистических финансовых потоков заключается именно в потребности обслуживания процесса перемещения в пространстве и во времени потока полезных ресурсов.

Таким образом, под финансовым потоком в логистике понимается направленное движение финансовых средств, циркулирующих в логистической системе, между логистической системой и внешней средой, необходимых для обеспечения эффективного движения потока полезных ресурсов.

Логистические финансовые потоки неоднородны по своему составу, направлениям движения, назначению и ряду других признаков. Потребность в определении наиболее эффективных способов управления логистическими финансовыми потоками обуславливает необходимость проведения их подробной классификации. Для классификации финансовых потоков в логистике используются различные признаки.

По отношению к конкретной логистической системе различают внешние и внутренние финансовые потоки. Внешний поток протекает во внешней среде, а внутренний существует внутри логистической системы и видоизменяется за счет выполнения ряда логистических операций. В свою очередь, внешние логистические

финансовые потоки по направлению движения подразделяются на входящие и выходящие финансовые потоки. Входящий финансовый поток поступает в рассматриваемую логистическую систему из внешней среды, а выходящий финансовый поток начинает свое движение из рассматриваемой логистической системе и продолжает свое существование во внешней по отношению к ней среде.

По назначению логистические финансовые потоки можно разделить на следующие группы:

- финансовые потоки, обусловленные процессом закупки товаров;
- инвестиционные финансовые потоки;
- финансовые потоки по воспроизводству рабочей силы;
- финансовые потоки, возникающие в процессе продажи товаров.

По способу переноса авансированной стоимости на товары логистические финансовые потоки подразделяются на потоки финансовых ресурсов, сопутствующие движению основных фондов предприятия (к ним относятся инвестиционные финансовые потоки и частично финансовые потоки, связанные с формированием материальных затрат), а также на потоки финансовых ресурсов, обусловленные движением оборотных средств предприятия (к ним относятся все остальные группы финансовых потоков, выделяемые нами при их классификации по назначению).

В зависимости от применяемых форм расчетов все финансовые потоки в логистике можно дифференцировать на две большие группы:

- денежные финансовые потоки движение наличных средств;
- информационно-финансовые потоки (движение безналичных средств).

В свою очередь, денежные финансовые потоки делятся на потоки наличных финансовых ресурсов по рублевым расчетам и по расчетам валютой, а к информационно-финансовым потокам относятся потоки безналичных финансовых ресурсов по расчетам платежными поручениями, платежными требованиями, инкассовыми поручениями, документарными аккредитивами и расчетными чеками.

Наряду с рассмотренными выше потоками существуют учетно-финансовые потоки. В отличие от первых двух видов, образующихся при организации финансовых расчетов между предприятием-продавцом и предприятием-покупателем, учетно-финансовые потоки возникают в ходе производства товаров или оказания услуг на стадии увеличения авансированной стоимости. Под этой стадией понимается процесс формирования материальных затрат в производственной деятельности конкретного предприятия. Движение финансовых ресурсов в рамках названного процесса и характеризуют логистические учетно-финансовые потоки.

По видам хозяйственных связей различаются горизонтальные и вертикальные финансовые потоки. Первые отражают движение финансовых средств между равноправными субъектами предпринимательской деятельности, вторые – между дочерними и материнскими коммерческими организациями.

Основная цель финансового обслуживания потоков полезных ресурсов – обеспечение их движения финансовыми ресурсами в нужных объемах, в нужные сроки, с использованием наиболее эффективных источников финансирования. В самом простом случае каждому потоку полезных ресурсов соответствует свой единственный финансовый поток.

Финансовые потоки могут иметь различное количество составляющих в зависимости от условий формирования потоков: финансовые потоки, соответствующие перемещению товарно-материальных (все виды материальных товаров, в том числе недвижимых) и товарно-нематериальных (услуги, капитал, нематериальные активы).

В целом анализ финансового механизма обслуживания потоков полезных ресурсов показал, что:

- во-первых, наличие логистического финансового потока обусловлено существованием обслуживаемого им конкретного потока полезных ресурсов;
- во-вторых, объем, источник возникновения и время начала движения финансового потока зависят от согласованной продавцом и покупателем товаров формы расчетов и содержащихся в договоре дополнительных условий платежа;
- в-третьих, получившая широкое распространение практика использования ценных бумаг для оптимизации взаиморасчетов между продавцами и покупателями товаров, с одной стороны, заметно усложнила механизм финансового обслуживания товарных потоков, с другой – повысила эффективность его применения.

По мнению ряда экспертов в области логистики при соблюдении определенных условий схемы взаиморасчетов с использованием ценных бумаг позволяют экономить 10-20% от суммы платежа за поставку товаров.

Кроме того, необходимо учитывать, что конкретный механизм финансового обслуживания потока полезных ресурсов зависит и от характера хозяйственных связей: прямых (устанавливаемых непосредственно между продавцом и покупателем продукции) или опосредованных (устанавливаемых с участием коммерческого посредника). Специфика опосредованных хозяйственных связей, определенная наличием в логистической цепи третьего субъекта – коммерческого посредника, обуславливает необходимость исследования особенностей применения логистического инструментария в сфере оказания посреднических услуг по организации и обслуживанию движения продукции от предприятий-производителей к предприятиям-потребителям.

Следовательно, при управлении материальными потоками нельзя оставлять без внимания сопутствующие финансовые, информационные и потоки транспортных средств. А это возможно на основе системного подхода и согласования экономических интересов всех участников системы грузоперевозок, т.е. внедрения концепции логистического управления.

Л и т е р а т у р а

187. Основы логистики / В. А. Гудков [и др.] ; под ред. В. А. Гудкова. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2004. – 351 с.
188. Перевозка экспортно-импортных грузов. Организация логистических систем / под ред. А. В. Кириченко. – 2-е изд., доп. и перераб. – Санкт-Петербург : Питер, 2004. – 506 с.
189. Семенов А. И. Логистика. Основы теории / А. И. Семенов, В. И. Сергеев – Санкт-Петербург : Союз, 2003. – 544 с.
190. Современная логистика : пер. с англ. / Д. Джонсон [и др.]. – Москва : Изд. дом «Вильямс», 2002. – 624 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. В. Шишло

Белорусский государственный технологический университет», г. Минск

Научный руководитель С. И. Барановский

Лесопромышленный комплекс является одной из основных отраслей материального производства в Республике Беларусь. К предприятиям лесопромышленного комплекса относятся предприятия, занимающиеся заготовкой и переработкой (меха-

нической, химико-механической и химической) древесного сырья и отходов. Предприятия лесопромышленного комплекса динамично наращивают потенциал: за 1991–2008 гг. масштабы выпуска продукции возросли более чем в 10 раз. Структура лесопромышленного комплекса в 2008 г. была представлена следующими отраслями: лесозаготовительная (13,5 % общего объема выпуска продукции), деревообрабатывающая (69,5 %), целлюлозно-бумажная (16,4 %) и лесохимическая промышленность (0,6 %). В составе деревообрабатывающей индустрии ключевую роль играет мебельная промышленность [1, с. 15–16]. Структура лесопромышленного комплекса представлена на рис. 1.

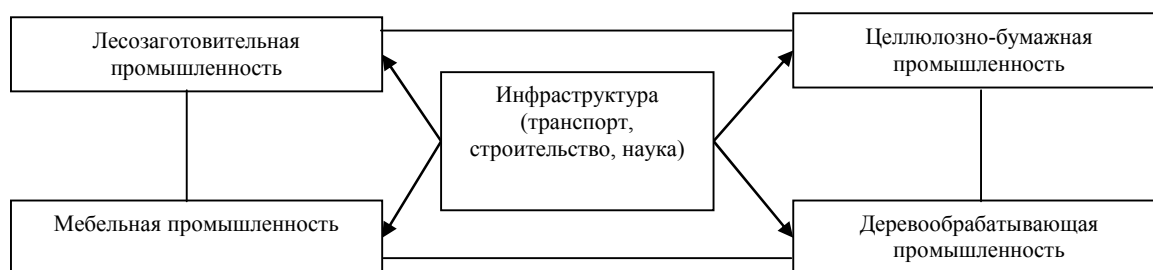


Рис. 1. Структура лесопромышленного комплекса

На деятельность предприятий лесопромышленного комплекса Республики Беларусь значительное влияние оказывают факторы глобального характера. В 2004–2009 гг. такими факторами стали [2]–[3].

1. Глобальный экономический кризис, имевший серьезные последствия для лесопромышленного комплекса Республики Беларусь: произошло значительное снижение спроса и цен на лесопромышленные товары.

2. Резкий рост потребления топливной древесины в странах Северной Америки и Европы.

3. Укрепление позиций Китая в области переработки лесоматериалов.

4. Переход мирового сообщества к практическим мерам по пресечению нелегальной вырубке лесов, включая введение обязательной сертификации лесов и производимой лесной продукции. К середине 2007 г. площадь сертифицированных в мире лесов достигла 292 млн га.

5. Создание в Шанхае всемирной конфедерации производителей мебели для защиты их общих интересов и развития сотрудничества.

6. Введение Россией налогов на экспорт круглого леса.

7. Повышение спроса на лесную биомассу, включая ветви, пни и вершины, что должно послужить стимулом для разработки в ближайшие годы в Республике Беларусь стратегий, направленных на развитие более интенсивного лесного хозяйства и расширение масштабов использования лесных ресурсов.

Предприятия лесопромышленного комплекса постоянно увеличивают выпуск товарной продукции (рис. 2) [1].

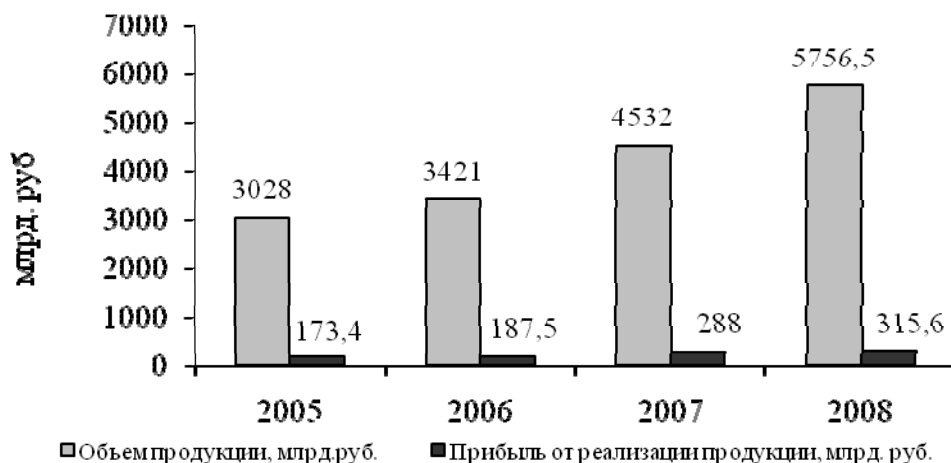


Рис. 2. Объем продукции и прибыль предприятий лесопромышленного комплекса

Как видно из диаграммы, предприятия постоянно увеличивают выпуск продукции и, соответственно, повышают свою прибыль. При этом темпы роста производства объемов продукции (493,7 %) несколько меньше, чем темпы роста прибыли (499,5 %). Основной причиной данной ситуации является то, что в 2008 г. значительно увеличился спрос со стороны стран СНГ (России, Казахстана, Украины) и стран Европы, где происходило активное строительство.

Рентабельность реализованной продукции приведена на диаграмме (рис. 3) [64].

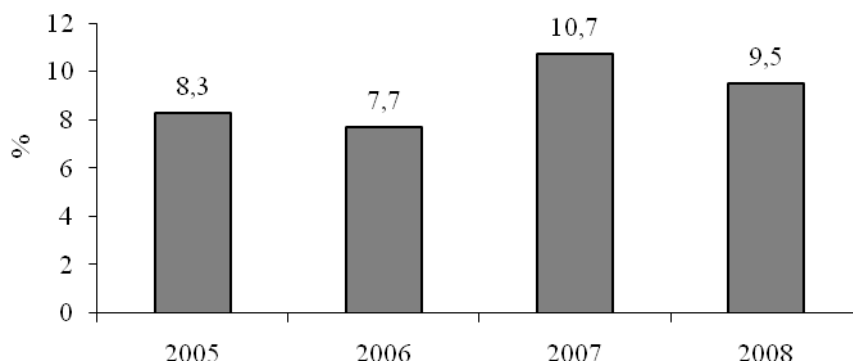


Рис. 3. Рентабельность реализованной продукции

Данные этой диаграммы иллюстрируют снижение рентабельности реализованной продукции в период 2005–2006 гг., что вызвано рядом факторов:

- использованием устаревших технологий и оборудования;
- низким качеством продукции;
- низким уровнем обслуживания потребителей;
- высокими закупочными ценами на сырье и материалы;
- высокими отпускными ценами;
- отсутствием четкой системы распределения готовой продукции;
- наличием больших запасов сырья и материалов на складах и т. д.

Резкий рост рентабельности продукции вызван повышением спроса на производственную продукцию.

Предприятия, входящие в концерн «Беллесбумпром», выпускают около 40 % всей продукции лесопромышленного комплекса. Данные предприятия находятся в тяжелом финансовом состоянии. Это обусловлено недостатком собственных оборотных средств, который согласно бухгалтерской отчетности за десять месяцев 2009 г., составил 594,6 млрд руб., высокой степенью изношенности основных средств (49,9 %, в том числе активной части основных средств – 62,0 %). Коэффициенты, характеризующие платежеспособность предприятий, ниже нормативных значений. Так, коэффициент текущей ликвидности составил 1,390 при нормативе 1,7; коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами – минус 0,230 при нормативе 0,3.

Для повышения эффективности функционирования предприятий концерна «Беллесбумпром» запущен процесс укрупнения предприятий; так, например, ОАО «Гомельобои» и ОАО «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» присоединены к ОАО «Белорусские обои», ОАО «Синявская мебельная фабрика» присоединено к ОАО «Борисовдрев». Это позволит сконцентрировать финансовые средства данных организаций и гибко направлять финансовые потоки для оперативного управления и стратегического развития вновь созданных производственных объединений.

Для повышения эффективности функционирования лесопромышленных предприятий необходима:

- оптимизация численности различных категорий персонала для снижения расходов по заработной плате на их содержание в издержках производства;

- активизация маркетинговой деятельности на предприятиях лесопромышленного комплекса:

- 1) диверсификация рынков сбыта: выход на рынки стран Ближнего Востока, Америки;

- 2) развитие систем распределения на существующих и новых рынках сбыта;

- 3) совершенствование информационно-коммуникационных каналов;

- 4) внедрение на предприятиях концепции CRM;

- совершенствование логистики на лесопромышленных предприятиях:

- 1) сокращение уровня запасов сырья и материалов;

- 2) сокращение внутрипроизводственных логистических затрат;

- 3) расширение логистического сервиса покупателей;

- 4) передача не основных логистических операций сторонним организациям;

- 5) поиск новых каналов доставки сырья и готовой продукции;

- выпуск новых групп товаров: ХДФ, ДСП толщиной 2–4 мм, выпуск строганных пиломатериалов и т. д.;

- производство топлива из отходов лесопиления и лесозаготовок;

- совершенствование производства смол для производства плитных материалов.

Литература

1. Промышленность Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: В. Г. Михно [и др.]. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2009. – 280 с.
2. Ежегодный обзор рынка лесных товаров 2007–2008 годы. – Нью-Йорк : ООН, 2008. – 166 с.
3. Forest products annual market review 2008–2009. – New York: United nations, 2009. – 188 pp.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТУРИСТСКИХ УСЛУГ БЕЛАРУСИ

А. Ф. Кеня

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

Научный руководитель О. Я. Потехина

Туризму в нашей стране отводится важное место. Каждые пять лет разрабатываются национальные программы, которые состоят из множества целей, задач, направлений развития, планируемых мероприятий. Все это направлено на создание в Беларуси конкурентоспособного турпродукта и позиционирования нашей республики как привлекательного туристского объекта. Вопрос заключается в том, насколько эффективно выполняются пункты Программы. Проанализируем прогнозные показатели, которые сделал МСиТ в 2005 г. по поводу динамики прибытий в Республике Беларусь, и фактические показатели (рис. 1).

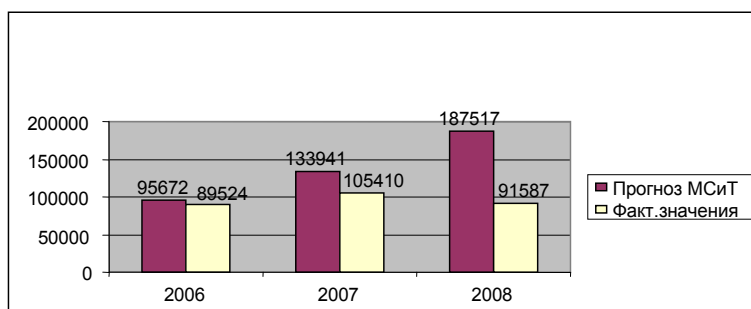


Рис. 1. Сравнение прогнозных и фактических показателей динамики въездного туризма за 2005–2008 гг.

Как видно из диаграммы, несоответствие прогнозных и фактических показателей с каждым годом растет. Это говорит о неэффективной работе по реализации поставленных целей и задач. В 2008 г. показатель въездного туризма снизил и мировой финансовый кризис. Однако большая часть проблем в туризме Республики Беларусь относится к разряду постоянных, а не приобретенных в период кризиса. Это не позволяет обеспечить конкурентоспособность туристского комплекса Республики Беларусь.

Всемирный экономический форум 4 марта 2008 г. опубликовал новый рейтинг конкурентоспособности стран мира в сфере путешествий и туризма, в котором принимало участие 130 стран. ВЭФ оценивал конкурентоспособность по 14 критериям: 1) качество нормативной базы, регулирующей развитие туризма; 2) экологическая устойчивость; 3) безопасность; 4) качество системы охраны здоровья и уровень гигиены; 5) приоритетность туризма и путешествий; 6) инфраструктура для воздушного транспорта; 7) инфраструктура для наземного транспорта; 8) туристическая инфраструктура; 9) информационная и телекоммуникационная инфраструктура; 10) ценовая конкурентоспособность в сфере путешествий и туризма; 11) человеческие ресурсы; 12) близость для путешествий и туризма; 13) природные ресурсы; 14) культурные ресурсы. ВЭФ не оценивал туристский потенциал Республики Беларусь и не включил ее в список оцениваемых стран. Однако эксперты, используя ме-

тодологию составления индекса ВЭФа, считают, что наша страна с ее сегодняшними показателями находится примерно на 85-м месте.

В общей оценке туристической привлекательности Беларусь тянут вниз такие показатели, как чрезвычайно дорогой визовый режим с большинством стран мира, наличие реакционной процедуры регистрации, более высокие цены для иностранцев на разного рода услуги, ограничения на приобретение ими собственности. А также большое количество ДТП, грубость на дорогах (проблема безопасности), недоброжелательность пограничников и таможенников не дают создать благоприятный образ Республики Беларусь у иностранных туристов. Уважение и вежливость во многих странах заложена их менталитетом, а у нас в стране они сталкиваются с недоброжелательностью и грубостью официальных лиц, что играет большую роль в общей оценке страны. По мнению экспертов, наличие этих факторов уже лишило Беларусь сотен миллионов долларов. Особо значимым сейчас становится ценовая конкурентоспособность, особенно в условиях мирового кризиса. В Беларуси цены не только не ниже, но часто выше, чем в общепризнанных туристических странах. Например, стоимость трехдневного пребывания в гостинице категории 3 звезды в номере экономкласса: г. Минск – 187 \$; г. Каир – 114\$; г. Анкара – 113\$.

Для того чтобы обеспечить динамичное развитие туризма необходимо реализовать в регионах целый комплекс мероприятий. В первую очередь следует определить наиболее привлекательные виды туризма с учетом возможностей региона и потенциальный объем туристского потока. Для прогнозирования динамики численности въездных и выездных туристских потоков использован анализ динамики туристских потоков за период 2004–2008 гг. и метод наименьших квадратов. В прогнозировании численности туристских потоков применим уравнение:

$$Y = a_0 + a_1 t,$$

где Y – количество прибывших в страну (убывших из страны) туристов; a_0 и a_1 – параметры, показывающие расположение на осях и угол наклона прогнозной прямой, t – прогнозный период.

Для исследования статистических данных и расчетов используется система уравнений:

$$\begin{cases} a_1 \sum_{i=1}^n t_i + a_0 n = \sum_{i=1}^n Y_i, \\ a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n t_i Y_i. \end{cases}$$

Параметры a_0 и a_1 определим методом наименьших квадратов и воспользуемся статистическими данными численности туристских прибытий и выбытий за 2004–2008 гг.

Полученную прогнозируемую динамику численности въездных и выездных туристских потоков представим ниже. С учетом рассчитанных показателей необходимо оценить потребность создания различных типов инфраструктуры.

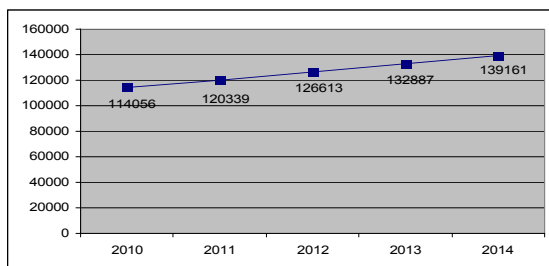


Рис. 1. Прогноз туристских прибытий, чел.

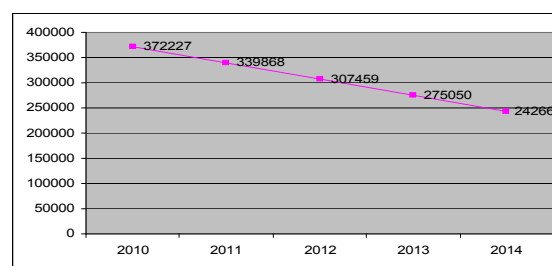


Рис. 2. Прогноз туристских убытий, чел.

Используя ту же методику, рассчитаем прогнозные показатели экспорта и импорта по статье «Поездки», млн дол.

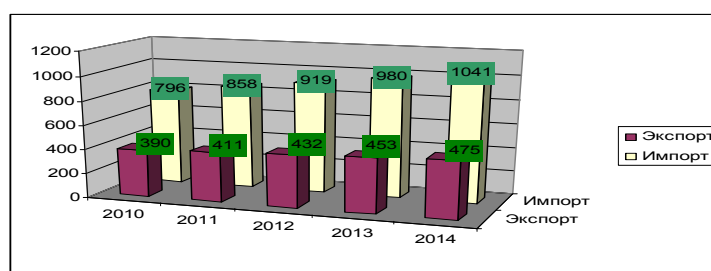


Рис. 3. Прогноз экспорта и импорта по статье «Поездки»

Данные прогнозы являются весьма условными, они не учитывают динамичности окружающей среды и рассчитаны на однородность и статичность всех факторов. Тенденция, наблюдавшаяся в прошлом, перенесена в будущее. В расчете не учитывался 2009 год в виду отсутствия статистических данных. Известно, что за январь-февраль 2009 года экспорт превысил импорт на 7 млн дол.

Необходимо обратить внимание на изменение в структуре туристских миграций. С помощью вышеприведенной методики прогнозирования определим наиболее перспективные для Беларуси рынки сбыта нашего турпродукта. Странами-лидерами по посещаемости Республики Беларусь в ближайших 4 года будут следующие страны: Бельгия, Литва, Великобритания, Турция, Франция, Чехия, Эстония, Россия, Украина и Казахстан. Таким образом, организаторам туристской деятельности следует особое внимание уделить изучению потребительских предпочтений потенциальных туристов и попытаться продлить тенденцию увеличения спроса на наш турпродукт со стороны этих стран. В частности, изучать особенности их менталитета, проводить анкетирование, чтобы наиболее полно удовлетворять их потребности.

Важно определить наиболее доходные виды туризма, что даст возможность выделить приоритетные направления развития туризма. Проблема заключается в том, что доходы от туризма статистика дает общей цифрой, что не позволяет проанализировать выгодность отдельных видов туризма в Беларуси.

Таким образом, несмотря на усилия государства по развитию туристского комплекса, въездной туризм наращивает темпы значительно медленней, чем нам бы этого хотелось. Да и сами белорусы пока еще больше предпочитают отдыхать на пляжах в Турции или Египте, чем ездить по родной стране. Связано это с широким рядом проблем: несоответствующая инфраструктура, сложный визовый режим для иностранных туристов, относительно высокие цены, низкая привлекательность стра-

ны как для туристов, так и для инвесторов, подготовка кадров для туристических агентств, которые ориентированы в большей степени на выездной туризм и, конечно же, сложившиеся механизмы управления туристским комплексом.

Эти и ряд других проблем невозможно решить одновременно, вписав их в одну Программу по развитию туризма. Нужно решать их последовательно, выделив значимые и второстепенные. На мой взгляд, в первую очередь Беларуси нужно заниматься страновым маркетингом, что будет эффективным способом повышения конкурентоспособности на мировом рынке туруслуг. Это должен быть маркетинг новых решений (законов, правовых и институциональных изменений – т. е. реформ), новых людей (профессионализация, наличие кредита доверия к ним со стороны международных организаций, новых подходов и идей по созданию благоприятного делового климата и по проведению системных социально-экономических реформ в целом). Участие в международных рейтингах и стремление попасть в более узкий круг лидеров – важная задача. Можно сколько угодно гордиться имеющимися у нас в стране прекрасными пейзажами, национальными парками, древними замками, но проблема в том, что в туристически активных странах об этом всем не знают! Нужно стимулировать развитие внутреннего туризма для того, чтобы выйти на новый уровень производства, а снижать себестоимость турпродукта. Важнейшим способом развития внутреннего туризма является эффективная коммуникационная политика, направленная на граждан нашей республики. Таким образом, множество поставленных целей и задач еще не гарантирует успех. Важно последовательно решать проблемы и шаг за шагом выводить нашу страну на мировой рынок туризма. Пусть программы будут рассчитаны не на 5 лет, а скажем на 2 года, но ориентированные на решение нескольких определенных задач.

ЗНАЧЕНИЕ НЕЙМИНГА В ОБРАЗОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

О. И. Давыденко

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

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Спортивная одежда Nike, процессоры Intel Pentium, моторные масла Shell... Вы никогда не задумывались, почему некоторые торговые марки превращаются во всемирно известные бренды, а некоторые всю «жизнь» продолжают прозябать в тени? Безусловно, важную роль играет качество продукции. Однако даже самый лучший товар может провалиться на рынке, если не дать ему яркое, запоминающееся, звучное имя.

До недавнего времени отечественным бизнесменам не приходилось ломать голову над тем, как назвать свое детище. Одни предпочитали воспевать прекрасных дам (сколько фирм с ласковыми именами «Валенсия», «Анастасия» и т. п. появилось за последнее десятилетие!), другие поминали добрым словом греческих божеств (ООО «Афродита», бар «Дионис» и т. д.), а третьи громоздили труднопроизносимые и совершенно не запоминающиеся аббревиатуры. Однако сейчас рынок развивается более быстрыми темпами, появляется много новых марок. И лишь некоторые из них становятся брендами, лишь некоторые признаются потребителями и получают звание «лидер» среди аналогичных товаров и услуг. Таким образом, выбор названия для фирмы, организации, сайта – очень важное и ответственное дело. При удачном выборе названия решается целый ряд маркетинговых задач. Ведь название в первую

очередь является коммуникатором между покупателем и компанией, в этом основная задача названия, поэтому, выбрав удачное, хорошо запоминающееся и легкое в произношении название, формирующее определенный ряд ассоциаций, можно обеспечить себя рекламой, которая не стоит ни цента. Удачное название – это высокая вероятность того, что о торговой сети расскажут друзьям, соседям, коллегам. Название сети позволяет сообщить потребителю определенную информацию и даже эмоциональные ощущения. Но если оно труднопроизносимо, слишком длинное или легко забывается, покупатель скорее воспользуется товарами или услугами другой компании.

Итак, нейминг (от англ. to name – называть, давать имя) – профессиональная деятельность, связанная с имяобразованием, т. е. с подбором (поиском, придумыванием) подходящего наименования для всего того, что с точки зрения заказчика нуждается в собственном оригинальном имени. На отечественном рынке нейминг пока не является широко распространенной услугой, что, по-видимому, вызвано консервативностью нашего рынка. Владельцы компаний не привыкли платить за нематериальные ценности, полагая, что денежную оценку имеет лишь то, что можно увидеть и потрогать руками. Однако в ближайшее время ситуация должна измениться. В условиях стремительного развития рыночных отношений и информационных технологий возникает все больший дефицит «вкусных» и в то же время охраноспособных названий для фирм и их товаров. Как показывает практика, создать такое название самому чрезвычайно сложно. Да и сама регистрация имени – «это долгое хождение по мукам».

В доказательство тому, что имя должно в какой-то мере соответствовать статусу фирмы, заведения, можно привести историю об одном Новосибирском ресторане.

Назывался этот ресторан «Шайба». Собираясь туда, вы естественно ожидаете увидеть хоккейных фанатов, соответствующую атрибутику, клюшки, шайбы, флаги, коньки, фото хоккеистов, автографы, трансляции матчей, наградные кубки и т. д. Ну, или пивную – «шайбами» называли в советское время небольшие пивнушки. Можно представить себе удивление посетителя, когда он находит абсолютно цивилизный ресторан выше среднего уровня: с белыми скатертями, хорошим обслуживанием и дорогой кухней. А ведь название сразу отсекает целевую аудиторию! Более того, вводит в заблуждение. Разочаровывает и хоккейных болельщиков, которые «обламываются» оттого, что их ожидания не оправдались, и любителей недорогого пива – им ресторан ничего предложить не хочет. В итоге ресторан пуст.

Так же существует практика давать фирме имя, соответствующее ее географическому расположению. Однако нельзя сказать, что такое имя будет заведомо удачным. Как показывает опыт, при расширении таких фирм возникает сложность с адаптацией существующего названия.

В качестве антипода советской традиции длинных названий и сложных аббревиатур в нейминге очень быстро стали популярны имена собственные. В первое время они возрождали дореволюционные традиции, а сегодня уже воспринимаются как само собой разумеющиеся. Поначалу это было оригинально. «Тинькофф» или «Коркунов» действительно отсылают к предпринимателям Олегу Тинькову и Александру Коркунову. Сегодня имена собственные сочиняются из обычных слов: «Бочкарев», «Быстров», «Дымов», «Мягков», «Солодов», «Мясоедов», «Носкофф», «Холстофф», «Приправкин», «Утоляев». Аналогично с местными названиями: «Черкизовский», «Царицынский», «Очаково», «Абрау-Дюрсо», «Инкерман», «Массандра» говорят о расположении фабрик, заводов и комбинатов, а новые марки «Вкуснотеево», «Виноградово», – имитируют такой прием. С рекламной точки зрения, связка

безличного продукта с личностью производителя, пусть и выдуманной, до сих пор выигрышна в глазах потребителя. В основе такой персонализации продукта – большее доверие к личной ответственности конкретного предпринимателя и эмоциональная симпатия к живому, а не обезличенному бренду. Особенно хорошо подобное приручение бренда для продуктов питания, где домашнее качество, домик в деревне и собственные хозяйства по-прежнему в цене у потребителя, например «Савушкин продукт». Для высоких технологий, парфюмерии и моды подобные приемы не проходят – здесь нужны имена на западный манер. К примеру, «Л'Этуаль», «Шанель».

Для нейминга, в отличие от рекламного креатива, большее значение имеют не столько социально-демографические, сколько психологические особенности целевой аудитории. Искусственные слова или неологизмы дают большие возможности для игры с психологией. Скажем, всемирно известные мотоциклы *Aprilia*, автомобили *Lexus*, посуда *Teflon*, материалы *Tylenol*, издания *Expedia*, игрушки *Lego*, техника *Xerox*, фотоаппараты *Kodak* и *Polaroid*, гигиенические средства *Kleenex* и *Cotex*, подгузники *Pampers*, лекарства *Novartis*, косметика *Faberlic*, сотовая связь «Мегафон», лекарства «Нестарин» и «Негрустин», интернет-магазин «Быстроном» и поисковик «Яндекс». Для неологизмов главное – ассоциация, которую вызывают те или иные звуковые и буквенные сочетания. На первый взгляд, подобные неологизмы ничего не значат, в этом их минус. Однако, закладывая в новое слово звучание и смысл знакомых слов, можно сделать искусственные лингвистические конструкции главной силой бренда. А внедрить такое название в повседневный язык, чтобы оно обозначало целую категорию или явление, как это удалось «ксероксу», «полароиду», «памперсу» или «джипу», – мечта любой компании. Неологизмами могут быть гибриды: названия, составленные из двух слов в одно новое. Скажем, *ThinkPad*, *Aquafresh*, «Быстросуп», «Спортмастер», «Евросеть», «Билайн». Можно вложить в такой неологизм уникальное торговое предложение, четко сформулированное для легкого усвоения.

В пример отечественных производителей можно привести такие марки, как:

Бест – представитель сотовой связи в Республике Беларусь. На первый взгляд название не несет в себе особого смысла и уж тем более не указывает на деятельность фирмы. Но с другой стороны, какие ассоциации вызывает данная марка у потребителей? Конечно же, это «лучший», «первый».

Velcom так же является представителем белорусской сотовой связи, и опять же название, можно сказать, «взято из потолка». Данного слова как такового в языковом обращении не существует, однако данное имя созвучно с английским словом «welcome», что означает «Добро пожаловать».

Вышеупомянутый «Савушкин продукт», который выпускает молочную продукцию разных видов. Почему в основу названия положено именно имя Савва? Кто же такой этот Савушка? Савушка – старое славянское имя, символизирующее человека-хозяина, труженика, доброго хранителя традиций производства молочных продуктов. Этим названием компания «Савушкин продукт» объединяет сегодняшний день и лучшие традиции прошлого: сохраненную нами в неизменном виде натуральность молочных продуктов, ее хорошо знакомый «домашний» вкус, высокое качество и современный ассортимент с разнообразием вкусов и упаковки.

Так же существует немало примеров, связанных и с зарубежными именами фирм:

Apple – любимый фрукт основателя компании Стива Джобса (Steve Jobs). После трех месяцев тщетных попыток найти название для нового бизнеса, он поставил

свой партнером ультиматум: «Я назову компанию Apple, если к пяти часам вы не предложите лучшего». Apples Macintosh – название сорта яблок, продававшегося в США. Компания изобретением и выпуском компьютерных технологий.

Google – название произошло от слова Googol, означающее единицу со 100 нулями. А Google было написано на чеке, который основатели этого проекта получили от первого инвестора. После этого они назвали поисковик именно так.

Kodak – К – любимая буква Джорджа Истмена (George Eastman), основателя компании. Он искал слова, начинающиеся и заканчивающиеся этой замечательной буквой. Тем более, что во всех алфавитах «К» пишется одинаково. В конце концов, было выбрано Кодак, якобы именно такой звук производит фотокамера при съемке.

Sony – от латинского «Sonus» (звук) и «sonny» (малолетка на сленге). Компания занимается выпуском электронной техники.

Необходимо так же сказать, что марки не всегда несут информацию о положительных качествах продукта. Глумливые брэнды, бросающие вызов приличиям, завоевывают категорию за категорией. Еще несколько лет назад конфеты «Собачья вонь» датской компании BonBon пользовались невероятной популярностью среди малолетних потомков викингов. Идею марки основателю фабрики Микаэлю Спангсбергу подсказал сын, подметивший сходство конфет и собачьих экскрементов. BonBon стала одним из лидеров кондитерского рынка Скандинавии. А в Канаде появились «Вина грязной прачечной» Неаппетитная марка – результат ребрэндинга винодельческой компании Scherzinger Vineyard, известной с 1974 г. Маркетологи признают, что радикальное решение консервативным виноделам далось непросто. Только чтобы утвердить название, им потребовался почти год. До сих пор провокационные брэнды адресовались в основном подросткам или группам потребителей, для которых характерны асоциальные декларации. Но настало время перемен...

И можно считать верным выражение: «Как яхту назовешь, так она и поплывет». Однако нужно помнить, что как бы продукцию производители не называли, качество должно отвечать стандартам и требованиям потребителей. И если даже продукция будет называться «Царской», а качество будет весьма низким, правильно будет предположить, что такой выпуск однозначно обречен на провал, быть может, за исключением первой партии...

СОЦИАЛЬНАЯ КОММЕРЦИЯ КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ОНЛАЙНОВОГО МАРКЕТИНГА

О. В. Агеева

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Современные технологии переносят прямой маркетинг в новые, электронные сферы деятельности. Термин «электронная коммерция» (э-коммерция) объединяет широкий спектр деловой активности, осуществляемой посредством электронных средств: получение поставщиками заказов через системы электронного обмена данными; использование для осуществления трансакций Интернет, телефаксов и электронной почты, ускоряющих и облегчающих расчеты банкоматов и смарт-карт. Все это переносит деловую активность из «рынка как места» в «рынок как пространство». Хотя темпы роста покупок через Интернет потребительских товаров (компьютеров, программного обеспечения, книг, компакт-дисков, игрушек и видео материалов) постоянно нарастают, объем деловых трансакций увеличивается еще быстрее.

Интернет – глобальная компьютерная сеть, с помощью которой стал возможен децентрализованный обмен информацией по всему земному шару. Использование Интернет значительно активизировалось после разработки «дружественного» доступа к WWW (World Wide Web) и таких программ просмотра «паутины», как «Netscape Navigator», «Microsoft Internet Explorer», «Opera», «Mozilla Firefox» и др. Они позволяют пользователям просматривать Интернет, полноценно работать с текстами, схемами, изображениями и звуком, отправлять и принимать электронную почту и обмениваться мнениями, делать покупки и искать любую информацию.

Коммерческие онлайн-службы предлагают компаниям различные информационные и маркетинговые услуги в режиме реального времени, доступ к которым получают те, кто вносит установленную владельцем службы ежемесячную абонентскую плату.

Для выявления и достижения целевых пользователей Интернета специалисты по маркетингу должны понимать особенности и поведение онлайн-потребителя.

Пользователи Сети имеют постоянный доступ к неограниченным источникам данных, вследствие чего они становятся информированными требовательными покупателями. Они имеют возможность: без обращения к производителям или посредникам получать объективную информацию о товарах под различными торговыми марками, включая издержки производства, цены, свойства и качества продукта; инициировать получение рекламы и информации от производителей и продавцов; самостоятельно определять характеристики желательного торгового предложения; использовать программное обеспечение для поиска и привлечения предложений многочисленных продавцов.

Онлайн-потребитель в настоящее время становится инициатором и руководителем процесса обмена. Субъектам хозяйствования и их представителям приходится ждать приглашения потребителя принять участие в обмене. Но даже после вступления поставщиков в процесс обмена именно потребитель устанавливает «правила игры». Покупатели сами определяют, какая информация им необходима, какие предложения и какую цену они готовы заплатить.

В последнее время наблюдается тенденция роста значимости социальной коммерции. Социальная коммерция предполагает мутацию традиционной интернет-торговли, связанную с активным уходом аудитории в социальные сети, где они принимают решение о покупке на основе обзоров и мнений.

Социальная коммерция может реализовываться в разных формах, но все они имеют одно общее – это создание онлайн-площадки, где люди могли бы общаться друг с другом, получать советы от авторитетных экспертов, находить товары и сервисы, а затем покупать их. То есть весь цикл поиска товара, сбора информации и покупки сжимается до одного сайта. Эта площадка функционирует благодаря сообществу пользователей.

Один замечательный пример такого сайта – «Yahoo!Shopsphere». Как описывают «Shopsphere» сами разработчики с «Yahoo», этот сайт предназначен для поиска интересных товаров, которые объединены в тематические списки силами других покупателей.

Социальная коммерция не обязательно должна работать на крупных порталах, созданных интернет-гигантами. Тематические сообщества покупателей могут быть созданы на основе любого сайта. Особенно если это сообщества узкой тематики.

Вспомним основных участников любого рынка: продавцы и покупатели. И, соответственно, два явления: социальные сети и электронную коммерцию.

Движение бизнеса к людям (к социальным сетям, к сообществу) – это социальная коммерция. В этом случае бизнес публично отвечает на вопросы и реагирует на пожелания; выстраивает на своем сайте конструкции, делающие покупки удобнее и комфортнее – например, позволяет оставлять отзывы и рекомендации. В качестве примеров в Рунете выступают «Озон» с его вишлистами (списками желаний), метками и подпиской на отзывы, «ЯндексМаркет» с отзывами и оценками магазинов и товаров и другие.

А когда люди (социальные сети, сообщества) сами движутся к бизнесу – это социальный шопинг. Главная особенность социального шопинга – возможность спросить у такого же потребителя, как ты сам, узнать именно потребительские, а не технические характеристики товара.

Поэтому сегодняшний основной тренд таков: наиболее достоверный источник информации о продукте – это «люди, как я». Потребители перестают верить рекламе, экспертам и «звездам». Все больше и больше людей ищут информацию от таких же, как они. Ведь это самый непредвзятый и надежный источник информации.

Современным покупателям все больше нужны независимые площадки для общения, сервисы, где можно посмотреть рейтинг товара, рекомендации от других покупателей, задать вопрос напрямую владельцам товара или создать вишлист, найти людей с похожими вкусами и обратиться к ним, найти лучшие предложения и сравнить с другими.

Отличный пример первой масштабной российской национальной социальной сети – это «одноклассники.ру». Также можно привести пример первой сверх успешной мировой социальной сети «www.myspace.com», успеха которой еще в мире никому не удалось достигнуть.

Крупные компании как «mail.ru», «gambler.ru» инвестируют большую часть средств в социально направленные проекты в сети. Социальные сети могут нести в себе разную направленность: деловые социальные сети помогут найти работу, выбрать бизнес контакты (работников, партнеров, работодателей), предлагать свои услуги и товары.

В социальных сетях, направленных на знакомства и развлечения, может быть использован хидден-маркетинг (ненавязчивая привязка рекламы в онлайн-дневниках). Но какой бы не была направленность сети, она остается местом общения, поиска интересов и внедрения бизнес-моделей электронной коммерции.

Очень важно, что ко всем социальным сетям применим термин краудсорсинг, который впервые был введенный писателем Джеффом Хауи и редактором Марком Робинсоном журнала «Wired».

В то время как в аутсорсинге, работа отсылается за рубеж, чтобы можно было воспользоваться более дешевой рабочей силой таких стран, как Индия или Китай, в краудсорсинге вообще платить ни за что не нужно. Всю необходимую работу делают в принципе неоплачиваемые или малооплачиваемые профессионалы-любители, которые и будут тратить свое свободное время на создание контента, решение проблем, или даже на проведение исследований и разработку.

Проекты с открытыми исходными кодами, такие как «Linux», «MySQL», или браузер «Firefox» являются самыми знаменитыми формами краудсорсинга. И «Wikipedia» является одним из самых известных краудсорсинг-проектов. Но не только некоммерческие проекты пользуются этим видом разработки.

Коммерческие проекты, вроде «Procter & Gamble», формулируют для решения свои задачи в социальных сетях и на сайте «InnoCentive», предлагая взамен большие денежные вознаграждения неоплачиваемым или малооплачиваемым профессиона-

лам или любителям. Google перевел «себя» с помощью переводчиков-любителей. Как видно, это уже тенденция. В сети даже существует специальный блог, рассказывающий о креативности толпы, и все более набирающих силу любительских проектах.

Исходя из вышеизложенного, можно с уверенностью сказать, что инвестиции в новые проекты в большинстве своем должны идти с Запада. Беря данный опыт за основу, инвесторы могут проанализировать тенденции роста аналогичных западных проектов и, учитывая тенденции роста выбранной отрасли в отечественном сегменте Интернет-рынка, реализовывать инвестиционные проекты.

Сейчас многие крупные игроки Рунета выбирают сферу вложений на долгосрочную перспективу. Связано это с постепенным привлечением количества посетителей на сайты и постепенным внедрением в него бизнес-моделей. Инвесторы и владельцы сайтов понимают, что решение таких очевидных проблем как доставка товара, оплата через новые удобные, но еще мало воспринимаемые платежные системы является временной преградой.

Рунет меняется с каждым днем. Медленное, но стабильное привыкание граждан к совершению покупок товаров и услуг через Интернет происходит. Многие фирмы теряют деньги и время на осуществление бизнеса, игнорируя Интернет, недооценивая его возможностей в помощи управления счетами, поисками, маркетинговыми исследованиями и совершениями сделок.

Важно отметить также и быстрорастущие социальные сети, в которых некоторые компании получают колоссальный результат.

Развитие таргетинговой рекламы, то есть нацеленной на потенциальных клиентов, через социальные сети, поисковики, новостные порталы оказывает сильное влияние на повышение отдачи от проектов.

Влияние на общественное мнение уже давно используется на Западе, у отечественного Интернета, как и у западного, с годами и в перспективе складывается объективное преимущество перед телевидением и прессой.

Таким образом, свое настоящее развитие электронная коммерция получит лишь в том случае, если, во-первых, будут успешно разрешены все главные проблемы правовой системы и, во-вторых, если произойдет постепенное осознание выгоды и удобства участия пользователей Интернета в сетях электронной коммерциализации бизнеса.

БЕЛОРУССКАЯ ДИАСПОРА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Е. В. Лаханская

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Процесс формирования диаспор в Беларуси начался рано, в период вхождения Беларуси в состав ВКЛ. Основная причина возникновения таких сообществ – это миграция, которая связана была с возможностью получения образования за рубежом, со страхом политических репрессий в период нахождения в составе РП, экономическими причинами (безработица, недостаток земли и т. д.). Немного позднее на выезд белорусов за рубеж оказали влияние первая и вторая мировая войны.

В современном мире большинство стран поддерживает интенсивные связи со своей национальной диаспорой. Как правило, все эти усилия многократно вознаграждаются и в политической, и в экономической, и в культурной областях для обеих сторон. В Республике Беларусь есть определенный опыт сотрудничества с соотечественниками за рубежом за счет достаточно подробной информации о многих из них в разных странах и регионах, об их правовом, политическом и экономическом положении.

В настоящее время многие государства, имеющие зарубежные диаспоры, в том числе и Республики Беларусь, осуществляют разработанные ими программы взаимодействия с ними, однако правовое поле для подобного взаимодействия крайне сужено, поскольку существуют нормы, регулирующие обязательства государств по защите прав и свобод национальных меньшинств.

В рамках двусторонних отношений решаются вопросы углубления и совершенствования сотрудничества с другими государствами, что, несомненно, содействует взаимной защите равенства соотечественников за рубежом.

Согласно проведенным исследованиям было выявлено, что во многих странах мира созданы организации белорусской диаспоры. Наибольший удельный вес организаций белорусской диаспоры приходится на Российскую Федерацию (46,21 %), Украину (15,86 %) и Литву (12,41 %).

Наиболее общие цели деятельности организаций:

- 1) установление сотрудничества с исполкомами городов и областей Беларуси;
- 2) ориентация на развитие конструктивных контактов с организациями, предприятиями и учреждениями Республики Беларусь;
- 3) заинтересованность в сотрудничестве по вопросам въездного туризма в Республике Беларусь;
- 4) установление культурных связей;
- 5) заинтересованность в организации совместных предприятий с белорусскими предприятиями, а также в организации гастрольных туров ансамбля по Беларуси, проведение работ в военно-исторической области;
- 6) организация торжеств, приуроченных к государственным праздникам;
- 7) заинтересованность в развитии и углублении связей по линии ветеранских и детских организаций;
- 8) установление и развитие культурного, экономического, делового, спортивного и туристического сотрудничества и т. д.

Существование белорусских диаспор позволяет сохранить важные элементы национальной культуры, сберечь в чистоте родной язык, оставаться верными идее национального возрождения.

Таким образом, необходимо отметить, что в настоящее время в странах ближнего и дальнего зарубежья существует много организаций, занимающихся вопросами поддержания белорусских диаспор. Данные организации заинтересованы в сотрудничестве между государствами в области науки, экономики, культуры, спорта и туризма. Этому вопросу уделяется большое внимание на государственном уровне, что позволяет учитывать потребности всех заинтересованных сторон.

Анализ представителей белорусской диаспоры в странах ближнего и дальнего зарубежья позволяет изучить Интернет-ресурсы и документацию с целью определения информационного пространства белорусской диаспоры, выявить количество белорусов, проживающих за рубежом в настоящее время, основные мотивы выезда белорусов и причины, которые определили их решение остаться на постоянное место жительства за рубежом.

Среди форм и объектов сотрудничества необходимо выделить сотрудничество в области экономики (промышленные предприятия: «Пинскдрев», «Беларуснефть», сельское хозяйство), науки (НИИ, изучение истории переселенцев, научные конференции и экскурсии и т. д.), культуры (культурные мероприятия, концерты, посещение музеев, выставок, аквапарка и иных мест развлечений), СМИ, торговли и иных форм сотрудничества.

Исходя из проведенного анализа, можно прийти к выводу, что Республика Беларусь вызывает весьма противоречивые отношения со стороны представителей белорусских диаспор. Несмотря на то что в стране имеются все возможности и ресурсы для развития многочисленных форм сотрудничества в различных отраслях, Республика Беларусь мало использует свой потенциал. В последнее время особое внимание вопросам поддержки соотечественников за рубежом уделяет государство, созданы специальные комитеты и сообщества, на которых возложены обязанности организации и развития сотрудничества с белорусскими диаспорами в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Исследование мотивов посещения Республики Беларусь представителями белорусских диаспор позволяют определить формы и целесообразность сотрудничества в области культуры, экономики, туризма и других областях между представителями белорусских диаспор за рубежом и Республики Беларусь.

Практически ежегодно в Гомельской области и в Республике Беларусь проводится множество международных фестивалей. В рамках каждого из проводимых фестивалей, проходит конкурс исполнителей из разных областей Республики Беларусь, включая страны зарубежья. Участники иностранных делегаций, в состав которых входят и представители белорусских диаспор из-за рубежа, являются членами жюри. Таким образом, можно сказать, что мероприятия такого рода привлекают внимание иностранных туристов. Это позволяет увеличить посещаемость Гомельской области представителями белорусских диаспор, что способствует формированию сотрудничества.

В целях увеличения посещаемости Республики Беларусь возможно проведение такого культурного мероприятия, которое принесет экономический и социальный эффекты: создания дополнительных рабочих мест, улучшения экономического состояния различных отраслей хозяйствования (пищевая, гостиничная, ателье, театральная и другое), а также способствует повышению имиджа Республики Беларусь по отношению к другим странам и ее известности на мировом рынке туризма.

Сотрудничество в области экономики – это создание совместных предприятий. Например, в проекте находится открытие международного делового туристического центра в городе Гомель и организация постоянной консультационной поддержки малого туристического предпринимательства через обучение предпринимателей и создание виртуального бизнес-инкубатора.

Планируется, что бизнес-центр будет состоять из двух блоков:

- 1) делового центра;
- 2) гостинично-оздоровительного комплекса.

Основная задача проекта – способствовать развитию туристического предпринимательства как в Гомельской области, так и в Республике Беларусь в целом. Предполагается, что основным направлением поддержки станет развитие внутреннего и въездного туризма. Реализация проекта будет способствовать установлению деловых контактов с представителями туристического бизнеса других стран и созданию современной деловой туристической инфраструктуры, организации сотрудничества

белорусских предпринимателей с предпринимателями других стран, где туристический бизнес уже получил широкое развитие.

Республика Беларусь и, в частности, Гомельская область обладает богатым туристским потенциалом. Каждый район обладает уникальными историко-культурными ценностями, привлекающими внимание не только жителей Республики Беларусь, но и иностранных туристов.

С целью ознакомления иностранных представителей с Гомельской областью необходимо разрабатывать маршруты различной тематики: по местам Героев Советского Союза, «Дорогами творческой жизни деятелей искусства», «Духовный мир Гомельской области», по местам ВОВ, «Еврейское наследие Гомельщины». Данные туристические маршруты познакомят с историей и культурой, традициями и обычаями Беларуси. Каждый приезжающий турист имеет возможность узнать что-то новое и интересное.

В заключение необходимо отметить, что официально белорусские общества действуют сейчас более чем в 25 странах. Это – все государства, входящие в СНГ, все страны Балтии, а также Австралия, Бельгия, Великобритания, Нидерланды, Соединенные Штаты Америки, Канада, Германия, Чехия, Польша и ряд других. В данном контексте используем такое понятие, как «белорусское зарубежье», под которым подразумеваются белорусы, живущие за пределами нашей республики и являющиеся коренным населением соседних стран.

Можно отметить, что среди белорусов, живущих ныне за пределами Родины, сейчас наблюдаются две тенденции, противоположные по своей сути. С одной стороны, это – их ассимиляция, которая ведет к уменьшению действующей диаспоры. С другой – возвращение к белорусским корням граждан других стран, что благоприятно сказывается на оживлении белорусского общественного движения за рубежом.

В настоящее время в связи с положительными изменениями экономических, политических, социальных возможностей современной Беларуси в республике ведется работа над новыми проектами нормативно-правовой базы. Соотечественники должны почувствовать, что они часть белорусской нации, а не ее противоположность, познакомиться с новой Беларусью взамен той, которую они запомнили десятки лет назад.

В целом процесс сближения с Республикой Беларусь у диаспоры приобрел стабильный характер. Но он еще не отвечает в полной мере возможностям и требованиям наших соотечественников за рубежом и национальным интересам нашей страны. Многие проблемные моменты в организации взаимовыгодного сотрудничества между диаспорой и материнской страной должны быть учтены в разрабатываемых сейчас «Концепции государственной политики в отношении с соотечественниками за рубежом» и «Государственной программе сотрудничества с соотечественниками за рубежом». Конечная цель этих документов – вывести взаимодействие метрополии с диаспорой во всех без исключения странах на качественно новый уровень, отвечающий духу сегодняшнего времени.

СТРАНОВОЙ МАРКЕТИНГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СТРАНЫ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ТУРИЗМА

Н. М. Мельникова

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

Научный руководитель Л. М. Короткевич

Развитие туризма является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь. Сектор путешествий и туризма в последние годы столкнулся с целой серией проблем, но при этом, он, как и прежде, остается одним из важнейших экономических секторов во всем мире, который обеспечивает значительный потенциал для экономического роста и развития на международном уровне.

Именно в этом контексте, на протяжении последних четырех лет, Всемирный экономический форум (ВЭФ) совместно с Международной ассоциацией авиаперевозок (IATA), Всемирным советом по путешествиям и туризму (WTTC) и Всемирной туристической организацией ООН (UNWTO) публикует рейтинг конкурентоспособности стран мира в сфере путешествий и туризма. И ни в одном из рейтингов Беларуси нет.

Индекс базируется на трех широких категориях переменных, которые облегчают оценку конкурентоспособности [1]:

1) субиндекс А: туристическая нормативно-правовая база (состоит из пяти групп показателей, каждая из которых включает 27 факторов);

2) субиндекс В: туристическая бизнес среда и инфраструктура (пять групп показателей, включающие 25 факторов);

3) субиндекс С: туристические ресурсы: человеческие, культурные и природные (четыре группы показателей – 21 фактор).

В исследовании результатов работы данного сектора за 2008 г., на начало 2009 г. было просчитано и проанализировано, что страна могла бы расположиться в рейтинге 133 стран на 72 месте. Также выявлено, что слабым местом является субиндекс В – «туристическая бизнес среда и инфраструктура».

Далее был проведен качественный анализ факторов, в большей степени влияющих на место страны в рейтинге конкурентоспособности. В результате оказалось, что наибольшее влияние на место страны (в разрезе субиндекса В) оказывают такие показатели, как: «информационная и телекоммуникационная инфраструктура», «туристическая инфраструктура» и «инфраструктура для воздушного транспорта».

Создание четкого бренда и туристического имиджа страны является одной из целей на пути увеличения привлекательности Республики на мировом рынке туризма.

У страны нет туристического бренда, а вместе с ним нет конкретного имиджа Беларуси для иностранных туристов и государств. Ведь для того, чтобы привлечь иностранцев и их капитал, повысить имидж страны и привлекательность, необходимо иметь свой неповторимый особенный образ. Для повышения конкурентоспособности на рынке туризма Беларусь должна разработать свой бренд.

Успешный бренд является сильным фактором, оказывающим влияние на социальные, экономические и культурные процессы, и способствует их развитию. Подобно компаниям и продуктам, страны, города и отдельные регионы также обладают собственными именно им особенностями. Брендинг местности измеряет эти особенности, оценивая их сильные и слабые стороны, и привлекательные характеристики.

В 1996 г. Саймон Энхольт ввел понятие «nation branding» – брендинг страны и положил начало области исследования бренда местности [2].

Совместный проект Саймона Энхольта и GfK Roper Public Affairs & Media позволил создать уникальное глобальное исследование бренда страны. Исследование NBI помогает правительствам, организациям и бизнес-структурам понять, оценить и, в итоге, создать сильный имидж страны, укрепить ее репутацию.

Инструмент измеряет силу и качество «имиджа бренда» каждой отдельной страны, согласно 6 параметрам[2]:

- экспорт;
- правительство;
- культура;
- люди;
- туризм;
- инвестиции и иммиграция.

Оценка каждой страны согласно шести параметрам кратко фиксируется в шестиугольнике бренда страны. Он предоставляет полную оценку положения страны и является одним из наиболее эффективных инструментов, позволяющих управлять репутацией страны и ее восприятием в мире.

Таким образом, понятно, что бренд страны – это своего рода оценка страны, для того чтобы эта оценка была высокой, необходимо привести в соответствие некоторые аспекты деятельности и поднять их на нужный уровень.

А поскольку Беларусь пока не учитывают в самых основных рейтингах по туризму, то это означает, что четкого бренда страна не имеет, и значит, к ней не пробужден интерес, что, в свою очередь, отражается на притоке туристов и денежных средств в страну.

Правительства стран тратят многомиллионные суммы в год на создание «светлого образа» державы. Продвигаются как страны, так и отдельные города. Пиарщики этих городов работают профессионально. Они обеспечивают единство концепции, организационной, кадровой структуры маркетинга.

Имидж страны можно менять, в этом он не отличается от имиджа человека или фирмы. Чаще всего страны решают две задачи: первая – позиционирование страны в качестве направления для туризма и путешествий, вторая – повышение инвестиционной привлекательности.

Репутация у Беларуси сейчас довольно плохая, в том ракурсе, что нет демократии, нет свободы. И из-за этого страну многие не рассматривают ни для бизнеса, ни для отдыха.

Имидж страны как ничто иное влияет на распределение инвестиционных ресурсов. Тема имиджа Беларуси непосредственно касается конкуренции стран мира, которые состязаются за инвестиционные, туристические, эмиграционные потоки. Соответственно, мало кто рискнет инвестировать в Беларусь, если многие исследования и опросы показывают, что страну если и знают, то с негативной стороны. В республике не существует государственной стратегии улучшения собственного имиджа, а на все это необходимо серьезное финансирование из госбюджета.

Именно в кризис, во времена убийственной конкуренции, которая началась по мере его нарастания, позиционирование становится одной из самых востребованных технологий в мире. Следует отметить, что ориентация стратегии только на въездной туризм в чистом виде невозможна, значит, необходима также стратегия привлечения в страну инвестиций.

При такой стратегии не очень дальновидно ограничиваться только инвестициями в строительство гостиниц, ресторанов и прочих объектов туризма. Медицинское, бытовое и иное обслуживание, дороги, транспорт, современные средства связи также должны быть развиты на высочайшем мировом уровне – это также требует поистине гигантских бюджетов и организационной структуры.

Следует помнить о том, что инвестиции могут поступать и в форме приобретения или покупки долей в отечественные предприятия зарубежными бизнесменами – значит, страну надо делать дружественной, надежной и благоприятной для ведения в ней бизнеса.

Однако несправедливо говорить, что в Беларуси ничего не делается по созданию положительного имиджа страны на мировой арене. Отдельными вопросами маркетинга занимаются Администрация Президента, МИД, Министерство спорта и туризма, Минторг, Минэкономики Республики Беларусь. Однако не хватает одного: отсутствует единая концепция и управление данным процессом.

Чтобы организовать эффективный страновой маркетинг для Беларуси, необходимо скоординировать все усилия в оценке ситуации, создании и реализации единой программы действий. В связи с этим целесообразно выделить следующие этапы странового маркетинга для Республики Беларусь.

- 1) сформировать рабочую группу;
- 2) определить приоритеты странового маркетинга;
- 3) провести маркетинговые исследования – внутри республики и за ее пределами;
- 4) выработать систему мероприятий по маркетингу внутри республики;
- 5) выработать систему мероприятий по международному маркетингу;
- 6) определить процедуру реализации проекта;
- 7) определение источников финансирования;
- 8) измерение результатов.

Но прежде чем запускать механизм странового маркетинга, нужно четко определиться с тем, каких конкретно оценок нужно добиться, за какой срок необходимо достичь результата, а так же, определиться с географией. Все зависит от поставленных целей: привлечение инвесторов, туристов или экспорта товаров и услуг. Очевидно, что в разных странах цели продвижения могут быть совершенно разными.

Из вышеизложенного следует, что неуклонный рост влияния туризма как на мировую экономику в целом, так и на экономику отдельных стран и регионов является одной из наиболее значительных, постоянных и долгосрочных тенденций, которые сопутствуют формированию и развитию мирового хозяйства. Сегодня эффективное функционирование системы международного туризма невозможно без планирования, регулирования, координации и контроля со стороны структур, ответственных за его развитие. Таким образом, от правильного построения и эффективной реализации туристской политики зависят роль и место конкретного государства на рынке международного туризма.

Л и т е р а т у р а

191. Режим доступа: www.weforum.org
192. Режим доступа: www.gfk.ru/Go/View?id=675

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ПАРКАХ РАЗВЛЕЧЕНИЙ И ТЕМАТИЧЕСКИХ ПАРКАХ

О. В. Старовойтова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Основной целью посетителей современных парков развлечений является отдых, веселье и общение. Причем, посещая парк, человек ожидает, что аттракционы будут безопасны для его жизни и здоровья, не причинят вреда членам его семьи. Несмотря на то что индустрия парков развлечений считается бизнесом создания веселья, праздника и положительных впечатлений у гостей парков, предприниматели, занятые в данной сфере деятельности, должны уделять особое внимание вопросам безопасности аттракционов, не говоря уже об общих вопросах безопасности на территории парка.

Специалисты делят инциденты в парках аттракционов на три категории:

1) несчастные случаи, происходящие по вине самих посетителей из-за несоблюдения правил безопасности;

2) несчастные случаи, происходящие из-за игнорирования посетителями парка медицинских противопоказаний и возникающие как реакция организма на перегрузки во время катания на аттракционе;

3) несчастные случаи, происходящие по причине неисправности оборудования.

Если в первых двух вариантах вся ответственность за происходящий несчастный случай ложится непосредственно на посетителя парка, то в третьем случае руководство парка отвечает за несоблюдение правил безопасности и порядка эксплуатации аттракционов, за нанесенный посетителю вред. В предупреждении таких неблагоприятных последствий заинтересовано не только руководство парков, но и национальные, международные специализированные организации. Одной из таких организаций является Международная ассоциация парков развлечений и аттракционов (IAAPA), которая с 2001 г. спонсирует проведение ежегодного исследования, направленного на сбор и анализ сведений о количестве аттракционов, посещаемости парков, травмах, полученных посетителями в процессе катания. В исследованиях принимают участие парки развлечений, тематические парки и семейные развлекательные центры. В табл. 1 дана общая информация, полученная в ходе исследований в США, проводимых с 2003 по 2008 гг.

Таблица 1

Общие данные исследования IAAPA за 2003–2008 годы*

Год	Общее количество аттракционов	Количество посещений в год, млн	Количество катаний в год, млрд	Количество травм, полученных на аттракционах	Количество травм на 1 млн посещений
2003	403	300,4	1,95	2044	7,0
2004	403	300,0	1,81	1637	5,2
2005	398	300,4	1,82	1783	5,2
2006	395	291,7	1,76	1797	6,6
2007	395	292,1	1,78	1664	4,6
2008	422	291,2	1,70	1523	4,7

*Источник [2]

Как видно из табл. 1, показатели общего количества травм и количества травм в расчете на 1 млн посещений снижаются, однако это снижение может быть связано не столько с мерами, принимаемыми в отношении обеспечения безопасности, сколько с уменьшением числа посещений и катаний на 0,3 и 4,5 % соответственно.

Для более точной оценки несчастных случаев на аттракционах используют показатель количества травм в расчете на 1 млн катаний, так как в парках с одинаковым уровнем посещаемости показатели количества катаний могут варьировать в зависимости от видов предлагаемых аттракционов и их количества. В табл. 2 представлены результаты исследования, основанные на показателе количества катаний, в зависимости от вида аттракционов и тяжести полученных травм.

Таблица 2

Сводная таблица количества травм, полученных на аттракционах за 2003–2008 годы *

Год	Количество травм в зависимости от типа аттракциона			Количество травм в зависимости от степени тяжести полученной травмы		Всего
	Детские аттракционы	Семейные аттракционы	Американские горки	Серьезные травмы	Прочие зарегистрированные травмы	
2003	277	1173	504	106	1848	1954
2004	219	806	613	132	1516	1648
2005	192	1131	390	132	1582	1713
2006	177	943	426	135	1411	1546
2007	134	759	416	35	1274	1309
2008	117	827	399	80	1264	1343

*Источник [2]

Анализ результатов, представленных в табл. 2, показал, что:

- 1) наблюдается тенденция снижения показателя количества полученных травм, несмотря на увеличение данного показателя в 2008 г. на 2,6 % по сравнению с 2007 г.;
- 2) по сравнению с 2003 годом показатель количества полученных травм снизился на 31,3 % (с 1954 до 1343 травм);
- 3) доля серьезных травм в общем количестве травм, полученных в процессе катания на аттракционах, в 2008 г. составила 6 %, что на 3,3 % больше, чем в 2007 г.;
- 4) наибольшее количество травм получено на семейных аттракционах, их доля в 2008 г. составила 61,6 %; наименьшее количество – на детских, их доля – 8,7 % от общего количества полученных травм.
- 5) в целом с 2003 по 2008 г. количество травм на детских аттракционах уменьшилось на 57,8 %, на семейных аттракционах – на 29,5 %, на американских горках – на 20,8 %.

Таким образом, уровень травматизма в современных парках развлечений очень низок, учитывая, что ежегодно их посещают более 300 млн человек. Эксперты во всем мире соглашаются, что катание на аттракционах – одна из самых безопасных форм отдыха. Вероятность получить травму во время катания на аттракционах зна-

чительно меньше, чем во время спортивных игр, вождения автомобиля либо катания на велосипеде. Так, в ходе исследования, проведенного Национальной ассоциацией спортивных товаров (NSGA) и Комиссией по безопасности потребительских товаров США (CPSC), было определено, что риск получить травму в процессе катания на аттракционах в 10–100 раз меньше (в зависимости от сравниваемого вида деятельности), чем при занятиях спортом. Так, ежегодно в расчете на 1 млн занимающихся спортом регистрируется 912 обращений в медпункт с травмами, полученными при катании на роликовых коньках, 799 обращений – при игре в баскетбол, 704 – при игре в футбол. В целом показатель степени травматизма при катании на стационарных аттракционах близок к таким видам спортивных занятий, как занятия со спортивным инвентарем (9 травм на 1 млн. занимающихся), игра в бильярд (8 травм на 1 млн игроков) [1].

Обеспечение безопасности аттракционов – основная задача индустрии парков развлечений. Забота о благополучном пребывании посетителей в парке требует создания соответствующих безопасных условий отдыха. Сохраняя уже достигнутые показатели безопасности, субъекты индустрии развлечений стремятся совершенствовать программы подготовки персонала, программы технического обслуживания, испытательные программы, строго соблюдают многочисленные государственные и местные нормативно-правовые акты по лицензированию и контролю за техническим состоянием аттракционов, внедряют новейшие технологии. Такие строгие обязательства по обеспечению безопасности позволяют паркам развлечений и тематическим паркам США и Европы процветать уже более века, и гарантируют им успех в сфере семейных развлечений еще в течение многих лет

Л и т е р а т у р а

193. Режим доступа: <http://www.iaapa.org/pressroom/UnitedStatesAmusementRideSafety.asp>.
194. Режим доступа: http://www.nsc.org/news_resources/injury_and_death_statistics/Documents/Report%2008-2009%20Nov09rev.pdf.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЕТ СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

М. А. Трубенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Короткевич

Проблема недовольства потребителей сроками исполнения заявок всегда являлась актуальной. Небольшое количество предприятий может похвастаться тем, что сразу же реагируют на заявку потребителей и в кратчайшие сроки осуществляют поставку необходимых изделий или деталей. Существует очень много причин, по которым предприятия не в состоянии сразу же отправить необходимое количество изделий заказчику, тем более, если заявки поступают не регулярно. В первую очередь сюда можно отнести большие затраты как на хранение готовых изделий, так и на хранение необходимых материалов, несовершенство организации работы на складах предприятия и сбои в поставках материалов от поставщиков. Эти причины не являются единственными, также как и не все зависят от действий самой организации.

Если заявки на предприятие поступают не регулярно хранить на складе необходимый объем готовой продукции или все необходимые материалы для ее производ-

ства не всегда выгодно. Достаточно обеспечить склады тем необходимым минимумом, который позволит сократить процесс выполнения заказа (поставка материалов от поставщиков, производство готовых изделий и отправка продукции заказчику) до допустимого уровня. Для расчета этого уровня можно использовать построение сетевых графиков.

Электромагнитные пускатели серии ПМЛ производства ОАО «Электроаппаратура» являются одним из наиболее востребованных видов продукции. Они применяются в качестве комплектующих изделий в различных видах оборудования. Существует огромное количество предприятий, которые покупают у ОАО «Электроаппаратура» данный вид изделий. В результате проведенного опроса данных предприятий, каждое из них жаловалось на долгие сроки выполнения заказа. Поэтому для повышения конкурентоспособности предприятия и увеличения объемов реализации электромагнитных пускателей необходимо сократить время выполнения заказа.

ОАО «Электроаппаратура» закупает необходимые материалы у своих поставщиков только после получения заявки на производство пускателей. В итоге время выполнения заказа и является продолжительным из-за включения в него времени поставок материалов. Поэтому для сокращения времени выполнения заказа необходимо рассчитать необходимое количество материалов, которое должно постоянно храниться на складе для производства пускателей в размере одного усредненного заказа – 2015 шт. При этом ОАО «Электроаппаратура» сможет быстро реагировать на поступившие заявки и тем самым добиться сокращения времени выполнения заказа.

Для производства комплектующих пускателей используются такие материалы как гродномид, фенопласт, пластина стальная и проволока нихромовая. Данные материалы закупаются у трех основных поставщиков ООО «Техпром» (Россия), «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» (Украина), ООО «Союзнихром» (Россия). Время поставки материалов с учетом задержки составляет 7,5 и 4 дня соответственно.

В таблице опишем перечень выполняемых операций.

Перечень выполняемых операций

Наименование операции	Продолжительность, человеко-дней	Код
Поступление на склад материала «гродномид»	7	0–1
Поступление на склад комплектующих «провода»	4	0–2
Поступление на склад материала «фенопласт»	7	0–3
Поступление на склад материала «стальная пластина»	5	0–4
Поступление на склад материала «проволока нихромовая»	4	0–5
Изготовление крышки	7	1–6
Изготовление рычага	10	1–7
Изготовление корпуса	8	1–8
Изготовление камеры	8	3–9
Изготовление траверсы	10	3–10
Изготовление колодки	8	3–11
Изготовление якоря	10	4–12

Изготовление сердечника	10	4–13
-------------------------	----	------

Окончание таблицы

Наименование операции	Продолжительность, человеко-дней	Код
Изготовление катушки	7	5–14
Присоединение катушки к сердечнику	1	13–15 14–15
Соединение траверсы с колодкой	1	10–16 11–16
Присоединение провода в камеру	1	2–17 9–17
Сборка вместе узлов полученных на операциях 16 и 17	0,5	17–18 16–18
Присоединение к сборочному узлу полученному на этапе 18 якоря	0,5	18–19 12–19
Соединение вместе корпуса, узла полученного на этапе 15 и узла собранного на этапе 18	1	8–20 15–20 19–20
Присоединение к сборочному узлу полученному на этапе 20 рычага	0,5	20–21 7–21
Получение готового пускателя путем сборки узла полученного на этапе 21 с крышкой	0,5	21–22 6–22

Далее построим сетевую модель исходя из данных, представленных в таблице.

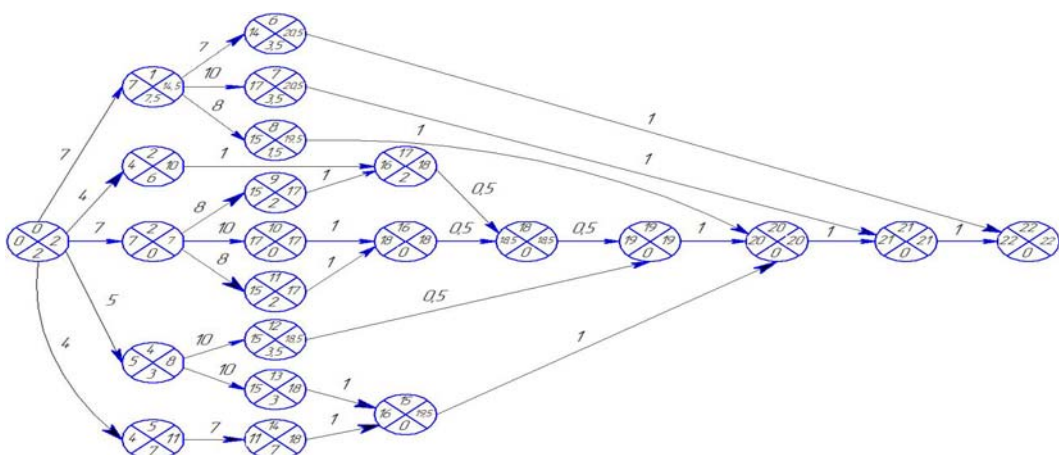


Рис. 1. Исходная сетевая модель выполнения операций по производству и сборки средней партии пускателей:



1 – номер операции; 2 – ранний срок совершения операции;
3 – поздний срок совершения операции; 4 – резерв времени

Над стрелкой проставляется продолжительность работы.

Резерв времени выполнения события – это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено свершение этого события без нарушения планируемых сетевым графиком сроков окончания проектных работ. Резерв времени свершения каждого события определяется разностью между поздним и ранним сроками выполнения этого события.

Как видно из рис. 1 время на изготовление одной усредненной партии пускателей занимает по продолжительности 22 дня (исходя из критического пути). Как видно, на многих этапах существует определенный резерв времени, который позволяет сократить совокупное время на изготовление пускателей.

Наиболее продолжительное время осуществляется поставка таких материалов как гродномид и фенопласт из России. В среднем время поставки этих материалов осуществляется 7 дней. На сетевом графике критический путь образуют операции, которые включают в себя операцию по поставке фенопласта. Поэтому для того, чтобы сократить критический путь и, соответственно, время выполнения заказа, необходимо обеспечить наличие на складе данных материалов на момент получения заказа на поставку пускателей.

В этом случае время на производство партии пускателей сократится только на 3 дня. Критический путь переместится на операции, первая из которых это операция по поставке стальной пластины. Для повышения конкурентоспособности ОАО «Электроаппаратура» необходимо добиться снижения сроков выполнения заказа еще на несколько дней.

Для этого необходимо обеспечить наличия на складе гарантийного уровня запасов не только гродномидина и фенопласта, но и стальной пластины.

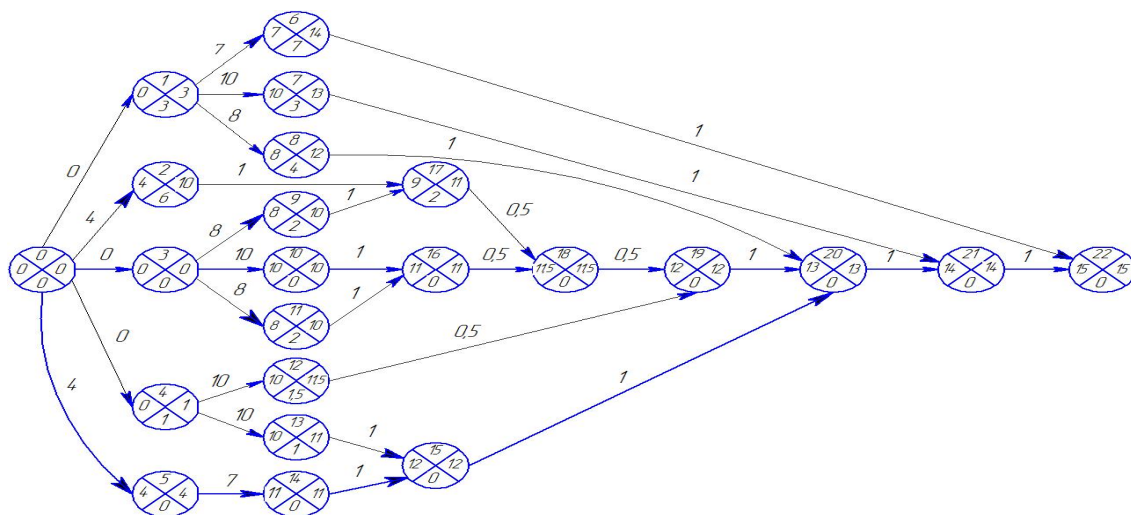


Рис. 2. Оптимизационная сетевая модель выполнения операций по производству и сборки средней партии пускателей

Исходя из рис. 2, видно, что удалось добиться сокращения срока выполнения поставки до 15 дней. Это время вполне является приемлемым для потребителей. В результате на сетевой модели появилось два критических пути. Поэтому дальнейшее усовершенствование модели предполагает не только обеспечить наличие на складе гарантийного запаса всех необходимых материалов для производства пускателей, но

и ввод дополнительных единиц оборудования (прессов для стальных пластин) для увеличения производительности.

При этом ОАО «Электроаппаратура» также добьется увеличения размера заказа на 36 % и достигнет уровня реализации пускателей серии ПМЛ-2000 с 42 000 шт. в год до 57120 шт.

Суммарный размер выручки увеличится на 633528000 руб. Увеличение прибыли произойдет на 338385600 руб.

СЕКЦИЯ IX ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАЙОНИРОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПА «ОТРАЖАЮЩЕЙ ГРАНИЦЫ»

А. В. Дмитриева

Брестский государственный технический университет, Беларусь

Научный руководитель С. С. Дереченник

Территориальное районирование метеорологических данных является актуальной задачей для метеорологического прогнозирования, сельскохозяйственной деятельности, при проектировании и строительстве зданий и сооружений.

Известны различные методы картографирования и районирования, в общем случае задача состоит в переходе от набора значений функции в произвольных (неупорядоченных) точках плоскости к значениям этой функции в узлах некоторой регулярной сетки. Для решения этой задачи используются методы, основанные на аппроксимации и интерполяции данных, например, широко применяемый в настоящее время при построении карт метод Крайгинга.

Общим недостатком всех известных методов районирования является «пограничный эффект», в результате которого значения на границах территории существенно искажаются. Очевидная причина данного эффекта – отсутствие данных (точек для аппроксимации) за границами территории.

Нами был предложен новый алгоритм гридинга с покоординатной аппроксимацией [1], эффективный применительно к прогнозным значениям метеорологического фактора. Однако и данный алгоритм не свободен от указанного выше недостатка.

Суть методики состоит в рассмотрении поверхности прогнозируемых значений как суммы поверхности тренда и поверхности отклонений. Тренд показывает существенные тенденции зависимости параметра от географических координат. Отклонения от тренда обусловлены особенностями микроклимата и рельефа местности.

Функцию тренда находили методом наименьших квадратов в виде некоторой простой поверхности, в данном случае – второго порядка: $T(x, y) = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + f$. Поверхность отклонений $R(x, y)$ строится по значениям отскока прогнозного значения от тренда в заданных точках: $R_k = T(x, y) - S_k$. Аппроксимацию функции $R(x, y)$ выполняется поочередно по каждой из координат, фиксируя вторую координату в некотором узком диапазоне значений (анализируемая территория фактически делится на горизонтальные и вертикальные полосы определенной ширины). Ширина полос на каждом шаге итерации уменьшается (например, вдвое), вплоть до достижения необходимого разрешения искомого поля параметра. Для аппроксимирующих полиномов третьей степени и выше алгоритм обеспечивает итерационную сходимость результата как по отдельным координатам, так и в целом для функции $R(x, y)$.

Так, в исследовании характеристических значений снеговой нагрузки на поверхности земли [2], где исходными точками для аппроксимации являлись значения, рассчитанные для 35 метеостанций Беларуси, использование полиномов высокой степени уси-

ливают пограничный эффект (рис. 1). Например, станции с высокими значениями снеговой нагрузки Высокое и Костюковичи попали в более «легкие» районы.

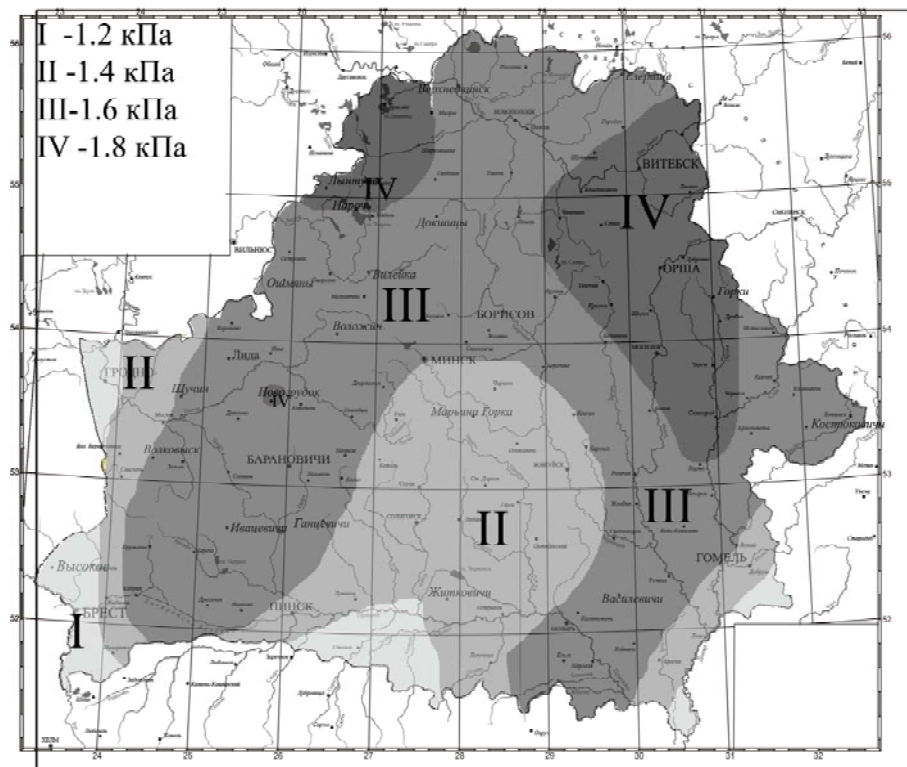
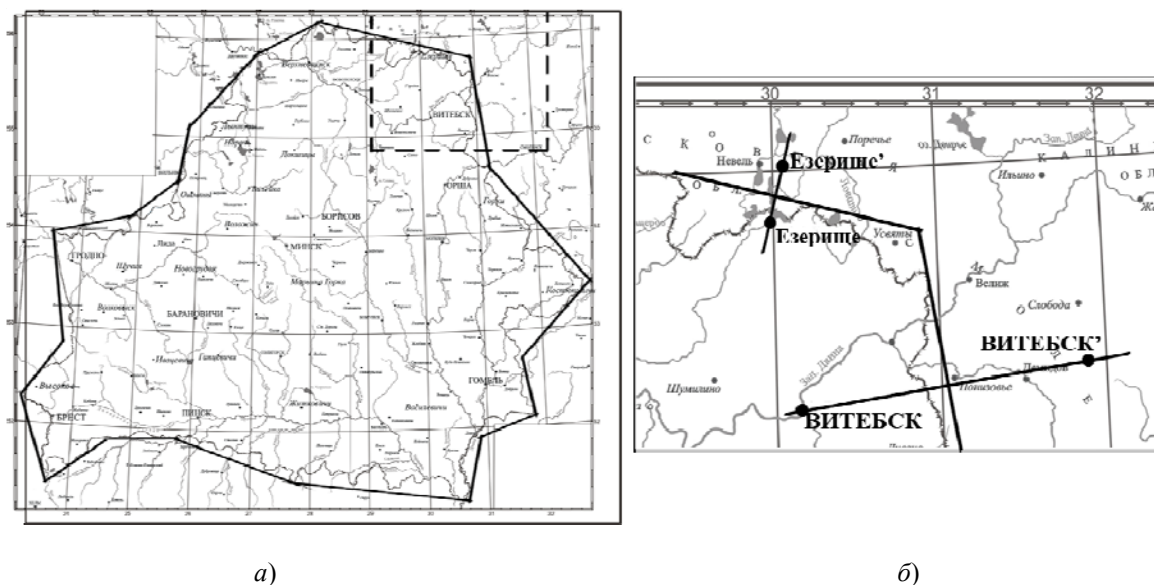


Рис. 1. Карта районирования характеристических значений снеговой нагрузки без зеркального отражения пограничных станций



а)

б)

Рис. 2. Построение контура границы территории (а) и пример зеркального отражения пограничных станций (б)

Для устранения названных искажений районирования предложено использовать принцип «отражающей границы». Этот принцип известен для традиционного метода конечных разностей, однако в данной задаче необходимо учитывать сложную конфигурацию границы и нерегулярность положения анализируемых точек. Граница территории Республики Беларусь была представлена в виде многоугольника (рис. 2), симметрично (зеркально) отражались только пограничные станции, к числу которых относились только близко расположенные к границе станции. В качестве критерия близости было выбрано среднее расстояние до ближайшего соседа по всем станциям территории. В данном случае такое расстояние составило около 60 км, в результате к числу пограничных было отнесено 15 из 35 станций. Некоторые точки, находящиеся вблизи углов многоугольника, отражались дважды (станции Брест, Высокое, Костюковичи и Гомель).

Карта, построенная с использованием зеркального отражения пограничных станций, соответствует реальным значениям прогнозных значений для конкретных станций и при этом снеговые районы хорошо согласуются с географией территории Беларуси. Район I соотносится с юго-западной частью, с наименьшим количеством твердых осадков в зимний период. Район II охватывает Полесье и небольшой участок юго-востока. Район III имеет наибольший размер по площади и включает в себя различные типы ландшафта. Район IV соответствует возвышенностям (Новогрудская, Оршанская и Нарочанская), где наблюдается максимальное количество осадков.

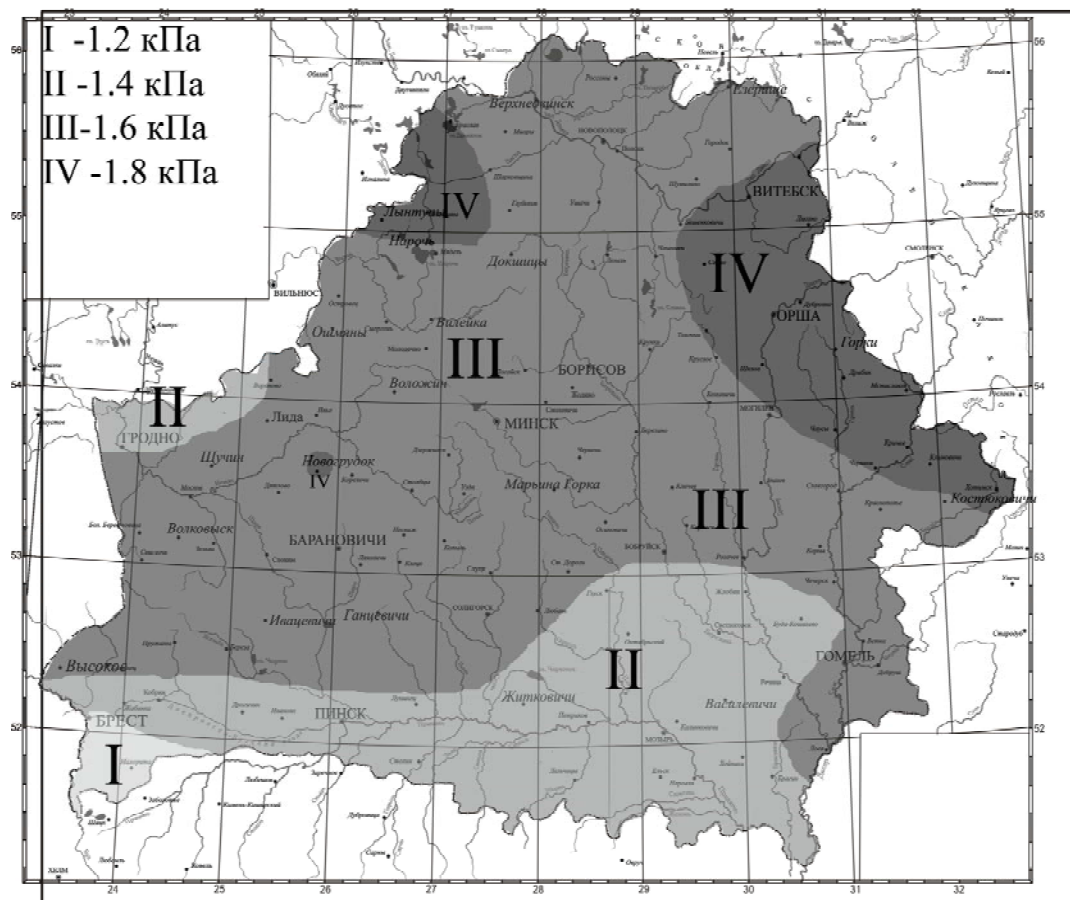


Рис. 3. Карта районирования характеристических значений снеговой нагрузки с использованием зеркального отражения пограничных станций

Литература

195. Дмитриева, А. В. Итерационный алгоритм гридинга с покоординатной аппроксимацией для районирования метеорологических данных / А. В. Дмитриева // Сб. конкурс. науч. работ студентов и магистрантов. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 148–152.
196. Нормирование снеговых нагрузок для территории Республики Беларусь / В. В. Тур [и др.] // Строител. наука и техника (Минск). – 2008 – № 2. – С. 27–45.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕР-КЛАСТЕРНОГО АГРЕГАТА

Е. Г. Волков

Брестский государственный технический университет, Беларусь

Научный руководитель С. С. Дереченник

Введение. Большое количество реальных физических объектов представляют собой кластерные структуры. Например, коллоидные кластеры образуются в растворах в результате химических реакций, твердотельные кластеры формируются в результате различных превращений в твердой фазе: в ходе твердотельных (фото)химических реакций, в результате спекания, в процессе перехода аморфной фазы в кристаллическую и др. [1]. Существует несколько компьютерных моделей подобных структур, одна из которых получается по механизму кластер-кластерной агрегации (ККА), алгоритм которой описан ниже. В ограниченном модельном пространстве случайным образом размещается некоторое число частиц, которые начинают блуждание в пространстве в соответствии с броуновским движением. При столкновении частицы слипаются и двигаются вместе, образуя первичный кластер. Процесс заканчивается, когда все первичные кластеры объединяются в единый агрегат.

Большой интерес представляют работы по исследованию динамики изменения различных свойств формируемой структуры в течение агрегации. Ранее исследовались изменение размеров образующихся миникластеров во времени [2], сама функция скорости роста кластер-кластерного агрегата [3], однако корректно сравнить скорости роста структур различной плотности не удавалось.

Анализ динамики формирования кластер-кластерных агрегатов. Рассмотрим процесс образования кластер-кластерного агрегата как замкнутую динамическую систему. Исследуем процесс агрегации кластера 5%-й плотности, полное объединение которого происходит за время $64329 \cdot t$, где t – время, за которое самая медленная частица перемещается на расстояние в половину своего радиуса. Построим временную зависимость изменения фрактальной размерности формирующегося кластера (рис. 1), которая применима для оценки его внутренней структуры.

Возрастание фрактальной размерности на первых этапах агрегации связано с тем, что система находится в переходном процессе упорядочивания частиц, а практически постоянное значение в дальнейшем – с тем, что система перешла в устойчивое состояние. Полученная зависимость визуально напоминает монотонную переходную функцию динамического (инерционного) объекта.

Данное косвенное подобие позволяет, используя метод аналогий, применить классические инструменты теории автоматического управления к анализу динамики формирования кластер-кластерного агрегата.

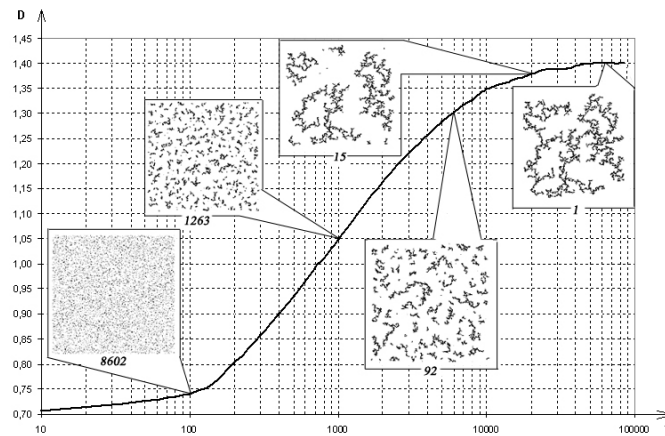


Рис. 1. Изменение фрактальной размерности кластера при его агрегации, (показаны также внешний вид и количество изолированных кластеров в различные моменты агрегации)

В результате большой серии модельных экспериментов установлено, что зависимости вида, представленного на рис. 1, для кластеров с одинаковой плотностью имеют практически одинаковую форму, но могут существенно различаться масштабом по временной оси. Иными словами, время формирования кластеров до полной агрегации может отличаться более чем на порядок, а теоретически – может возрастать неограниченно.

В теории управления для асимптотических сходящихся переходных процессов время регулирования принято определять, основываясь на допустимом отклонении значения выходного параметра от асимптоты.

Аналогично, в нашем случае также необходимо определить момент, в который текущее значение фрактальной размерности становится достаточно близким к конечному значению. Определив мерой такой близости относительное отклонение размерности

$$\delta(t) = \frac{D_{\infty} - D_t}{D_{\infty} - D_0}, \quad (1)$$

где D_0 – начальная фрактальная размерность; D_t – текущая фрактальная размерность; D_{∞} – конечная фрактальная размерность сформированного агрегата, и установив некоторую критическую величину отклонения $\delta_{кр}$, найдем «время регулирования», т. е. время формирования кластер-кластерного агрегата «в основном»:

$$t_p = \arg(\delta(t) = \delta_{кр}). \quad (2)$$

Введем также понятие степени структуризации кластер-кластерного агрегата:

$$\chi = 1 - \frac{N_{\text{кластеров}}}{N_{\text{частиц}}},$$

где $N_{\text{частиц}}$ – общее количество частиц в модельной области; $N_{\text{кластеров}}$ – количество необъединенных кластеров (при этом изолированные частицы также считаются кластерами).

В результате исследования структурных характеристик большого числа агрегатов на различных стадиях агрегации, установлена следующая закономерность: *при степени структуризации кластер-кластерного агрегата $\chi = 0,999$ относительное отклонение его фрактальной размерности от асимптоты составляет $\delta_{\text{кр}} = 0,03$.*

Используя данную закономерность, возможно существенно (в несколько раз) уменьшить время моделирования, вычисляя его лишь до момента достижения степени структуризации 0,999. Этот момент соответствует времени t_p согласно (2), а значение фрактальной размерности D_t в этот момент, с учетом известного значения D_0 , позволяет найти асимптотическое (конечное) значение D_∞ по соотношению (1).

Параметр t_p , в отличие от времени полного формирования агрегата, имеет существенно меньший разброс в различных модельных экспериментах.

Результаты исследования применимы также при анализе реальных кластерных структур, время полного формирования которых чрезвычайно велико (например, гидратирующие цементные системы).

Л и т е р а т у р а

197. Суздалев, И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. – Москва : КомКнига, 2006. – 592 с.
198. Simulation of aggregation in 2D. A study of kinetics, structure and topological properties. A. Moncho-Jorda, F. Martinez-Lopez, R. Hidalgo-Alvarez. Department of Applied Physics, Granada University, Granada, Spain, 2 November 1999. – P. 50–64.
199. Expanded solid matter two-dimensional LJ modeling. F.H. Stillinger, D.K. Stillinger. Department of Chemistry, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA, 10 December 2004. – P. 958–968.
200. Теория автоматического управления : учеб. для вузов / под. ред. А. В. Нетушила. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Высш. шк., 1976.

ЧИСЛЕННЫЙ СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

А. Г. Романович

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель А. А. Калинин

мыми линейными антенными решетками обладают существенным достоинством – возможностью электрического управления положением луча диаграммы направленности (ДН) в круговом секторе пространства без изменения его ширины и формы. Эта особенность, а также ряд других, среди которых выделяют: низкий уровень боковых лепестков, расширение рабочей полосы частот и т. д. [1], позволяют вести речь о высоких потенциальных возможностях радиолокационных станций с КАР.

Сложность расчета кольцевых антенных решеток заключается в необходимости решения не только новых внешних электродинамических задач теории и техники сканирующих антенн, но и в нахождении распределения тока на поверхности таких антенн.

В данной статье предложен метод синтеза кольцевой антенной решетки, который позволяет рассчитывать требуемое амплитудно-фазовое распределение (АФР) тока в раскрыве антенны для формирования ДН отвечающей заданным свойствам.

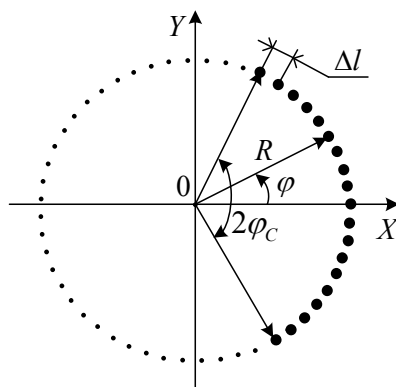


Рис. 1. Кольцевая антенная решетка

Рассмотрим кольцевую антенную решетку рис. 1. Она представляет собой систему излучателей, расположенных по окружности некоторого радиуса R , где Δl – дуговое расстояние между излучателями.

На практике удобно рассматривать элементы КАР над проводящим цилиндрическим экраном. При этом для формирования ДН в заданном направлении необходимо лишь некоторый активный сектор $2\varphi_c$. Пусть излучатели являются изотропными. Выражение для нормированной ДН кольцевой антенной решетки имеет вид:

$$F(\varphi) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \dot{A}_n \exp(ikR \cos[\varphi_n - \varphi]), \quad (1)$$

где \dot{A}_n , φ_n – соответственно комплексная амплитуда возбуждения и угловое положение n -го элемента решетки; N – общее число излучателей в КАР.

Представим АФР КАР в виде разложения в ряд Фурье:

$$\dot{A}_n = \sum_{l=1}^{\infty} a_l \sin(l[\varphi_n - \varphi_0]) + \sum_{l=1}^{\infty} b_l \cos(l[\varphi_n - \varphi_0]), \quad (2)$$

где a, b – коэффициенты разложения; φ_0 – направление компенсации. Подставив (2) в (1) и выполнив несложные преобразования, получим новую форму записи для ДН КАР и обозначим ее $\hat{F}(\varphi)$ – требуемая диаграмма направленности:

$$\hat{F}(\varphi) = \sum_{l=0}^L a_l Z_{s_l}(\varphi) + \sum_{l=0}^L b_l Z_{c_l}(\varphi), \quad (3)$$

где L – определяет степень точности разложения в ряд Фурье; $Z_{s_l}(\varphi)$, $Z_{c_l}(\varphi)$ – базисные функции, по которым производится разложение заданной ДН $\hat{F}(\varphi)$, они описываются выражениями:

$$Z_{s_l}(\varphi) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sin(l[\varphi_n - \varphi]) \exp(ikR \cos[\varphi_n - \varphi]); \quad (4)$$

$$Zc_l(\varphi) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \cos(l[\varphi_n - \varphi]) \exp(ikR \cos[\varphi_n - \varphi]). \quad (5)$$

Как показывают расчеты, система функций (4) и (5) представляет собой ортогональный базис только для эквидистантных КАР (рис. 2). Для других геометрий антенных решеток они – неортогональны (рис. 3).

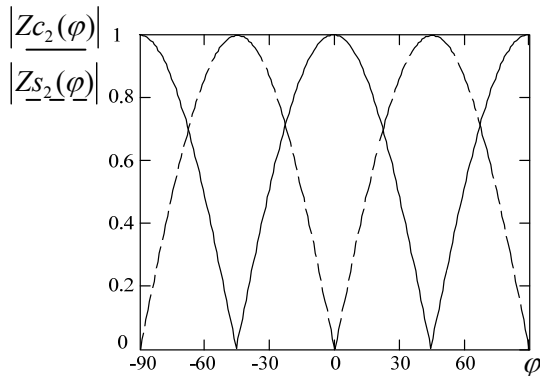


Рис. 2. Базисные функции для КАР

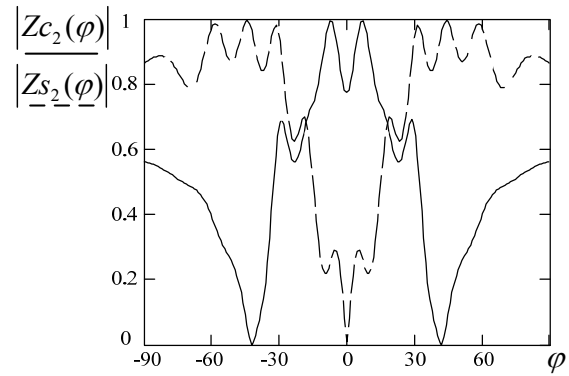


Рис. 3. Базисные функции для дуговой АР

Выражение (3) в общем случае представляет собой разложение ДН на неортогональные базисные функции. Для нахождения коэффициентов разложения a и b воспользуемся стандартной математической операцией, основанной на приближении линейной комбинации функций, определенной с помощью критерия наименьших квадратов [2]. В результате можно получить две системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Так для нахождения коэффициентов разложения a СЛАУ представим в матричном виде:

$$a K = E, \quad (6)$$

где K – ядро системы уравнений (квадратная матрица размерностью $L \times L$):

$$K_{lk} = \int_{-\pi}^{\pi} Zs_l(\varphi) Zs_k^*(\varphi) d\varphi, \quad (7)$$

E – вектор столбец свободной правой части:

$$E_k = \int_{-\pi}^{\pi} Zs_k(\varphi) F(\varphi) d\varphi. \quad (8)$$

Коэффициенты разложения a находятся из решения уравнения (6):

$$a = K^{-1} E. \quad (9)$$

Аналогичным образом находятся и коэффициенты b .

В дальнейшем коэффициенты разложения a , b используются для расчета комплексной амплитуды возбуждения n -го элемента решетки (выражение (2)). В резуль-

тате возбуждения раскрыва КАР, рассчитанным АФР получим диаграмму направленности, которая удовлетворяет заданным требованиям.

В настоящее время для исследования различных антенн широкое применение получило численное моделирование элементарных структур, которое открывает новые возможности, в том числе и для решения задач синтеза КАР. Реализованная численная модель кольцевой антенной решетки может использоваться для уточнения результатов синтеза, полученных приведенным выше методом.

Для проведения численного моделирования кольцевой антенной решетки была разработана математическая модель в виде совокупности интегральных уравнений для тонкопроволочных антенн [3]. Такое представление позволило уйти от множества трудностей, связанных с моделированием сплошного экрана больших волновых размеров ($\geq 10\lambda$), а также учесть наиболее существенные свойства оригинальной АР при относительно несложной ее программной реализации на ЭВМ.

На рис. 4 и 5 приведены результаты численного моделирования соответственно 50-элементной кольцевой и 22-элементной дуговых решеток. В качестве излучателей использовалась трехэлементные директорные антенны.

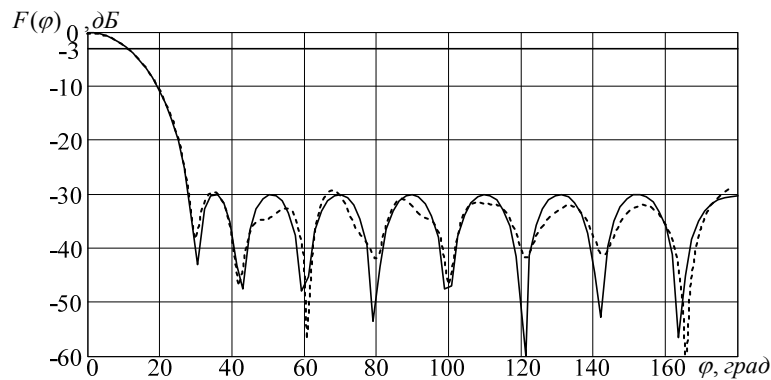


Рис. 4. ДН КАР (непрерывная линия – заданная, штриховая линия – результат моделирования): $R = 4,5\lambda$, $\Delta l = 0,55\lambda$, $N = 50$, $F_0 = -30$ дБ, $2\varphi_{05} = 20^\circ$

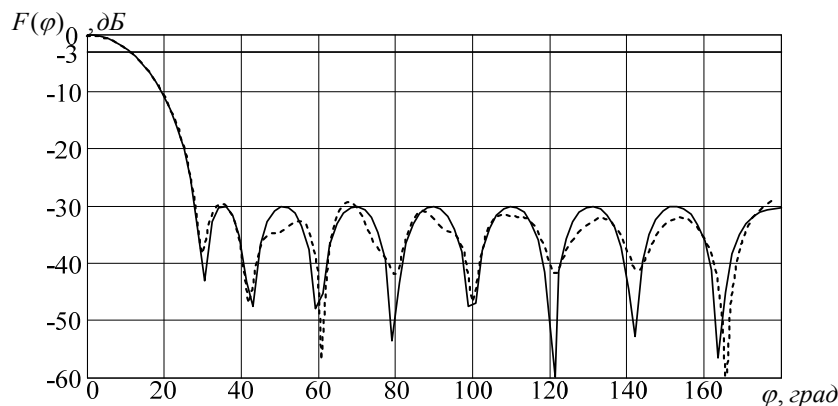


Рис. 5. ДН дуговой АР (непрерывная линия – заданная, штриховая линия – результат моделирования): $R = 4,5\lambda$, $\Delta l = 0,55\lambda$, $N_c = 22,2\varphi_c = 160^\circ$, $F_0 = -30$ дБ, $2\varphi_{05} = 20^\circ$

Как видно из рис. 4 и 5, результаты моделирования кольцевой и дуговой антенных решеток (требуемая ДН задана в виде полинома Чебышева [2]) свидетельствуют об эффективности предложенного метода синтеза антенн указанной геометрии.

Таким образом, в докладе предложен численный метод синтеза и модель кольцевой (дуговой) антенной решетки. Данный метод является универсальным с точки зрения обеспечения требуемой ДН. Он позволяет с одинаковым успехом синтезировать кольцевые, дуговые, линейные (плоские) эквидистантные и неэквидистантные антенные решетки. Что касается численной модели КАР, то эта модель позволяет анализировать конструкции кольцевых (дуговых) антенных решеток с различными параметрами и амплитудно-фазовым распределением. При этом снижаются временные и экономические затраты, вызванные проверкой и коррекцией полученных на основе численного синтеза КАР результатов.

Литература

201. Воскресенский, Д. И. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решеток / Д. И. Воскресенский. – Москва : Радио и связь, 1981.
202. Анго, А. Математика для электро- и радио инженеров / А. Анго. – Москва : Наука, 1965.
203. Вычислительные методы в электродинамике / под ред. Р. Митры. – Москва : Мир, 1977.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОГО СУДНА ОТНОСИТЕЛЬНО ПАССИВНОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ ТОЧКИ

А. Г. Боровой

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель Д. В. Морозов

Радионавигационные точки используются для определения пространственного положения воздушных судов (ВС), а именно для определения углового положения и дальности относительно радиомаяков. Основным недостатком существующих систем является их низкая скрытность. Это обусловлено широким применением в радиомаяках передающих устройств, являющихся хорошим источником информации для разведывательных станций.

Одним из способов повышения скрытности радионавигационных точек (РНТ) является применение пассивных радиолокационных отражателей вращающихся в горизонтальной плоскости с определенной угловой скоростью [1].

Для анализа возможности использования пассивно рефлекторного способа позиционирования РНТ разработана имитационная математическая модель определения навигационных параметров ВС, которая представляет собой совокупность уравнений и алгебраических зависимостей описывающих принцип определения и расчета дальности и углового положения ВС относительно наземного пассивного радиомаяка в горизонтальной плоскости.

Структурная схема математической модели (рис. 1) включает в себя следующие;

- угломерный канала;
- дальномерный канал;
- блок вычислений навигационных параметров.

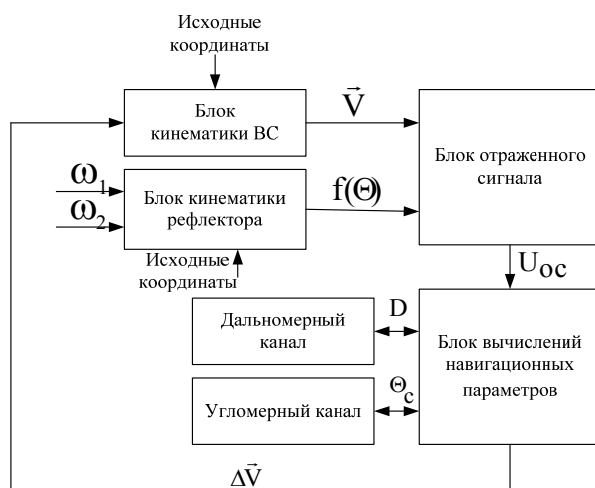


Рис. 1. Схема математической модели ПРНТ

На приведенной схеме обозначено содержание основных потоков информации, обеспечивающих математическую модель исходными данными для совместного функционирования всех составных частей.

Блок кинематики ВС представляет собой алгоритм расчета координат и параметров движения ВС в процессе полета и описывается выражением:

$$\begin{aligned} x &= x_0 + V_x \Delta t; \\ y &= y_0 + V_y \Delta t, \end{aligned} \quad (1)$$

где x_0, y_0 – начальные координаты ВС; V_x, V_y – проекции скорости ВС; Δt – период дискретизации.

Блок кинематики рефлектора представляет собой вращающийся радиолокационный отражатель, значение угловых скоростей которого определяются исходя из начальных условий.

В блоке отраженного сигнала определяется мощность сигнала в зависимости от ракурса ВС относительно пассивной радионавигационной точки (ПРНТ) и расстояния между ними [2].

Дальномерный канал производит определение задержки $\Delta t_{\text{зад}}$ отраженного сигнала от момента излучения зондирующего сигнала до прихода отраженного от рефлектора. Расчет дальности до ПРНТ производится в соответствии со следующим выражением:

$$D = \frac{c \Delta t_{\text{зад}}}{2}. \quad (2)$$

Угломерный канал производит расчет углового положения ВС относительно ПРНТ. Принцип определения азимута ВС относительно ПРНТ основан на измерении времени поворота пассивного радиолокационного отражателя от момента прохода северного направления до направления на ВС. Угловая скорость вращения рефлектора при прохождении северного направления дискретно изменяется с ω_1 на ω_2 . Азимут ВС относительно ПРНТ рассчитывается исходя из выражений, если при условии, что $\omega_1 < \omega_2$, выполняется неравенство $T_{u1} < T_{u2}$, то

$$\theta_c = \frac{2\pi - \omega_1 T_u}{\omega_2 - \omega_1}, \quad (3)$$

а если $T_{u1} > T_{u2}$, то

$$\theta_c = \frac{2\pi - \omega_2 T_u}{\omega_1 - \omega_2} \omega_2, \quad (4)$$

где T_u – время полного поворота рефлектора вокруг своей оси в направлении на ВС.

Описанный способ определения азимута ВС относительно ПРНТ имеет важное достоинство – за направление на север можно задавать любое другое направление, например вдоль взлетно-посадочной полосы [3], [4].

По рассчитанным значениям навигационных параметров производится расчет требуемого приращения вектора скорости ВС, для обеспечения устойчивого приема отраженного сигнала от рефлектора, который зависит от ракурса ВС относительно ПРНТ. Изменение вектора скорости ВС обусловлено необходимостью постоянно получать навигационную информацию или двигаться по направлению задаваемому ПРНТ.

Заключение. Разработанная имитационная математическая модель позволяет оценить возможности применения ПРНТ в качестве промежуточных пунктов маршрута для определения навигационных параметров ВС, а также в качестве РМ, используемых в радиотехнических системах посадки.

Л и т е р а т у р а

204. Авиационная радионавигация : справочник / под ред. А. А. Сосновского. – Москва : Транспорт, 1990. – С. 151.
205. Журнал «Радиотехника». – 2007. – № 11. – С. 106–108.
206. Мамаев, В. Я. Воздушная радионавигация и элементы самолетовождения : учеб. пособие / В. Я. Мамаев. – Санкт-Петербург, 2002.
207. Кобак, В. О. Радиолокационные отражатели : учеб. пособие / В. О. Кобак. – Москва : Совет. радио, 1975.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ СЛОЖНОЙ ЦЕЛИ СУММАРНО-РАЗНОСТНЫМ МОНОИМПУЛЬСНЫМ ПЕЛЕНГАТОРОМ

А. А. Ростов

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель Д. В. Морозов

Определение направления на источник отраженного сигнала (ОС) является одной из основных задач радиолокации. Ранее для этих целей применялись методы конечного сканирования и последовательного переключения диаграмм направленности, которые реализовывались в одноканальных системах. В настоящее время широкое распространение получил моноимпульсный способ определения углового положения цели, находящейся в пределах диаграммы направленности (ДН). Основным его достоинством является то, что отраженный импульс содержит полную информацию об угловом положении цели, и амплитудные флуктуации ОС не оказывают заметного влияния на точность измерения координат цели.

Принцип моноимпульсного метода измерения угловых координат основывается на одновременном приеме отраженных от цели сигналов двумя независимыми прием-

ными каналами по каждой координатной плоскости пеленгации (по два в азимутальной и в угломестной). Информация о направлении на источник принимаемых сигналов формируется непосредственно при прохождении сигналов через приемную антенну в виде амплитудных, фазовых или амплитудно-фазовых соотношений сигналов.

В зависимости от характера извлечения угловой информации о цели из принимаемых сигналов различают три основных способа определения координат в моноимпульсных системах: амплитудный, фазовый и комплексный. Наибольшее распространение получил амплитудный моноимпульсный метод пеленгации.

В моноимпульсных системах с амплитудной пеленгацией для определения угловой координаты в одной плоскости формируются две перекрещивающиеся диаграммы направленности антенны, разнесенные на углы $\pm\theta_0$. При отклонении цели от равносигнального направления сигнал, принятый одной ДН, больше сигнала, принятого другой ДН. Отношение амплитуд таких сигналов соответствует углу, а знак – направлению отклонения цели от равносигнального направления. Зависимость оценки амплитудного моноимпульсного пеленгатора (АМИП) от углового положения цели называется пеленгационной характеристикой (ПХ) моноимпульсного пеленгатора.

При радиолокационном сопровождении целей используется отраженный сигнал. Он представляет собой векторную сумму группы отраженных сигналов от отдельных частей цели, каждый из которых имеет свою амплитуду и фазу. Поэтому исключительный интерес при исследовании особенностей пеленгационной характеристики АМИП представляет случай определения углового положения многоточечного источника отраженных сигналов.

Рассмотрим случай амплитудной пеленгации пяти отраженных сигналов, расположенных в относительной близости друг от друга. Такая ситуация в азимутальной плоскости схематично представлена на рис. 1, где $F_A(\theta)$, $F_B(\theta)$ – уровни парциальных диаграмм направленности (ДН) амплитудного МИП в направлении на точки A , B , C , D , E ; r_A , r_B , r_C , r_D , r_E – расстояния от АМИП до точек A , B , C , D , E соответственно.

Отраженные сигналы от источников A и B могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{aligned}\dot{U}_A &= \alpha e^{i\varphi_A}; & \dot{U}_D &= \mu e^{i\varphi_D}; \\ \dot{U}_B &= \beta e^{i\varphi_B}; & \dot{U}_E &= \tau e^{i\varphi_E}. \\ \dot{U}_C &= \kappa e^{i\varphi_C};\end{aligned}$$

где α , β , κ , μ , τ – амплитуды отраженных сигналов; φ_A , φ_B , φ_C , φ_D , φ_E – фазы отраженных сигналов.

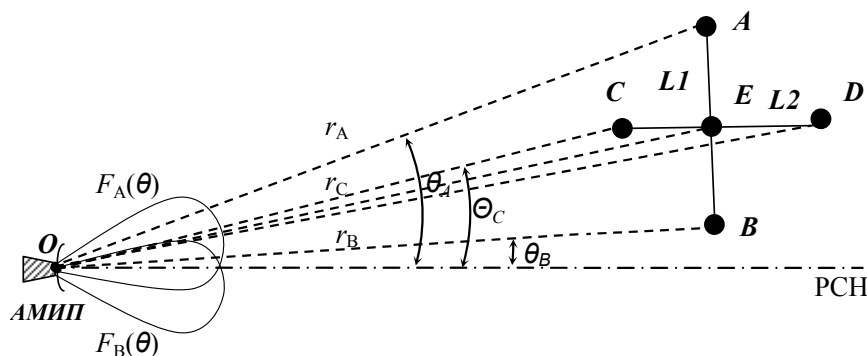


Рис. 1. Пеленгация пяти источников отраженных сигналов

В этом случае сигналы в суммарном и разностном каналах АМИП имеют вид:

$$\dot{U}_s = \alpha F_s(\theta_A) e^{i\varphi_A} + \beta F_s(\theta_B) e^{i\varphi_B} + \kappa F_s(\theta_C) e^{i\varphi_C} + \mu F_s(\theta_D) e^{i\varphi_D} + \tau F_s(\theta_E) e^{i\varphi_E} + U_{SH} e^{i\varphi_{SH}};$$

$$\dot{U}_r = \alpha F_r(\theta_A) e^{i\varphi_A} + \beta F_r(\theta_B) e^{i\varphi_B} + \kappa F_r(\theta_C) e^{i\varphi_C} + \mu F_r(\theta_D) e^{i\varphi_D} + \tau F_r(\theta_E) e^{i\varphi_E} + U_{SH} e^{i\varphi_{SH}},$$

где F_s , F_r – уровни суммарной и разностной ДН АМИП; U_{SH} – внутренние шумы приемника.

Пеленгационная характеристика АМИП формируется в соответствии с алгоритмом

$$\hat{\theta}(\theta) = \frac{\dot{U}_s \dot{U}_r^*}{\dot{U}_s^* \dot{U}_s}.$$

В случае воздействия на АМИП отраженных сигналов от пяти источников выражение примет вид:

$$\hat{\theta}(\theta) = \frac{(\alpha F_s(\theta_A) e^{i\varphi_A} + \beta F_s(\theta_B) e^{i\varphi_B} + \kappa F_s(\theta_C) e^{i\varphi_C} + \mu F_s(\theta_D) e^{i\varphi_D} + \tau F_s(\theta_E) e^{i\varphi_E} + U_{SH} e^{i\varphi_{SH}})}{(\alpha F_s(\theta_A) e^{i\varphi_A} + \beta F_s(\theta_B) e^{i\varphi_B} + \kappa F_s(\theta_C) e^{i\varphi_C} + \mu F_s(\theta_D) e^{i\varphi_D} + \tau F_s(\theta_E) e^{i\varphi_E} + U_{SH} e^{i\varphi_{SH}})} \times \\ \times \frac{(\alpha F_r(\theta_A) e^{i\varphi_A} + \beta F_r(\theta_B) e^{i\varphi_B} + \kappa F_r(\theta_C) e^{i\varphi_C} + \mu F_r(\theta_D) e^{i\varphi_D} + \tau F_r(\theta_E) e^{i\varphi_E} + U_{SH} e^{i\varphi_{SH}})}{(\alpha F_s(\theta_A) e^{i\varphi_A} + \beta F_s(\theta_B) e^{i\varphi_B} + \kappa F_s(\theta_C) e^{i\varphi_C} + \mu F_s(\theta_D) e^{i\varphi_D} + \tau F_s(\theta_E) e^{i\varphi_E} + U_{SH} e^{i\varphi_{SH}})}.$$

Рассмотрим модель пеленгации сложной пятиточечной цели АМИП при следующих условиях: высота цели – 1000 м, дальность цели – 15000 м, скорость цели – 200 м/с, время наблюдения цели – 50 с, за центр масс цели примем точку Е (рис. 1), расстояния $L1$ и $L2$ – 5 и 4 м соответственно; характеристики АМИП: неследящий пеленгатор, с суммарно-разностной обработкой сигналов, длина волны – 3 см, коэффициент шума приемника – 0,1.

Для исследования ошибок измерения углового положения цели из модели АМИП получим сигнал автоматической регулировки усиления (АРУ – сигнал суммарного канала АМИП) и оценку углового положения цели за время наблюдения (рис. 1, 2).

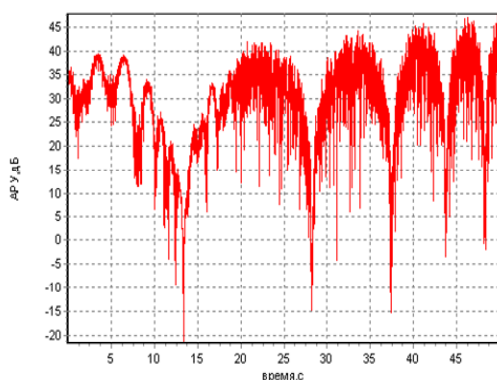


Рис. 2. Сигнал АРУ за время наблюдения цели места

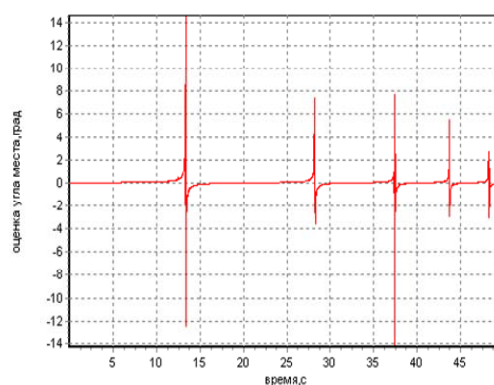


Рис. 3. Оценка угла за время наблюдения цели

Направление на цель АМИП формирует перпендикулярно фазовому фронту отраженной волны, характерные провалы АРУ характеризуют моменты времени когда разность фаз ОС равна 180° , этим же моментам соответствует ошибка определения угла места цели.

Таким образом, причинами ошибок измерения углового положения цели является наличие множества «блестящих» точек цели, которые способны формировать фазовый фронт 180° .

Литература

208. Леонов, А. И. Моноимпульсная радиолокация : учебник / А. И. Леонов, К. И. Фомичев. – Москва : Радио и связь, 1984.
209. Перунов, Ю. М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием : учебник / Ю. М. Перунов, К. И. Фомичев, Л. М. Юдин. – Москва : Радиотехника, 2003.
210. Охрименко, А. Е. Основы радиолокации : учебник / А. Е. Охрименко. – Минск : МВИЗРУ, 1976.

ДИАЛогоВАЯ СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТИ

Т. А. Мархель, В. В. Напрасников

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. Т. Придухо

Задачи в многокритериальной постановке широко распространены в различных областях науки и техники, в том числе в машиностроении и робототехнике.

Постановка многокритериальной задачи предполагает задание проектировщиком вектора параметрических ограничений X , вектора частных критериев Y и вектора функциональных ограничений F .

При решении многокритериальных задач используется диалоговый подход [1], [2], который заключается в выполнении следующих этапов:

- 1) генерация проектных решений и составление таблиц испытаний;
- 2) построение упорядоченных таблиц испытаний по каждому критерию;
- 3) задание допустимого множества и определение на его основе множества решений, оптимальных по Парето;
- 4) выбор окончательного решения многокритериальной задачи.

Метод, с помощью которого будет определяться окончательное решение, выбирается проектировщиком после ознакомления с множеством паретооптимальных решений на основе имеющейся у него информации о важности частных критериев оптимальности.

Схема описанного подхода к решению многокритериальных задач представлена на рис. 1.

Рассматриваемый подход программно реализован в виде системы, которая позволяет проектировщику искать решение и не требует от него специальной математической подготовки.

Для поиска окончательного решения система позволяет использовать аддитивный или минимаксный критерий с учетом весовых коэффициентов и функций полезности частных критериев, а также в случае отсутствия у проектировщика системы предпочтений, формальные методы многокритериальной оптимизации [3]:

- метод поиска точки с минимальным удалением от идеальной;
- метод поиска точки с максимальной мощностью;

– метод бинарных сравнений.

Организация процесса составления таблиц испытаний предполагает наличие пользовательского модуля, реализующего математическую модель решаемой задачи, что делает разработанную систему универсальной (пригодной для решения любой задачи в многокритериальной постановке).

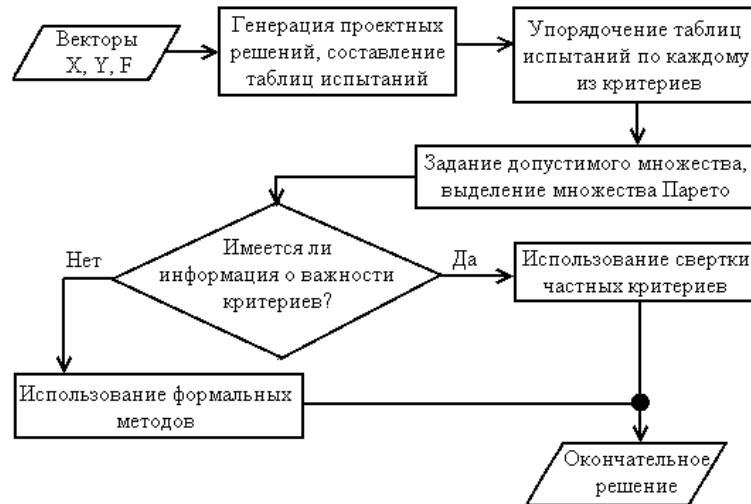


Рис. 1. Схема диалогового подхода к решению многокритериальных задач

Рассмотрим использование разработанной системы для решения задачи многокритериальной оптимизации корпуса поворотного механизма манипулятора (рис. 2).

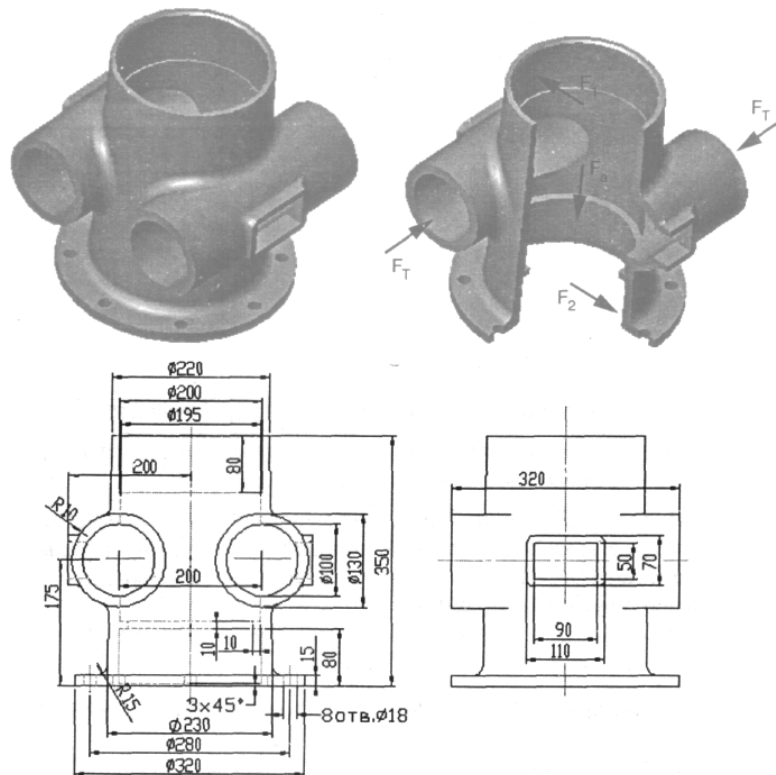


Рис. 2. Внешний вид корпуса поворотного механизма манипулятора с указанием приложенных нагрузок и его геометрические параметры

В качестве параметрических ограничений были определены:

- 1) радиус основания конуса — 115–125 мм;
- 2) радиус вершины конуса — 110–120 мм;
- 3) внешний радиус цилиндра — 65–75 мм.

Частные критерии оптимальности:

- 1) максимальное напряжение в детали — минимизируется;
- 2) максимальное перемещение по оси X — минимизируется;
- 3) объем детали — минимизируется.

Модель корпуса выполнена в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS 10. В связи с тем что для поиска рационального решения придется производить расчет модели несколько раз, с различными значениями параметров, модель построена с помощью командного языка APDL. Сам расчет будет проводиться в пакетном режиме BATCH, для чего был подготовлен специальный пакетный файл, запускающий ANSYS с необходимыми параметрами командной строки.

Процесс поиска решения начинается с ввода в систему принятия решений данных о параметрических ограничениях и о критериях оптимальности.

Затем исследователю предлагается назначить количество испытаний, а также указать некоторые данные для организации взаимодействия с ANSYS.

На этом этапе происходит генерация векторов значений оптимизируемых параметров.

После этого запускается цикл расчета значений критериев оптимальности с помощью ANSYS.

После того как будут рассчитаны значения критериев оптимальности для всех испытаний, исследователю предьявляется полученная результирующая таблица испытаний в упорядоченном по каждому из критериев и в неупорядоченном виде.

Ознакомившись с таблицей испытаний, исследователь задает критериальные ограничения по частным критериям, тем самым формируя допустимое множество проектных решений.

. Здесь же предлагается выбрать метод поиска окончательного решения.

Для поиска окончательного решения был использован метод поиска точки с минимальным удалением от идеальной.

В таблице приведены результаты проведенного исследования и сравнение полученного с помощью разработанной системы решения с базовой моделью.

Сравнение полученного решения с базовой моделью

Критерий оптимальности	Значение (базовая модель)	Значение (полученное решение)	Сравнение
Максимальное напряжение	$3,27 \cdot 10^6$ Па	$2,9 \cdot 10^6$ Па	Улучшение на 11,3 %
Максимальное перемещение по оси X	$1,25 \cdot 10^{-6}$ м	$1,09 \cdot 10^{-6}$ м	Улучшение на 12,7 %
Объем детали	$5,77 \cdot 10^{-3}$ м ³	$5,97 \cdot 10^{-3}$ м ³	Ухудшение на 3,4 %

В качестве окончательного было выбрано решение, существенно улучшившее наиболее значимые для проектировщика критерии при незначительном увеличении расхода материала.

Таким образом, разработанное программное обеспечение в силу своей архитектуры позволяет решать широкий круг задач в многокритериальной постановке.

Литература

211. Соболев, И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М. Соболев, Р. Б. Статников. – Москва : Наука, 1981.
212. Диалоговые системы технического проектирования. /В. И. Анисимов [и др.]. – Москва : Радио и связь, 1994.
213. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений / О. И. Ларичев. – Москва : Логос, 2002.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРОЯТНОСТНО-АЛГЕБРАИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д. В. Ратобыльская

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Беларусь*

Научный руководитель Е. И. Сукач

Для анализа параметров надежности сложных технических систем (СТС) в настоящее время, наряду со специализированными математическими методами, которые разделяются по классам исследуемых задач и областям назначения, применяются методы логико-вероятностного моделирования (ЛВМ) [1], [2].

Математическая сущность методов ЛВМ заключается в использовании аппарата теории вероятности и аппарата алгебры логики высказываний для выражения условий функционирования (отказа) исследуемой системы. Однако они предназначены для исследования класса структурно-сложных систем, составные компоненты которых возможно характеризовать двумя состояниями (работа – отказ). Предлагаемый метод вероятностно-алгебраического моделирования (ВАЛМ) и средство его автоматизации, позволяют определить вероятностные характеристики исследуемой системы в случае необходимости описания характеристик ее составных компонентов более чем двумя состояниями [3].

В данной статье излагаются сущность методики проведения вероятностно-алгебраического моделирования и особенности его применения для исследования СТС, что и являлось целью проводимого исследования.

Метод ВАЛМ представляет собой расширение метода ЛВМ путем перехода от двух к трем возможным состояниям структурных элементов системы с сохранением достоверности получаемых результатов ЛВМ как частного случая описания системы.

Говоря о надежности СТС следует определить сущность данного понятия. СТС в предлагаемом исследовании — структурно-сложная ориентированная система. Под структурно-сложной будем понимать систему, описываемую сценариями сетевого типа с повторностью (в данном случае речь о неустранимой) аргументов при их формализации [1]. Ориентированной назовем систему, составные элементы которой, соединяясь между собой, всегда однозначно выступают либо источником, либо приемником для смежных с ними. При этом каждый элемент-приемник не может влиять на свой(и) источник.

К показателям надежности отнесем: собственно надежность системы как свойство сохранять работоспособность при случайных отказах отдельных или групп элементов в нормальных (заданных) условиях эксплуатации, а так же стойкость, живучесть, устойчивость, технический риск, ожидаемый ущерб и показатели значимости вкладов элементов системы в указанные параметры.

Сущность предлагаемого расширения ЛВМ — вероятностно-алгебраического метода (ВАЛМ) заключается в представлении структуры сложной системы средствами математической логики (на этапе постановки задачи моделирования) с последующим переходом к количественной оценке исследуемых параметров инструментами теории вероятностей. Отличие ВАЛМ от классического ЛВМ заключается в двух положениях. Во-первых, как было отмечено ранее, описание составных блоков системы включает не два, а три состояния (режима работы) с соответствующими им вероятностями (переход к вероятностно-алгебраической логике — ВАЛ). Во-вторых, заданная ориентированность исследуемой системы позволяет учитывать вероятностные зависимости между элементами системы, которые представляются в структурной схеме последовательными путями (пространственными или временными последовательностями).

ВАЛМ формально, как и ЛВМ, включает в себя следующие этапы: постановка задачи моделирования путем построения специальной структурной схемы модели системы; определение логического выражения функционирования (сохранения работоспособности) системы; построение многочлена расчетной вероятностной функции; вычисление вероятностных показателей системы.

Методика проведения исследования вероятностных характеристик СТС аналогична методике исследования сложной системы с использованием ЛВМ [4]. Программный инструментальный определения параметров надежности системы позволяет автоматизировать расчетные этапы ВАЛМ.

На первом этапе моделирования перед исследователем стоит задача построения адекватной структурной схемы модели функционирования системы в соответствии с задачами и предметной областью исследования, на основе данных натурных экспериментов (при возможности проведения таковых) либо наличии требуемых статистических данных.

В результате первого этапа моделирования строится структурная схема исследуемой СТС. Она состоит из множества функционально взаимодействующих между собой блоков, которые делятся на два класса — управляющие и блоки-характеристики. Управляющие блоки инициируют события и контролируют условия пребывания исследуемой системы в определенном состоянии. В них реализована обработка групп входных параметров и анализ состояния всей системы в целом и отдельных ее участков. Блоки-характеристики выполняют роль простых обработчиков событий, производящих изменение вероятностей пребывания элементов системы в определенном состоянии, соответственно имитируемому воздействию.

Второй этап заключается в построении логического выражения условия функционирования исследуемой системы посредством трехзначных логических функций с последующим переходом на третьем этапе к их вероятностному выражению (вероятностным функциям) и расчетом показателей надежности системы, в соответствии с построенной структурной схемой.

В качестве примера использования методики ВАЛМ рассмотрим задачу расчета вероятностных параметров надежности СТС, относящейся к классу электротехнических систем. Функциональная схема предлагаемой системы представлена на рис. 1, а.

Элементы системы описываются тремя состояниями: s_1 – функциональный отказ (возможность передачи потока без его обработки), s_2 – работа; s_3 – отказ типа «обрыв». Каждому из состояний соответствует определенная вероятность пребывания в нем элемента системы, т. е. для i -го элемента имеем вектор вероятностей $P_i = (p_1^i, p_2^i, p_3^i)$, где $i = 1-3$ (таблица).

Для расчета вероятностных характеристик надежности (отказа) и работоспособности, применим ВАЛМ. Введем фиктивные (управляющие) блоки (элементы со звездочками), позволяющие описать внутреннюю структуру системы и внешние воздействия, определить и учесть порядок наступления событий и изменение состояний элементов системы. Т.о. придем к структурной схеме модели системы (рис. 1, б).

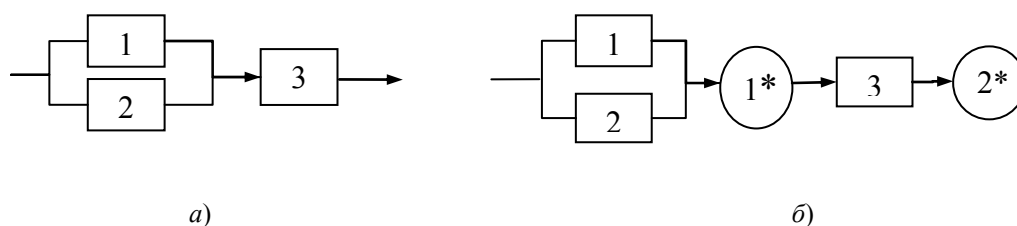


Рис. 1. Схемы сложной технической системы:
а – функциональная; б – структурная

Вероятностные характеристики элементов системы

Вероятность состояния	1	2	3
s_1	0,15	0,1	0,15
s_2	0,75	0,85	0,6
s_3	0,1	0,05	0,25

В результате ВАЛМ для начального момента времени получены следующие результаты: вероятность пребывания системы в состоянии работы (оценка надежности) – $P_n = 0,0225$; вероятность функционального отказа – $P_o = 0,6525$; вероятность обрыва – $P_{об} = 0,325$. Для отражения функционирования системы во времени в структурной схеме каждый из блоков-характеристик содержит механизм перехода элемента из одного состояния в следующее (износ). Таким образом, каждую последующую итерацию происходит учет фактора времени. При необходимости подобный учет может быть исключен, тогда производится расчет параметров системы как отклик на определенные внешние воздействия (определение живучести и стойкости). В данном примере понятие надежности включает способность системы сохранять работоспособность в течение определенного времени.

ВАЛМ позволяет провести расчеты параметров надежности для системы, описываемой двумя состояниями, получая результаты ЛВМ (в случае сводимости описания системы комбинацией бинарных состояний). Получаемые при этом результаты полностью совпадают с известными результатами ЛВМ.

Таким образом, предлагаемое расширение ЛВМ, методика и средства его автоматизации позволяют производить оценку надежности (т. е. способности системы

сохранять работоспособность при случайных отказах отдельных или групп элементов в нормальных условиях эксплуатации) и отказоустойчивости (способность системы функционировать, имея отказы различных элементов) системы. При включении в структурную схему модели дополнительно управляющих блоков, отвечающих за внешние и внутренние повреждающие случайные воздействия, и функциональных блоков инверсии и циклического отрицания возможен расчет таких параметров надежности системы как стойкость, живучесть, устойчивость, технический риск, ожидаемый ущерб. Автоматизация этапов моделирования, позволяет оперативно производить просчет указанных характеристик для проектируемой системы

Литература

214. Рябинин, И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И. А. Рябинин. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2007. – 276 с.
215. Нозик, А. А Программный комплекс «АРБИТР» для моделирования, расчета надежности и безопасности систем / А. А. Нозик, А. С. Можаяев // Монтаж и наладка средств автоматизации и связи. – 2007. – № 2. – С. 32–40.
216. Сукач, Е. И. Вероятностно-алгебраический метод моделирования сложных систем / Е. И. Сукач, Д. В. Ратобильская, В. Н. Кулага // Материалы науч.-практ. конф. «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2009». – Санкт-Петербург, 2009. – Т. 1. – С. 187–191.
217. Рябинин, И. А. Технология автоматизированного моделирования структурно-сложных систем / И. А. Рябинин [и др.] // Морская радиоэлектроника. – 2007. – № 4(22). – С. 54–59.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATLAB/SIMULINK ЗАМКНУТОЙ САУ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ИЗМЕНЯЕМОЙ СТРУКТУРОЙ

А. Н. Стишенок

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Козлов

В регулируемых электроприводах постоянного тока в качестве управляемых источников питания используются, как правило, тиристорные преобразователи, имеющие малую мощность управления, высокий КПД и большую надежность. Они являются универсальным средством преобразования переменного напряжения питающей сети в регулируемое постоянное напряжение [1].

Задача регулирования координат такого электропривода возлагается на систему автоматического управления (САУ) с изменяемой структурой, имеющую два контура регулирования по току якоря и угловой скорости электродвигателя. В ней достигается требуемое ограничение электромагнитного момента электродвигателя в динамических режимах работы и желаемый статизм механических характеристик электропривода. Изменение структуры САУ достигается благодаря использованию нелинейных звеньев с зоной нечувствительности, включаемых в каналы обратных связей, в результате чего обратные связи работают по мере необходимости.

Разработанная математическая модель замкнутой САУ с постоянного тока с изменяемой структурой в виде полноценного библиотечного блока Matlab позволяет проводить анализ ее работы в динамических и установившихся режимах, дополнительно созданный библиотечный блок MATLAB/SIMULINK, подключаемый к основной модели системы позволяет рассчитывать ее энергетические показатели

(КПД, потребляемую и полезную энергию). Каждый из этих блоков снабжен, собственными динамическими окнами ввода входных и внутренних параметров САУ, а также создана подробная справка, что позволяет расширить возможности пользователя по управлению параметрами модели и при построении сложных моделей, а также защитить модель от несанкционированной модификации. Их использование будет полезно при моделировании по ряду дисциплин, в частности теории электропривода и системам управления электроприводами.

Рассмотрим детально принцип построения вышеописанных блоков. Стабилизация скорости двигателя постоянного тока (ДПТ) обеспечивается за счет обратной связи по скорости, а ограничение тока и момента электродвигателя в пускотормозных режимах – за счет обратной связи по току с отсечкой. Эта обратная связь включается тогда, когда контролируемая величина (в нашем случае ток якоря ДПТ) будет стремиться превысить допустимое значение. Функциональная схема такой системы представлена на рис. 1.

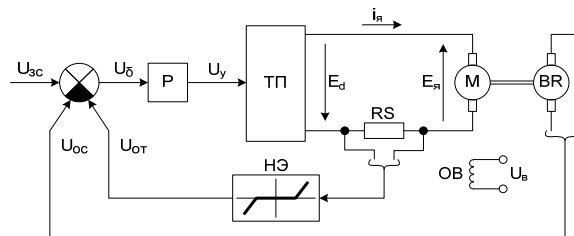


Рис. 1. Функциональная схема замкнутой САУ постоянного тока с изменяемой структурой

На рис. 1 обозначено: НЭ – нелинейный элемент выполняющий функцию узла отсечки, который включает обратную связь, если ток якоря превышает значения тока уставки I_y . P – пропорциональный регулятор с коэффициентом усиления K_p ; УП – управляемый преобразователь с коэффициентом передачи $K_{п}$; U_y , U_{δ} – сигналы управления и ошибки системы.

Уравнения, описывающие систему ЭП без учета инерционности преобразователя [2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_p \cdot K_{п} \cdot (u_{zc} - u_{от} - u_{ос}) = e_n \\ L_{я} \frac{di_{я}}{dt} + i_{я} \cdot R_{я} = e_n - e_{я} \\ J \frac{d\omega}{dt} = M - M_c \\ \left. \begin{array}{l} M = \kappa \Phi_{н} \cdot i_{я} \\ e_{я} = \kappa \Phi_{н} \cdot \omega \\ u_{ос} = K_{ос} \cdot \omega \end{array} \right\} \quad (1) \\ u_{от} = \begin{cases} 0 & \text{при } |i_{я}| \leq I_y \\ K_{от} \cdot (i_{я} - I_y) & \text{при } |i_{я}| > I_y \end{cases} \end{array} \right.$$

Запишем систему уравнений (1) в операторной форме (2), по которой составим структурную схему САУ, являющейся базовой при моделировании в среде MATLAB/SIMULINK, при этом для определенности считаем, что обе обратные связи включены:

$$\begin{cases} K_p \cdot K_{\Pi} (u_{zc} - K_{от} (i_{я} - I_y) - K_{ос} \cdot \omega) = e_n \\ i_{я} = \frac{1/R_{я}}{T_{я}p + 1} \cdot (e_n - k\Phi_{н} \cdot \omega) \\ \omega = \frac{1}{Jp} (M - M_c) \\ M = k\Phi_{н} \cdot i_{я} \end{cases} \quad (2)$$

В результате моделирования системы операторных уравнений (2) был создан динамически обновляемый блок, моделирующий вышеуказанную систему, вид которого представлен на рис. 2.

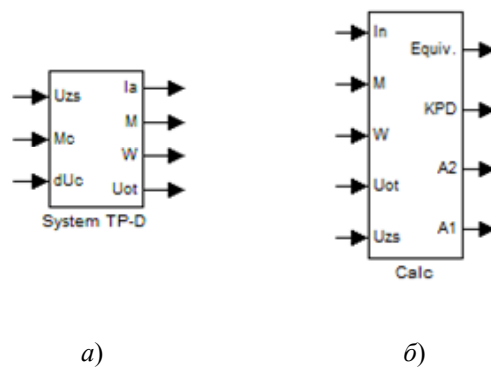


Рис. 2. Вид блока Matlab, моделирующего замкнутую САУ постоянного тока с изменяемой структурой (а) и блока расчета энергетики (б)

Основными параметрами блока САУ (рис. 2, а) являются: коэффициент передачи прямого канала K_0 , коэффициент передачи узла согласования K_1 , сопротивление якорной цепи $R_{я}$, коэффициент согласования с сетью K_c , постоянная времени якорной цепи $T_{я}$, номинальный поток $k\Phi_{н}$, момент инерции электродвигателя и механизма J , наличие обратной связи по току (при выборе данного пункта становятся активными следующие параметры: величина уставки I_y , коэффициент обратной связи по току $K_{от}$; таким образом включается обратная связь по току), наличие обратной связи по скорости (при выборе данного пункта становится активным следующий параметр: коэффициент обратной связи по скорости $K_{ос}$; таким образом включается обратная связь по скорости). Пояснения по работе с данными блоками приведены в разработанных файлах справки. Блок Calc служит для вычисления КПД и проверки выбранного двигателя по методу эквивалентных величин.

Для проверки адекватности работы созданных блоков был проведен анализ работы электропривода механизма шахтного подъемника имеющего следующие параметры: $K_0 = 3588,194$; $K_1 = 0,143$; $R_{я} = 0,0213$ Ом; $K_c = 0,4274$; $T_{я} = 0,612$ с; $k\Phi_{н} = 152,005$ Вб; $J = 34620$ кг·м²; $I_y = 3500$ А; $K_{от} = 0,013$; $K_{ос} = 0,191$. Номинальная скорость равна 5,6 рад/с, номинальный момент $5,044 \cdot 10^5$ Н·м. По результа-

там моделирования были получены графики переходных процессов, соответствующих рабочему циклу (рис. 3).

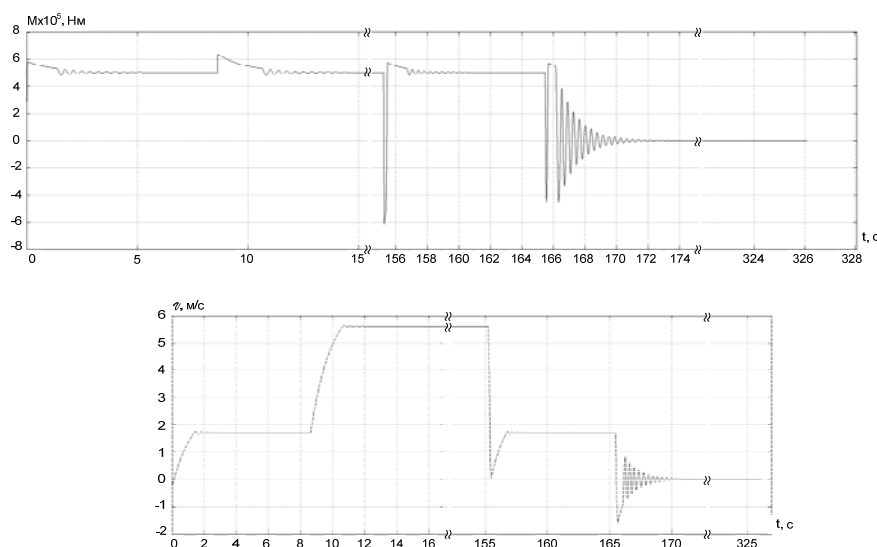


Рис. 3. Графики переходных процессов изменения электромагнитного момента и угловой скорости вращения электродвигателя

В результате анализа кривых переходных процессов были получены следующие результаты: КПД равен 86,71 %, эквивалентный момент $3,615 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$, ограничение момента на уровне не превышающем $6,1 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$, статическая ошибка по скорости 0,08 рад/с, что составляет 1,3 %.

Литература

218. Свириденко, П. А. Основы автоматизированного электропривода : учеб. пособие / П. А. Свириденко, А. Н. Шмелев. – Москва : Высш. шк., 1970. – 392 с.
219. Фираго, Б. И. Теория электропривода : учеб. пособие / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. – Москва : Техноперспектива, 2004. – 585 с.
220. Черных, И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем / И. В. Черных. – Москва : Техноперспектива, 2003. – 252 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГИБОВ ТОНКИХ ПЛАСТИНОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕУГОЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

П. П. Аниховский

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Руководитель К. С. Курочка

Тонкие пластинки находят широкое применение в различных областях техники, строительстве, самолето- и ракетостроении. Это объясняется рядом их положительных качеств: высокой удельной жесткостью, хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, высокими аэродинамическими качествами. Изучение их динамики и

устойчивости при различных условиях является важным аспектом их применения и использования. Однако расчет и моделирование таких пластинок при помощи аналитических методов сопряжен с большими трудностями. Поэтому более эффективным и целесообразным является использование различных численных методов, в частности метода конечных элементов, который является одним из наиболее эффективных и удобных методов для компьютерной реализации [1].

В теории изгиба тонких пластинок дифференциальное уравнение изогнутой поверхности имеет вид (уравнение Лагранжа–Жермен):

$$\frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial y^4} = \frac{q(x, y)}{D}. \quad (1)$$

На основании гипотез Кирхгофа [1], прогиб пластинки однозначно определяется прогибом срединной плоскости пластинки $w(x, y)$, а также углами поворота нормалей, которые равны:

$$\theta_x = \frac{\partial w(x, y)}{\partial x}; \quad \theta_y = \frac{\partial w(x, y)}{\partial y}. \quad (2)$$

При расчетах тонких пластинок чаще всего используют треугольные или прямоугольные конечные элементы. Треугольная дискретизация является более универсальной, так как треугольные конечные элементы позволяют аппроксимировать пластинку или плиту практически любой конфигурации, сгустить сетку в местах концентрации напряжений, смоделировать отверстие и т. д. На практике используют элементы с 6, 9, 18, 21 и более степенями свободы [2].

Рассмотрим треугольный конечный элемент с 9-ю степенями свободы (рис. 1).

Попытка непосредственного получения матрицы жесткости для такого элемента с произвольной ориентацией относительно осей координат приводит к очень громоздким вычислениям. Проще сначала получить матрицу жесткости в местной системе координат, одна из осей которой направлена вдоль одной из сторон треугольника, а затем сделать переход к основной системе координат, преобразовав соответствующим образом матрицу жесткости [3].

Выражение для нормального прогиба можно задать в виде полинома 3-й степени:

$$w(x, y) = a_1 + a_2 x + a_3 y + a_4 x^2 + a_5 xy + a_6 y^2 + a_7 x^3 + a_8 (xy^2 + x^2 y) + a_9 y^3. \quad (3)$$

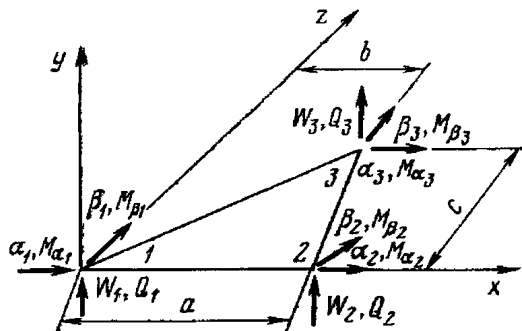


Рис. 1. Схема треугольного конечного элемента с 9-ю степенями свободы в узле

В матричной форме выражение для прогиба можно представить в виде:

$$W = [P(x^*, y^*)] \{a\}. \quad (4)$$

Дифференцируя (3) и найдя частные и смешанные производные второго порядка, получим деформации, которые в матричной форме можно представить в виде [2]:

$$B = [b(x, y)] \{a\}. \quad (5)$$

Вектор $\{a\}$ определяется граничными условиями. С этой целью составляют выражения перемещений для принятых узловых точек:

$$W = [A] \{a\}. \quad (6)$$

Матрицу $[A]$ строят подстановкой координат узлов в полином в выражении (4).

Согласно принципу возможных перемещений [2], матрица жесткости для одного конечного элемента имеет вид:

$$[K] = \int_V ([A]^{-1})^T [B]^T [C] [B] [A]^{-1} dV, \quad (7)$$

где $[C]$ – матрица жесткости бесконечно малого конечного элемента.

Матрица $[K]$ позволяет связать обобщенные узловые усилия элемента с его узловыми перемещениями:

$$\{R\} = [K] \{q\}, \quad (8)$$

где $\{R\}$ – вектор узловых усилий элемента; $\{q\}$ – вектор узловых перемещений.

Для перехода к основной системе координат введем матрицу направляющих косинусов:

$$[L] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\varphi) & \cos(\psi) \\ 0 & -\cos(\psi) & \cos(\varphi) \end{bmatrix}, \quad (9)$$

где φ – угол поворота между осью x местной системы координат и осью x' глобальной системы координат; ψ – угол поворота между осью y местной системы координат и осью y' глобальной системы координат.

Матрица $[L]$ определяет положение местной системы координат конечного элемента xu относительно глобальной системы координат $x'y'$. С помощью этой матрицы можно связать узловые усилия и перемещения элемента в глобальной системе координат с усилиями и перемещениями в местной системе координат:

$$\{R\} = [T] \{R'\}, \{q\} = [T] \{q'\}, \quad (10)$$

где

$$[T] = \begin{bmatrix} [L] & 0 & 0 \\ 0 & [L] & 0 \\ 0 & 0 & [L] \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Подставив выражение (10) в (8) и упростив, получим матрицу жесткости треугольного элемента пластинки в глобальной системе координат:

$$[K'] = [T]^{-1}[K][T]. \quad (12)$$

Для моделирования прогибов пластинок указанными конечными элементами было разработано и верифицировано соответствующее программное обеспечение. Были проведены вычислительные эксперименты при различных способах закрепления краев пластинки и при наличии в ней отверстий различной формы, а также реализована графическая интерпретация результатов расчетов через построение линий уровня для прогибов и углов поворота.

Разработанный программный комплекс позволяет эффективно дискретизировать пластинки различной формы на сетку треугольных конечных элементов, и наблюдать характер прогибов при варьировании граничных условий, нагрузок и размеров конечных элементов.

Литература

221. Варвак, П. М. Справочник по теории упругости (для инженеров-строителей) / П. М. Варвак, А. Ф. Рябов. – Киев : Будивельник, 1971. – 418 с.
222. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. Vol. 2. The finite element method. Solid mechanics. – Oxford, 2000. – 347 p.
223. Постнов, В. А. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций / В. А. Постнов, И. Я. Хархурим. – Ленинград : Судостроение, 1974. – 344 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ В АРМ «ГИДРОДИНАМИКА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН»

А. Г. Фарберов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

Необходимым элементом любой современной технологии проектирования строительства нефтяных скважин является компьютерная динамическая модель, которая позволяет проводить многовариантные расчеты для выбора оптимального способа строительства и моделирования процессов еще на стадии проектирования.

Основными требованиями, предъявляемыми к компьютерной модели различных стадий процесса строительства скважин, являются:

- адекватное отражение происходящих физических процессов;
- возможность моделирования крупных объектов (участков или скважины в целом);
- модульный принцип построения, позволяющий наращивать существующие модели дополнительными блоками и т. п.

Автоматизация процесса проектирования нефтяных скважин ведется в нескольких направлениях, основными из которых являются следующие:

- планирование работ по строительству скважин;
- проектирование отдельных этапов строительства скважин;
- оперативный контроль за этим строительством.

Раздел в проектировании строительства нефтяных скважин, для которого разрабатывается автоматизированное рабочее место (АРМ), называется «Гидродинамика цементирования нефтяных скважин».

Задача автоматизации расчетов и моделирования гидродинамических процессов в обсадной колонне и затрубном пространстве при цементировании нефтяных скважин является актуальной ввиду отсутствия ее достаточной проработки и реализации. Кроме того, такая автоматизация предоставляет следующие преимущества:

- сокращение времени проведения расчетов;
- повышение качества и точности расчетов;
- простота корректировки данных на любом этапе расчета;
- предоставление результатов и отчетов в удобной форме для пользователя и в формах, определенных стандартами и техническими кодексами, и, вместе с тем, минимизация затрат времени на ведение документации;
- динамическая визуальная демонстрация процесса выполнения строительных работ.

Функциональная модель АРМ включает следующие основные компоненты:

- расчет параметров цементирования;
- расчет количества и режимов работы цементосмесительных машин и цементировочных агрегатов;
- динамическое визуальное моделирование процесса цементирования обсадных колонн нефтяных скважин.

На основе функциональной модели сформирована структура АРМ, представленная несколькими взаимосвязанными блоками, каждый блок поддерживает свой режим работы. Основными блоками являются: блок ввода исходных данных; блок расчета параметров цементирования; блок расчета количества и режимов работы цементировочных агрегатов и цементосмесительных машин; блок расчета гидродинамики процесса цементирования; блок графического моделирования. Для обеспечения связей между блоками был разработан словарь входных-выходных параметров, куда вошли такие данные, как объем потребного цементного раствора, масса сухого цемента и объем воды для затворения раствора, объемы буферной и продавочной жидкостей и т. п.

Все эти параметры рассчитываются в первом блоке и используются далее.

Одним из основных элементов расчета является выбор режимов работы цементировочных агрегатов и цементосмесительных машин. Для каждого агрегата подбираются следующие параметры:

- тип агрегата;
- скорость работы на каждом этапе цементирования;
- производительность $\text{м}^3/\text{мин}$ и пр.

Далее выстраивается последовательность работы машин, которая является основой для проведения гидродинамического расчета.

Процесс цементирования скважин осуществляется комплексом специального оборудования, которое расставляется в соответствии с заранее разработанной схемой. Существует достаточно большое количество стандартных наиболее распространенных и часто применяемых схем обвязки работающих агрегатов. Применение той или иной схемы обуславливается типом закачиваемого цементного раствора, его объемом, типом скважины, потребными скоростями работы и пр. Программа содержит как набор стандартных схем, так и поддерживает возможность для пользователя самостоятельно компоновать схемы из отдельных элементов и добавлять их в базу данных.

Основная задача гидродинамического расчета — построение графиков зависимости динамики продвижения нагнетаемых в скважину жидкостей в колонне и затрубном пространстве от времени.

В результате становится возможным определение момента времени, в который любой из видов жидкости и цемента будет находиться на определенной высоте в затрубном пространстве, а также высоту, на которую поднимаются цементный раствор и жидкости в момент закачки (прямая и обратная задачи).

Для удобства проведения расчетов пользователю предоставляются встроенные в АРМ справочники условно постоянной информации, содержащие полную информацию по наиболее распространенным и часто применяемым цементировочным агрегатам и цементосмесительным машинам, обсадным колоннам, оборудованию устья скважин, материалам и химическим реагентам для тампонажных растворов, буферным и прочим жидкостям с подробными их характеристиками для использования в качестве исходных данных.

Таким образом, АРМ «Гидродинамика цементирования нефтяных скважин» анализирует многоступенчатый процесс закачки жидкостей в скважину и является полезным и удобным инструментом для проектирования и планирования технологического процесса строительства нефтяных скважин, позволяет избежать многие проблемы, связанные с разрывом пласта и потерей циркуляции, снижением или полным отсутствием возврата раствора из скважины и т. п. А основной особенностью разрабатываемого АРМ является возможность оператора в завершении всех расчетов увидеть анимационную модель процесса цементирования с возможностью настройки этой модели и необходимыми элементами управления для отслеживания контрольных параметров (давление на различных глубинах), отображением положения фронтов всех жидкостей в процессе цементирования и масштабирования анимации во времени.

Практическое применение АРМ позволит не только выполнить проектный гидродинамический расчет, но и оперативно контролировать и сравнивать фактические и расчетные данные при цементировании скважин в реальном времени.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ОБСАДНЫХ КОЛОНН ДЛЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

А. С. Теплякова, Е. Н. Полешук

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

Управление нефтедобывающим производством является очень сложной задачей из-за необходимости интеграции и взаимного согласования деятельности множества организаций и подразделений, принятия решения в условиях многих неопределенностей, связанных с часто недостаточными знаниями о процессах, происходящих в недрах. В этих условиях предприятие не может обойтись без специализированных средств, осуществляющих информационную поддержку принятия решений, повышающих эффективность работы предметных специалистов, приводящих к более оптимальным решениям по управлению, и как следствие, к повышению конкурентоспособности компании. В настоящее время существует несколько базовых автоматизированных комплексов управления нефтедобывающим производством. Основой их характеристикой является многофункциональность, они позволяют комплексно решать все задачи управления производством, начиная от сбора информации о нефтедобывающем предприятии, заканчивая разработкой проекта на скважину и планами поставки готовой продукции.

Однако многофункциональные автоматизированные комплексы достаточно сложно привязать к конкретному предприятию так, чтобы учитывались все его индивидуальные особенности. Поэтому возникает необходимость в разработке удобных для пользователя–непрограммиста программных автоматизированных рабочих мест (АРМ), внедрение которых позволяет повысить точность расчетов, уменьшить вероятность нештатных и аварийных ситуаций при функционировании скважины, что в конечном итоге приводит к значительной экономии средств.

Разрабатываемая программа является частью программного комплекса автоматизации проектирования скважин и включает в себя следующие основные блоки: интерфейсный, блок ведения нормативно-справочной информации, расчетный, блок формирования отчетов. Вид работы АРМ в режиме ввода исходных данных приведен на рис. 1.

Расстояние от устья скважины до	
башмака, L	3000
уровня жидкости в колонне, H0	1500
уровня цементного раствора, h	1750
башмака предыдущей колонны, L0	1800
середины проницаемого пласта, S1	2550
Глубина S	2900

Удельный вес	
цементного раствора за колонной	18500
испытательной жидкости	10000
жидкости в колонне в период ввода в эксплуатацию	8500
бурового раствора за колонной	14000
гидростатического столба воды	11000
жидкости в колонне при освоении	10000
жидкости в колонне при окончании эксплуатации	9500

Пластовое давление	
на глубине L	42
на глубине S1	35,5
на глубине S	40,6

Запас прочности: 1,2

Рис. 1. Интерфейс приложения

В качестве исходной информации используются данные о цементировании, испытании на герметичность, данные для расчета наружного и внутреннего давления.

Блок ведения нормативно-справочной информации (НСИ) включает в себя вывод и редактирование данных из следующих справочников:

- «Группы прочности»;
- «Исполнения»;
- «Толщины стенок»;
- «Резьбые соединения»;
- «Типы колонн»;
- «Виды работ»;
- «Теоретический вес 1 метра трубы»;
- «Критические давления»;
- «Растягивающие нагрузки»;
- «Внутренние давления»;
- «Допустимые растягивающие нагрузки».

Схема разработанной базы данных отображена на рис. 2.

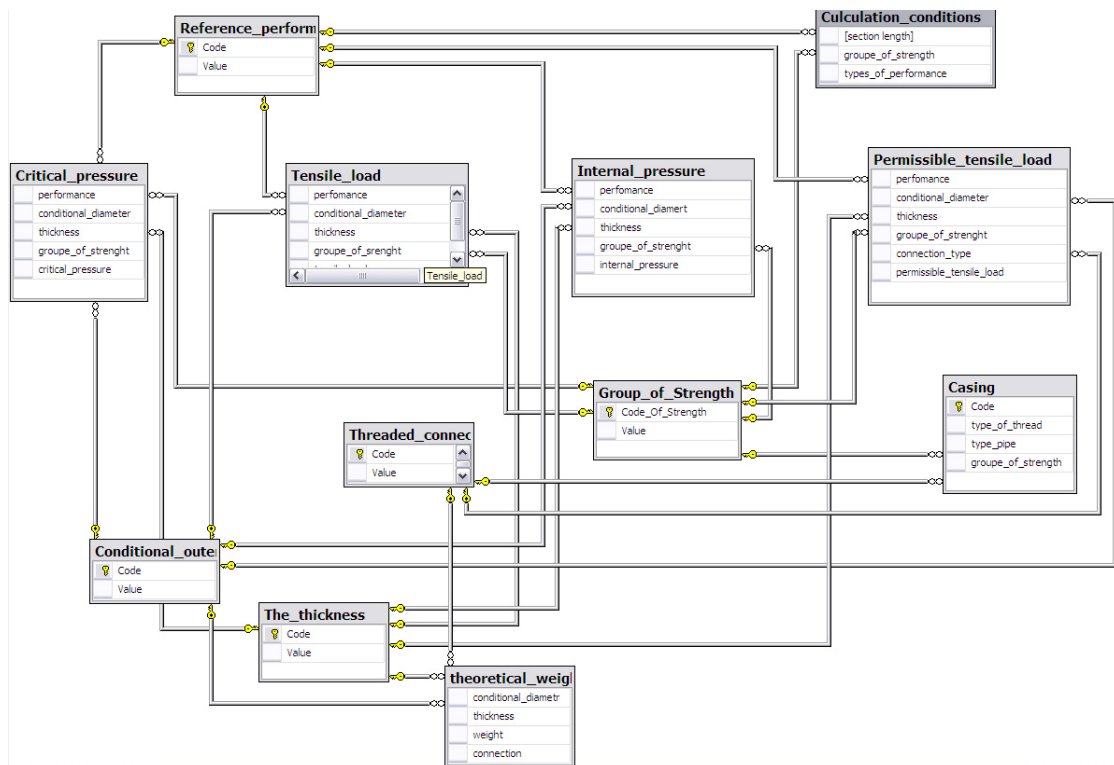


Рис. 2. Диаграмма схемы данных НСИ

Расчетный блок включает в себя расчет внутренних и наружных, избыточных внутренних и наружных давлений, построение эпюр давлений и подбор труб.

Работа программы в режиме построения эпюр завершается выводом эпюр давлений в графическом и табличном виде. На рис. 3 представлен вид работы АРМ в режиме построения эпюр.

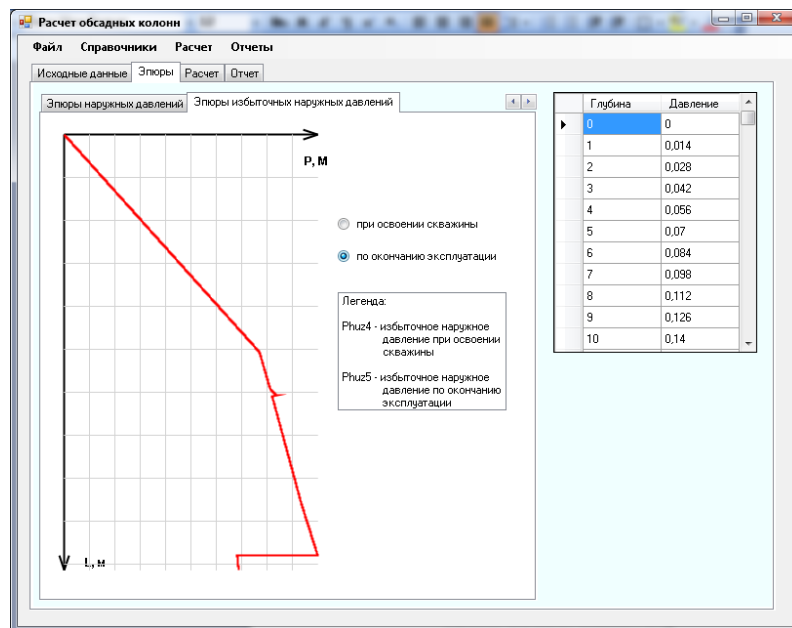


Рис. 3. Эпюра избыточных наружных давлений в момент окончания эксплуатации

Режим расчета колонны проводится на основании данных, полученных при построении эпюр. При работе в этом режиме осуществляется выбор обсадных труб и резьбовых соединений для них с учетом геолого-технических условий бурения.

Блок формирования отчетов позволяет сформировать необходимые отчеты заданной формы.

Расчет обсадных колонн позволяет предотвращать ситуации, связанные со смятием от наружного избыточного давления и разрывом колонны от возникающего внутреннего давления, что уменьшает количество аварий и осложнений и приводит к экономии средств.

Для апробации работы автоматизированного комплекса расчета обсадных колонн был проведен эксперимент, в результате которого были построены эпюры давлений и получены реальные данные крепления нефтяной скважины.

Литература

224. Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. РД 39-7/1-0001-89. – Куйбышев : ВНИИТнефть, 1989.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИЙ ФОРМЫ ПРИ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТОНКИХ ПЛАСТИНОК

А. А. Кухаренко, Д. А. Левкович

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель К. С. Курочка

Одним из широко распространенных элементов конструкций являются тонкие пластины, которые исследуются на прогиб. Для решения подобных задач используется метод конечных элементов (МКЭ).

МКЭ основан на разбиении исследуемой области решения задачи на подобласти, так называемые конечные элементы, которые представляют собой простейшие геометрические формы. Самыми популярными формами являются треугольники, так как с помощью них можно построить сетку, которая сможет покрыть почти любую исследуемую геометрическую форму. Очень важно подобрать такие функции формы, которые будут давать наиболее точный результат для заданного типа конечного элемента.

Было рассмотрено несколько функций формы в виде полиномов.

Для проведения исследований была построена математическая модель тонкой пластины (рис. 1).

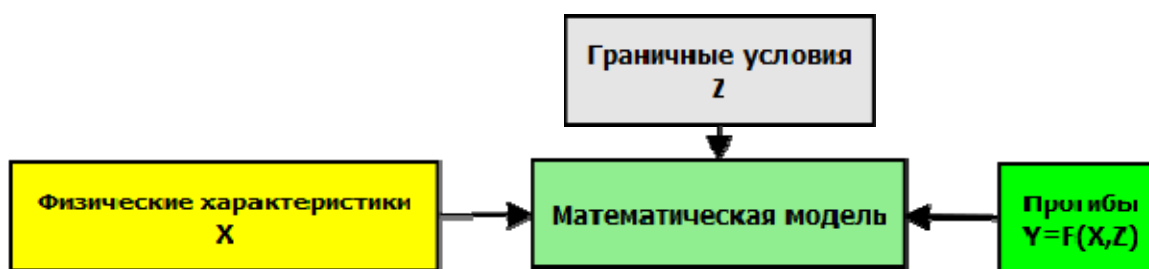


Рис. 1. Схема математической модели

В качестве физических характеристик пластины выступают геометрические размеры, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

Граничные условия представляют собой условия закрепления тонкой пластины в пространстве. Без учета граничных условий задача не имеет решения.

Для тонких пластин могут задаваться следующие граничные условия [1], [6]:

- 1) защемление;
- 2) свободное опирание;
- 3) шарнирное закрепление.

Принимаются гипотезы Кирхгофа:

1. *Гипотеза о прямой нормали*, в соответствии с которой нормаль к срединной плоскости остается прямой и нормальной к изогнутой срединной поверхности, длина ее не меняется.

2. *Гипотеза о нерастяжимости срединной плоскости*. На основании этой гипотезы считается, что срединная плоскость при изгибе не меняет своей формы и размеров.

3. *Гипотеза о ненадавливании слоев пластинки*: давление слоев пластинки друг на друга перпендикулярно срединной плоскости считается малым и им можно пренебречь.

В силу принятых гипотез, напряжения и деформации будут иметь только три ненулевых компоненты:

$$\{\varepsilon\}^T = \{\varepsilon_x \quad \varepsilon_y \quad \gamma_{xy}\}, \quad \{\sigma\}^T = \{\sigma_x \quad \sigma_y \quad \tau_{xy}\}, \quad (1)$$

а прогибы будут представлять собой функцию только x и y :

$$\omega(x, y) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 xy + \alpha_5 y^2 + \dots = [P]\{\alpha\}. \quad (2)$$

Воспользовавшись формулами Коши, получим [1]:

$$\{\varepsilon\}^T = \left\{ -\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \quad -\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \quad 2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \right\}. \quad (3)$$

Воспользуемся вариационным принципом Лагранжа:

$$\{\tilde{g}\}\{R\} = \iiint_V \{\tilde{\varepsilon}\}^T \{\sigma\} dV, \quad (4)$$

где $\{\tilde{g}\}$ – вектор узловых перемещений,

$$\{g\}^T = \{\omega \quad \theta_x \quad \theta_y\}, \quad (5)$$

где $\theta_x = \frac{\partial \omega}{\partial x}$, $\theta_y = \frac{\partial \omega}{\partial y}$; $\{R\}$ – вектор узловых усилий; \sim – обозначает вариацию.

Вариационный принцип Лагранжа приравнивает внутренние работы к внешним.

Между деформациями и напряжениями справедлив закон Гука:

$$\{\sigma\} = [E]\{\varepsilon\}. \quad (6)$$

где $[E]$ – матрица упругости, которая равна

$$[E] = \frac{E \cdot h^2}{12(1-\mu)} \begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

здесь E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона; h – толщина пластины.
Узловые перемещения можно представить в виде:

$$\{g\} = [A]\{a\}. \quad (8)$$

Поскольку (8) имеет место для любой точки конечного элемента, для его вершин будем иметь:

$$\{g^{y_{3l}}\} = [B]\{a\}, \quad (9)$$

где $[B]^T = \{g_i \quad g_j \quad g_k\}$, где i, j, k – узлы треугольного конечного элемента.

Из (9) следует:

$$\{a\} = [B]^{-1}\{g^{y_{3l}}\}. \quad (10)$$

Воспользовавшись уравнениями Коши и продифференцировав (2), получаем

$$\{\varepsilon\} = [C]\{\alpha\}, \quad (11)$$

$$\text{где } [C]^T = \left[-\frac{\partial^2[P]}{\partial x^2} \quad -\frac{\partial^2[P]}{\partial y^2} \quad 2\frac{\partial^2[P]}{\partial x \partial y} \right].$$

Подставив (10) в (11), имеем:

$$\{\varepsilon\} = [C][B]^{-1}\{g\}^{y_{3l}}. \quad (12)$$

С учетом (12) формула (6) примет вид:

$$\{\sigma\} = [E][C][B]^{-1}\{g\}^{y_{3l}}.$$

Матрица $[B]$ называется координатной матрицей. Подставляя в нее координаты узлов i, j и k , КЭ определяется в пространстве.

Поскольку матрица $[B]$ и вектор узловых перемещений $\{g\}^{y_{3l}}$ не зависят от координат, то их можно вынести за знак интеграла. Тогда проинтегрировав (3), получим

$$[B^{-1}]^T \iiint_V [C]^T [E][C] dV [B^{-1}]\{g\} = \{R\}. \quad (13)$$

Это и есть окончательное выражение для математической модели. Решая его получаем значения прогибов.

В выражении (13) видно, что произведен переход от дифференциальных уравнений к интегрированию функций и далее к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

$$[B^{-1}]^T \iiint_V [C]^T [E][C] dV [B^{-1}] = [K]. \quad (14)$$

Выражение (14) представляет собой окончательное выражение для матрицы жесткости элемента. Подставляя в выражение (14) координаты узлов, а также выражение для полинома и производя численное интегрирование, получаем итоговую матрицу жесткости конечного элемента.

Все полученные соотношения записаны в матричном виде, что облегчает написание программ. Кроме того, полученные соотношения приводят в итоге к решению СЛАУ с помощью ЭВМ.

В ходе проведения экспериментов с различными функциями формы получены различные данные. Верификация производилась с использованием решения Навье.

Литература

225. Зинкевич, О. Метод конечных элементов / О. Зинкевич. – Москва : Мир, 1974. – 464 с.
226. Тимошенко, С. П. – Пластины и оболочки : пер. с англ. / С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер ; под ред. Г. С. Шапиро. – Москва : Гос. издат. физ.-мат. лит-ры, 1963. – 636 с.
227. Д. Норри, Ж. де Фриа. Введение в метод конечных элементов.
228. Сегерлинд, Л. Д. Применение метода конечных элементов / Л. Д. Сегерлинд. – Москва : Мир, 1976. – 514 с.
229. Варвак П. М. Справочник по теории упругости / П. М. Варвак, А. Ф. Рябова. – Киев : Будівельник, 1971. – 418 с.
230. Ильин, В. П. Численные методы решения задач строительной механики : справ. пособие / В. П. Ильин, В. В. Карпов, А. М. Масленников ; под общ. ред. В. П. Ильина. – Минск : Выш. шк., 1990. – 349 с. : ил.

КОНВЕРТАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОРМАТ AUTOCAD

А. Н. Романов, Д. Е. Храбров

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. А. Мурашко

Бумажная техническая документация, неизбежная при проектировании еще несколько десятков лет назад, благодаря повсеместному распространению вычислительной техники широкого пользования сейчас может постепенно вытесняться электронными вариантами ее исполнения [1]. Однако на производстве и конструкторских бюро сохранился огромный архив бумажных документов, что затрудняет повторное использование данных материалов. Поэтому актуальным является конвертация этих документов в электронный формат, поддерживаемый современными САПР [2]. Но на данном этапе существует проблема перевода отдельных частей бумажной технической документации в электронный вид в соответствии с определенным форматом. Так, например, пояснительные записки должны быть конвертированы, в большинстве своем, как электронный текст, чертежи – в файлы систем инженерной графики с возможностью их последующего редактирования. Существующие системы, такие как FineReader или OCR Acrobat ориентированы на распознавание текстовой информации с изображений. Программы класса Vextractor 4.90 или специ-

альные плагины для пакета AutoCAD предназначены исключительно для работы с чертежной документацией.

Таким образом, была поставлена задача создания программного комплекса для преобразования бумажного варианта конструкторской документации, вернее, их изображений, полученных различным способом (сканирование, фотография), в форматы САПР.

Условно алгоритм данной задачи может быть разделен на следующие этапы [3]:

- распознавания исходного изображения на предмет составляющих его примитивов;
- анализом их размеров, геометрических особенностей, положения относительно чертежа;
- формирование электронного документа в САПР используя технологии ActiveX или встроенные языки программирования (AutoLISP).

Для повышения качества распознавания исходного изображения была применена однослойная нейронная сеть реализующая алгоритмы SVM-класса (рис. 1). Метод опорных векторов (support vector machines, SVM) – это набор схожих алгоритмов вида «обучение с учителем», использующихся для задач классификации и регрессионного анализа. Особым свойством метода опорных векторов является непрерывное уменьшение эмпирической ошибки классификации и увеличение зазора [4]. Основная идея метода опорных векторов – перевод исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором в этом пространстве. Две параллельных гиперплоскости строятся по обеим сторонам гиперплоскости, разделяющей наши классы. Разделяющей гиперплоскостью будет гиперплоскость, максимизирующая расстояние до двух параллельных гиперплоскостей. Алгоритм работает в предположении, что чем больше разница или расстояние между этими параллельными гиперплоскостями, тем меньше будет средняя ошибка классификатора.

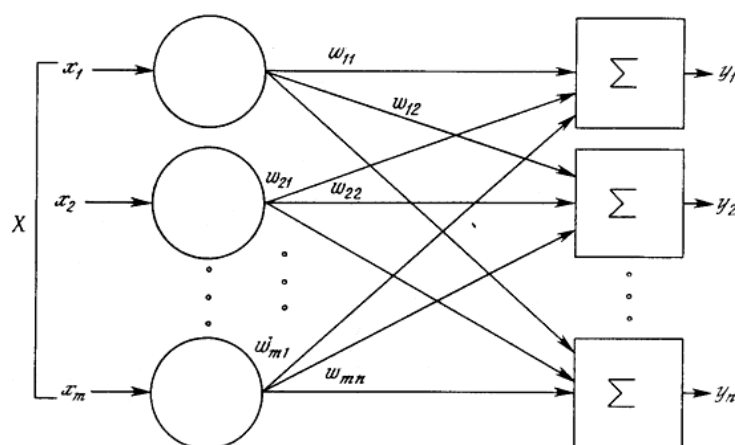


Рис. 1. Однослойная нейронная сеть

Сеть реализована открытой библиотекой на базе технологии Intel OpenCV, а именно – EmguCV [5]. Библиотека обладает хорошей ресурсоемкостью, проста в освоении и имеет широкий спектр встроенных средств и алгоритмов для работы с входными изображениями. Большим плюсом использования нейронных сетей в задачах подобного типа является способность их обучения.

Для графического построения найденных примитивов в выбранной среде Autodesk AutoCAD использованы два варианта передачи параметров этих примитивов – используя технологию ActiveX из основного программного комплекса вызываются функции AutoCAD отвечающие за построение того или иного примитива, передаваемые в них параметры – полученные с распознаваемого изображения. Второй способ работы с данной системой инженерной графики заключается в автоматической генерации исполняемого кода программы на встроенном в Autodesk AutoCAD языке программирования AutoLISP с последующим выполнением данной программы в среде инженерной графики и построением чертежа (рис. 2). В том или ином случае после распознавания исходного изображения получаем сформированный электронный чертеж в системе компьютерной графики AutoCAD, который без применения каких-либо сторонних средств может быть подвергнут редактированию, модификации для последующего хранения или использования в каких-либо проектах.

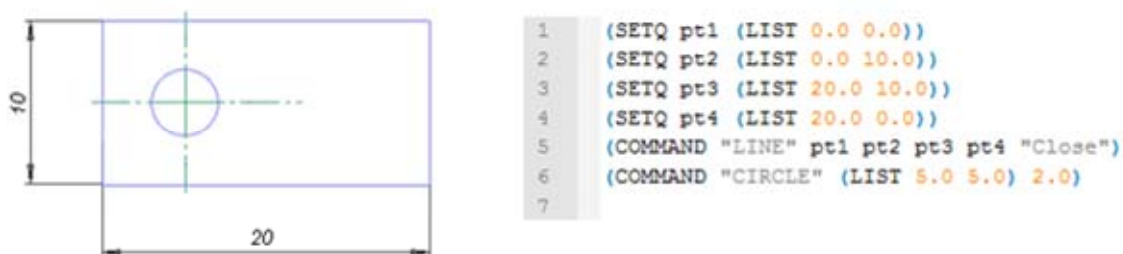


Рис. 2. Пример чертежа и сформированной программы

Разработанная система не является узкоспециализированной как с точки зрения формируемого формата электронного чертежа – существует возможность адаптации к какой-либо иной САПР, поддерживающей вышеописанные технологии, так и с точки зрения типа документа, с которым ведется работа – это могут быть не только чертежи, но и другие составляющие технической документации (маршрутные листы).

Литература

231. Информатика : учебник / Б. В. Соболев [и др.]. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 446 с.
232. Соколова, Т. Ю. AutoCAD 2004. Англоязычная и русская версии / Т. Ю. Соколова. – Москва : ДМК Пресс, 2004. – 600 с.
233. Классификация веб-страниц с помощью алгоритмов машинного обучения / П. С. Мышков [и др.] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ict.edu.ru/vconf/index.php?QP_From=40&d=mod&a=vconf&c=getForm&g=secDesc&sort=name&id_vconf=51&id_sec=272. – Дата доступа: 05.04.2010.
234. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
235. Emgu CV: OpenCV in .NET (C#, VB, C++ and more) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page. – Дата доступа: 05.04.2010.

Секция X ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ЖИЛЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Ю. Л. Василевский

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. А. Анищенко

В связи с актуальностью проблем энергосбережения в Республике Беларусь необходима разработка методик, позволяющих прогнозировать и минимизировать удельное потребление электрической энергии в различных отраслях народного хозяйства. Одной из таких отраслей является строительство.

При проектировании промышленных и гражданских зданий необходимо еще на стадии проектирования определять количество электрической и тепловой энергии, которое будет потрачено за время строительства данного объекта. Этот показатель зависит от многих факторов, в том числе от конструктивной схемы и системы здания, технологии монтажа и монтажных циклов, используемых в процессе монтажа электропотребляющих механизмов и так далее. Для каждого здания с учетом периода и сроков строительства, конструктивных особенностей и используемых механизмов необходимо подобрать соответствующие технологии монтажа таким образом, чтобы потребление энергии в процессе строительства было наименьшим.

Наиболее крупным потребителем электрической энергии на строительной площадке в зимних условиях является прогрев монолитного бетона (железобетона). Количество прогреваемого бетона для каждого конкретного объекта зависит от технологии монтажа, конструктивной схемы и системы здания. Например, при строительстве крупноблочных (крупнопанельных) зданий количество используемого бетона, а следовательно, и электроэнергии, затрачиваемой на прогрев этого бетона, расходуется в среднем в 3–4 раза меньше, чем при монтаже зданий с бескаркасной (стеновой) системой методом подъема перекрытия или подъема этажа (из-за необходимости прогрева монолитного железобетона в зимний период).

Энергоэффективность является одним из важных факторов наряду с другими, учитываемыми при назначении будущего здания, сроки строительства его технические характеристики, трудоемкость работ, внешний вид и т. д.

Расход удельной электроэнергии при строительстве зданий и сооружений во многом зависит и от периода и сроков проведения работ, а следовательно, от температуры наружного воздуха и влажности окружающей среды.

Наиболее оптимальными сроками строительства является период с конца марта по конец октября. В этот период температура наружного воздуха в большинстве случаев составляет выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и, следовательно, бетонные работы можно выполнять без электропрогрева, либо минимизировать его использование.

Однако в связи с тем, что строительство в Республике Беларусь ведется практически круглый год, то для выполнения работ в зимний период необходимо выбрать те объекты, которые требуют наименьшего расхода электроэнергии при прогреве бетона. Следует по возможности выбирать способы прогрева, требующие наимень-

шего расхода электроэнергии на один метр кубический железобетона: выдерживание в искусственных укрытиях (тепляках), метод «термоса», электропрогрев с использованием греющей проволоки, использование специальных противоморозных химических добавок.

При сушке оштукатуренных стен с использованием электрообогрева следует стремиться к уменьшению затрат энергии на электрообогрев внутренних помещений за счет оптимизации графика производства работ.

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

И. А. Осадчий

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель И. П. Кавриго

Вибродиагностика сегодня является одним из методов неразрушающего контроля, позволяющим определять параметры технического состояния конструкций, механизмов и машин в рабочих условиях, а также прогнозировать их работоспособность и надежность в нормальных условиях эксплуатации и в критических режимах работы, обусловленных различными явлениями.

Достоверность полученных данных по результатам вибродиагностики в значительной степени определяется точностью измерения параметров вибрации. В зависимости от поставленных задач виброизмерений могут применяться различные методы и средства их реализации.

Рассмотрим наиболее распространенные методы измерения вибраций. Следует отметить, что контактные методы ввиду невозможности их применения для определения параметров вибрации вращающихся объектов (роторы, лопасти турбин, валы и т. д.), а также малогабаритных устройств (оказывают сильное влияние на характер вибрации) рассматриваться не будут.

Среди бесконтактных методов наиболее распространенными являются методы вихревых токов, акустические, радиоволновые и оптические. Важными достоинствами этих методов является отсутствие механического воздействия на исследуемый объект, возможность проведения измерений на больших расстояниях, в труднодоступных местах, в условиях низких и высоких температур, агрессивных сред и т. п. Проведем анализ вышеперечисленных методов.

Вихретоковый метод основан на возбуждении и фиксации вторичных электромагнитных полей вихревых токов, наводимых в металлической поверхности контролируемого объекта. Колебания поверхности объекта приводят к изменению активной и индуктивной составляющих сопротивления сигнальной катушки, индуктивно связанной с другой катушкой, питаемой от генератора синусоидальных сигналов фиксированной частоты. Изменение величины сопротивления сигнальной катушки определяет величину переменного напряжения, подаваемого на вход усилителя измерителя вибраций.

Метод вихревых токов обладает рядом достоинств: широким диапазоном измерения частот (от 0 до сотен кГц) и амплитуд (от сотых долей микрометра до единиц миллиметров). Метод является бесконтактным и позволяет широко применять его для измерения вибраций в труднодоступных местах. Малое выходное сопротивление таких датчиков позволяет хорошо согласовывать их с контрольной измерительной аппаратурой. Важным достоинством вихретоковых датчиков является отсутствие реакции на вибрации поперечного направления, хорошая регистрация

постоянной составляющей перемещения. Погрешность вихретоковых измерителей вибрации не превышает 10 % от измеряемой величины.

Основной недостаток метода – низкая помехозащищенность, обусловленная возможностью наводки помеховой ЭДС в измерительной катушке, играющей роль антенны. Кроме того, метод вихревых токов не может применяться для измерения параметров вибраций немагнитных поверхностей и имеет довольно сильную зависимость чувствительности от температуры.

Чисто акустический метод измерения вибрации заключается в измерении звукового давления, создаваемого вибрирующим объектом. Такой метод относится к косвенным, так как механические колебания исследуемого объекта передаются окружающей среде, которые, воздействуя на микрофон, преобразуются в электрические колебания.

Одной из последних разработок акустических методов является метод ультразвуковой фазометрии. Он заключается в измерении текущего значения разности фаз опорного сигнала ультразвуковой частоты и сигнала, отраженного от исследуемого объекта. В качестве чувствительных элементов используется пьезоэлектрическая керамика.

На частоте ультразвука 240 кГц чувствительность измерения виброперемещения составляет 10 мкм, при расстоянии 1,5 метров до объекта. На частоте 32 кГц чувствительность составляет 30 мкм, при расстоянии 2 метров до объекта. С ростом частоты зондирующего сигнала чувствительность растет.

В качестве достоинств метода можно отметить дешевизну и компактность аппаратуры, малое время измерения, отсутствие ограничения снизу на частотный диапазон, высокую точность измерения низкочастотных вибраций. Недостатками являются сильное затухание ультразвука в воздухе, зависимость от состояния атмосферы, уменьшение точности измерения с ростом частоты вибрации.

Радиоволновые методы подразделяются на интерференционные и резонаторные. Резонаторные методы основаны на размещении вибрирующего объекта в поле СВЧ резонатора (вне или частично внутри его), вследствие чего изменяются характеристики резонатора. Бесконтактное измерение параметров вибраций резонаторным методом возможно и при включении приемно-передающей антенны в частотнозадающую цепь СВЧ генератора, т. е. при работе в автогенераторном режиме. Такие системы называются автодинными генераторами или просто автодинами.

В основе интерференционных методов лежит зондирование исследуемого объекта волнами ВЧ и СВЧ диапазонов. Между излучателем и исследуемым объектом в результате интерференции образуется стоячая волна. Вибрация объекта приводит к амплитудной и фазовой модуляции отраженной волны и к образованию сигнала биений. У выделенного сигнала переменного тока амплитуда пропорциональна виброперемещению, а частота соответствует частоте вибрации объекта. Существенным недостатком метода при прямых измерениях абсолютных значений параметров вибрации по амплитуде сигнала биений является сложность процедуры калибровки вибродатчиков, реализующих этот метод.

Этот недостаток позволяет устранить фазовый интерференционный радиоволновой метод, в котором амплитуда отраженного сигнала непосредственно не участвует в расчете параметров вибрации. Этот метод описан в [1].

Оптико-электронные методы измерения вибраций разделяют на модуляционные, доплеровские, с пространственной модуляцией светового потока и интерференционные. Модуляционные методы основаны на модуляции отраженной от вибрирующей поверхности оптического луча. Модуляция осуществляется в соответствии с

законом перемещения поверхности, с помощью специальных измерительных растров, дифракционных решеток с периодической структурой, щелей, размещенных на поверхности вибрирующего объекта.

Перемещение растра, установленного на поверхности вибрирующего объекта, приводит к модуляции по интенсивности светового потока в точке расположения фотоприемника. Зная число максимумов интенсивности излучения, зафиксированных с помощью фотоприемника, определяют амплитуду вибрации.

Доплеровские методы позволяют обеспечить измерение радиальной скорости перемещения объекта путем приема отраженного от объекта сигнала, выделения и измерения доплеровского сдвига частоты и последующего расчета радиальной скорости. При использовании лазерного излучения возможно измерение малых радиальных скоростей с высокой точностью. Эффективность этого метода существенно зависит от угла между волновым вектором отраженной от объекта волны и падающей на апертуру входной приемной оптики и оптической осью этой приемной оптики. Также к недостаткам метода можно отнести сложность выделения и измерения доплеровской частоты сигнала, особенно при больших частотах вибрации.

Методы с пространственной модуляцией светового потока основаны на определении разности хода лучей при помощи позиционно-чувствительного фотоприемника. Преимуществом таких ИП является простота оптической и электронной схем. К недостаткам измерителей относится высокая чувствительность к угловым колебаниям, которые являются помехой при измерении линейных перемещений.

Современные интерферометрические методы измерения параметров вибрации основаны на фотоэлектрическом преобразовании интенсивности интерференционной картины и дальнейшей обработке полученного сигнала средствами радиоэлектроники. Такие методы реализуются с помощью интерферометрических устройств в которых процесс обработки сигнала может рассматриваться как гетеродинный прием сигнала, отраженного от поверхности вибрирующего объекта. Точность измерения амплитуды вибродатчиками, реализующими этот метод составляет доли микрона. Основной недостаток интерферометрических устройств оценки параметров вибрации - чувствительность к собственным вибрациям элементов интерферометра и угловым вибрациям объекта.

Достоинствами оптико-электронных методов являются: высокая точность и разрешающая способность (до единиц нм), возможность прецизионных измерений, возможность локальных измерений. К недостаткам методов относятся: сложность конструкции, высокая стоимость аппаратуры, высокие требования к зеркальным свойствам поверхности исследуемого объекта и условиям окружающей среды.

Исследования оптико-электронных методов показали, что применение ряда решений с использованием научных достижений в оптике, радиоэлектронике и лазерной технике позволяет устранить значительное количество недостатков этих методов. Так, например, требования к зеркальным свойствам поверхности исследуемого объекта можно загрузить, используя спекл-интерферометры, также частично можно устранить требование к условиям окружающей среды, применяя диафрагмы и систему фокусирующих линз. Устранение влияния угловых (линейных) перемещений на измерения линейных (угловых) вибраций можно осуществить применяя метод разделения угловых и линейных вибраций описанный в [2].

Вышеперечисленные решения применяются в известных оптических виброметрах лишь частично. Комплексное применение этих и некоторых других мер позволит реализовать высокоточный измеритель вибраций. По предварительным расчетам разрешающая способность такого устройства составит доли мкм.

Таким образом, анализ методов измерения перемещений показал, что для прецизионных измерений наиболее перспективным является оптический метод, который целесообразно использовать для измерения параметров вибраций малоразмерных объектов, прецизионных роторных систем и т. д.

Литература

236. Радиоволновой бесконтактный метод измерения параметров движения и вибрации : докл. БГУИР / А. И. Волковец [и др.], 2007.
237. Наследышев, Ю. К. Оперативно-информационные материалы «Методы и средства измерения вибраций роторных систем / Ю. К. Наследышев; ИНДМАФ АН БССР. – Минск, 1984. – С. 38–40.

МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОРМЫ СИГНАЛА ПОТРЕБЛЯЕМОГО ТОКА

А. А. Шейников

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель В. Р. Вашкевич

Надежность функционирования систем электроснабжения (СЭС) воздушных судов (ВС) в значительной степени предопределяет безопасность полетов. Нормальная работа функционально значимых агрегатов (авиадвигателя, бортовой радиоэлектроники и т. д.) невозможна без потребления электроэнергии заданного качества. Анализ количества отказов функциональных систем ВС показал, что на долю СЭС приходится в среднем 8 % от их общего числа. Значительное число неисправностей (> 20,75 %) в СЭС связано с отказами коллекторных электрических машин (КЭМ). Основным недостатком КЭМ является наличие щеточно-коллекторного узла (ЩКУ) (износ и разрушение щеток генераторов и двигателей (30 %), износ коллектора (11,5 %)), что существенно усложняет их эксплуатацию [1]. В связи с этим КЭМ в процессе эксплуатации систем электроснабжения ВС уделяется особое внимание.

Для обеспечения высокой надежности, авиационные КЭМ должны подвергаться своевременному и качественному контролю технического состояния. Их эксплуатация предполагает контроль состояния ЩКУ при проведении всех видов регламентных работ (12 месяцев эксплуатации, 24 месяца эксплуатации). Такой контроль невозможен без снятия оборудования с борта ВС, что повышает трудоемкость работ и вероятность неправильного монтажа.

В некоторых случаях, при производстве регламентных работ, налет ВС за прошедший межрегламентный период оказывается настолько незначительным, что контроль КЭМ с сопутствующими демонтажно-монтажными работами становится нецелесообразным даже исходя из условий безопасности полетов на следующий период эксплуатации. Достаточным оказывается контроль работоспособности КЭМ на борту ВС.

Для обоснования такого решения необходимо располагать дополнительной информацией, косвенно характеризующей состояние ЩКУ и позволяющей контролировать развитие всех неисправностей КЭМ без демонтажа оборудования.

В число неисправностей, ведущих к плохому токосъему, входят [2]:

1. Повышенное биение коллектора на валу якоря:

- большой люфт подшипника или разбитое посадочное место подшипника;
 - износ резиновой амортизационной втулки заднего подшипника;
 - плохая балансировка якоря.
2. Плохой прижим щеток к коллектору:
- неравномерный износ коллектора;
 - загрязнение коллектора;
 - подгорание коллектора (может быть вследствие кругового огня из-за межвитковых замыканий обмоток якоря);
 - износ, разрушение щеток;
 - ослабление упругости пружины в щеткодержателе;
 - люфт или заедание щеток в щеткодержателе.

Из анализа характерных неисправностей видно, что практически все виды постепенных и внезапных отказов КЭМ приводят к изменениям контактного сопротивления а, следовательно, и к слабой модуляции потребляемого тока.

Проведенные исследования показали, что наиболее информативной с точки зрения определения дефектов КЭМ является форма сигнала потребляемого тока (рис. 1).

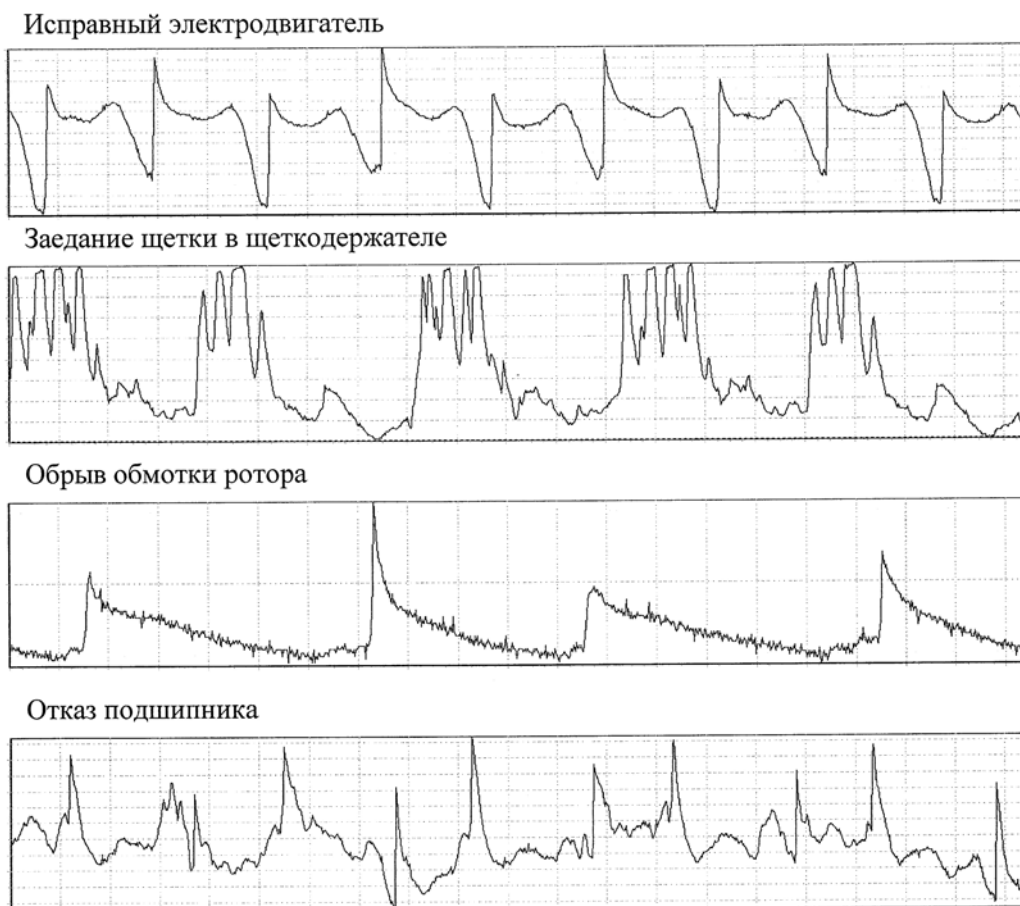


Рис. 1. Формы сигналов потребляемого тока электродвигателя с различными дефектами

По этой причине в процессе исследований целесообразным является применение методов, основанных на получении безразмерной меры сходства локальной формы исследуемого сигнала с формой-эталоном (вэйвлет-анализ, анализ формы). Отличительной особенностью такого анализа является независимость от изменений амплитудных характеристик сигналов, что позволяет использовать его для контроля над первоначальными изменениями на стадии их зарождения [4].

Для исследования влияния отказов КЭМ на форму сигнала потребляемого тока была разработана математическая модель коммутации в ЩКУ.

Результирующий ток через контактирующие поверхности рассматривался как сумма постоянной составляющей тока (среднее значение потребляемого тока электродвигателя – $i_{ЭД}$) и изменяющейся во времени малой по величине случайной составляющей (добавочный ток – $i_{доб}$) [3].

$$I = i_{ЭД} + i_{доб}(t, e_s, e_M, e_k), \quad (1)$$

где $e_s = -L_s \frac{di}{dt}$ – ЭДС самоиндукции, наводящаяся в коммутируемой секции коллектора; $e_M = -M \frac{di}{dt}$ – ЭДС взаимной индукции, наводящаяся в коммутируемой секции коллектора; $e_k = -L_{вн} \frac{di}{dt}$ – коммутирующая ЭДС, наводящаяся в коммутируемой секции от внешнего поля.

Для описания добавочной составляющей тока было получено следующее выражение:

$$i_{доб} = C e^{C_1} e^{\frac{r_{ш} T_k}{(M+L_s+L_{вн})} \left(\ln \left| \frac{T_k}{t} - 1 \right| + C_2 \right)}, \quad t \in [gT_k; (g+1)T_k], \quad (2)$$

где $g = 1, 2, 3, \dots$; T_k – время, в течение которого происходит смена направления тока в коммутируемой секции; $r_{ш}$ – общее сопротивление щеточного контакта (величина сопротивления обратно пропорциональна полной поверхности контакта щетки с коллектором); k – число коллекторных пластин; C, C_1, C_2 – некоторые постоянные.

Заключение. Мониторинг потребляемого тока с последующим выполнением специального анализа формы полученного сигнала позволит с высокой степенью достоверности определять техническое состояние различных элементов авиационных КЭМ.

При проведении повторных измерений должна формироваться база данных результатов анализа, позволяющая отслеживать динамику развития повреждений во времени, что даст возможность заблаговременно планировать выведение оборудования в ремонт, выбирать объем и периодичность контроля оборудования с учетом его технических характеристик и экономических показателей.

Л и т е р а т у р а

238. Зонтов, А. В. Системы электроснабжения летательных аппаратов / А. В. Зонтов. – Москва : ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1986. – 420 с.
239. Вибрация и вибродиагностика судового электрооборудования / А. А. Александров [и др.]. – Ленинград : Судостроение, 1986. – 224 с.
240. Колосов, Д. В. Электродуговые процессы как основа технической диагностики нарушений токоотбора в электротяговых сетях переменного тока : дис. ... канд. техн. наук:

05.22.07

/ Д. В. Колосов; Ростов. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов-на-Дону, 2007. – 115 с.

241. Барков, А. В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации

/ А. В. Барков, Н. А. Баркова. – Санкт-Петербург : СПбГМТУ, 2004. – 156 с.

ВИБРОДИАГНОСТИКА ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН МЕТОДОМ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МАСС

А. В. Косицын

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель И. И. Кислый

При всем многообразии механических систем, испытывающих колебания, у них имеются некоторые общие черты. Прежде всего, это так называемые модальные параметры. Традиционно к модальным параметрам относят собственные частоты, собственные формы колебаний и коэффициенты демпфирования. Собственные частоты и коэффициенты демпфирования, являясь интегральными характеристиками колеблющегося тела, с развитием дефекта изменяются очень медленно. Собственные формы колебаний тела – это единственный из модальных параметров, который является локальной характеристикой колеблющегося тела и сильно зависит от точки, в которой определяется. С собственными формами колебаний тесно связаны эквивалентные массы. Зная собственные формы колебаний упругого тела можно вычислить его эквивалентные массы, и наоборот, зная эквивалентные массы можно вычислить собственные формы колебаний. Таким образом, по изменению собственных форм или эквивалентных масс упругого тела можно обнаружить не только сам дефект, но и место его возникновения.

Если параметром возбуждения является сосредоточенная сила $P(t)$ в некоторой точке B , а параметром наблюдения – смещение точки A диагностируемого объекта $\zeta_A(t)$, то эквивалентную массу k -й формы собственных колебаний упругого тела можно представить в виде [1]:

$$M_k(A, \vec{i}_A, B, \vec{i}_B) = \frac{\rho \cdot \int_V \xi_k^2 dV}{\{\xi_k(x_A, y_A, z_A) \cdot \vec{i}_A\} \cdot \{\xi_k(x_B, y_B, z_B) \cdot \vec{i}_B\}}, \quad (1)$$

где ξ_k – функция собственной формы колебаний тела; $\xi_k(x_A, y_A, z_A)$, $\xi_k(x_B, y_B, z_B)$ – перемещение точек наблюдения и возбуждения с координатами (x_A, y_A, z_A) и (x_B, y_B, z_B) в направлении единичных векторов \vec{i}_A и \vec{i}_B ; ρ – плотность материала тела; V – объем тела.

Физический смысл эквивалентных масс заключается в следующем: при колебаниях упругого тела по одной из его собственных форм эквивалентная масса M_k равна массе груза элементарного осциллятора, колеблющегося с частотой ω_k под действием заданной силы $P(t)$ (рис. 1). Жесткость этого осциллятора равна $C_k = M_k \omega_k^2$. Из выражения (1) видно, что если точка наблюдения A расположена на узловой линии или в узловой точке k -й формы колебаний упругого тела, то $\xi_k(x_A, y_A, z_A) = 0$, т. е. $M_k = \infty$. При появлении дефекта в упругой конструкции (например, трещины) узловые линии собственных форм колебаний изменяют свое положение на конст-

рукции. При этом величина $\xi_k(x_A, y_A, z_A)$ становится отличной от нуля, а эквивалентная масса M_k – отличной от бесконечности, т. е. эквивалентная масса изменяет свое значение в бесконечное число раз. При появлении дефекта в конструкции изменяются не только эквивалентные массы, соответствующие точкам, расположенным вблизи узловых линий, но и эквивалентные массы во всех других точках конструкции, так как меняются амплитуды колебаний. Это обуславливает целесообразность использования эквивалентных масс при диагностике технического состояния упругих тел.

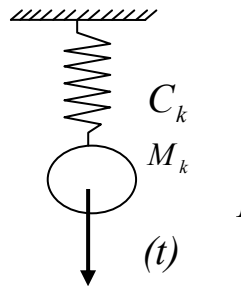


Рис. 1. Схема элементарного осциллятора

Согласно определению динамической податливости упругой системы, эта величина равна отношению перемещения некоторой точки A системы под действием гармонической силы, приложенной в точке B , к величине этой силы $R(\omega) = \tilde{\xi}_A(t) / \tilde{P}(t)$. В этом случае динамическая податливость соответствует параметру возбуждения «сила» и параметру наблюдения «смещение». Для дальнейших исследований нам необходимо расширить данное понятие. В общем случае под динамической податливостью будем понимать функцию $R(\omega)$, задаваемую по формуле

$$R(\omega) = \frac{\tilde{q}(t)}{\tilde{Q}(t)}, \quad \tilde{Q} = Q_0 e^{j\omega t}, \quad (2)$$

где $Q_0 = const$; $j^2 = -1$; ω – частота возбуждения. Здесь функция $\tilde{Q}(t)$ определяет гармоническое воздействие на механическую систему в некоторой ее точке B , а функция $\tilde{q}(t)$ определяет отклик системы в точке A на это воздействие. Параметром возбуждения \tilde{Q} и параметром наблюдения \tilde{q} , вообще говоря, может быть любой кинематический или динамический параметр, характеризующий колебания системы. В качестве каждой из величин \tilde{q} , \tilde{Q} можно использовать виброперемещение, угол поворота сечения, виброскорость, виброускорение, силу, момент пары сил и пр.

Динамическую податливость можно также представить в форме ряда. При отсутствии диссипативных сил она определяется выражением [1]:

$$R(\omega) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{M_k (\omega_k^2 - \omega^2)}. \quad (3)$$

В связи с расширением понятия «динамическая податливость» понятие «эквивалентная масса упругого тела» также распространяется на самый общий случай.

Величины M_k , являющиеся коэффициентами разложения функции $R(\omega)$ в ряд (3), будем называть обобщенными эквивалентными массами. В общем случае эти величины не имеют размерность массы и их нельзя определить по формуле (1). Подобно динамической податливости обобщенные эквивалентные массы зависят от параметра возбуждения и параметра наблюдения.

В дальнейшем будут исследованы колебания лопатки турбомашины, установленной на вибростенде. В этом случае возбуждение лопатки можно рассматривать как кинематическое. При таком возбуждении замок лопатки совершает вертикальные колебания по заданному гармоническому закону. Учитывая сложную геометрическую форму лопатки, рассмотрим вначале задачу ее колебаний в приближенной постановке, заменяя лопатку стержнем.

Здесь рассматриваются установившиеся колебания жестко заделанного стержня длиной l . При этом заделка совершает гармонические колебания по закону $Y = Y_0 \sin \omega t$ (рис. 2). Прогиб стержня $y(x, t)$ определяется из однородного дифференциального уравнения поперечных колебаний при заданных граничных условиях [2]:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \alpha^4 \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0, \quad \alpha^4 = \frac{EI}{\rho S}, \quad (4)$$

где EI – жесткость на прогиб, (E (кг/см²) – модуль упругости (модуль Юнга), I (см⁴) – момент инерции поперечного сечения стержня относительно нейтральной оси сечения, перпендикулярной к плоскости колебаний), S – площадь поперечного сечения.

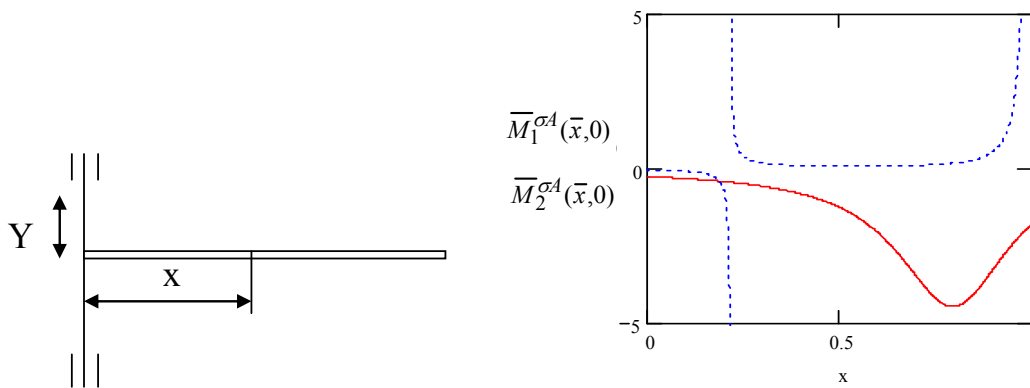


Рис. 2. Схема консольного стержня и зависимость первой и второй обобщенных эквивалентных масс по длине стержня

При экспериментальном исследовании колебаний лопатки на вибростенде часто удобно измерять не виброперемещения, а виброускорения. Учитывая возможность экспериментального исследования колебаний упругих тел при помощи тензометрирования, когда измеряется напряжение в различных сечениях, определим динамическую податливость стержня, соответствующую параметру наблюдения «напряжение σ » и параметру возбуждения «виброускорение A ».

$$R_{\sigma, A}(\omega, x, 0) = \frac{\sigma(x, t)}{A}. \quad (5)$$

Используя формулу (3) и раскрывая (5), после определенных преобразований, получаем выражение для обобщенных эквивалентных масс в относительных величинах:

$$\bar{M}_k^{\sigma A}(\bar{x}, 0) = \frac{\cos z_k \operatorname{sh} z_k - \sin z_k \operatorname{ch} z_k}{2z_k} \times \left\{ (1 + \cos z_k \operatorname{ch} z_k + \operatorname{sh} z_k \sin z_k) \cdot \operatorname{ch} z_k \bar{x} - \right. \\ \left. - (1 - \cos z_k \operatorname{ch} z_k - \operatorname{sh} z_k \sin z_k) \cdot \cos z_k \bar{x} - (\operatorname{ch} z_k \sin z_k + \operatorname{sh} z_k \cos z_k) \cdot (\sin z_k \bar{x} + \operatorname{sh} z_k \bar{x}) \right\}^{-1}, \quad (6)$$

где $z_k = \frac{\sqrt{\omega_k} l}{\alpha}$, ω_k – частота собственных колебаний по k -й форме.

На рис. 2 представлены результаты расчетов по формуле (6). Сплошная линия соответствует значению $k = 1$, пунктирная – $k = 2$.

Из графиков, приведенных на рисунке 2, видно, что значения эквивалентных масс по длине стержня сильно зависят от точки наблюдения, достигая бесконечно больших величин в определенных местах стержня. Данное свойство эквивалентных масс может быть использовано для способа вибродиагностики повреждений упругих тел [3].

Литература

242. Вернигор, В. Н. Модальный анализ механических колебаний упругих систем / В. Н. Вернигор, А. Л. Михайлов. – Рыбинск : НПО «Сатурн» : РГАТА, 2001. – 288 с.
243. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний / В. Л. Бидерман. – Москва : Высш. шк., 1980. – 408 с.
244. Косицын, А. В. Вибродиагностика технического состояния упругих тел на основе исследования их собственных форм колебаний / А. В. Косицын, И. И. Кислый // Вестн. Воен. акад. – Минск, 2010. – № 1.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭПИЛАМОВ

А. А. Алферов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Энергосбережение и снижение затрат на электроэнергию с каждым годом становятся все более актуальными. Рост количества потребителей электроэнергии, традиционность и ограниченность способов ее производства выдвигают энергосбережение в качестве первоочередной задачи в развитии экономики Республики Беларусь.

Одной из перспективных технологий, способствующих повышению износостойкости изделий и инструментов, надежности работы оборудования является эпиламирование [1].

Процесс эпиламирования заключается в нанесении на поверхность твердого тела фторсодержащих поверхностно-активных веществ (ФТОР-ПАВ) из растворов эпиламов, в результате чего на поверхности образуется тонкий слой (40-80А) специальным образом ориентированных молекул ФТОР-ПАВ. Сформированное тонкопленочное покрытие понижает поверхностную энергию твердых тел (для металлов до

2–4 Мдж/м²), что позволяет регулировать прилипание, смачивание, адгезию и другие параметры, хорошо удерживается на поверхности различных материалов благодаря высокой адсорбционной способности, несмываемо при многократных промывках различными стандартными промывочными жидкостями, выдерживает давление 3500 Н/м², термостабильно до 250 °С. Обработка эпиламов узлов трения предотвращает растекание практически любых смазочных масел из зоны трения, а при его отсутствии обеспечивает снижение коэффициента трения, предохраняет металлические поверхности от коррозии, водородного изнашивания, в результате чего повышается срок службы, точность и надежность работы механизмов.

Разработаны и внедрены эпиламы Эфрен-1, Эфрен-2 (Э1, Э2) 6СФК-180-05(-20) (СК), Амидофен (АФ), Полизан (Полизам 05(20). Полизам-Аква и др.), ЗПМ и др. Данные составы представляют собой растворы фторсодержащих поверхностно-активных веществ в легколетучем растворителе. При контакте твердого тела с раствором ПАВ адсорбируется на поверхности, при этом ПАВ и растворитель выбираются таким образом, чтобы в процессе адсорбции молекул ПАВ обеспечивалась такая структура, когда полярная часть молекулы адсорбируется твердым телом, а гидрофобная часть направлена от тела. Благодаря этому в процессе эпиламинирования высокая поверхностная энергия твердого тела заменяется на поверхностную энергию гидрофобного радикала молекулы ПАВ.

Применяемые эпиламы можно классифицировать по природе ПАВ; по виду растворителей (фторуглеродородный, фторхлоруглеродородный растворитель или их смеси с этиловым, метиловым и другими спиртами, ацетон); концентрации ФТОР-ПАВ в растворах влияющей на формирование моно и мультимолекулярных слоев димеров; по механизму формирования молекулярных пленок (физическая адсорбция, хемосорбция).

Технология нанесения тонкопленочного покрытия достаточно проста и может быть применена непосредственно в производственных условиях. Разработаны несколько технологических процессов эпиламинирования – это нанесение кистью, ватным тампоном, пульверизатором, погружением, кипячением в растворе. Выбор метода определяется свойствами обрабатываемого материала, размерами деталей и условиями их работы. Согласно принятым на заводе-изготовителе эпиламов правилам существует три основных способа нанесения эпилама:

- 1) метод окунания с последующей сушкой на воздухе (холодное эпиламинирование;
- 2) метод окунания с последующим термостатированием при температурах 100–150 °С в течение 1,0–1,5 часов;
- 3) метод кипячения в течение 0,5–1,0 часа с последующей сушкой на воздухе (горячее эпиламинирование).

Расход эпилама в первых двух случаях составляет около 100 г/м², в третьем – 30 г/м². Перед эпиламинированием поверхности должны обезжириваться. Для механизации процесса эпиламинирования разработаны установки типа «Эпилам», а для его интенсификации и улучшения трибологических свойств сопряжений используют энергию ультразвуковых колебаний.

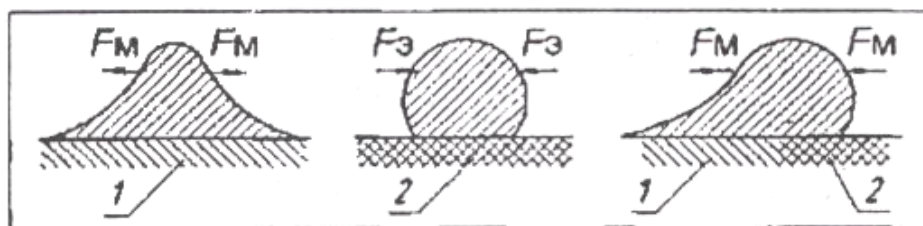


Рис. 1. Схема поведения капли на поверхности твердого тела при различных условиях смачивания: 1 – поверхность металла; 2 – эпиламированная поверхность; F_M и $F_э$ – силы поверхностного напряжения соответственно на поверхности материала и эпиламированной поверхности

Анализ результатов исследования и применения покрытий эпиламов в различных узлах трения [2] показывает:

- основная функция эпиламов – удерживать смазочные масла в зоне трения в результате изменения поверхностной энергии твердых тел в процессе работы;
- снижение коэффициента трения при применении покрытия без смазки возможно только при определенных давлении, температуре T в зоне контакта и скорости скольжения сопрягаемых поверхностей;
- изменение микротвердости поверхностного слоя зависит от физико-химических свойств материала;
- при нанесении тонко-пленочного покрытия шероховатость поверхности не изменяется так как его толщина составляет 3–50 нм;
- оптимальные параметры эксплуатации покрытий находятся в достаточно ограниченной области значений скорости скольжения и, соответственно, температуры поверхностей трения, изнашивание пленок практически линейно возрастает при увеличении пути трения и температуры в зоне контакта;
- действенность применения зависит от состава применяемых масел.

Экспериментальное исследование эффективности применения эпиламов проводилось в цехе паровоснабжения завода массовых шин ОАО «Белшина» на двигателе вентилятора 4AM160S6Y3 мощностью 11 кВт, $\cos \varphi = 0,82$. Измерения проводились с помощью счетчика электроэнергии ELGAMA LZQM в течение 5 суток с 4 по 8 февраля 2010 г. за каждый час.

После обработки трущихся поверхностей двигателя (подшипников качения) эпиламом методом холодного эпиламирования измерения были повторены. Для эксперимента использовался модификатор «УМ-2» ТУ 2229-002-27991970–94 производства ООО «Автостанкопром», который является противоизносной добавкой к смазочным маслам на основе эпиламов и применяется для станков, компрессоров, редукторов, подшипников, трансмиссий и двигателей внутреннего сгорания. На рисунке 2 представлена экономия электроэнергии двигателя вентилятора за счет применения эпиламов.

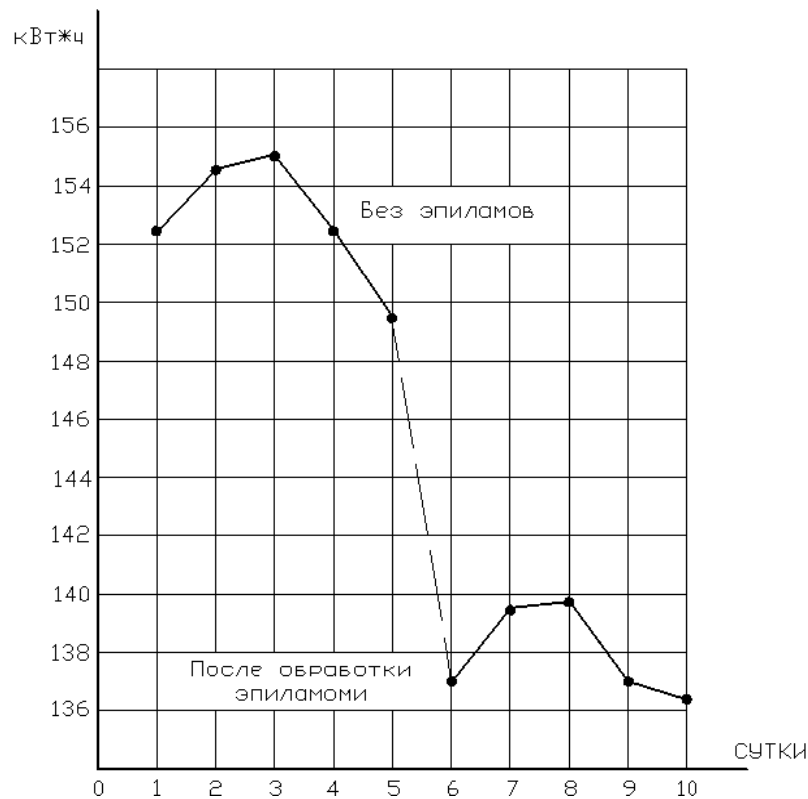


Рис. 2. Экономия электроэнергии двигателя вентилятора за счет применения эпиламов

Из анализа рис. 2 следует, что эпиламирование обеспечивает до 10 % экономии электроэнергии, потребляемой двигателем.

Литература

245. Потеха, В. Л. Теоретико-экспериментальная оценка оптимальных условий эксплуатации эпиламированных трибосопряжений машин / В. Л. Потеха, А. В. Рогачев, И. С. Напреев // Трение и износ. – 1996. – Т. 17, № 6. – С. 764–768.
246. Природа и механизмы действия эпиламов при трении. Влияние эпиламирования на структуру и поверхностную энергию металла / И. И. Гарбар [и др.] // Трение и износ. – 1990. – Т. 11, № 5. – С. 792–800.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВИБРАЦИИ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Ю. Ю. Денисюк, П. М. Колесников

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Н. В. Грунтович

При вибродиагностировании оборудования возникает проблема построения граничных виброакустических характеристик для выявления дефектов и прогнозирования технического состояния с вычислением остаточного ресурса. Нижняя гра-

ничная виброакустическая характеристика показывает значение вибрации идеально исправного механизма на информативных частотах. Верхняя граничная виброакустическая характеристика показывает значение вибрации при аварийном техническом состоянии механизма, которая определяется как по общему уровню вибрации, так и на каждой информативной частоте.

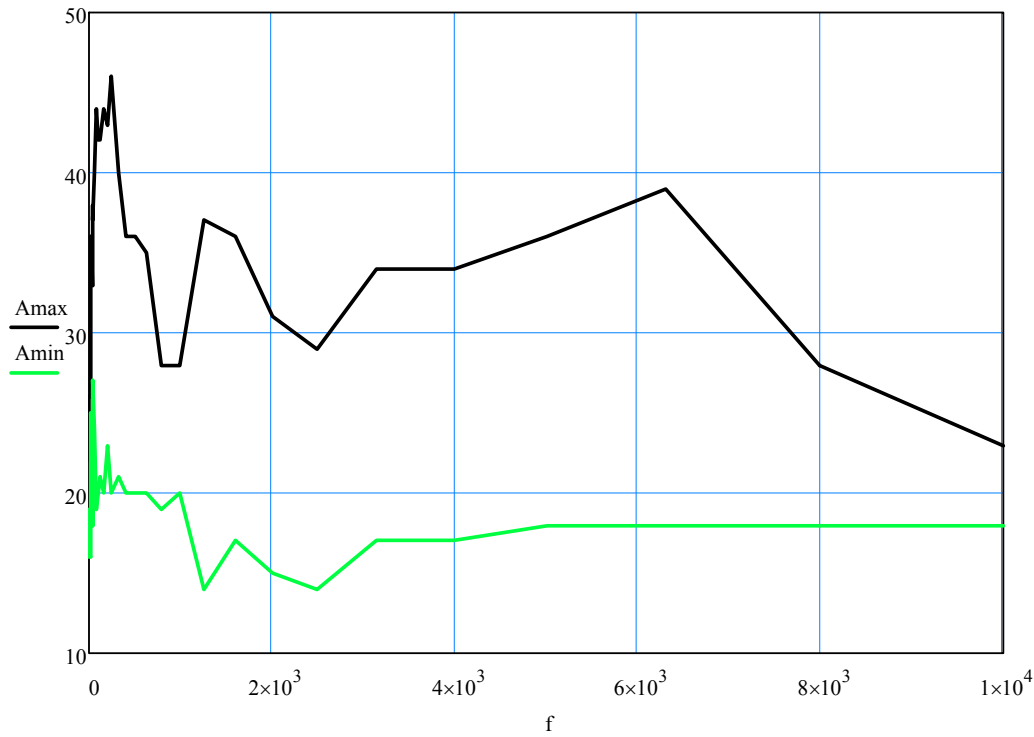
Предельные уровни вибрации различных механизмов и для разного технического состояния (А, В, С, D) имеются в соответствующих международных и государственных стандартах.

Диапазон интенсивности вибрации		Примеры качественной оценки для отдельных классов машин			
Диапазон	Vэф (мм/с) в пределах диапазона	Класс I (15 кВт)	Класс II (15-300 кВт)	Класс III (>300 кВт)	Класс IV (турбонасосы)
0,28	0,28	А	А	А	А
0,45	0,45				
0,71	0,71				
1,12	1,12	В	В	В	В
1,8	1,8				
2,8	2,8	С	С	С	С
4,5	4,5	D			
7,1	7,1				
11,2	11,2	D	D	D	D
18	18				
28	28				
45	45				
71	71				

Для вибрации трансформаторов такие стандарты отсутствуют. Для решения этой задачи рассмотрим несколько способов определения верхних граничных виброакустических характеристик:

1. Принять за основу рекомендации международных и государственных стандартов.
2. Принять в качестве граничных значений рекомендации зарубежных или отечественных ученых.
3. В качестве граничных значений можно принимать огибающие верхних и нижних значений амплитуд вибрации на информативных частотах. При построении верхних граничных значений вибрации электрической машины или трансформатора руководствуются следующей методикой:
 - 3.1. Определяются информативные частоты для тепловых дефектов.
 - 3.2. Назначается выборка диагностируемого оборудования в количестве 8–10 единиц, находящегося длительное время в эксплуатации до ремонта.
 - 3.3. На каждой информативной частоте вибрации электрической машины или трансформатора данной выборки выбирается максимальное значение амплитуды.
 - 3.4. Полученные точечные данные на информативных частотах соединяются ломаной линией, которая и будет представлять графическое изображение верхних

граничных значений виброакустической характеристики диагностируемого оборудования.



В результате получаем виброакустическую характеристику условного механизма содержащего все типовые дефекты данного типа оборудования.

Полученные граничные значения можно сравнить с международными или государственными стандартами. Если эти цифры оказались больше стандартных, то выборка механизмов для построения верхних граничных значений принята правильно, в противном случае в выборке оказались механизмы с хорошим техническим состоянием.

4. Аналогичным образом определяют нижнее граничное значение вибрации, только в данном случае на каждой информативной частоте из заданной выборки выбирают минимальные значения амплитуды вибрации. В результате получаем виброакустическую характеристику идеального условного механизма не содержащего ни одного типового дефекта. Имея виброакустическую характеристику диагностирования механизма эти две характеристики позволяют успешно оценивать техническое состояние нового механизма, а также прогнозировать и вычислять остаточный ресурс.

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КОТЕЛЬНОМИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВЫРАБОТКУ И ТРАНСПОРТИРОВКУ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Ю. О. Горюнова

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н.В. Грунтович

На данный момент в Республике Беларусь потребление природного газа составляет 62 %, а светлых нефтепродуктов – 13,4 % от общего валового потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Необходимо отметить, что в *балансе возобновляемых источников энергии* нашей республики значительную долю составляют топливная древесина (46,8 %), тепловые вторичные ресурсы (35,5 %) и древесные отходы (14,2 %).

Цель работы: необходимо оценить структуру потребления электроэнергии котельными Гомельской области, использующими в качестве топлива природный газ.

Решаемые задачи:

1. Анализ удельных фактических расходов электрической энергии на отпуск 1 Гкал тепловой энергии.

2. Определение путей снижения удельного расхода электроэнергии на:

- а) выработку тепловой энергии;
- б) транспортировку тепловой энергии.

Для достижения поставленной цели сформирована *информационная база данных* (ИБД). База данных включает данные государственной статистической отчетности по форме 4-нормы ТЭР (Госстандарт) (отчет «О результатах использования топлива, тепловой и электрической энергии»).

При создании ИБД по котельным Гомельской области была использована взаимосвязанная структура в виде отдельных файловых систем. Взаимосвязанная структура образуется при встречном направлении цепных связей между тремя информационными объектами, два из которых являются главными, а средний – детальный в обеих цепях.

В Гомельской области в настоящее время насчитывается 773 действующие котельные. Из них 688 котельных имеют номинальную теплопроизводительность в диапазоне от 0,5 до 10 Гкал/ч, 85 котельных имеют номинальную теплопроизводительность свыше 10 Гкал/ч. Остальные закрыты или находятся на реконструкции.

Информационная база данных включает следующие сведения и показатели:

- наименование котельной (ее расположение: город, село, поселок; адрес);
- ведомственную принадлежность;
- тип и количество установленных котлов, срок их эксплуатации;
- общую теплопроизводительность котельной, Гкал/ч;
- вид сжигаемого топлива (газ, дрова, мазут, торфобрикет, уголь, КПТ);
- годовой отпуск тепла (расход топлива), Гкал/тут;
- тип здания котельной;
- наличие приборов учета;
- данные по расходу котельно-печного топлива и электрической энергии фактически и по действующей норме.

Выполненный анализ котельного оборудования Гомельской области показал:

а) из 773 действующих котельных 289 использует в качестве топлива природный газ, что является весьма значительным и составляет 37,4 % от общего их количества;

б) из 289 котельных 221 котельная имеет номинальную тепловую мощность от 0,5 до 10 Гкал/ч, а 68 котельных работают с номинальной теплопроизводительностью свыше 10 Гкал/ч;

в) значительная доля котельных (44,3 %) находится в Гомельском районе.

На основании статистических сведений, содержащихся в базе данных, *построена зависимость удельного фактического расхода электроэнергии ($W_{уд.э.э}$, кВт·ч) на отпуск*

1 Гкал тепловой энергии для котельных, работающих на основном виде топлива – природном газе. Каждая точка на зависимости соответствует котельной со своим удельным расходом. Зависимость представлена на рис. 1.

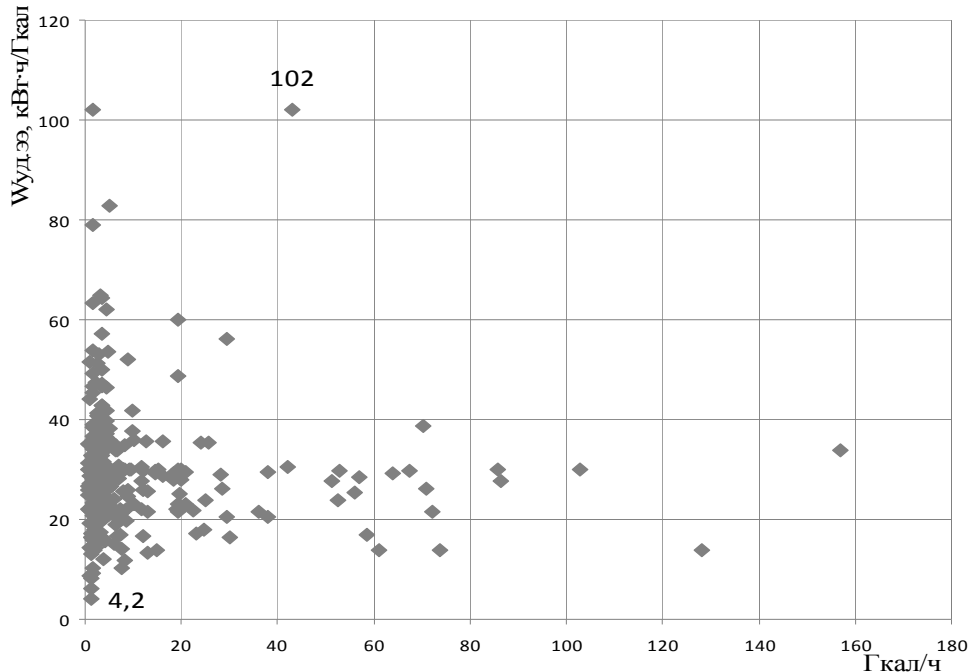


Рис. 1. Зависимость удельного фактического расхода электроэнергии для котельных, работающих на газе

Обработка статистических данных осуществлялась с использованием методов математической статистики:

- *корреляционного анализа* (метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов корреляции между переменными). При этом сравнивались коэффициенты корреляции между одной парой признаков для установления между ними статистических взаимосвязей;

- *регрессионного анализа (линейного)* – статистический метод исследования зависимости между зависимой переменной Y и одной или несколькими независимыми переменными X_1, X_2, \dots, X_p .

Для анализа статистических данных рассчитаны значения абсолютного и относительного показателя вариации, а именно:

- среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

где n – объем выборки; x_i – i -й элемент выборки; \bar{x} – среднее арифметическое выборки;

- коэффициент вариации, который показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс:

$$\nu = \frac{\sigma}{x}. \quad (2)$$

В отличие от среднего квадратического отклонения коэффициент вариации измеряет не абсолютную, а относительную меру разброса значений признака в статистической совокупности.

Установлено отсутствие зависимости удельного фактического расхода электроэнергии от теплопроизводительности котельных.

Величина удельного расхода электроэнергии зависит от следующих факторов:

- расположения котельной (расстояния от котельной до потребителя энергии);
- назначения котельной, т. е. фактически от мощности потребителя;
- вида используемого топлива.

В связи с вышеизложенным, была выполнена оценка структуры потребления электроэнергии котельными, имеющими максимальный и минимальный удельный фактический расход электроэнергии на выработку 1 Гкал тепловой энергии.

Расход электроэнергии на выработку и реализацию тепловой энергии представлен технологической составляющей и бытовыми нуждами котельной, кВт · ч:

$$W_{ГОД} = W_{ТЕХН} + W_{БЫТ}, \quad (3)$$

где $W_{ТЕХН}$ – технологическая составляющая электропотребления, кВт · ч; $W_{БЫТ}$ – бытовые нужды котельной, кВт · ч;

Под расходом электроэнергии на технологические нужды котельной $W_{ТЕХН}$ понимают расход электроэнергии на реализацию технологического процесса, т. е. на выработку тепловой энергии. Технологический расход электроэнергии определяется большим числом воздействующих факторов, таких как мощность установленного электрооборудования и его техническое состояние, качество используемого топлива, внешние условия (температура и влажность окружающей среды), соблюдение технологической дисциплины, перевод котельных на другие энергоносители.

Расход электроэнергии на бытовые нужды котельной $W_{БЫТ}$ (освещение) связан с обеспечением работы котельной, является условно постоянной величиной и не зависит от количества выработанной тепловой энергии.

Сравнительный анализ годовых балансов электропотребления котельных Гомельской области, имеющих максимальный и минимальный удельный фактический расход электроэнергии на отпуск тепловой энергии, позволяет утверждать, что *основным электрооборудованием котельных являются сетевые насосы, дымососы и вентиляторы.*

Для уменьшения удельного расхода электроэнергии на выработку тепловой энергии следует использовать когенерационные установки.

Предлагается для уменьшения удельного расхода электроэнергии на отпуск тепловой энергии *заменить действующее насосное оборудование на оборудование на основе вентиляционно-индукторных двигателей.* Особенно это важно для котельных с теплопроизводительностью до 20 Гкал/ч, поскольку длинны трасс изменить не возможно.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

А. А. Алферов, Н. В. Герин

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Т. В. Алферова, В. В. Бахмутская

Пятая часть произведенной в Республике Беларусь электроэнергии расходуется на освещение, причем основная доля приходится на уличное, промышленное и освещение торгово-производственных площадей.

Современное наружное освещение должно отвечать пяти основным критериям:

– видимость, т. е. обеспечение нормальных зрительных условий для водителей и пешеходов, а также оптимальные количественные и качественные параметры освещения, которые регламентируются действующими нормами;

– безопасность. Количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города. Причем затраты несопоставимо малы по сравнению с выгодой. На сегодняшний день качество освещения люди напрямую связывают с уровнем личной безопасности;

– эстетика. Общество ждет от освещения не только выполнения прямых функциональных задач, но и удовлетворения эстетической потребности в прекрасном. Единых решений ввиду обилия средств освещения и многообразия объектов здесь не существует. Однако эстетика должна быть экономичной и целесообразной;

– экономика, которая является решающим фактором для заказчика. Необходимо учитывать, что кроме капитальных затрат существуют также затраты на эксплуатацию и ремонт, которые могут сделать проект невыгодным;

– общественная функция освещения. Понятие гармоничной световой среды предполагает создание благоприятного психологического климата, оказывающего положительное влияние на реализацию общественных функций, и является предпосылкой для оживления городской жизни.

При определении этих основных критериев учитывались следующие факторы, играющие немаловажную роль в дальнейшем развитии наружного освещения:

– нормы искусственного освещения; они формируют представления об оптимальной световой среде с учетом экономических, социальных, организационных факторов. В мировой практике, наряду с национальными, используются общеевропейские нормы, действуют рекомендации Международной комиссии по освещению (МКО).

Важным шагом по приведению наружного освещения в Белоруссии в соответствие с международными требованиями является принятие белорусских норм наружного освещения. Они направлены на улучшение качества освещения без роста энергопотребления и содержат указания об экономичных методах реализации, сохранении параметров осветительных установок в процессе эксплуатации, много полезной справочной информации.

Для белорусской светотехники не менее важной задачей, чем пересмотр действующих норм искусственного освещения, является обеспечение контроля за их выполнением;

– энергосбережение: по приблизительным оценкам, количество электроэнергии, идущей в Гомельской области на цели освещения составляет около 11,8 % от всего потребляемого объема.

Наружное освещение города можно охарактеризовать следующими цифрами: общее количество светоточек – 24196, количество светильников возрастает быстрыми темпами с 20171 шт. в 2003 г. до 24196 шт. в 2009 г. По типу это в основном натриевые светильники. Кроме того, в Гомеле насчитывается более 1044 светильников архитектурно-художественной подсветки, их состав многообразен и иллюминация в виде 885 гирлянд общей протяженностью 11733 м с 41438 лампочками. Общее потребление электроэнергии осветительными установками составляет около 11,7 млн кВтч в год, поэтому вопросы экономии электроэнергии очень актуальны.

Организация энергосбережения не сводится только к применению эффективно-го оборудования и технологий, а требует пересмотра норм и правил по применению оборудования, которые должны обязывать потребителей использовать энергосберегающую технику, принятия комплекса мер по стимуляции предприятий и проведения разъяснительной работы среди населения. Опыт США, Китая, европейских стран свидетельствует о целесообразности разработки и реализации государственных комплексных программ по освещению с широкой поддержкой ее реализации общественными организациями;

– комплексный подход к освещению города с учетом его структуры, административного деления, исторических и культурных особенностей, традиций и многого другого – это следующий немаловажный фактор дальнейшего развития наружного освещения. Такой подход, помимо прочих аспектов, выгоден экономически, т. к. комплексные решения позволят более рационально распределять средства. Что является предпосылками такого подхода? Конечно, в первую очередь осознание его необходимости муниципальными властями и бизнес-структурами;

– все возрастающую роль в светотехнике наружного освещения играет дизайн. Эстетические параметры современной осветительной техники постепенно становятся обязательными, а иногда даже определяющими при оценке качества не только декоративного, но и функционального освещения. Что касается современных средств освещения, то уровень развития техники освещения во многом определяется наличием адекватных средств. Их многообразие дает возможность решения самых амбициозных задач освещения, формирует новые принципы и приемы. В области дизайна отмечаются следующие тенденции:

- уменьшение размеров осветительных средств;
- внедрение мероприятий, нацеленных на энергосбережение: использование современных источников света, эффективных оптических систем и конструкций световых приборов, новых материалов;
- внешний вид световых приборов различного назначения становится одним из главных критериев их качества, поскольку установлено, что хороший дизайн положительно влияет на все параметры приборов;
- активное внедрение в светотехническую практику светодиодов. С этим связывают самые смелые ожидания, вплоть до вытеснения светодиодами люминесцентных ламп из ряда областей применения.

Есть еще одно направление, которое сейчас становится популярным в Белоруссии, – это праздничное оформление, световые шоу, фестивали света, которые широко распространены во всем мире.

Современная светотехника предлагает много типов различного оборудования для таких мероприятий, в том числе светодинамического и проекционного. Многие вновь проектируемые архитектурные установки для этих целей имеют два режима: повседневный и праздничный, к которым могут добавляться и временные световые элементы, позволяющие получить новые возможности;

– регулирование мощности светильников; еще 3–4 года назад говорилось, что вопросы снижения мощности для г. Гомеля не так актуальны, как, например, замена устаревшего оборудования или создание новых установок на плохо освещенных территориях. Сейчас необходимо вернуться к вопросам регулирования. При этом надо учитывать, что Гомель живет насыщенной ночной жизнью, количество автомашин на магистралях в ночные часы значительное. Дворовые территории также нуждаются в существенном освещении, позволяющем обеспечить комфорт и безопасность жителей. Поэтому необходимо определить зоны, где регулирование допустимо. Необходимо правильно определить способ регулирования – групповое или индивидуальное, имея в виду управление работой светильников. Сейчас практически все крупные светотехнические фирмы предлагают как управляемые светильники, так и программное и аппаратное обеспечение для таких систем. Вопрос лишь цены и целесообразности.

В любом случае применение систем «умного» наружного освещения – это лишь вопрос времени. Понятие «умного» подразумевает, что режимы наружного освещения будут меняться в зависимости от изменения заданных параметров, например, внешней освещенности, плотности транспортного потока или пешеходов и др.

Широкое применение светодиодов дает дополнительные возможности для регулирования, например, интенсивности и цвета освещения.

С целью повышения эффективности использования электрической энергии предлагается замена стандартных уличных светильников на основе ламп ДНаТ-150, ДРЛ-250 и светильников ЖКУ-01 с лампами ДНаЗ-100 на светодиодные уличные светильники УСС70/100. Данные светильники имеют аналогичные параметры по степени освещенности на поверхности. Для подтверждения экономической целесообразности применения светодиодных светильников рассмотрена динамика изменения стоимости эксплуатации уличных светильников по годам на период 10 лет. Сравнительный анализ общих затрат по четырем видам светильников за период 2010–2019 гг. представлен на рис. 1. Общие затраты включают: стоимость светильника, потребляемой электроэнергии и затраты на обслуживание.

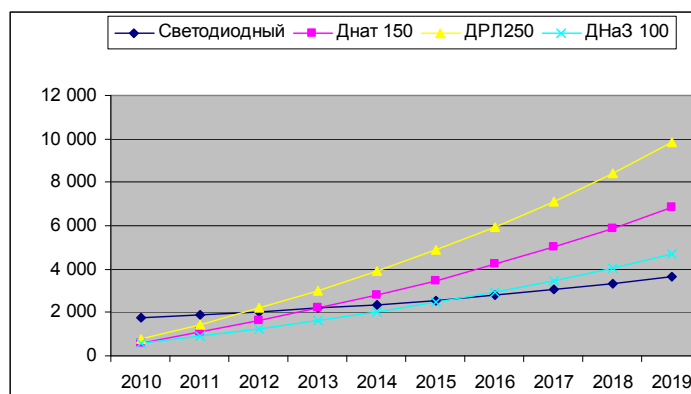


Рис. 1. Сравнительный анализ общих затрат по четырем видам светильников

Из анализа диаграммы следует, что общие затраты всех светильников за два – три года сравниваются, а дальше экономия только на одном уличном светодиодном светильнике составит около 3,7 млн белорусских рублей за 9 лет по сравнению с лампами ДНаТ и 1,0 млн белорусских рублей с лампами ДНаЗ.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ

А. О. Добродей

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Цель исследований: разработка новых типов люминесцентных преобразователей света для систем освещения на основе мощных светодиодов синего и УФ излучения.

В последние годы ведутся интенсивные разработки новых типов осветительного оборудования с использованием твердотельных источников излучения – мощных светодиодов (СД) белого цвета свечения. Новые источники света обладают низким энергопотреблением, высоким КПД (до 90 %) и большим сроком службы – до 50 тыс. часов непрерывной работы. Это открывает перспективы новых путей энергосбережения, т. к. на нужды освещения расходуется 19 % [1] мирового потребления электроэнергии, в Беларуси – 14 % [2].

Западные специалисты подсчитали, что за счет перехода на светодиодные источники света ежегодно будет экономиться в США – 167 млрд кВт · ч электроэнергии, или 11,8 млрд дол. [3], в Европе – около $63 \cdot 10^3$ ГВт энергии, или 7 млрд евро [1].

Белорусские специалисты подсчитали, что если на промышленных предприятиях и в жилых домах заменить все источники света на светодиодные, то экономический эффект может составить 250 млн дол. в год [2]. Единственная причина, сдерживающая широкое использование белых СД в системах освещения – их высокая стоимость.

Современные белые СД изготавливаются на основе синего кристалла InGaN и желтого люминофора, в качестве которого используют иттрий-алюминиевый гранат (ИАГ), легированный церием YAG: Ce³⁺. Для создания теплых белых СД применяют смеси с оранжевым или красным люминофором. Спектр люминесценции таких люминофоров характеризуется максимальной длиной волны в диапазоне 530–560 нм. Кристалл СД покрывается слоем геля с порошком люминофора. Толщина слоя такая, чтобы часть синего излучения возбуждала люминофор, а часть проходила без поглощения. В данное время этот способ наиболее оправдан с точки зрения эффективности и технологичности производства.

В настоящее время технологии получения белых СД не позволяют сделать их достаточно эффективными, долговечными и дешевыми. Люминофоры на органической основе до сих пор не слишком долговечны, чтобы использоваться в мощных светильниках, неорганические же получают в условиях высоких температур синтеза, что не позволяет наносить их непосредственно в виде пленок на подложки из стекла или полимера.

Современные исследования светоизлучающих диодов направлены на увеличение мощности и квантового выхода, на увеличение световой эффективности диода и люминофора, а также на снижение стоимости готового СД.

Повышение эффективности СД связано не только с улучшением извлечения света из *p-n*-перехода, но и повышением эффективности люминофора-преобразователя, а также вариантов размещения люминофора относительно кристалла светодиода.

Одним из последних направлений в области технологии преобразования цвета излучения является использование люминесцирующей керамики, позволяющей получать светодиоды с высокой однородностью цвета и повышенной временной стабильностью.

В НИЛ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П. О. Сухого проводятся научно-исследовательские и технологические работы по созданию люминесцентных трансформирующих материалов с улучшенными спектральными и теплофизическими характеристиками на основе $YAG: Ce^{3+}$, а также прогрессивных методов их производства [4].

Разработана новая методика низкотемпературного термохимического синтеза наноструктурированных порошковых люминесцентных материалов в системе оксидов $Y_2O_3-Al_2O_3$, легированных ионами редкоземельных элементов, в том числе ионами церия (рис. 1).



Рис. 1. Образцы люминесцирующего порошка $YAG: Ce^{3+}$ и керамики, полученной на его основе

Разработан способ формования плотной люминесцирующей керамики на основе ИАГ, легированного церием $Y_3Al_5O_{12}: Ce^{3+}$ с использованием ультрадисперсных порошкообразных оксидов иттрия Y_2O_3 и алюминия Al_2O_3 , а также композиционных материалов (рис. 2) на основе кремнийорганических полимеров.

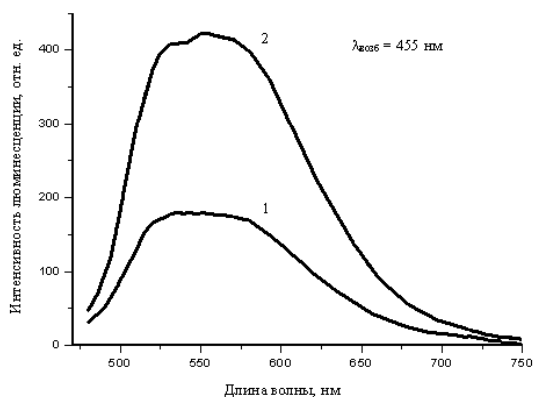


Рис. 2. Спектры люминесценции композиционных материалов в зависимости от состава: 1 – композит на основе микрочастиц $YAG: Ce^{3+}$; 2 – композит на основе наноструктурированного порошка $YAG: Ce^{3+}$

Изучены спектрально-люминесцентные характеристики образцов композиционных материалов, полученных на основе кремний органической смолы КО-08К, наполненной микропорошком и наноструктурированным порошком $YAG: Ce^{3+}$, полученным методом горения. Установлено, что наибольшая интенсивность излуче-

ния, генерируемого под воздействием синего светодиода ($\lambda_{\max} = 455$ нм), характерна для образцов композита на основе наноструктурированных частиц YAG : Ce³⁺.

Заключение. Разработан и оптимизирован новый вариант получения порошковых материалов в системе оксидов Y₂O₃-Al₂O₃ с использованием метода термохимического синтеза (горение) химического состава Y₃Al₅O₁₂ : Ce³⁺, которые могут быть использованы в качестве исходного сырья для получения люминесцирующих полимерно-керамических композитов и оптической керамики.

Изучение спектрально-люминесцентных характеристик образцов порошкообразных и композиционных материалов для преобразователей излучения подтвердило перспективность их применения в осветительных устройствах, преобразующих излучение синих и УФ светодиодов в белый свет со спектром, близким к солнечному.

Подготовлены и поданы заявки на патенты: «Люминофор», «Способ получения наноструктурированного порошка ИАГ, легированного церием», «Лампа светодиодная».

Л и т е р а т у р а

247. Шурыгина, В. Твердотельные осветительные устройства. Прощайте, старые, добрые светильники / В. Шурыгина // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2008. – № 5. – С. 88–97.
248. Патыко, Д. До светодиодной революции осталось... / Д. Патыко // Рэспубліка. – 2007. – 5 дек. – № 228 (4407).
249. Какую экономическую выгоду принесет переход на светодиоды? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ledsvet.ru/index.php?p=articles>. – Дата доступа: 06.01.2009.
250. Добродей, А.О. Применение светодиодов для систем освещения (обзор) / А. О. Добродей [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2008. – № 1. – С. 37–49.

АПРОБИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА РПН НА ТРАНСФОРМАТОРЕ ТР1 ПОДСТАНЦИИ «ТЕРЕХОВКА 110»

М. А. Прохорчик

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Широков

Одним из средств, используемых для управления значением напряжения в энергосистеме, является устройство регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) силового трансформатора (СТ). Воздействие на величину напряжения осуществляется изменением количества витков обмотки высокого напряжения СТ контактором РПН.

В этих устройствах гашение дуги происходит в масле посредством контактора рычажного или роторного типа. Поэтому именно контакты контактора подвергаются наибольшему износу по сравнению с избирателем и реверсором.

Опыт эксплуатации трансформаторов показывает, что в контактных системах РПН возникают дефекты, которые приводят к аномальным и аварийным режимам. Причем около 15 % отказов СТ происходит из-за отказа устройства РПН.

Поддержание необходимой степени надежности оборудования в процессе его эксплуатации обеспечивается системой технического обслуживания и ремонтов. Эта система предусматривает осциллографирование контактора РПН на постоянном токе, которое позволяет определить время переключения контактора.

Известно несколько способов измерения времени переключения контактора, основанных на методике осциллографирования.

Стандартная методика измерения требует слива трансформаторного масла и вскрытия бака РПН для обеспечения доступа непосредственно к контактам, для исключения влияния индуктивности трансформатора. В этом случае измерения проводятся на постоянном токе, что подразумевает отключение трансформатора от сети. Данная методика является самой дорогостоящей и трудоемкой.

Другой разновидностью методики осциллографирования является определение состояния контактора без вскрытия бака РПН. В этом случае переключения контактора фиксируются также на постоянном токе при помощи трехканального цифрового осциллографа. С целью получения длительности переключения проводится математическая обработка диаграммы токов, искаженной влиянием индуктивности обмотки трансформатора. Однако применение этой методики, также, требует издержек, связанных с отключением трансформатора.

Целью данной работы является разработка методики осциллографирования РПН СТ, позволяющей оценить работу контактора без вскрытия бака РПН, слива трансформаторного масла и без вывода СТ из работы. Особенностью предлагаемой методики является возможность проведения измерений на переменном токе, что не требует дополнительных источников постоянного тока.

Для решения поставленной задачи были получены математические модели устройства РПН СТ и привода РПН, позволяющие в реальном времени производить расчет критических параметров, определяющих наличие дефектов на ранних стадиях развития. Разработано устройство согласования сигнала, которое с входной стороны включается во вторичные цепи релейной защиты и автоматики, а с выходной – к многоканальному аналого-цифровому преобразователю (АЦП). Сигнал с АЦП поступает в персональный компьютер, где происходит последующая обработка информации. Разработана компьютерная программа, реализующая обработку сигналов полученных с многоканального АЦП в соответствии с предлагаемыми математическими моделями.

Для апробации полученных моделей [1] был выбран действующий трансформатор Тр1 подстанции «Тереховка 110» ТДТНГ-11500/110 (рис. 1, а).

Подключение измерительного комплекса производилось в существующие вторичные цепи измерительных трансформаторов тока и напряжения (рис. 1).



Рис. 1. Объект исследования: а – трансформатор; б – инженеры электрических сетей осуществляют подключение средств измерений в релейном зале подстанции

В процессе измерения были получены осциллограммы мгновенных значений токов и напряжений в обмотках СТ.

Результаты измерений они же исходные данные для расчетов представлены на рис. 2. Перед расчетами необходимо выполнить фильтрацию, для того чтобы не потерять полезную информацию в сигнале оценим наличие периодических помех обу-

словленных техническим состоянием изоляции отдельных фаз в линии и трансформаторе (рис. 2).

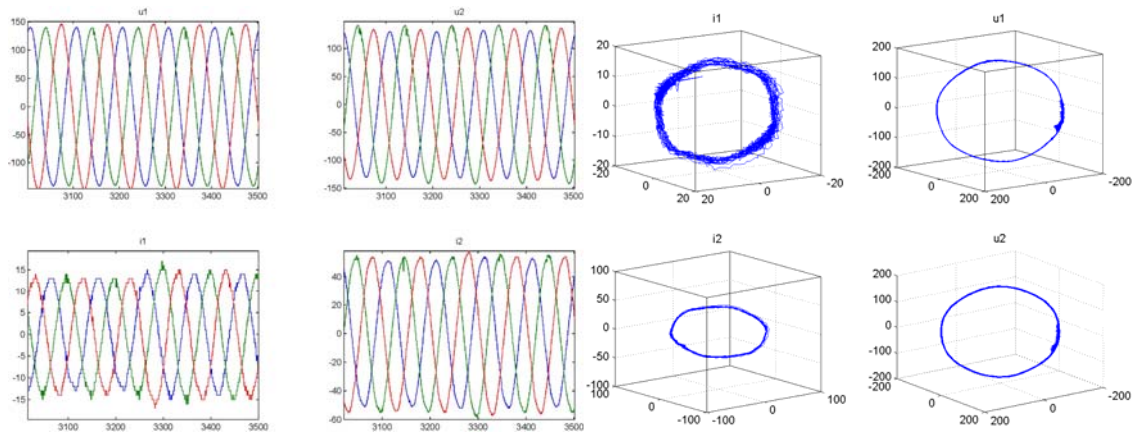


Рис. 2. Мгновенные значения токов и напряжений в обмотках исследуемого трансформатора в момент переключения и предварительная оценка периодических помех

Результаты расчета по методикам [1] приведены на рис. 3.

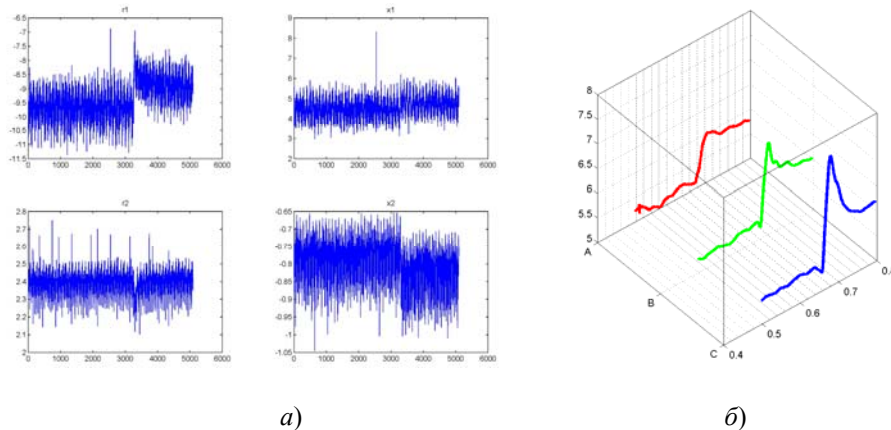


Рис. 3. Результаты расчета: а – мгновенного сопротивления фаз обмоток трансформатора, б – действующего значения токов в фазах первичной обмотки

Результаты, представленные на рисунке 3, дают четкую информацию о моментах переключения ответвлений трансформатора. Данные представленные на рис. 3, б можно также использовать для более тонкой настройки дифференциальной защиты силового трансформатора.

Для верификации полученных результатов разложим фазные токи и напряжения обмоток трансформатора в базисах всплесков [2] (рис. 4).

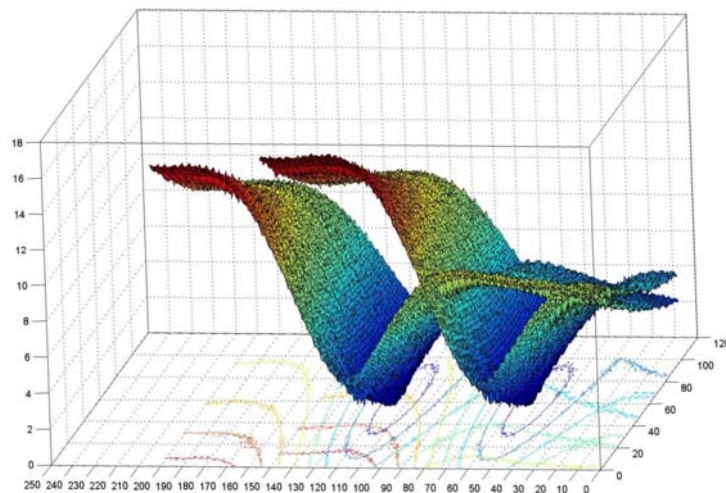


Рис. 4. Результат частотного анализа в базисах всплесков и наложения результатов для токов двух фаз первичной обмотки трансформатора

Полученные результаты доказывают возможность применения разработанных методик [1], [2] для осуществления непрерывной диагностики устройства РПН силовых трансформаторов. С помощью апробованных средств уже возможно в настоящий момент осуществлять непрерывную проверку синхронизации контактов РПН по фазам, а также выявление наличия разрывов тока в процессе коммутации.

Литература

251. Прохорчик, М. Непрерывный мониторинг состояния устройства РПН силовых трансформаторов / М. Прохорчик // Литва без науки – Литва без будущего. Транспорт : сб. тр. 10-й конф. молодых ученых Литвы. – Вильнюс : Техника, 2007.
252. Широков, О. Г. Метод идентификации фаз переключения контактора РПН без вывода силового трансформатора работы: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. / О. Г. Широков, М. А. Прохорчик. – Гомель : ГГТУ им П. О. Сухого, 2009.

Научное издание

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

**МАТЕРИАЛЫ
X Международной межвузовской
научно-технической конференции
студентов, магистрантов и аспирантов**

Гомель, 29–30 апреля 2010 года

В авторской редакции

Компьютерная верстка: Н. Б. Козловская, М. В. Аникеенко

Подписано в печать 02.09.10.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 58,59. Уч.-изд. л. 51,4.

Тираж 170 экз. Заказ № /75.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.