

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Advanced science

Научный журнал
№ 1 (4)

Киров

2014

Главный редактор

Пугач В. Н.

кандидат экономических наук,
ректор ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Заместитель главного редактора

Литвинец С. Г.

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
проректор по НиИ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Редакционная коллегия:

Бахтимов А. А.

кандидат экономических наук, начальник управления научных исследований и
подготовки научных кадров

Частиков А. В.

доктор технических наук, профессор, декан ФПМТ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Князьков В. С.

доктор технических наук, профессор кафедры ЭВМ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Шатров А. В.

доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой ММЭ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Черепанов В. В.

доктор технических наук, профессор кафедры ЭПС ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Эфрос Е. И.

доктор технических наук, профессор кафедры ТиГ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Прозоров Д. Е.

доктор технических наук, профессор кафедры РЭС ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Петров Е. П.

доктор технических наук, профессор кафедры РЭС ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Решетников С. М.

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физики
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Тюкалов Ю. Я.

доктор технических наук, профессор кафедры СК ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Красных А. А.

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ЭиЭ
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Ковалевский А. В.

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ОХ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Флегентов И. В.

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ПЭБ
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Бывалов А. А.

доктор биологических наук, профессор кафедры БТ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Дармов И. В.

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой
микробиологии ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Бурцева Т. А.

доктор экономических наук, профессор, декан факультета экономики и менеджмента
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Печенкин А. А.

доктор исторических наук, профессор, декан ГФ ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Ненашев М. И.

доктор философских наук, профессор кафедры ФСП ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Стяжкина С. А.

начальник полиграфического редакционно-издательского подразделения
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Дубовцева Л. В.

старший преподаватель кафедры иностранных языков ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Гладких Е. О.

редактор полиграфического редакционно-издательского подразделения
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Кайгородцева Е. В.

редактор полиграфического редакционно-издательского подразделения
ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Шишкина Т. Н.

зав. справочно-информационным отделом ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

Назарова А. В.

библиотекарь второй категории

Верстка: ***Гладких Е. О., Кайгородцева Е. В.***

Редакция и перевод иностранных текстов: ***Дубовцева Л. В.***

Правка библиографических списков: ***Шишкина Т. Н., Назарова А. В.***

«Вятский государственный университет» ПРИП

ФГБОУ ВПО «ВятГУ» 610000, Киров,

ул. Московская, 36. Тел.: (8332) 64-23-56, <http://vyatsu.ru>

Свидетельство о регистрации средства массовой информации

(Министерство по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций)

Эл. № ФС77-50605

Содержание

Факультет автоматики и вычислительной техники

Охапкин С. И., Мокрушин С. А., Афанасьев С. Г.

К вопросу о методах идентификации теплоэнергетических объектов управления

Факультет прикладной математики и телекоммуникаций

Романов С. В.

Метод иерархической маршрутизации

Факультет автоматизации машиностроения

Агапов А. И.

Оптимизация раскроя сегмента на обрезные пиломатериалы при брусовом способе распиловки пиловочника

Бурков А. А., Фомин С. В.

Исследование влияния способа формирования смесевых полимерных композиций «поли-3-гидроксibuтират – полиизобутилен» на структуру данных композитов

Куимов Е. А., Перевоицков В. Д., Жуйков В. А.

Технологические особенности процесса электрогидроимпульсной штамповки

Электротехнический факультет

Вихарев А. П.

Методика расчета мощности потерь в стальных сердечниках сталеалюминиевых проводов

***Изотов А. И., Никулин С. В., Тимошенко В. Н., Изотов С. А.,
Фоминых А. А., Прокошев Д. К., Тимина Н. В.***

Снижение износов элементов узлов токосъема за счет применения смазывающих щеток, выполненных из дисульфида молибдена

Холманских В. М., Порошин Д. А.

Оптимизация обменного фонда элементов электрооборудования

Эфрос Е. И., Калинин Б. Б., Татарина Н. В.

Некоторые результаты расчетных исследований переменных режимов работы теплофикационных турбоустановок с целью разработки предложений по повышению их энергетической эффективности в реальных условиях эксплуатации

Эфрос Е. И., Калинин Б. Б., Татарина Н. В.

Сравнительные расчетные исследования переменных режимов работы теплофикационной турбоустановки с использованием предложенной математической модели и типовых нормативных характеристик

Эфрос Е. И., Сущих В. М., Татарина Н. В.

Теоретические предпосылки возможной эффективности перевода теплофикационных турбин в режим работы по электрическому графику с включенными теплофикационными отборами

Факультет строительства и архитектуры

Беляев А. Н., Флегентов И. В.

Эффективность использования новых направлений интенсификации процесса дезинфекции при водоподготовке

Беляев А. Н., Флегентов И. В., Куц Е. В.

Выбор технологии очистки сточных вод пивоваренного производства ОАО «Вятич»

Зонов А. В., Полевщиков А. С.

Исследование применения этанола в дизеле 2ч 10,5/12,0 с двойной системой топливоподачи на экономические и индикаторные показатели

Зонов А. В., Полевщиков А. С.

Исследование экологических показателей дизеля 4ч 11,0/12,5 при работе на этанола-топливной эмульсии на различных скоростных и нагрузочных режимах

Рублева О. А.

Изменения структуры древесины сосны при внедрении призматического индентора вдоль волокон

Шишкин В. М., Левашов А. П.

Конечно-элементное моделирование статической реакции трехслойной пластины с композитными несущими слоями и легким наполнителем

Факультет экономики и менеджмента

Бурцева Т. А.

Использование процедуры дискриминантного анализа в маркетинговых исследованиях

Ганичева А. Н.

Особенности формирования тарифов на транспортные услуги

Каранина Е. В.

Формирование и автоматизация процесса интегральной оценки риск-системы промышленного предприятия

Каранина Е. В., Смердова Н. Ю.

Методологические аспекты формирования, оценки и совершенствования системы стратегического управления бизнес-рисками предприятия

Кузнецова А. В.

Региональные продуктовые бренды: финансовая оценка на основе выявления основных факторов развития

Савельева Н. К.

Технология управления формами и методами ценовой и неценовой конкуренции

Соболева О. Н.

Кластер-основа развития региона

Фокина О. В.

Маркетинговая составляющая определений «торговая марка» и «бренд»

Гуманитарный факультет

Быкова Е. В.

Эволюция эстетических взглядов об иконе в старообрядческой литературе как отражение менталитета «ревнителей древлего благочестия»

Злобина И. С.

Различия британского и американского сленга

Ленина С. В.

Аспект зрительного восприятия действительности

Москвин А. С.

Сущность и причины зарождения автономных социокультурных зон

Кропачева К. И.

Антропонимы в англоязычной художественной литературе

Чащина С. В.

«Телевидение как творческое медиа»: из истории видеоарта

Шагин З. С.

Мистическое мышление: структура и формы

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

ON THE IDENTIFICATION METHODS OF HEAT-AND-POWER CONTROL OBJECTS

Предлагаются инженерные подходы к прогнозированию поведения и реализации законов автоматического управления тепловыми процессами. Проводится анализ адекватности моделей реальному процессу при различных законах управления.

We propose design approaches for predicting the behavior and implementation of automatic control laws by heat processes. We also analyze the model adequacy to a real process under various control laws.

Ключевые слова: модель, кривая разгона, передаточная функция, регулятор, имитация, нагревательный процесс.

Keywords: model, acceleration curve, transfer function, regulator, simulation, heating process.

Автоматизация теплоэнергетического оборудования расширяет его возможности и способствует созданию высокоэффективных, экономичных и экологически чистых теплосиловых установок. Возрастающий объем в автоматизации занимают системы автоматического регулирования (САР) различных технологических процессов в теплоэнергетике. Постоянно

совершенствуются структуры САР, используются новые законы регулирования, которые формируют управляющие воздействия на объект регулирования с целью компенсации реакции на возмущающие воздействия. В настоящее время одним из наиболее эффективных методов синтеза управляющей системы указанными объектами является метод моделирования. При этом оптимизация настроек (параметров) регулирующих устройств во многом определяется степенью адекватности модели.

Расчет систем автоматического регулирования (САР) основывается на статических и динамических характеристиках объектов регулирования. При проектировании САР статические и динамические характеристики определяют по справочникам, а в большинстве случаев формируют экспериментально. Динамическими характеристиками объекта называют изменение выходной величины объекта во времени при некоторых заранее заданных типовых изменениях входной величины объекта. Обычно в качестве типовых входных воздействий выбирают ступенчатое, импульсное, периодическое либо гармоническое воздействие [1].

Наиболее распространенной динамической характеристикой для теплоэнергетических объектов можно считать кривую разгона, т. е. изменение во времени выходной величины объекта $X_{вых.об}$ после ступенчатого изменения входной величины на $\Delta X_{вх.об}$. Ступенчатое возмущающее воздействие и кривые разгона статического и астатического объекта приведены на рис. 1. Кривая разгона позволяет определить передаточную функцию объекта управления.

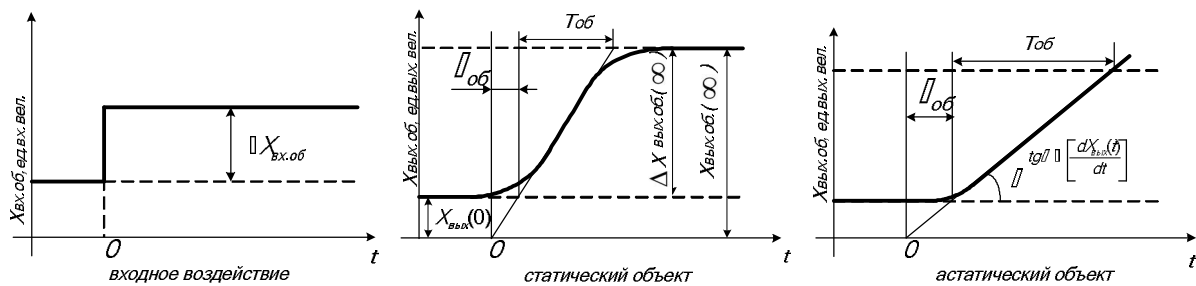


Рис. 1. Кривые разгона объектов при ступенчатом входном воздействии

В нашем случае передаточная функция статического объекта:

$$W_{об}(p) = \frac{k_{об} e^{-\tau_{об} p}}{T_{об} p + 1}, \quad (1)$$

где $T_{об}$ – постоянная времени;

$\tau_{об}$ – время запаздывания;

$k_{об}$ – коэффициент передачи:

$$k_{об} = \frac{\Delta X_{вых.об}}{\Delta X_{вх.об}} \frac{\text{ед.рег.величины}}{\text{ед.входной величины}}. \quad (2)$$

Существует несколько методов обработки разгонной характеристики исследуемого объекта с целью получения его передаточной функции: графический способ, графоаналитический способ, аппроксимация кривой разгона при помощи номограммы, интерполяционный метод (метод Ормана), метод интегральных площадей (метод М. Симою) [1]. Для получения передаточной функции были рассмотрены наиболее эффективные методы идентификации объекта управления [2]: графический способ, графоаналитический способ и метод М. Симою. При исследовании были получены кривые разгона объекта управления – физического

эмулятора печи ОВЕН ЭП-10 при различных уровнях мощности (30 %, 100 %).

Управляющее входное воздействие на объект (рис. 1) подавалось с помощью контроллера, выходное реле которого способно генерировать широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) с периодом 1 секунда. Алгоритм работы блока ШИМ программно реализован в среде разработки CoDeSys [3] и записан в программе контроллера как отдельный функциональный блок [2].

Экспериментально полученные кривые разгона представлены на рис. 2. Передаточные функции, полученные по кривым разгона снятым при 30 % мощности входного воздействия на объект управления, сведены в табл. 1. Рассматриваемые в статье методы идентификации объекта управления по его кривой разгона подробно описаны в [1, 4].

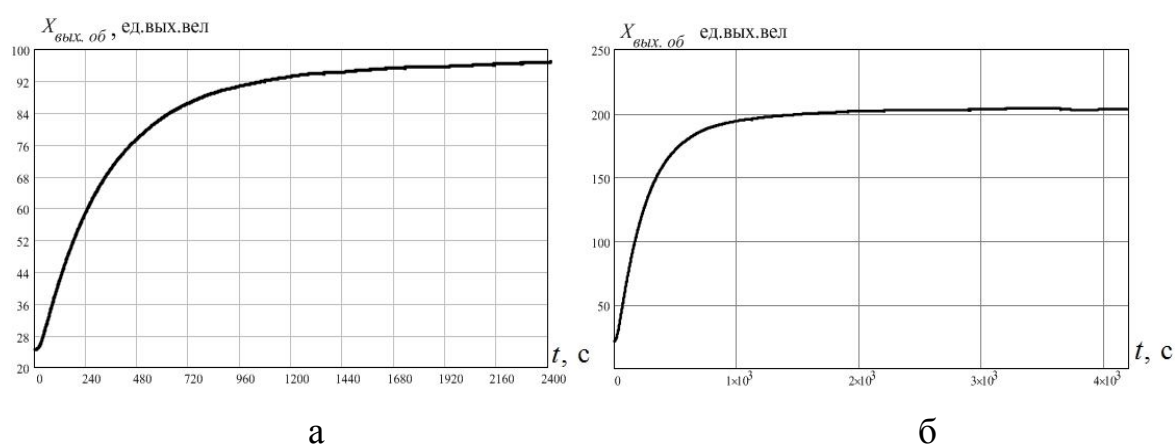


Рис. 2. Экспериментальные кривые разгона полученные: а – при 30 % мощности; б – при 100 % мощности

Таблица 1

Передаточные функции объекта управления снятые при 30 % мощности

Метод обработки разгонной характеристики	30 % мощности
Графический	$\frac{2,41 e^{-11p}}{397,6p+1}$
Графоаналитический	$\frac{2,41 e^{-21p}}{336,4p+1}$
Симою	$2,41 \frac{275.5p+1}{101519p^2+632.8p+1} e^{-11p}$

Модели, отражающие указанные в табл. 1 передаточные функции объекта, реализованы в пакете System View [5]. На рис. 3 показаны кривые разгона, полученные при экспериментальных исследованиях и моделировании.

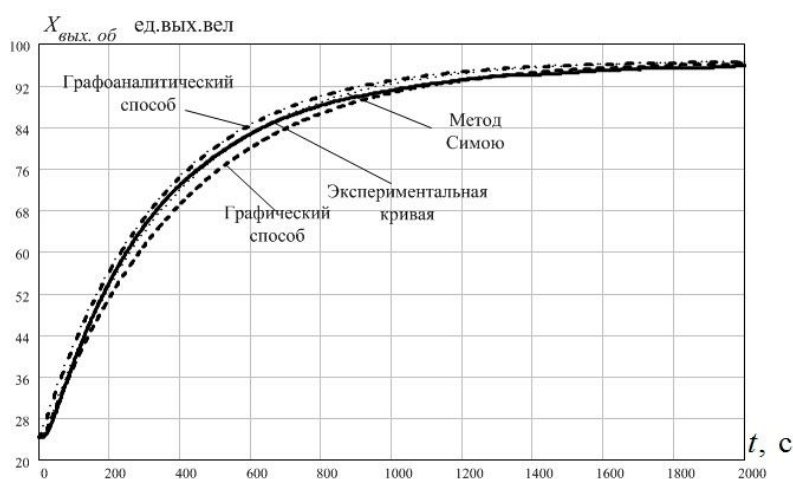


Рис. 3. Кривые разгона при 30 % мощности входного воздействия

Из рис. 3 видно, что динамическая характеристика, полученная по передаточной функции из кривой разгона обработанной методом Симою,

практически совпадает с реально снятой в ходе эксперимента кривой разгона объекта управления. Кривая, полученная графоаналитическим методом имеет отклонение от экспериментальной около 2 %. У графического способа ошибка составляет около 5 %.

Так как при графическом методе получилась наибольшая ошибка, для получения передаточных функций при 100 % мощности использовались графоаналитический метод и метод Симою.

Таблица 2

Передаточные функции объекта управления снятые при 100 % мощности

Метод	100 % мощности
Графоаналитический	$\frac{1,823 e^{-11p}}{263,23 p+1}$
Симою	$1,831 \frac{562,6 p+1}{164422,6 p^2 + 919.6 p+1} e^{-12p}$

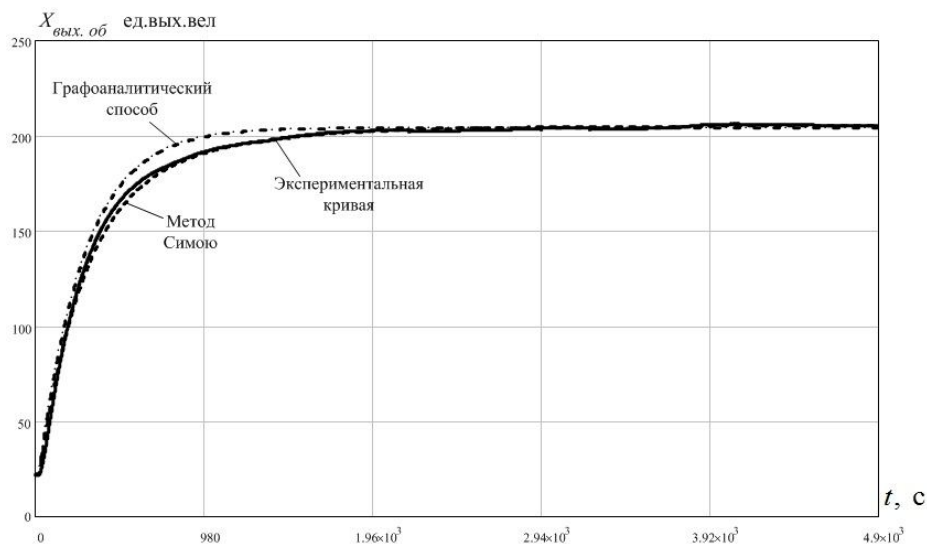


Рис. 4. Сравнение кривых разгона при 100 % мощности входного воздействия

Для данного случая наилучший результат обеспечивается методом Симою. Таким образом, предлагается выбрать метод Симою, как наилучший из вышерассмотренных.

Для оценки адекватности полученной модели в составе системы регулирования были проведены экспериментальные исследования при реализации релейного закона регулирования температуры [6]. Релейный (двухпозиционный) регулятор обеспечивает хорошее качество регулирования для инерционных объектов с малым запаздыванием, не требует сложной настройки и прост в реализации. Двухпозиционные регуляторы используются для управления переключающимися элементами – дискретными исполнительными устройствами:

- электромеханическими реле;
- контакторами;
- транзисторными ключами;
- симисторными или тиристорными устройствами;
- твердотельными реле и др.

Структурная схема двухпозиционной системы регулирования; математическая модель, реализованная в пакете System View и графики переходных процессов системы автоматического регулирования температуры показаны на рис. 5, 6, 7, соответственно.

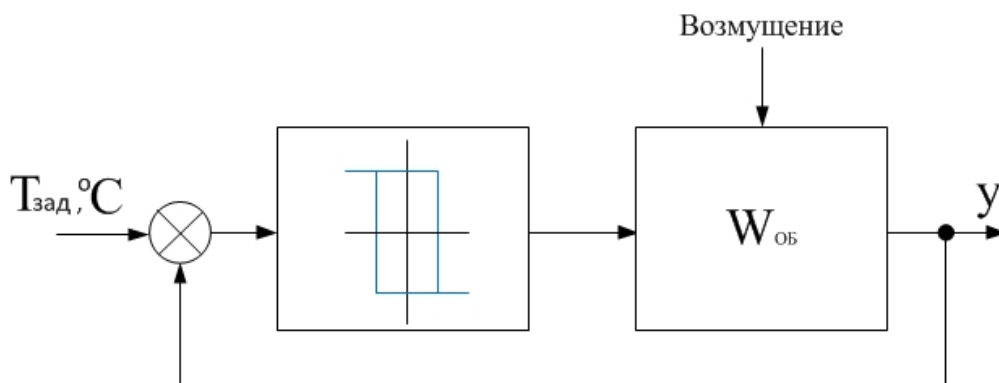


Рис. 5. Структурная схема системы с релейным регулятором в контуре регулирования

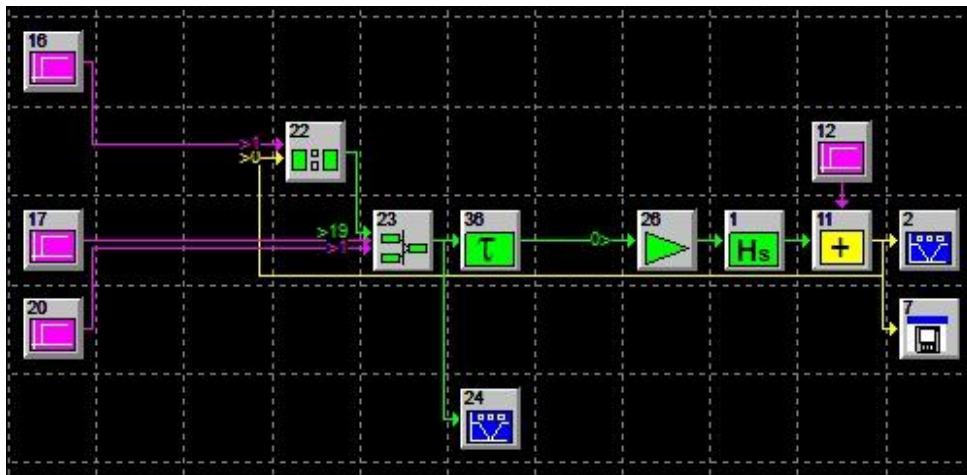


Рис. 6. Модель системы в пакете System View с релейным регулятором

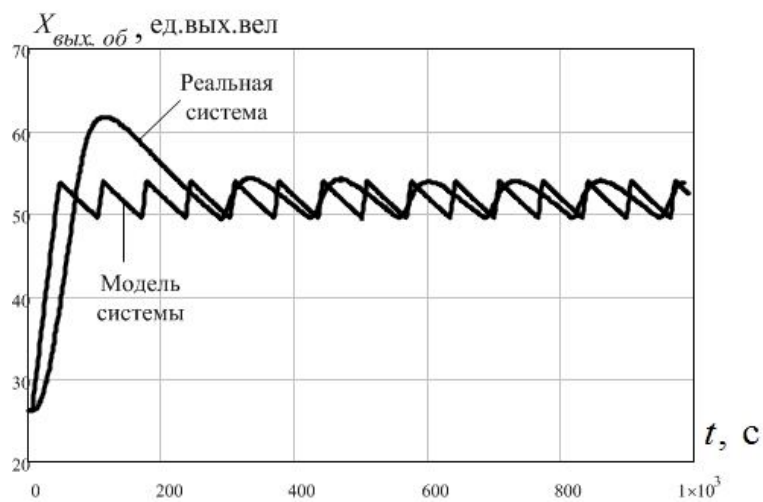


Рис. 7. Кривые регулирования температуры на выходе реальной системы управления и ее модели

Сходимость поведения модели и реального объекта предлагается оценить с помощью следующих показателей:

- относительного изменения частоты переключений релейного регулятора ΔT_* ;

– относительного отклонения выходной величины (температуры) в установившемся режиме ΔX_* ;

– относительного перерегулирования σ .

Данные показатели можно определить по формулам:

$$\Delta T_* = \frac{|T_{реал} - T_{мод}|}{T_{реал}}, \quad (3)$$

где $T_{реал}$ – частота переключений релейного регулятора в реальной системе;

$T_{мод}$ – частота переключений релейного регулятора в модели системы.

$$\Delta X_* = \frac{|X_{max} - X_{min}|}{X_{зад}}, \quad (4)$$

где X_{max} – максимальное отклонение выходной величины (температуры) в установившемся режиме;

X_{min} – минимальное отклонение выходной величины (температуры)

в установившемся режиме;

$X_{зад}$ – заданное значение выходной величины (температуры).

$$\sigma = \frac{T_{max} - T_{уст}}{T_{уст}}, \quad (5)$$

где T_{max} – максимальная температура переходного процесса;

$T_{уст}$ – установившаяся температура переходного процесса.

Показатели процесса регулирования

Параметр	Значение параметра	
	Реальный объект	Модель
ΔT_*	0,5	
ΔX_*	0,1	0,1
$\sigma_{реал}$	0,19	0

Сравнив график переходного процесса на выходе модели с графиком снятым на реальном объекте (рис. 7), был сделан вывод, что модель в значительной степени не соответствует реальному процессу регулирования.

Существуют подходы [7] при которых удается улучшить сходимость поведения модели и реального объекта за счет представления звена запаздывания последовательным соединением инерционных звеньев.

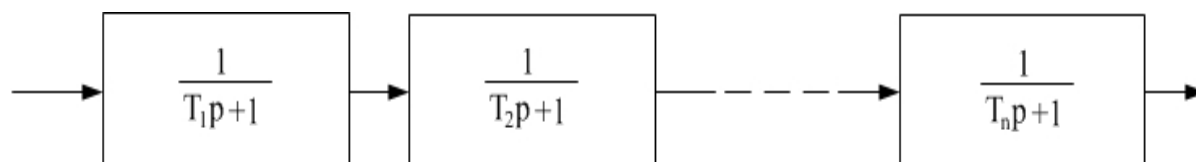


Рис. 8. Структурная схема реализации запаздывания

Для расчета T_n используется следующая формула [7]:

$$T_n = \frac{\tau_{об}}{n}, \quad (6)$$

где n – число инерционных звеньев 1-го порядка.

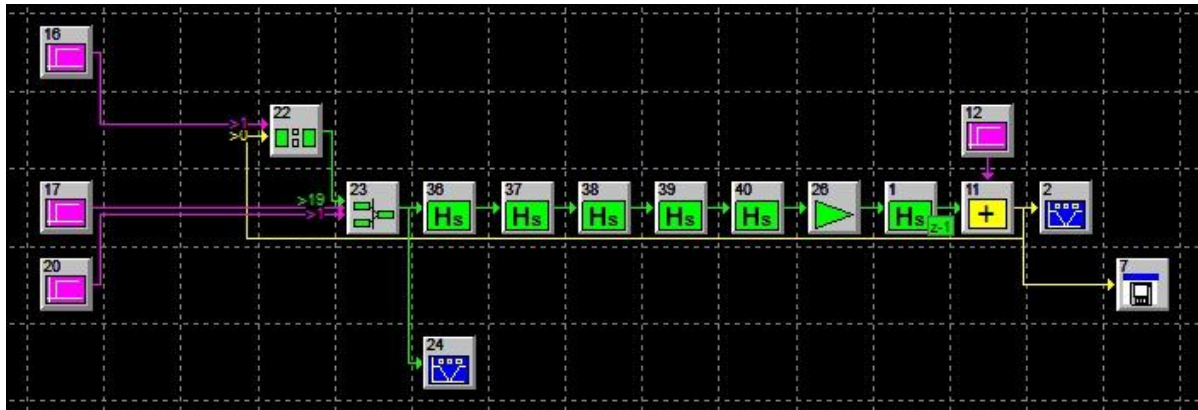


Рис. 9. Модель системы в пакете System View с релейным регулятором и с измененной структурой звена запаздывания в объекте ($n=5$; $T_n=2,4$)

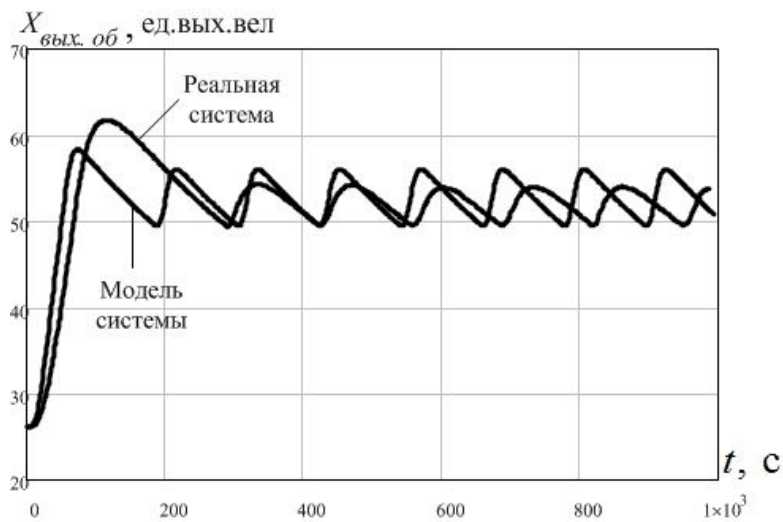


Рис. 10. Кривые регулирования температуры на выходе реальной системы управления и ее модели

Таблица 4

Показатели процесса регулирования

Параметр	Значение параметра	
	Реальный объект	Модель
ΔT_*	0,12	
ΔX_*	0,1	0,14
$\sigma_{реал}$	0,19	0,1

Анализ табл. 4 показывает, что при введении инерционных звеньев поведение модели приближается к поведению реального объекта.

Таким образом, применение метода Симою для анализа кривой разгона и введение цепи инерционных звеньев вместо звена запаздывания в системе с релейным регулятором позволяют идентифицировать реальные теплоэнергетические объекты с достаточной для практического использования точностью.

Литература

1. Мартыненко И. И., Лысенков В. Ф. Проектирование систем автоматики. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1990. 243 с.

2. Сравнительный анализ методов идентификации объекта управления / С. А. Мокрушин и др. // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ: 15–26 апр. 2013 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т. Киров, 2013. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 22).

3. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 256 с.

4. Методика идентификации объекта управления с целью его дальнейшей автоматизации / С. А. Мокрушин и др. // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ: 15–26 апр. 2013 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т. Киров, 2013. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет

автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 7).

5. Загидулин Р. Ш., Карутин С. Н., Стешенко В. Б. System View. Системотехническое моделирование устройств обработки сигналов. М. : Горячая линия-Телеком, 2005. 294 с.

6. Модель системы управления тепловыми процессами / С. А. Мокрушин, С. И. Охапкин, С. Г. Афанасьев // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ: 15–26 апр. 2013 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т. Киров, 2013. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 19).

7. Янушевский Р. Т. Управление объектами с запаздыванием. М. : Наука, 1978. 416 с.

Информация об авторах

Data on authors

Охапкин Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 88332642525

E-mail: ohapkin@vyatsu.ru

Мокрушин Сергей Александрович – преподаватель кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 88332642525

E-mail: mokrushin@vyatsu.ru

Афанасьев Сергей Геннадьевич студент кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ФГБОУ «ВятГУ».

Тел.: 88332642525

E-mail: 777e-jay777@rambler.ru

Ohapkin Sergei Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Electrical Drives and Automation of Industrial Installations, Vyatka State University.

Tel.: 88332642525

E-mail: ohapkin@vyatsu.ru

Mokrushin Sergei Alexandrovich – lecturer of the Department of Department of Electrical Drives and Automation of Industrial Installations, Vyatka State University.

Tel.: 88332642525

E-mail: mokrushin@vyatsu.ru

Afanasiev Sergei Gennadyevich – undergraduate student of the Department of Electrical Drives and Automation of Industrial Installations, Vyatka State University.

Tel.: 88332642525

E-mail: 777e-jay777@rambler.ru

МЕТОД ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ

HIERARCHICAL ROUTING METHOD

Изложен метод иерархической маршрутизации в мобильных самоорганизующихся сетях (MANET). Описана архитектура протокола, реализующего разработанный метод маршрутизации, приведен пример маршрутизации IP-пакетов в двухуровневой иерархической сети.

The method of hierarchical routing in mobile ad-hoc networks (MANET) is explained. The architecture of the protocol implementing the developed method and the example of routing in a two-level hierarchical network are described.

Ключевые слова: самоорганизующаяся сеть, маршрутизация.

Keywords: ad-hoc, MANET, routing

Введение

MANET – мобильные самоорганизующиеся сети (Mobile Ad-hoc NETworks), использующие распределенные принципы управления с возможностью самоорганизации и самоуправления узлов сети. Узлы MANET взаимодействуют случайным образом, при этом связь между парой узлов может осуществляться через цепочку посредников. Поэтому к функциям сетевых узлов MANET относятся не только прием и обработка

данных, но и прокладка маршрута (маршрутизация) внутри сети к промежуточным узлам по пути к конечному адресату.

Протоколы маршрутизации MANET можно условно подразделить на следующие основные группы [1]:

- протоколы с проактивной маршрутизацией;
- протоколы с реактивной маршрутизацией;
- иерархические протоколы.

Обычно, при достижении размера беспроводной сети некоторого порогового значения, алгоритмы с «плоской» маршрутизацией (AODV, DSR и проч.), относящиеся к первым двум группам, становятся непригодными для использования из-за значительного роста служебного трафика. Одним из способов решения этой проблемы является иерархическая маршрутизация [1].

Наиболее популярной идеей в иерархических протоколах маршрутизации является объединение узлов в кластеры по тому или иному признаку. Каждый кластер содержит лидера или «вершину кластера», для связи с узлами других кластеров. Способ маршрутизации меняется в зависимости от положения адресата внутри или вне зоны [1], [2].

В данной работе описывается метод иерархической маршрутизации, позволяющий обеспечить масштабируемость MANET-сети в широком диапазоне абонентской емкости (10^2 – 10^3 сетевых узлов).

Структура протокола, реализующего метод иерархической маршрутизации

Методы иерархической маршрутизации в общем случае могут включать в себя несколько независимых компонент:

- метод внутрикластерной (внутризоновой) маршрутизации;
- метод межкластерной (межзоновой) маршрутизации;

- метод кластеризации;
- метод формирования уникальных идентификаторов сетевых узлов (метод иерархической адресации);
- метод получения информации о топологии сети.

Указанные компоненты должны быть, по возможности, независимыми для снижения временных затрат на практическую реализацию разработанного метода в виде протокола маршрутизации MANET и его отладку.

Здесь и далее будем называть функциональные модули (компоненты) протокола, реализующего метод маршрутизации «агентами».

Модульная структура иерархического протокола позволяет применять для внутрикластерной маршрутизации алгоритмы, использующие информацию о географическом положении сетевых узлов. Алгоритмы геомаршрутизации обеспечивают сокращение доли служебного трафика на этапе открытия маршрутов и могут оптимизировать маршруты исходя из имеющейся геоинформации [3].

С учетом вышесказанного протокол, реализующий метод иерархической маршрутизации должен состоять из следующих независимых модулей (агентов):

- агент иерархической маршрутизации (АИМ);
- агент внутрикластерной маршрутизации (АВМ);
- агент кластеризации (АК), инкапсулирующий: метод кластеризации узлов сети, метод получения информации о топологии сети;
- агент геоинформации (АГ), инкапсулирующего метод получения информации о местоположении узлов сети.

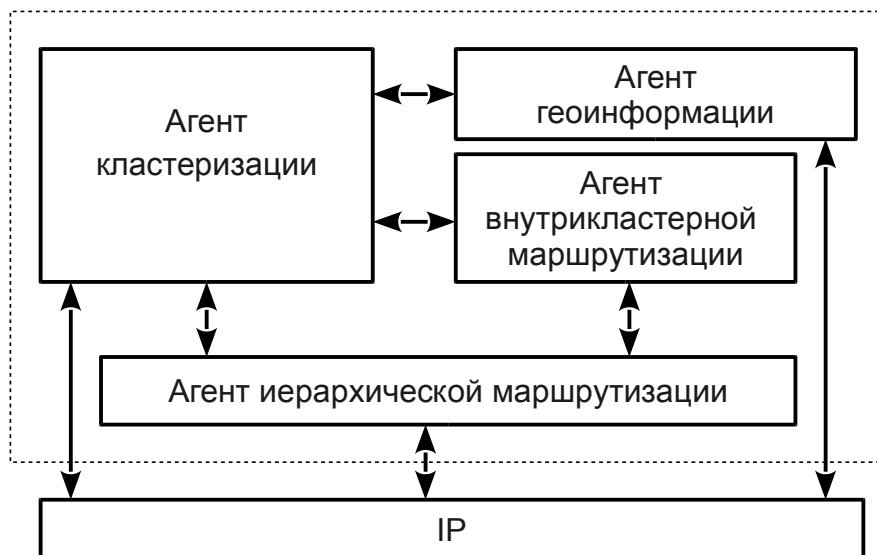


Рис. 1. Обобщенная архитектура протокола маршрутизации

Обобщенная архитектура протокола, реализующего метод иерархической маршрутизации представлена на рис. 1.

В иерархических протоколах маршрутизации могут применяться как обычные, принадлежащие одновременно нескольким кластерам, так и распределенные шлюзы. Под распределенным шлюзом понимается пара узлов, принадлежащих разным кластерам, через которые осуществляется межкластерный обмен данными.

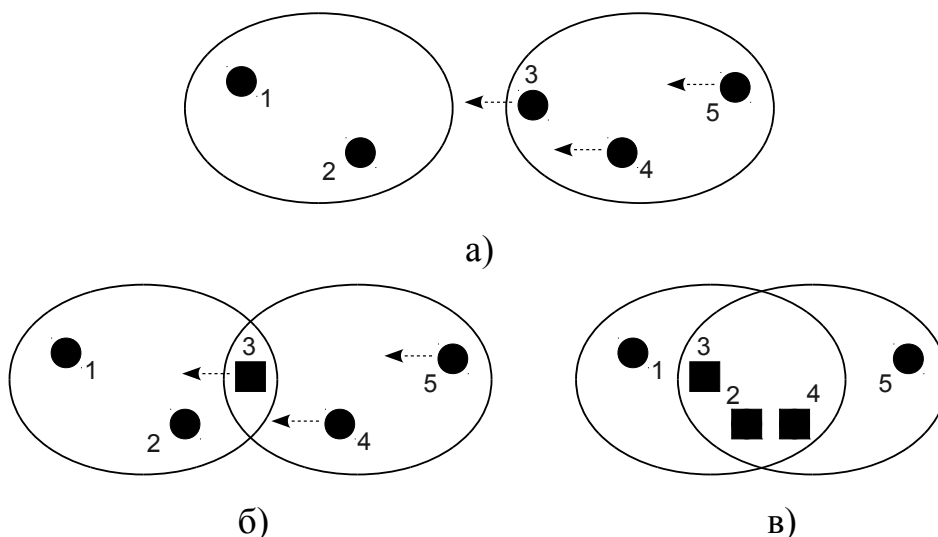


Рис. 2. Иллюстрация проблемы кластеризации при наличии «сосредоточенных» шлюзов

Большинство методов маршрутизации предусматривают возможность образования нескольких шлюзов между парой близко расположенных кластеров. В этом случае, при использовании «сосредоточенных» шлюзов – узлов, одновременно принадлежащих нескольким кластерам, может наблюдаться процесс, приводящий к значительному сокращению емкости сети – рис. 2.

В качестве примера, на рис. 2 изображен процесс кластеризации узлов при сближении двух кластеров: первый кластер содержит узлы 1 и 2, второй – узлы 3, 4 и 5. После появления узла 3 в зоне радиовидимости первого кластера, узел 3 меняет свой статус на статус шлюза – рис. 2 б. На этом этапе первый кластер содержит узлы 1, 2 и 3, второй – узлы 3, 4 и 5. При дальнейшем сближении кластеров количество шлюзов увеличивается – рис. 2 в. В наихудшем случае все узлы обоих кластеров могут стать шлюзами. Тогда общая емкость сети остается прежней, а емкость кластеров увеличивается. Вследствие быстрого роста служебного трафика при увеличении количества узлов кластеров ухудшаются показатели эффективности протокола маршрутизации.

Для решения описанной проблемы в разработанном методе иерархической маршрутизации использована идеология «распределенных» шлюзов – рис. 3.

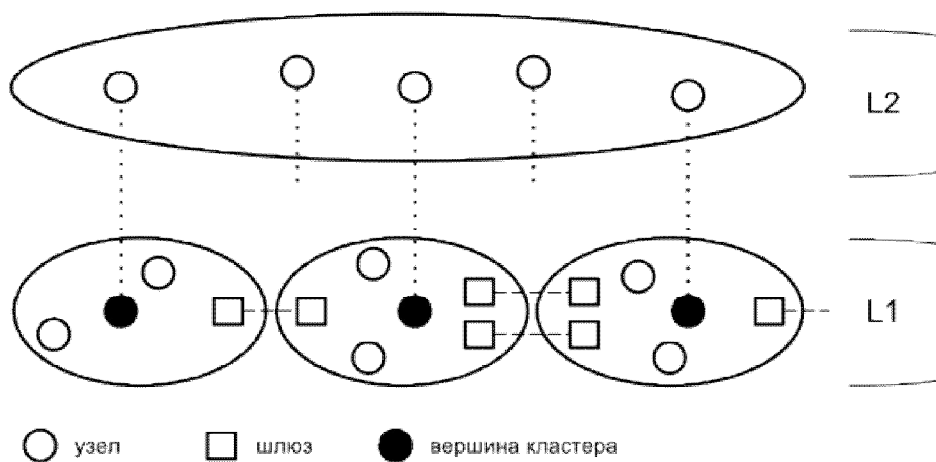


Рис. 3. Кластерная структура сети

Сетевые узлы могут одновременно выполнять различные функции на различных уровнях. Например: вершина кластера на уровне L1 является «обычным» узлом уровня L2.

Маршрутизация на каждом уровне иерархии поддерживается независимо от других уровней. Взаимодействие между уровнями – рекурсивное. Аналогом данного метода маршрутизации является HSR [4].

Иерархическая адресация

«Плоские» алгоритмы маршрутизации, применяемые как самостоятельно, так и в составе гибридных и иерархических протоколов маршрутизации, теряют свою эффективность при количестве узлов сети (кластера) более 10^2 [1]. Таким образом, при использовании структуры сети – рис. 3 для достижения емкости сети порядка тысячи узлов достаточно двух уровней иерархии.

На каждом уровне иерархии сетевой узел имеет уникальный идентификатор (иерархический адрес) вида $ID = \langle IP_2, IP_1 \rangle$. Здесь, IP_1 – адрес сетевого узла (уровень L1); IP_2 – адрес вершины кластера (уровень L2). В том случае, если $IP_1 = IP_2$, узел является вершиной кластера.

Если узел выполняет функции шлюза, он имеет несколько идентификаторов. Например, $ID_1 = \langle IP_2, IP_1 \rangle$ и $ID_2 = \langle IP_4, IP_5 \rangle$. Первый идентификатор ID_1 является уникальным идентификатором узла. Остальные идентификаторы необходимы для описания соседних узлов, принадлежащих другим кластерам. Так, в приведенном примере узел с идентификатором ID_1 является шлюзом между кластерами с вершинами IP_2 и IP_4 .

Функции модулей протокола иерархической маршрутизации

Обозначим термином «IP-подсистемы» системные функции низкого уровня, отвечающие за: 1) формирование полей и сборку IP-пакетов, разбор и извлечение данных из IP-пакетов.

Тогда агент иерархической маршрутизации (АИМ) должен принимать от IP-подсистемы иерархический идентификатор адресата и возвращать вектор внутрикластерного маршрута (идентификатор следующего узла внутри кластера) и вектор межкластерного маршрута (идентификатор следующей вершины кластера по пути к конечному адресату).

Примечание: вектором маршрута является идентификатор следующего узла сети по пути к конечному адресату.

Агент внутрикластерной маршрутизации (АВМ) принимает от АИМ идентификатор адресата, определяет по таблице маршрутизации вектор маршрута и возвращает:

- либо вектор маршрута к адресату (если адресат находится внутри кластера);
- либо вектор маршрута к шлюзу (если адресат находится в соседнем кластере);
- либо вектор маршрута к вершине кластера (если маршрут не найден);
- либо код ошибки (если маршрут не найден и вершина кластера недоступна).

Агент геоинформации (АГ):
отправляет сообщения IP-подсистеме с информацией об изменении местоположения узла;

принимает от IP-подсистемы, обрабатывает и ретранслирует сообщения с информацией об изменении местоположения соседних узлов.

Агент кластеризации (АК):
реализует алгоритм кластеризации на уровне L1 и на уровне L2;

при потере связи с вершиной кластера реализует алгоритм выбора вершины кластера;

реализует алгоритм получения информации о топологии сети, выполняет рассылку и обработку служебных пакетов уровня $L\{i\}$.

Межкластерная маршрутизация IP-пакетов

Для иллюстрации метода иерархической маршрутизации рассмотрим двухуровневую сеть, содержащую три кластера с вершинами **b**, **f**, **m** и суперкластер, содержащий вершины кластеров (рис. 4). Узел-источник **a** имеет идентификатор (иерархический адрес) $ID_a = \langle b, a \rangle$. Узел-приемник **l** имеет идентификатор $ID_l = \langle m, l \rangle$.

Шаг 1. Узел **a** просматривает список узлов кластера и не находит адресат **l**. АИМ возвращает два идентификатора: на уровне L1 – идентификатор следующего узла по направлению к вершине – ID_b ; на уровне L2 – идентификатор вершины кластера – ID_b .

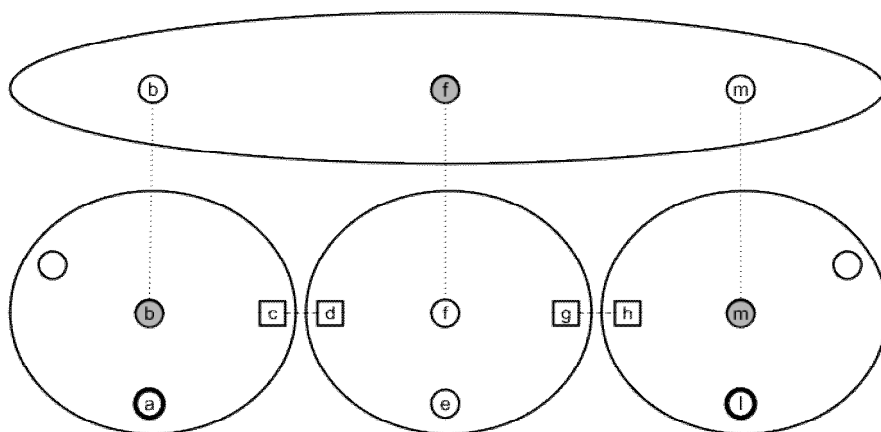


Рис. 4. Пример структуры сети с двухуровневой иерархией

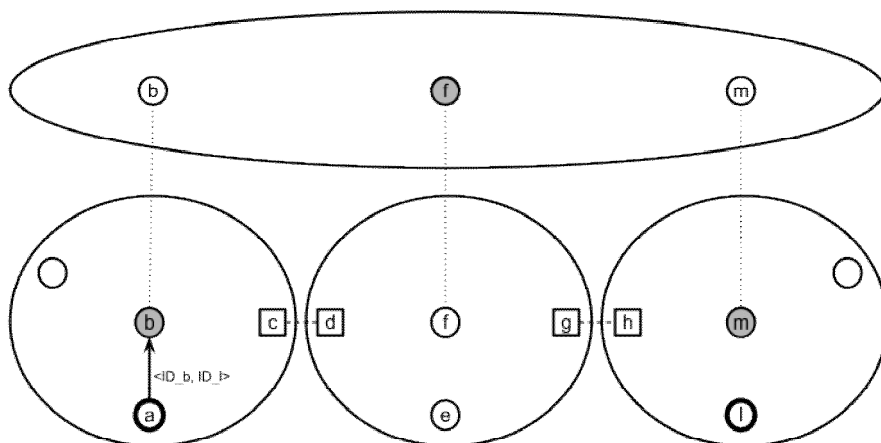


Рис. 5. Межкластерная маршрутизация, шаг 1

IP-пакет отправляется к узлу **b** – вершине кластера и содержит вектор маршрута уровня L2 и идентификатор адресата – рис. 5.

Шаг 2. Узел **b** просматривает список узлов кластера и не находит адресат **l**. Узел **b**, являясь вершиной кластера отправляет запрос АИМ уровня L2 (суперкластера).

На уровне L2 узел **b** просматривает список узлов суперкластера и обнаруживает узел **m**, входящий в идентификатор адресата $ID_{addr}=\langle m,l \rangle$. Узел **b** на уровне L2 просматривает таблицу маршрутизации и определяет вектор (следующий узел) на маршруте к адресату: $ID_{next}=\langle f,f \rangle$ – рис. 6.

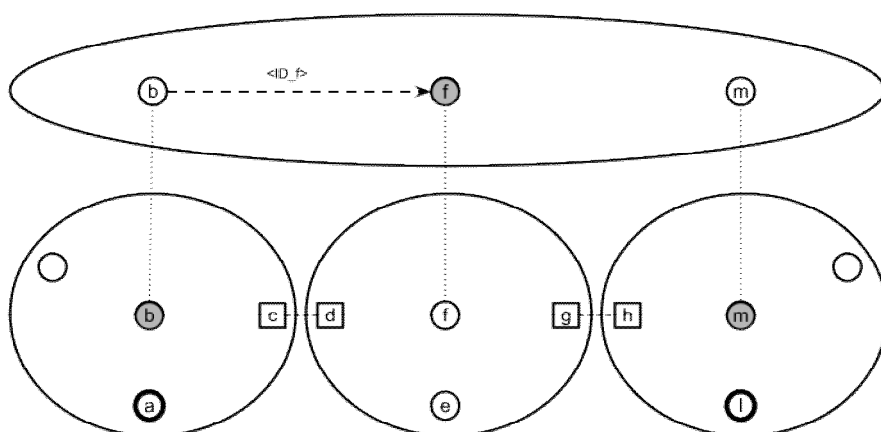


Рис. 6. Межкластерная маршрутизация, шаг 2 а

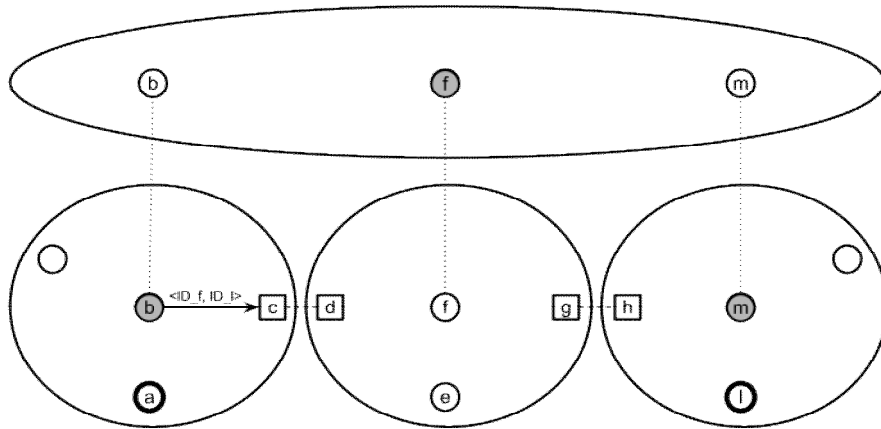


Рис. 7. Пример Межкластерная маршрутизация, шаг 2 б

Узел **b** возвращает на уровень L1 ответ в виде $ID_{next}=\langle f,f \rangle$. Узел **b** на уровне L1 интерпретирует идентификатор $ID_{next}=\langle f,f \rangle$ как идентификатор вершины соседнего кластера; узел **b** на уровне L1 просматривает список узлов кластера для поиска шлюза к кластеру с вершиной **f** и обнаруживает узел **c** (шлюз, содержащий собственный идентификатор $ID_c=\langle b,c \rangle$ и идентификатор узла из соседнего кластера $ID_d=\langle f,d \rangle$) во втором идентификаторе которого содержится адрес **f**.

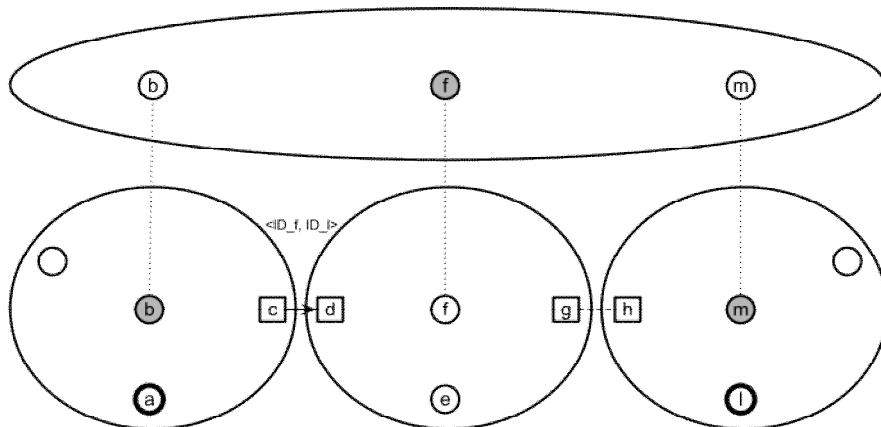


Рис. 8. Межкластерная маршрутизация, шаг 3

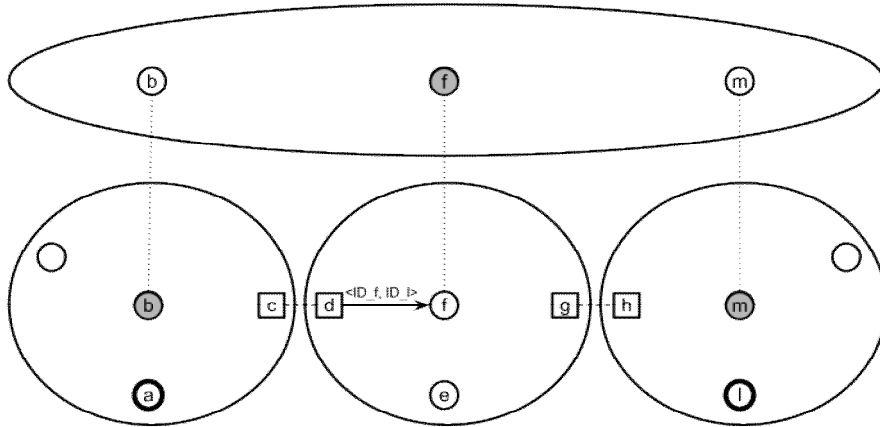


Рис. 9. Межкластерная маршрутизация, шаг 4

Узел **b** формирует IP-пакет к узлу **c**. IP-пакет отправляется к узлу **c** и содержит вектор маршрута уровня L2 и идентификатор адресата – рис. 7.

Шаг 3. Узел **c**, руководствуясь вектором маршрута уровня L2 ($ID_f = \langle f, f \rangle$), отправляет IP-пакет к шлюзу **d** с идентификатором $ID_d = \langle f, d \rangle$ – рис. 8.

Шаг 4. Узел **d**, руководствуясь вектором маршрута уровня L2 ($ID_f = \langle f, f \rangle$), отправляет IP-пакет к вершине кластера **f** – рис. 9.

Шаг 5. Узел **f** принимает IP-пакет с $ID_{addr} = \langle m, l \rangle$. Узел **f**: просматривает список узлов кластера и не обнаруживает узла **l**; просматривает список шлюзов и обнаруживает шлюз **g**, один из идентификаторов которого содержит адрес **m** вершины кластера адресата **l**. Узел **f** отправляет IP-пакет к шлюзу **g** – рис. 10.

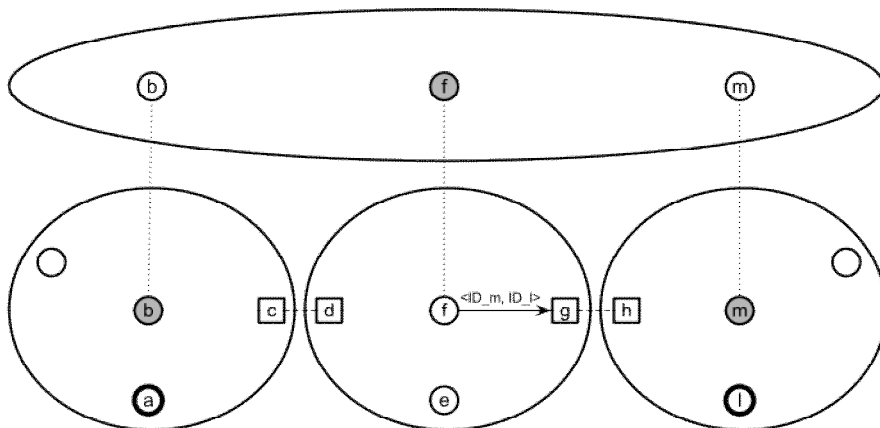


Рис. 10. Межкластерная маршрутизация, шаг 5

Шаг 6. Узел **g** принимает IP-пакет с $ID_{addr}=\langle m,l \rangle$ и, руководствуясь вектором маршрута уровня L2, отправляет его шлюзу **h** – рис. 11.

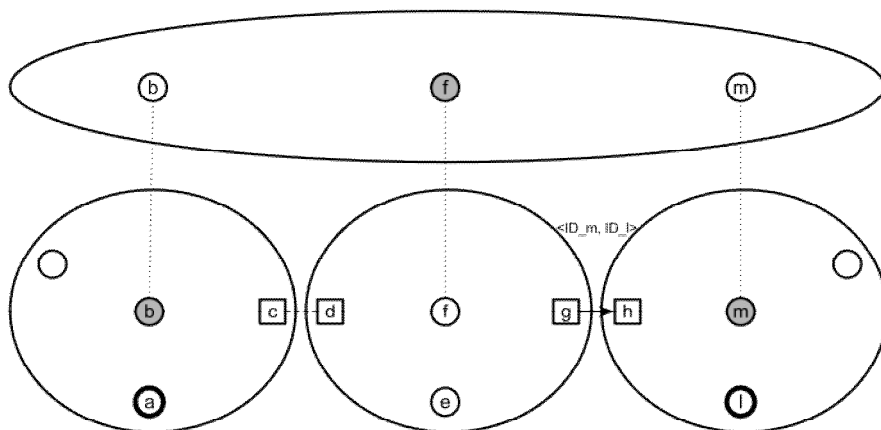


Рис. 11. Межкластерная маршрутизация, шаг 6

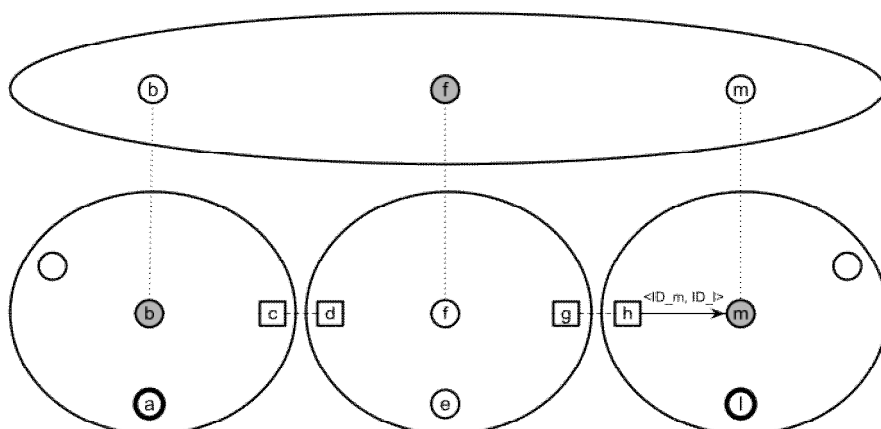


Рис. 12. Межкластерная маршрутизация, шаг 7

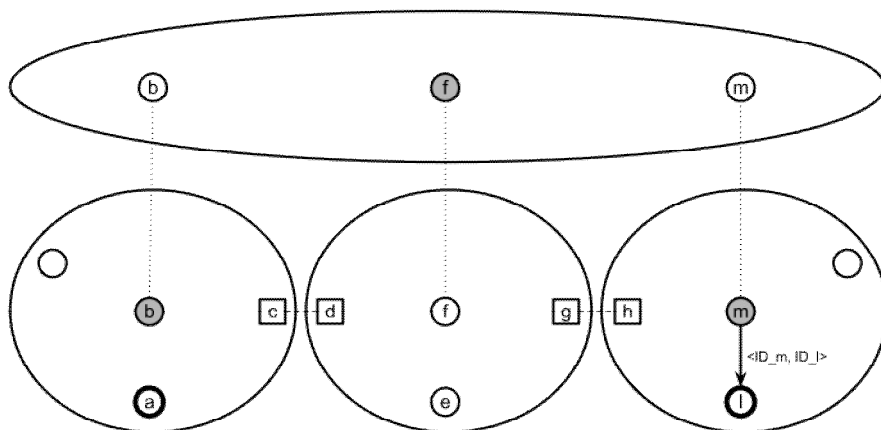


Рис. 13. Межкластерная маршрутизация, шаги 8 и 9

Шаг 7. Узел **h** просматривает список узлов кластера с вершиной **m** и обнаруживает узел **l**, адрес которого содержится в $ID_{addr}=\langle m,l \rangle$. Узел **h** просматривает таблицу маршрутизации и (в соответствии с полученным из таблицы маршрутом) отправляет IP-пакет к **m** – рис. 12.

Шаг 8. Узел **m** принимает IP-пакет с $ID_{addr}=\langle m,l \rangle$ и в соответствии с таблицей маршрутизации отправляет его узлу **l** – рис. 13.

Шаг 9. Узел **l** принимает IP-пакет с $ID_{addr}=\langle m,l \rangle$. Поскольку идентификатор адресата совпадает с идентификатором текущего узла, пакет считается доставленным – рис. 13.

Выводы

Разработанный метод иерархической маршрутизации имеет хорошую масштабируемость, позволяет строить беспроводные самоорганизующиеся сети емкостью порядка 10^3 узлов и может быть рекомендован для реализации в протоколах маршрутизации MANET.

Литература

1. Scalable routing protocols for mobile ad hoc networks / X. Hong ets. // IEEE Network. 2002. Vol. 16., № 4. P. 11–21.

2. Романов С. В., Прозоров Д. Е., Трубин И. С. Анализ иерархического протокола маршрутизации MANET-сетей // Перспективы науки. 2012. № 4. С. 86–89.

3. Протоколы геомаршрутизации самоорганизующихся мобильных сетей / Д. Е. Прозоров и др. // Т-Comm. 2012. № 5. С.16–19.

4. Scalable routing strategies for ad hoc wireless networks / A. Iwata ets. // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 1999. Vol. 17. I. 8. P. 1369–1379.

Информация об авторах

Data on authors

Романов Сергей Владимирович – аспирант кафедры радиоэлектронных средств ФГБОУ ВПО «ВятГГУ».

Тел.: 79226680679

E-mail.: romanov@niisvt.kirov.ru

Romanov Sergey Vladimirovich – postgraduate student of the Department of Radioelectronic Aids, Vyatka State University of the Humanities.

Tel.: 79226680679

E-mail.: romanov@niisvt.kirov.ru

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ СЕГМЕНТА НА ОБРЕЗНЫЕ
ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ПРИ БРУСОВОМ СПОСОБЕ
РАСПИЛОВКИ ПИЛОВОЧНИКА**

**OPTIMIZATION OF EDGE-SURFACED LUMBER CUTTING
BY SQUARED BEAM SAWING METHOD**

В работе решена задача оптимизации раскроя сегмента на обрезные доски при брусковом способе распиловки пиловочника. Получены формулы для определения оптимальных размеров обрезных досок, получаемых из сегмента.

We solved the problem of segment cutting optimization with the cutting of one or two boards, derived the formulas, worked out the algorithm for numerical computing of optimal dimensions of edge-surfaced boards depending on the beam thickness.

Ключевые слова: раскрой сегмента, пиловочник, пиломатериалы, обрезные доски, математическая модель, целевая функция, уравнения связи, алгоритм, оптимальные размеры.

Key words: cutting, lumber, bold timber, segment, beam, edge-surfaced board, mathematical model, goal function, coupling equation, algorithm, optimal dimensions.

Раскрой пиловочника на пиломатериалы относится к ресурсосберегающей технологии. Поэтому на этой стадии технологического процесса, прежде всего, ставится задача получить максимальный выход пилопродукции в соответствии с качественными и размерными характеристиками как сырья так и пиломатериалов. Существенный вклад в разработку теории раскроя пиловочника сделали Х. Л. Фельдман, Н. П. Анучин, Д. Ф. Шапиро, А. Н. Песоцкий, Г. Д. Власов, Г. Г. Титков, М. Н. Гутерман, П. П. Аксенов, Н. А. Батин, Л. В. Канторович, В. Ф. Ветшева, Р. Е. Калитеевский, В. С. Ясинский, М. В. Соболев, В. Г. Турушев, С. Н. Рыкунин, В. С. Шалаев, А. М. Копейкин, В. Г. Уласовец, Г. И. Стоев и другие ученые.

Сложность проблемы состоит в многообразии размерно-качественных характеристик, как пиловочника, так и пиломатериалов, а также схем раскроя и применения различных технологических вариантов лесопильных линий.

Было предложено большое количество способов раскроя пиловочника. Наибольшее распространение получили способы раскроя вразвал и с брусочкой. В последние годы рассматриваются альтернативные варианты раскроя пиловочника. Наибольшее внимание уделяется круговому, брусово-сегментному, а также секторному способам раскроя. При брусовом способе раскроя пиловочника исследователи, в первую очередь, искали оптимальные размеры бруса и досок, при которых получается максимальный выход пилопродукции. Работами Х. Л. Фельдмана [1] было рекомендовано выпиливать брус толщиной $0,707$ от диаметра бревна в вершинном торце. Такой вывод был получен при рассмотрении схемы раскроя бревна с выпиливанием бруса максимального размера по площади поперечного сечения, вписываемого в окружность равную диаметру бревна в вершинном торце его. При этом рекомендуется еще выпиливать боковые доски толщиной $0,1 d$ (Х. Л. Фельдман).

В дальнейшем толщину бруса при брусово-развальном способе раскря пиловочника было рекомендовано выбирать в пределах (0,6...0,8) от диаметра бревна в вершинном торце его (d) [2]. На практике используется множество других схем раскря. Но данную рекомендацию по выбору толщины выпиленного бруса продолжают часто распространять на все виды схем раскря пиловочника с брусом.

При брусом способе раскря пиловочника часто ставится задача, прежде всего, получить брус определенных размеров. В этом случае толщина бруса не всегда будет совпадать с его оптимальным соотношением [3]. В таком случае получаются сегменты разных размеров, для которых необходимо определить оптимальные размеры обрезных досок.

Раскря сегмента, получаемого при брусом-развальном способе раскря пиловочника посвящены и отдельные работы. Заслуживают внимания исследования Г. Г. Титкова [4], который предложил новый подход для определения оптимальных размеров обрезной доски (в первую очередь, толщины ее), получаемой из сегмента. Г. Г. Титков определял коэффициент использования поперечного сечения сегмента, который представлял собой отношение площади поперечного сечения обрезной доски к площади поперечного сечения сегмента. На основании полученных формул, он вычислял для различных размеров обрезных досок значение этого коэффициента и, таким образом, расчетным путем устанавливал максимальное значение этого коэффициента. Используя эти расчеты, Г. Г. Титков предложил при составлении поставок использовать графики для определения оптимальной толщины обрезной доски, а затем предполагалось по графику-квадранту определять ширину этой доски. В этой работе учитывались ширина пропила и усушка древесины.

Такое решение данной задачи позволило установить зависимость влияния размеров обрезной доски от размеров сегмента, а, следовательно,

и от толщины бруса. Данное решение является относительным, громоздким и поэтому не получило широкого использования в промышленности. Причем, использование результатов предлагалось осуществлять по графикам.

Положительность данной работы, прежде всего, в постановке и решении данной задачи с учетом ширины пропила и установления зависимости толщины обрезной доски от толщины выпиливаемого бруса при брусом способе раскроя пиловочника. Им впервые была поставлена такая задача и дан оригинальный вариант ее решения.

Следует отметить, что решение данной задачи сделано для варианта выпиливания из сегмента только лишь одной обрезной доски. Такая схема раскроя рациональна при распиловке пиловочника малого диаметра. При распиловке бревен среднего и особенно большого диаметров возникает целесообразность выпиливания из сегмента двух, а иногда трех и более обрезных досок. Предлагалось также, сегмент распиливать на радиальные доски [5, 6]. Но такая схема раскроя сегмента более трудоемка и требует необходимости создания новых специализированных технологических линий.

Таким образом, можно констатировать, что необходимо продолжить поиск по разработке современного методического подхода для определения оптимальных размеров обрезных досок, получаемых из сегмента при брусом способе раскроя пиловочника. Особенно важно решение такой задачи для варианта, когда толщина выпиливаемого бруса не является оптимальной.

Вначале рассматриваем задачу определения оптимальных размеров одной обрезной доски из оставшегося сегмента после брусом способа раскроя пиловочника (рис. 1).

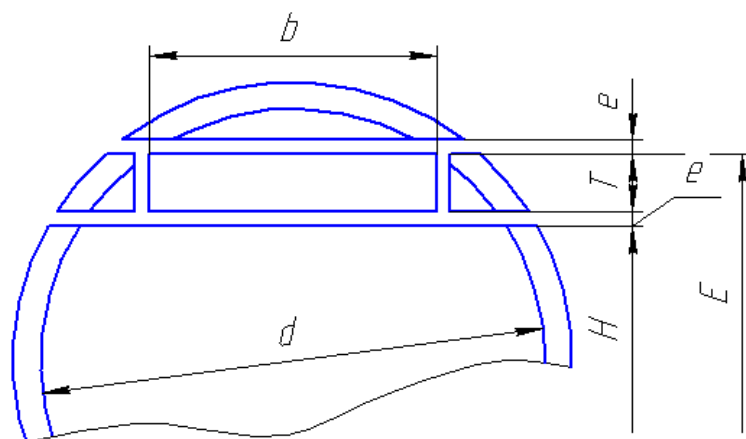


Рис. 1. Схема раскроя сегмента с выпиливанием одной обрезной доски

Для определения оптимальных размеров обрезной доски, получаемой из сегмента, в качестве критерия выбираем объем этой обрезной доски.

Постановка и решение задачи оптимизации основывается на том, что очевидно имеются такие размеры обрезной доски, при которых получается наибольший объем этой доски. Эти размеры можно считать оптимальными. Сущность задачи раскрывается следующим логическим рассуждением. При увеличении толщины обрезной доски, получаемой из сегмента, ширина этой доски уменьшается. При этом объем боковой рейки возрастает, а объем отпиливаемого горбыля (оставшегося сегмента) – уменьшается. При уменьшении толщины обрезной доски ширина ее возрастает, и объем боковой рейки уменьшается, а объем отпиливаемого горбыля (срезаемого оставшегося сегмента) возрастает. Очевидно, имеются такие размеры обрезной доски, при которых получается максимальный объем этой доски, а потери древесины будут наименьшими.

Для решения задачи используем классический метод. Математическую модель представляем в виде целевой функции и уравнений связи. Целевую функцию можно записать в виде площади поперечного сечения обрезной доски, вписанной в сегмент [7]:

$$Z = T \cdot b, \quad (1)$$

где T – толщина обрезной доски;

b – ширина обрезной доски.

При решении данной задачи полагаем, что размеры пиловочника и толщина выпиливаемого бруса известны. Для написания уравнения связи воспользуемся теоремой Пифагора. Взаимосвязь диаметра бревна с размерами доски можно представить в следующем виде:

$$d^2 - b^2 - (H + 2T + 2e)^2 = 0, \quad (2)$$

где d – диаметр пиловочника в вершинном торце;

H – толщина бруса;

e – ширина пропила.

Полагаем, что математическая модель составлена.

Для решения задачи воспользуемся методом множителей Лагранжа.

Функцию Лагранжа записываем в следующем виде:

$$L = T \cdot b + \lambda (d^2 - b^2 - H^2 - 4T^2 - 4e^2 - 4HT - 4He - 8Te), \quad (3)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Находим частные производные от функции Лагранжа и приравниваем их к нулю

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial b} = T - 2\lambda b = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial T} = b - 8\lambda T - 4\lambda H - 8\lambda e = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решаем систему уравнений (4) совместно с уравнением связи. Из первого уравнения системы (4) можно написать

$$T = \lambda b, \quad \lambda = \frac{T}{2b}. \quad (5)$$

Во второе уравнение системы (4) подставляем равенство (5), получим

$$b^2 = 4T^2 + 2HT + 4eT. \quad (6)$$

В последнее равенство (6) подставляем уравнение связи (2), получим

$$d^2 - H^2 - 8T^2 - 4e^2 - 6HT - 4He - 12Te = 0. \quad (7)$$

Из полученного уравнения (7) определяем толщину обрезной доски. Поэтому это уравнение представляем в следующем виде:

$$T^2 + \frac{3}{4} (H + 2e) T - \frac{1}{8} (d^2 - (H + 2e)^2) = 0. \quad (8)$$

Решая это квадратное уравнение (8), получим

$$T = \frac{1}{8} (\sqrt{8d^2 + (H + 2e)^2} - 3 (H + 2e)). \quad (9)$$

Подставляем последнее равенство (9) в уравнение связи (2), получим

$$b = \sqrt{\frac{d^2}{2} - \frac{1}{8} ((H + 2e)^2 + (H + 2e) \sqrt{8d^2 + (H + 2e)^2})}. \quad (10)$$

Таким образом, задача решена. Впервые получены формулы для определения оптимальных размеров обрезной доски, выпиливаемой из сегмента, с учетом ширины пропила. Такая оптимизационная задача впервые представлялась и обсуждалась на международной конференции [8].

В этих формулах размеры обрезной доски зависят от диаметра бревна, толщины выпиливаемого бруса, а также от ширины пропила. Для анализа влияния этих факторов на оптимальные размеры обрезной доски, получаемой из сегмента, производим следующие расчеты. Вначале задаемся толщиной бруса, а затем изменяем ширину пропила и вычисляем размеры обрезной доски и величину целевой функции. Для упрощения расчетов и анализа результатов, полученные выше формулы представляем в относительных единицах, полагая $\frac{H}{d} = m_h$, а $\frac{e}{d} = m_e$. Тогда полученные выше формулы будут иметь следующий вид. Толщина обрезной доски в относительных единицах определится по формуле:

$$m_T = \frac{T}{d} = \frac{1}{8} (\sqrt{8 + (m_h + 2m_e)^2} - 3 (m_h + 2m_e)). \quad (11)$$

Ширина обрешной доски в относительных единицах определится по формуле:

$$m_b = \frac{b}{d} = \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{1}{8}((m_n + 2m_e)^2 + (m_n + 2m_e)\sqrt{8 + (m_n + 2m_e)^2})}. \quad (12)$$

При анализе результатов расчета важно знать величину пифагорической зоны E , которую можно определить по формуле [10]

$$E = H + 2T + 2e. \quad (13)$$

В относительных единицах величина пифагорической зоны определится по формуле:

$$m_E = \frac{E}{d} = m_n + 2m_T + 2m_e. \quad (14)$$

Целевая функция в относительных единицах запишется в следующем виде:

$$m_Z = m_T m_b. \quad (15)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Оптимальные относительные размеры обрезной доски и значение целевой функции для различных относительных размеров бруса и ширин пропила

m_n	m_e	m_T	m_b	m_Z	m_E	$\frac{m_T}{m_b}$	$\frac{m_b}{m_T}$	λ
0,3	0	0,2430	0,6181	0,1502	0,786	0,393	2,543	0,196
0,3	0,005	0,2394	0,6146	0,1471	0,789	0,389	2,567	0,194
0,3	0,01	0,2358	0,6110	0,1440	0,792	0,386	2,591	0,192
0,3	0,015	0,2322	0,6074	0,1410	0,794	0,382	2,616	0,191
0,3	0,02	0,2286	0,6037	0,1380	0,797	0,379	2,640	0,189
0,3	0,025	0,225	0,6	0,135	0,8	0,375	2,667	0,187
0,3	0,03	0,2214	0,5962	0,1320	0,803	0,371	2,693	0,186
0,5	0	0,1715	0,5378	0,0923	0,843	0,319	3,135	0,159
0,5	0,005	0,1680	0,5332	0,0896	0,846	0,315	3,173	0,158
0,5	0,01	0,1645	0,5285	0,0869	0,849	0,311	3,213	0,156
0,5	0,015	0,1610	0,5237	0,0843	0,852	0,307	3,253	0,154
0,5	0,02	0,1574	0,5188	0,0817	0,855	0,303	3,295	0,152
0,5	0,025	0,1539	0,5139	0,0791	0,858	0,299	3,339	0,150
0,5	0,03	0,1504	0,5089	0,0765	0,861	0,295	3,383	0,148
0,7	0	0,1017	0,4287	0,0436	0,9034	0,2373	4,215	0,119
0,7	0,005	0,0983	0,4221	0,0415	0,9065	0,2328	4,295	0,116
0,7	0,01	0,0948	0,4154	0,0394	0,9097	0,2283	4,380	0,114
0,7	0,015	0,0914	0,4085	0,0373	0,9128	0,2237	4,469	0,112
0,7	0,02	0,0880	0,4014	0,0353	0,9159	0,2191	4,564	0,109
0,7	0,025	0,0845	0,3942	0,0333	0,9190	0,2144	4,663	0,107
0,7	0,03	0,0811	0,3867	0,0314	0,9222	0,2097	4,769	0,105

В табл. 1 представлены размеры обрезной доски и пифагорической зоны, а также отношение размеров обрезной доски (толщины и ширины). Данные табл. 1 показывают, что с увеличением относительной толщины

бруса относительные размеры обрезной доски уменьшаются, причем толщина доски уменьшается в большей мере, чем ее ширина. Поэтому отношение m_b/m_T с увеличением относительной толщины бруса возрастает. Пифагорическая зона с увеличением толщины бруса также возрастает.

С увеличением ширины пропила размеры обрезной доски уменьшаются, причем толщина обрезной доски уменьшается в большей степени, чем ее ширина. Следовательно, и величина целевой функции с увеличением ширины пропила уменьшается по сложной закономерности. При $m_n=0,7$ оптимальная относительная толщина обрезной доски, получаемой из сегмента, может находиться в пределах $0,10...0,081$ в зависимости от ширины пропила.

Таким образом, установлена сложная зависимость размеров обрезной доски, получаемой при раскрое сегмента, от различных факторов. Используя полученные выше формулы можно определить оптимальные размеры обрезной доски для любых вариантов размеров выпиливаемого бруса с учетом ширины пропила.

При распиловке пиловочника средних размеров из сегмента целесообразно выпиливать две доски (рис. 2).

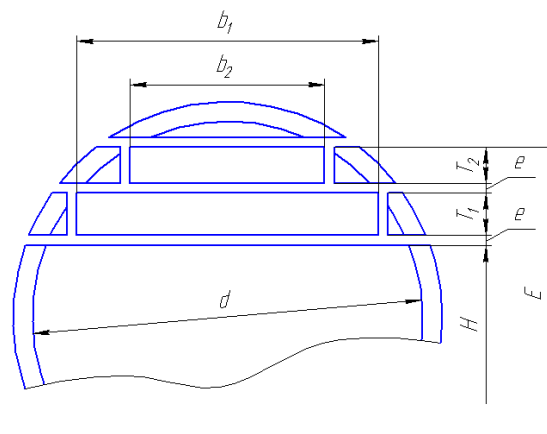


Рис. 2. Схема раскроя сегмента с выпиливанием двух обрезных досок

Задачу оптимизации можно решить следующим образом. В качестве критерия оптимальности выбираем выход получаемых из сегмента двух

обрезных досок. Целевую функцию можно написать в виде суммы площадей поперечных сечений обрезных досок

$$Z = T_1 b_1 + T_2 b_2, \quad (16)$$

где T_1, T_2 – толщины первой и второй досок;
 b_1, b_2 – ширины этих досок.

Для нахождения уравнения связи воспользуемся теоремой Пифагора. В этом случае размеры пиловочника и выпиливаемого бруса известны. Тогда для первой доски уравнение связи будет иметь вид:

$$d^2 - b_1^2 - (H + 2T_1 + 2e)^2 = 0. \quad (17)$$

Для второй доски уравнение связи будет иметь вид:

$$d^2 - b_2^2 - (H + 2T_1 + 2T_2 + 4e)^2 = 0. \quad (18)$$

Полагаем, что математическая модель составлена. Для ее решения воспользуемся методом множителей Лагранжа. Функцию Лагранжа можно записать в следующем виде:

$$L = b_1 T_1 + b_2 T_2 + \lambda_1 (d^2 - b_1^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4e^2 - 4HT_1 - 4He - 8T_1e) + \lambda_2 (d^2 - b_2^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4T_2^2 - 16e^2 - 4HT_1 - 4HT_2 - 8He - 8T_1T_2 - 16T_1e - 16T_2e), \quad (19)$$

где λ_1, λ_2 – множители Лагранжа.

Находим частные производные от функции Лагранжа и приравниваем их к нулю

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial b_1} = T_1 - 2\lambda_1 b_1 = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial T_1} = b_1 - 8\lambda_1 T_1 - 4\lambda_1 H - 8\lambda_1 e - 8\lambda_2 T_1 - 4\lambda_2 H - 8\lambda_2 T_2 - 16\lambda_2 e = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial b_2} = T_2 - 2\lambda_2 b_2 = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial T_2} = b_2 - 8\lambda_2 T_2 - 4\lambda_2 H - 8\lambda_2 T_1 - 16\lambda_2 e = 0. \end{cases} \quad (20)$$

Решаем полученную систему уравнений (20) совместно с уравнениями связи. Из первого уравнения системы (20) можно написать

$$T_1 = 2\lambda_1 b_1, \quad \lambda_1 = \frac{T_1}{2b_1}. \quad (21)$$

Рассматриваем третье уравнение системы (20)

$$T_2 = 2\lambda_2 b_2, \quad \lambda_2 = \frac{T_2}{2b_2}. \quad (22)$$

Рассматриваем четвертое уравнение системы (20), в которое подставляем равенство (22), получим

$$b_2^2 = 4T_2^2 + 2HT_2 + 4T_1T_2 + 8eT_2 = 2T_2(H + 2T_1 + 2T_2 + 4e). \quad (23)$$

В равенство (23) подставляем уравнение связи (18), получим квадратное уравнение:

$$T_2^2 + \frac{3}{4}(H + 2T_1 + 4e)T_2 + \frac{T_1}{2}(H + T_1 + 4e) + \frac{1}{8}(H + 4e)^2 - \frac{d^2}{8} = 0. \quad (24)$$

Решая последнее квадратное уравнение (24), получим

$$T_2 = \frac{1}{8}(\sqrt{8d^2 + (H + 2T_1 + 4e)^2} - 3(H + 2T_1 + 4e)). \quad (25)$$

Рассматриваем второе уравнение системы (20), в которое подставляем равенство (21), а также последнее уравнение системы (20), получим

$$b_1 = \frac{4T_1^2}{b_1} + \frac{2HT_1}{b_1} + \frac{4T_1e}{b_1} + b_2. \quad (26)$$

Последнее равенство представляем в виде:

$$b_1^2 - b_2 b_1 - 2T_1(H + 2T_1 + 2e) = 0. \quad (27)$$

Из последнего уравнения можно определить ширину первой доски

$$b_1 = \frac{1}{2}(b_2 + \sqrt{b_2^2 + 8T_1(H + 2T_1 + 2e)}). \quad (28)$$

В уравнение (27) можно подставить уравнение связи (17), получим

$$b_1 b_2 = d^2 - H^2 - 6HT_1 - 8T_1^2 - 4He - 4e^2 - 12eT_1. \quad (29)$$

Тогда ширину второй доски можно определить по формуле:

$$b_2 = \frac{d^2 - H^2 - 6HT - 8T_1^2 - 4He - 4e^2 - 12eT_1}{\sqrt{d^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4e^2 - 4HT_1 - 4He - 8eT_1}}. \quad (30)$$

Таким образом, рассмотрены все уравнения системы (20) совместно с уравнениями связи. Однако по полученным формулам определить непосредственно оптимальные размеры досок не представляется возможным, так как размеры досок в формулах взаимосвязаны.

Для определения оптимальных размеров досок можно воспользоваться численным методом или использовать дополнительные условия (требования). Более упрощенный вариант решения задачи получается при использовании дополнительных условий. Но необходимо иметь в виду, что при этом может уменьшиться точность определения оптимальных размеров досок. Так как целевая функция вблизи экстремума изменяется плавно-медленно, то такое дополнительное условие вполне можно принять, так как оно будет оказывать незначительное влияние на выход пилопродукции.

В связи с этим задаемся дополнительными условиями, используя которые можно определить размеры боковых досок по представленным выше формулам. Одно из требований, которое должно соблюдаться при раскрое сегмента, толщина внешней доски T_2 должна быть меньше толщины внутренней доски T_1 . Тогда можно написать

$$T_1 = aT_2, \quad (31)$$

где a – величина увеличения толщины внутренней доски относительно толщины внешней доски.

Величина «а» по исследованиям автора [9] может находиться в пределах 1,3...2,5 и в среднем эту величину рекомендуется принимать в расчетах равной 1,5...2,0. Подставим это равенство (31) в уравнение (25), получим

$$T_2 = \frac{\sqrt{4d^2(2 + 3a + a^2) + (H + 4e)^2} - (3 + 2a)(H + 4e)}{4(2 + 3a + a^2)}. \quad (32)$$

Второе условие, которое можно использовать при решении такой задачи – это задаваться величиной пифагорической зоны E , которая взаимосвязана с размерами досок следующим равенством [10]

$$E = H + 2T_1 + 2T_2 + 4e. \quad (33)$$

Используя равенство (31), можно написать

$$T_2 = \frac{E - H - 4e}{2(a + 1)}. \quad (34)$$

Пифагорическую зону E можно определить, задаваясь шириной второй доски b_2 , по формуле:

$$E = \sqrt{d^2 - b_2^2}. \quad (35)$$

Подставим выражение (34) в формулу (32), получим

$$a = \frac{E(2E - (H + 4e)) - d^2}{d^2 - E^2}. \quad (36)$$

Для анализа и выбора рациональных размеров боковых обрезных досок рекомендуется представленные выше формулы, использовать в относительных единицах, полагая $H/d = m_n$.

Таким образом, можно рассмотреть два варианта дополнительных условий для определения оптимальных размеров боковых обрезных досок, получаемых из сегмента.

Первый вариант. Задаемся величиной увеличения толщины внутренней (первой) доски по сравнению с толщиной внешней доски, а затем определяем размеры досок в следующей последовательности.

Толщину второй боковой доски определяем по формуле:

$$m_{T_2} = \frac{T_2}{d} = \frac{\sqrt{4(2 + 3a + a^2) + (m_n + 4m_e)^2} - (3 + 2a)(m_n + 4m_e)}{4(a^2 + 3a + 2)}. \quad (37)$$

Толщину первой доски определяем по формуле:

$$m_{T_1} = \frac{T_1}{d} = am_{T_2}. \quad (38)$$

Ширину второй боковой доски можно определить по формуле:

$$m_{b2} = \frac{b_2}{d} = \sqrt{1 - (m_n + 2m_{T2}(a + 1) + 4m_e)^2}. \quad (39)$$

Ширину первой доски можно определить по формуле:

$$m_{b1} = \frac{b_1}{d} = \sqrt{1 - (m_n + 2m_{T1} + 2m_e)^2}. \quad (40)$$

Относительная площадь поперечного сечения (первой) внутренней доски определяется по формуле:

$$Z_1 = m_{T1}m_{b1}. \quad (41)$$

Относительная площадь поперечного сечения (второй) внешней доски определяется по формуле:

$$Z_2 = m_{T2}m_{b2}. \quad (42)$$

Суммарная относительная площадь поперечных сечений обрезных досок определяется по выражению:

$$Z = Z_1 + Z_2. \quad (43)$$

Второй вариант. Задаемся шириной второй доски в относительных единицах $\frac{b_2}{d} = m_{b2}$ и определяем размер пифагорической зоны по формуле:

$$m_E = \frac{E}{d} = \sqrt{1 - m_{b2}^2}. \quad (44)$$

Затем определяем величину увеличения первой доски по сравнению с толщиной второй доски

$$a = \frac{m_E(2m_E - (m_n + 4m_e)) - 1}{1 - m_E^2}. \quad (45)$$

Далее определяются все остальные размеры досок по предложенному выше алгоритму. Таким образом, используя предлагаемый алгоритм решения задачи, можно определить оптимальные размеры обрезных досок, получаемых из сегмента.

Исследования автора [9], а также формулы (37,38) и (39,40) показывают, что размеры досок, получаемые из сегмента, зависят от толщины бруса и размера пифагорической зоны. Поэтому для нахождения оптимальных относительных размеров досок, получаемых из сегмента, напрашивается использование численного метода расчета.

Для поиска оптимального варианта задаемся относительной толщиной бруса, а затем задаемся величиной увеличения толщины внутренней (первой) доски относительно внешней доски и определяем все размеры досок, а также величину целевой функции. По результатам расчетов находим максимальное значение целевой функции. Этот результат и будет являться оптимальным. При этом относительную ширину пропила выбираем равной $0,015d$. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Результаты расчетов в табл. 2 показывают, что для каждой относительной высоты бруса имеется свое оптимальное соотношение размеров обрезных досок, при которых целевая функция принимает максимальное значение, обеспечивая максимальный выход пилопродукции. Величина «а» с увеличением толщины бруса возрастает. Для одной и той же толщины бруса увеличение «а» вызывает увеличение объема первой доски и уменьшение объема второй доски, хотя толщина первой доски при этом возрастает, а ширина ее уменьшается. Размеры второй доски (толщина и ширина) при этом уменьшаются.

Таблица 2

Результаты расчетов по предлагаемому алгоритму (первый вариант)
при относительной ширине пропила $m_e=0,015$

m_n	m_e	a	m_{T2}	m_{T1}	m_{b2}	m_{b1}	Z_1	Z_2	Z
0,3	0,015	1,5	0,1076	0,1614	0,4396	0,7574	0,1222	0,0473	0,1696
0,3	0,015	1,6	0,1040	0,1665	0,4331	0,7485	0,1246	0,0450	0,1697
0,3	0,015	1,7	0,1007	0,1713	0,4269	0,7399	0,1267	0,0430	0,1698
0,3	0,015	1,8	0,0976	0,1758	0,4209	0,7316	0,1286	0,0411	0,1697
0,3	0,015	1,9	0,0947	0,1800	0,4152	0,7236	0,1303	0,0393	0,1696

Окончание табл. 2

0,35	0,015	1,5	0,0991	0,1487	0,4238	0,7355	0,1093	0,0420	0,1514
0,35	0,015	1,6	0,0959	0,1534	0,4174	0,7267	0,1115	0,0400	0,1515
0,35	0,015	1,7	0,0928	0,1578	0,4114	0,7183	0,1133	0,0382	0,1515
0,35	0,015	1,8	0,0900	0,1620	0,4056	0,7101	0,1150	0,0365	0,1515
0,35	0,015	1,9	0,0873	0,1659	0,4000	0,7023	0,1165	0,0349	0,1514
0,4	0,015	1,5	0,0906	0,1360	0,4070	0,7121	0,0968	0,0369	0,1337
0,4	0,015	1,6	0,0877	0,1403	0,4008	0,7035	0,0987	0,0351	0,1338
0,4	0,015	1,7	0,0849	0,1443	0,3950	0,6952	0,1003	0,0335	0,1339
0,4	0,015	1,8	0,0823	0,1481	0,3894	0,6872	0,1018	0,0320	0,1339
0,4	0,015	1,9	0,0798	0,1517	0,3840	0,6796	0,1031	0,0306	0,1338
0,45	0,015	1,5	0,0822	0,1223	0,3892	0,6869	0,0847	0,0320	0,1167
0,45	0,015	1,6	0,0795	0,1272	0,3833	0,6785	0,0863	0,0304	0,1168
0,45	0,015	1,7	0,0770	0,1309	0,3776	0,6705	0,0878	0,0290	0,1168
0,45	0,015	1,8	0,0746	0,1343	0,3722	0,6628	0,0890	0,0277	0,1168
0,45	0,015	1,9	0,0724	0,1376	0,3671	0,6553	0,0902	0,0265	0,1168
0,5	0,015	1,5	0,0737	0,1106	0,3702	0,6598	0,0730	0,0273	0,1003
0,5	0,015	1,6	0,0713	0,1142	0,3645	0,6517	0,0744	0,0260	0,1004
0,5	0,015	1,7	0,0691	0,1175	0,3591	0,6440	0,0756	0,0248	0,1005
0,5	0,015	1,8	0,0670	0,1206	0,3540	0,6365	0,0767	0,0237	0,1004
0,5	0,015	1,9	0,0650	0,1235	0,3490	0,6294	0,0777	0,0226	0,1004
0,55	0,015	1,6	0,0632	0,1011	0,3445	0,6228	0,0630	0,0217	0,0847
0,55	0,015	1,7	0,0612	0,1040	0,3393	0,6154	0,0640	0,0207	0,0848
0,55	0,015	1,8	0,0593	0,1068	0,3344	0,6083	0,0649	0,0198	0,0848
0,55	0,015	1,9	0,0575	0,1094	0,3297	0,6015	0,0658	0,0189	0,0848
0,55	0,015	2,0	0,0559	0,1118	0,3252	0,5949	0,0665	0,0181	0,0847
0,6	0,015	1,6	0,0550	0,0881	0,3229	0,5915	0,0521	0,0177	0,0699
0,6	0,015	1,7	0,0533	0,0906	0,3180	0,5845	0,0530	0,0169	0,0699
0,6	0,015	1,8	0,0517	0,0930	0,3134	0,5777	0,0537	0,0162	0,0699
0,6	0,015	1,9	0,0501	0,0953	0,3089	0,5713	0,0544	0,0155	0,0699
0,6	0,015	2,0	0,0487	0,0974	0,3047	0,5651	0,0550	0,0148	0,0699

Следует отметить, что целевая функция для данной выбранной толщины бруса m_n с изменением «а» изменяется плавно-постепенно и незначительно. Это дает основание величину «а» выбирать в пределах от 1,5 до 2,0.

Важно знать, как изменяются отношения оптимальных размеров досок между собой. Результаты расчетов соотношений размеров досок представлены в табл. 3.

Таблица 3

Оптимальные соотношения размеров обрезных досок и пифагорической зоны для различных m_n при $m_e=0.015$

m_n	m_e	a	m_E	$\frac{m_{T1}}{m_{b1}}$	$\frac{m_{T2}}{m_{b2}}$	$\frac{Z_1}{Z}$	$\frac{m_{b1}}{m_{b2}}$
0,3	0,015	1,7	0,9043	0,2316	0,2361	0,746	1,733
0,35	0,015	1,7	0,9114	0,2198	0,2257	0,748	1,746
0,4	0,15	1,7	0,9187	0,2077	0,2150	0,790	1,760
0,45	0,015	1,7	0,9259	0,1953	0,2039	0,751	1,775
0,5	0,015	1,7	0,9333	0,1825	0,1924	0,753	1,793
0,55	0,015	1,8	0,9424	0,1756	0,1775	0,766	1,819
0,6	0,015	1,8	0,9496	0,1611	0,1650	0,768	1,844

Из табл. 3 видно, что с увеличением толщины бруса толщины досок уменьшаются в большей степени, чем ширины этих досок. Объем второй боковой доски составляет примерно четвертую часть от всего объема получаемой пилопродукции из сегмента. С увеличением толщины бруса отношение толщины доски к ширине ее уменьшается примерно равномерно для обеих досок, при этом отношение ширины первой доски к ширине второй доски постепенно возрастает и примерно равно величине «а». Пифагорическая зона с увеличением толщины бруса возрастает и колеблется в широких пределах 0,90...0,95 от диаметра бревна в вершинном торце.

Для сравнения между собой предлагаемых вариантов решения задачи результаты расчетов при относительной ширине пропила $m_e = 0,02$

представлены для первого варианта в табл. 4, а для второго варианта – в табл. 5.

Таблица 4

Оптимальные соотношения размеров обрезных досок для различных m_n при $m_e=0,02$, полученные при изменении величины увеличения толщины внутренней доски относительно толщины внешней доски (первый вариант)

m_n	m_e	a	m_{T2}	m_{T1}	m_{b2}	m_{b1}	Z	m_E
0,3	0,02	1,8	0,0945	0,1702	0,4159	0,7329	0,1640	0,9094
0,35	0,02	1,8	0,0868	0,1563	0,4004	0,7115	0,1460	0,9164
0,4	0,02	1,8	0,0792	0,1425	0,3840	0,6888	0,1285	0,9233
0,45	0,02	1,9	0,0694	0,1318	0,3615	0,6573	0,1117	0,9324
0,5	0,02	1,9	0,0619	0,1177	0,3432	0,6315	0,0956	0,9392
0,55	0,02	2	0,0530	0,1059	0,3192	0,5976	0,0802	0,9477
0,6	0,02	2,1	0,0445	0,0934	0,2942	0,5625	0,0656	0,9557

Таблица 5

Оптимальные соотношения размеров обрезных досок для различных m_n при $m_e=0,02$, полученных при изменении пифагорической зоны (второй вариант)

m_n	m_e	m_E	a	m_{T2}	m_{T1}	m_{b2}	m_{b1}	Z
0,3	0,02	0,91	1,81	0,0944	0,1704	0,4155	0,7324	0,1640
0,35	0,02	0,92	1,93	0,0834	0,1613	0,3929	0,7014	0,1459
0,4	0,02	0,92	1,64	0,0834	0,1363	0,3933	0,7015	0,1284
0,45	0,02	0,93	1,75	0,0725	0,1272	0,3691	0,6678	0,1117
0,5	0,02	0,94	1,91	0,0618	0,1179	0,3429	0,6310	0,0956
0,55	0,02	0,95	2,12	0,0512	0,1085	0,3141	0,5906	0,0802
0,6	0,02	0,96	2,43	0,0407	0,0990	0,2819	0,5458	0,0655

Данные табл. 4 и 5 показывают, что предлагаемые варианты алгоритмов численных методов решения задачи оптимального раскроя сегмента на обрезные доски с достаточной степенью точности совпадают. Значения целевой функции отличаются в третьих-четвертых знаках. Следовательно, на практике можно использовать оба эти варианта.

Следует отметить, что определяющим размером доски является ее толщина. Поэтому, задаваясь величиной «а», можно выбрать толщины досок в зависимости от « m_n » и диаметра пиловочника, а затем определить все остальные размеры досок, а также значение пифагорической зоны. Такой подход к решению задачи, на наш взгляд, является более предпочтительным. Анализируя данные табл. 4 и 5, можно сделать вывод, что с увеличением ширины пропила m_e отношение толщин досок «а» возрастает.

Таким образом, предлагаемые алгоритмы решения задачи оптимизации раскроя сегмента с выпиливанием двух обрезных досок, позволяют определять оптимальные размеры досок для различных условий раскроя сегмента и раскрывают возможности оптимального выбора соотношения размеров этих досок при составлении поставов.

Литература

1. Фельдман Х. Л. Система максимальных поставов на распиловку. М., 1932.
2. Аксенов П. П. Теоретические основы раскроя пиловочника сырья. М.; Л., 1960.
3. Агапов А. И. Оптимизация брусово-развального способа раскроя пиловочника с выпиливанием двух брусьев. Киров, 2001. 77 с. Деп. в ВИНТИ 08.07.2011, №333-В2011.
4. Титков Г. Г. Краткое руководство по составлению и расчету поставов. М., 1955.
5. Уласовец В. Г. Технологические основы производства пиломатериалов : учеб. пособие. Екатеринбург, 2002.
6. Батин Н. А., Уласовец В. Г. Теоретические основы раскроя сегмента на обрезные пиломатериалы // Механическая технология

древесины : республик. межведомств. сб. Вып. 13 / Белорус. технолог. ин-т им. С. М. Кирова. Минск, 1983.

7. Агапов А. И. Оптимизация технологических процессов деревообработки : учеб. пособие. Киров, 2012.

8. Агапов А. И. Определение оптимальных размеров обрезной доски, получаемой из сегмента, с учетом ширины пропила // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса : материалы МНТК. Кострома, 2012.

9. Агапов А. И. Определение оптимальных соотношений размеров боковых досок при брусово-развальном способе раскроя пиловочника // Наука – производство – технологии – экология: всерос. науч.-техн. конф.: сб. материалов : в 3 т. Т. 2. ХФ, БФ, ФАМ. Киров, 2009.

10. Агапов А.И. Определение пифагорической зоны пиловочника // Наука – производство – технологии – экология : всерос. науч.-техн. конф.: сб. материалов : в 6 т. Т. 3. ФАМ, ИСФ. Киров, 2005.

Информация об авторах

Data on authors

Агапов Александр Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры машин и технологии деревообработки Вятского государственного университета, г. Киров.

Тел.: (8332)532394

E-mail: kaf_mtd@vyatsu.ru

Agapov Alexander Ivanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Wood Processing Technology, Vyatka State University, Kirov.

Tel.: (8332)532394

E-mail: kaf_mtd@vyatsu.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБА
ФОРМИРОВАНИЯ СМЕСЕВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ «ПОЛИ-3-ГИДРОКСИБУТИРАТ –
ПОЛИИЗОБУТИЛЕН» НА СТРУКТУРУ ДАННЫХ
КОМПОЗИТОВ**

**THE INVESTIGATION ON HOW THE METHOD OF
FORMING 'POLY-3-HYDROXYBUTYRATE –
POLYISOBUTYLENE' MIXED POLYMER COMPOSITIONS
INFLUENCES THE GIVEN COMPOSITE STRUCTURE**

Получены смесевые полимерные композиции «поли-3-гидроксibuтират – полиизобутилен» методом полива из раствора, а также сочетанием вальцевания и экструзии. Методами электронной микроскопии, термического анализа исследованы полученные пленки, выявлены различия структуры и их влияние на свойства композиций.

The polymer blends of 'poly-3-hydroxybutyrate – polyisobutylene' compositions were obtained by casting from solutions and by combining rolling and extrusion. The obtained films were investigated by electron microscopy and thermal analysis. The differences in the structure and their influence on the composition properties were revealed.

Ключевые слова: поли-3-гидроксибутират, полиизобутилен, биодegradация, смеси полимеров.

Keywords: poly-3-hydroxybutyrate, polyisobutylene, biodegradation, polymer mixtures

Одной из наиболее актуальных проблем, встающих перед человечеством, является все возрастающее загрязнение окружающей среды. В связи с этим перед современной наукой о полимерах возникает вопрос утилизации синтетических полимерных материалов. Со времен начала промышленного применения пластмасс темпы их производства росли в геометрической прогрессии и на сегодняшний день составляют сотни миллионов тонн ежегодно. Одним из наиболее динамичных направлений использования пластмасс является упаковочная промышленность, потребляющая от 40 до 50 % от общего объема производства пластиков. Таким образом, из миллиардов тонн твердых бытовых отходов больше половины составляют изделия кратковременного или разового применения на основе крупнотоннажных распространенных полиолефинов. Существующие направления утилизации (сжигание, пиролиз, рециклинг) не решают проблемы в силу малой распространенности и целого ряда недостатков, присущих каждому методу. Радикальным решением проблемы «полимерного мусора», по мнению специалистов, является создание и освоение широкой гаммы полимеров, способных при соответствующих условиях распадаться на безвредные для живой и неживой природы компоненты [1]. В течение последних десятилетий активно ведутся работы по созданию биодegradируемых полимерных композиций, однако в таких материалах часто сложно добиться приемлемой стоимости и наличия необходимого комплекса потребительских свойств. Для создания конкурентоспособных материалов авторами предлагается композиция на основе смеси

природного поли-3-гидроксибутирата (ПГБ) и высокомолекулярного полиизобутилена (ПИБ). Поскольку комплекс технологических и эксплуатационных свойств напрямую зависит от структуры полимерной композиции, то весьма актуальным вопросом являлось исследование влияния условий получения композиций на их итоговую структуру.

Используемый в работе ПГБ Lot 16F был получен микробиологическим синтезом компанией BIOMER® (Германия). По свойствам ПГБ представляет собой белый мелкодисперсный порошок плотностью 1,25 г/см³, молекулярной массой 325 kDa. Высокомолекулярный полиизобутилен П-200 (ГОСТ 13303-86) представляет собой упругую массу белого цвета, прозрачную в тонких пленках, без запаха, плотностью 0,93 г/см³, молекулярной массой порядка 175–225 kDa.

Для исследования влияния условий смешения полимеров на структуру материала композиции готовили двумя способами – в расплаве и растворе. При совмещении полимеров в состоянии расплава на первой стадии использовали лабораторные вальцы ПД 320-160/160 ГОСТ 14333-73. Температура заднего валка составляла 60 °С, температура переднего валка составляла 50 °С. В указанных условиях получали композиции, в которых микропорошок ПГБ распределен в матрице ПИБ. Далее вторую стадию обработки композиций осуществляли в плунжерном экструдере при температуре 185 °С. В качестве экструдера использовали прибор для определения показателя текучести расплава ИИРТ-5, снабженный специально изготовленным капилляром, придающим расплаву форму ленты шириной 7–8 мм и толщиной 0,8–1 мм.

Применяемая схема получения композиций ПГБ-ПИБ (предварительное смешение на вальцах и дальнейшая обработка в плунжерном экструдере) естественно не дает возможности реализовать смешение высокого качества. Логично предположить, что при организации

процессов смешения в промышленных условиях (в большинстве случаев для производства упаковки это шнековые экструдеры) качество смешения исследуемых полимеров будет гораздо выше. Для исследования возможности регулирования степени дисперсности системы ПГБ-ПИБ, а также ее влияния на основные свойства композиций были получены пленки ПГБ-ПИБ методом формования из раствора. Выбор данной технологии смешения был обусловлен доступностью, простотой, а также возможностью формирования более мелких, высокодисперсных структур полимеров за счет большей подвижности макромолекул в растворителе. При этом возникала задача выбора наиболее оптимального растворителя, одинаково хорошо растворяющего оба полимера. При анализе литературных данных [1, 2] в качестве растворителя был выбран хлороформ. Также при смешении полимеров в растворе появлялась возможность получения композиций с любым соотношением компонентов, что не удавалось реализовать при введении порошкообразного ПГБ в матрицу ПИБ на вальцах. Навески полимеров (2 % по массе от всего раствора) кипятили в хлороформе до полного растворения, после чего выливали на подложки для испарения растворителя и формирования пленки.

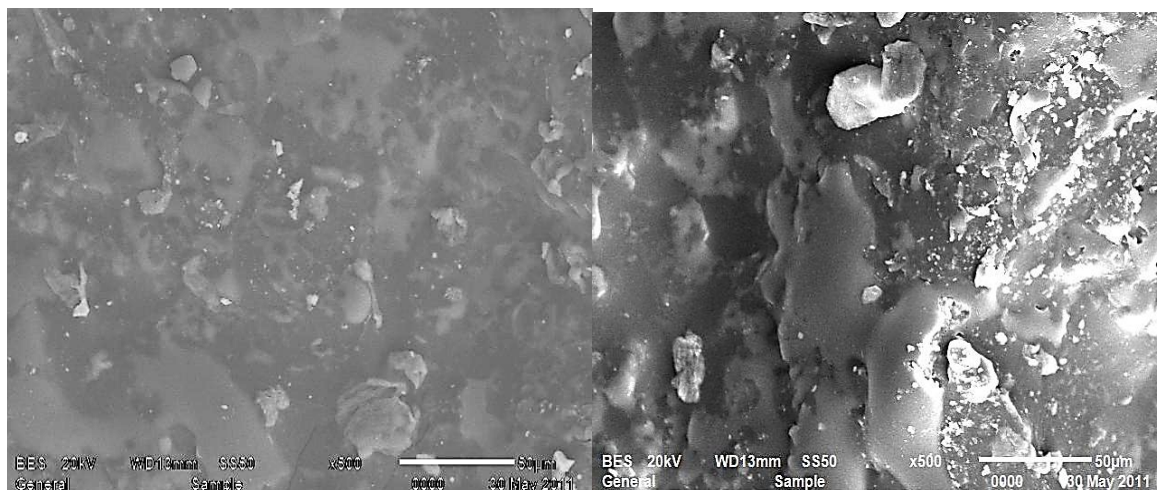
Исследование структуры образцов проводили методом сканирующей электронной микроскопии на растровом электронном микроскопе марки JSM-6510 фирмы «JEOL» (Япония) Научно-образовательного центра нанотехнологий ФГБОУ ВПО «ВятГУ». Предварительно при давлении 4 Па на образцы производилось напыление платины для улучшения качества и четкости фотографий. Толщина напыляемого слоя составляла 8 нм.

Снятие кривых ТГА проводили на термогравиметрическом и дифференциально-термическом анализаторе DTG-60 фирмы «Shimadzu» (Япония). Нагревание образцов производили в платиновых тиглях открытого типа. В качестве образца сравнения был выбран пустой тигель.

Атмосфера испытания – подача воздуха с расходом 150 см³/мин; температурный диапазон – от 303 К до 873 К (от 30 до 600 °С), скорость нагрева – 10 К/мин. Калибровку прибора проводили по индию.

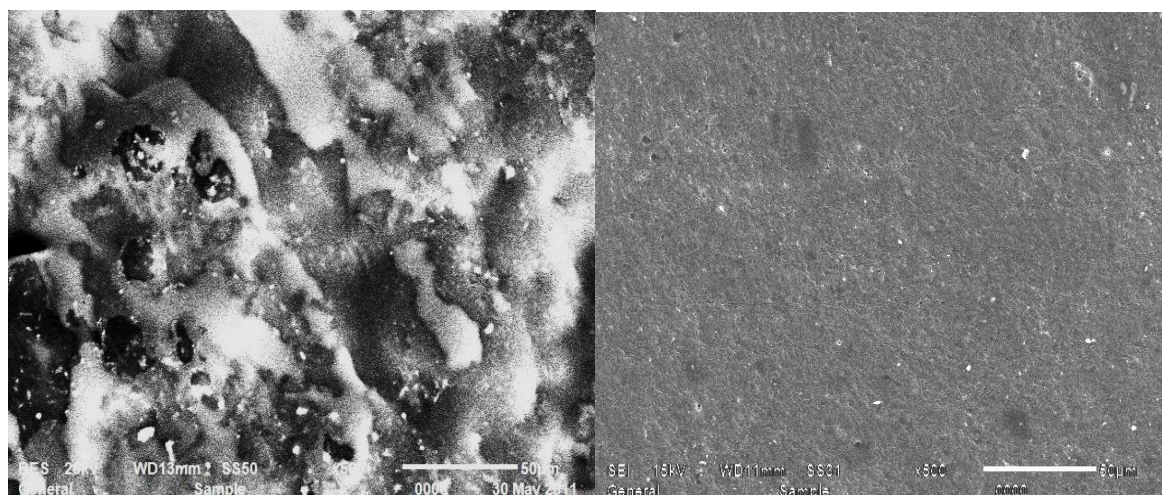
Исследование процессов плавления фазы ПГБ методом ДСК проводили на дифференциальном сканирующем калориметре DSC-60 фирмы «Shimadzu» (Япония). Нагревание образцов производили в алюминиевых тиглях открытого типа. В качестве образца сравнения был выбран пустой тигель. Температурный диапазон – от 303 К до 473 К (от 30 до 200 °С), скорость нагрева – 10 К/мин. Калибровку прибора проводили по индию.

Весьма информативным методом исследования структуры смесей полимеров является сканирующая электронная микроскопия, позволяющая достаточно быстро получать изображения поверхности образцов. На рис. 1 представлены микрофотографии поверхности пленок с различным соотношением полимеров.



а)

б)



в)

г)

Рис. 1. Электронные микрофотографии композиций

(размер маркера 50 мкм):

а – содержание ПГБ 20 % (расплав); б – содержание ПГБ 40 % (расплав);
в – содержание ПГБ 60 % (расплав); г – содержание ПГБ 50 % (раствор)

Результаты анализа полученных микрофотографий позволили сделать следующие выводы о некотором отличии пленок, полученных различными способами. Во-первых, при анализе поверхностной структуры пленок, сформованных из раствора, была отмечена более высокая степень однородности; явных включений одного полимера в непрерывной фазе другого не обнаруживалось в отличие от микрофотографий пленок, полученных смешением в расплаве. В последних наблюдается весьма четкое разделение фаз отдельных полимеров, ПГБ образует включения размером порядка 10–40 мкм в матрице эластомера, переходящие при больших содержаниях ПГБ (60 % по массе) в протяженную непрерывную структуру. Во-вторых, во многих образцах пленок, сформованных из раствора, были обнаружены многочисленные поры, которые образовались в результате испарения хлороформа, служившего растворителем для обоих полимеров. Также в результате исследований методом СЭМ были выявлены изображения отдельных кристаллов ПГБ размером 3–5 мкм (рис. 2).

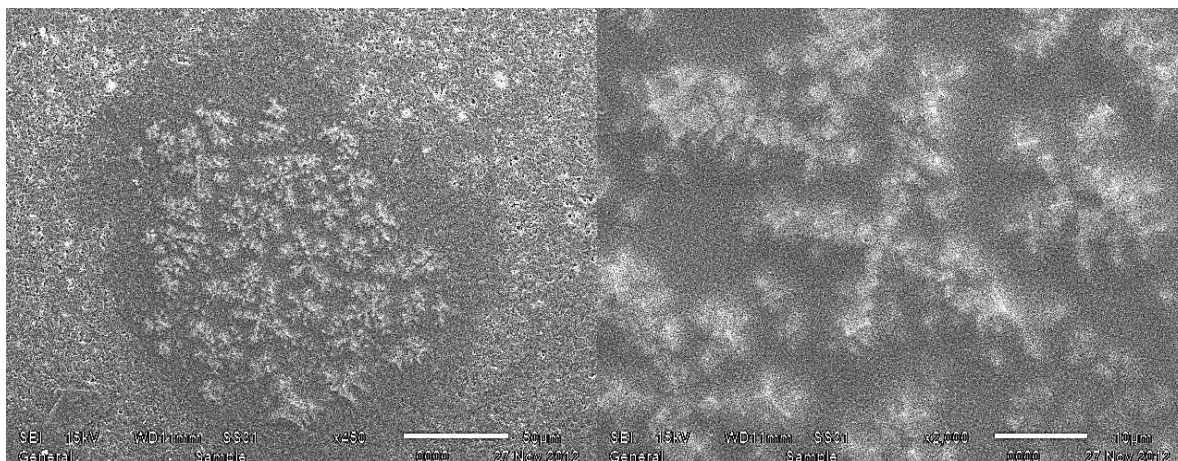


Рис. 2. Выраженная кристаллическая структура фазы ПГБ
(содержание ПГБ 60 %)

Макромолекулы ПГБ, находясь в растворе, обладают гораздо большей подвижностью, что позволяет им при формировании пленок образовывать кристаллические структуры гораздо в большей степени, чем при совмещении полимеров в расплаве. При исследовании структуры пленок, полученных в расплаве, столь явных кристаллических областей ПГБ не наблюдалось. Вероятно, более высокая степень кристалличности фазы ПГБ в данном случае может незначительно замедлять кинетику деградации, что скажется на увеличении сроков разложения фазы биополимера.

Для подтверждения факта увеличения степени кристалличности фазы ПГБ все композиции были исследованы методом ДСК. В качестве примера на рис. 3 приведены термограммы пиков плавления фазы биополимера.

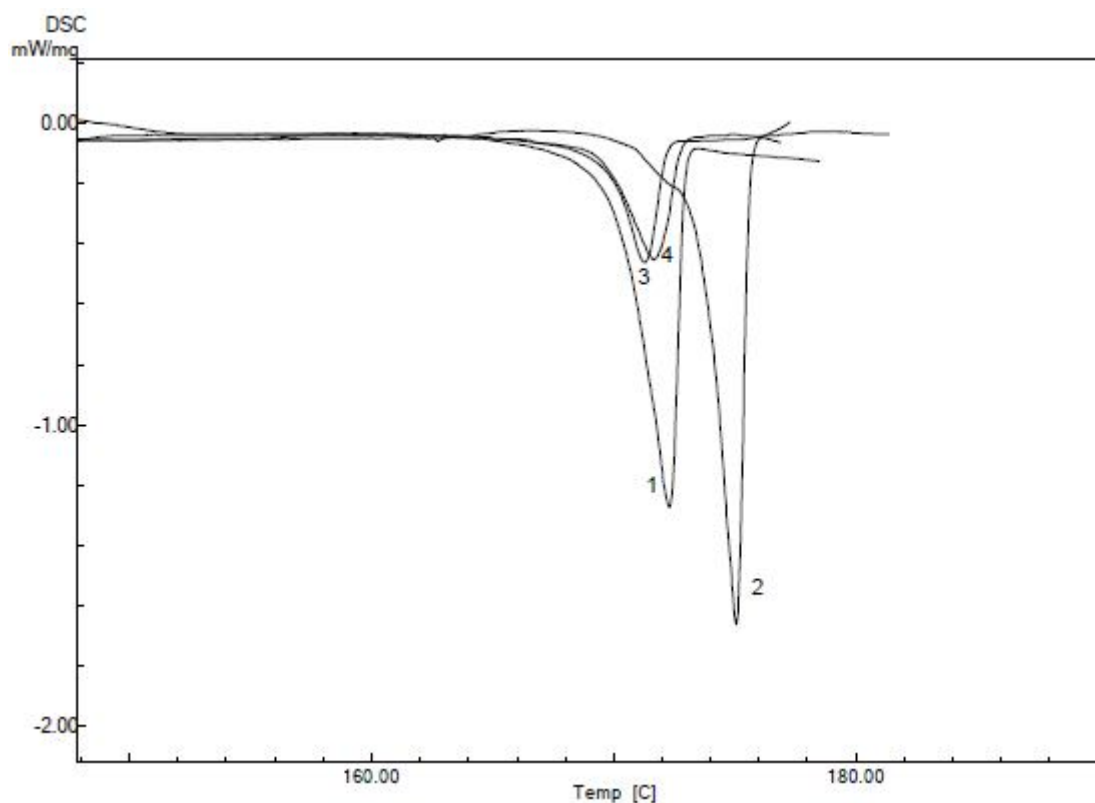


Рис. 3. Плавление фазы ПГБ (1 – исходный индивидуальный ПГБ; 2 – пленка, полученная из раствора (100 % ПГБ); 3 – пленка, полученная из расплава (30 % ПГБ); 4 – пленка, полученная из раствора (30 % ПГБ))

Исходя из приведенных данных видно, что температура плавления (максимальная) для пленки, полученной испарением растворителя, выше, чем у исходного ПГБ. Это подтверждает высказанный ранее факт формирования кристаллических структур более совершенной природы вследствие большей подвижности макромолекул ПГБ в растворителе. Также можно заметить, что интенсивность пика (площадь, соответствующая теплоте плавления) у пленки, полученной из раствора, выше. Для плавления больших по размеру кристаллов правильной формы требуется соответственно большее количество энергии. При совмещении ПГБ с эластомером происходит значительное подавление способности биополимера к кристаллизации, что проявляется в меньших размерах пиков плавления ПГБ в смесевых композициях (кривые 3 и 4).

Поскольку было выявлено значительное отличие степени кристалличности фазы ПГБ в зависимости от технологии формирования пленок, то представляло определенный интерес определение соотношения кристаллической и аморфной составляющей биополимера. Для этого была рассчитана степень кристалличности исходного ПГБ на основании данных рентгеноструктурного анализа (рис. 4).

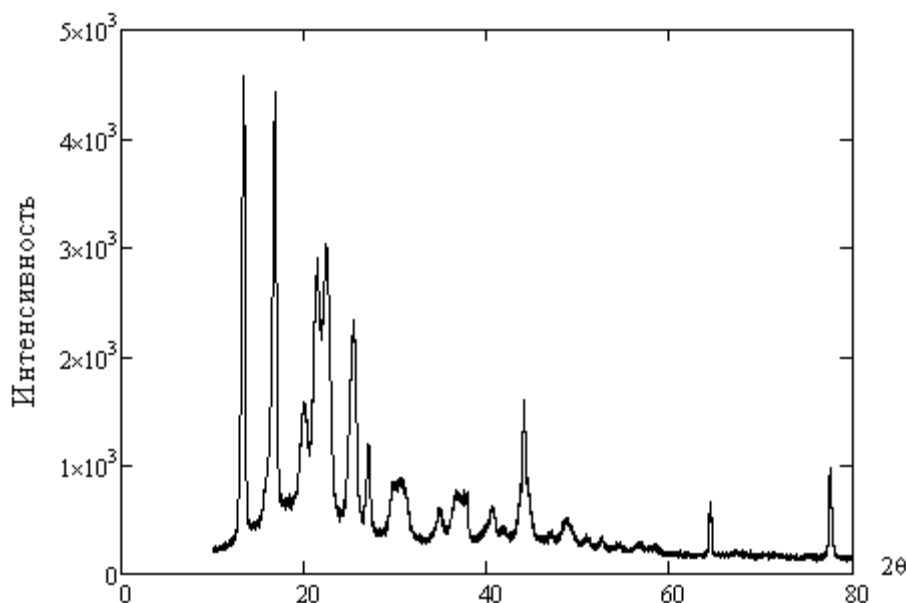


Рис. 4. Рентгенограмма исходного ПГБ

Определение степени кристалличности ПГБ проводили по методике Аггарвала-Тилля [3], в соответствии с которой было произведено разделение площади под дифракционной кривой на аморфную и кристаллическую части, и выполнено вычисление интегральной интенсивности каждой части. Степень кристалличности по данным рентгеноструктурного анализа определяли по формуле:

$$\alpha_{\text{ПГБ}} = \frac{I_k}{I_k + I_a} \times 100\%, \quad (1)$$

где I_k – интегральная интенсивность кристаллической части дифрактограммы; I_a – интегральная интенсивность аморфной части дифрактограммы.

В соответствии с уравнением (1) степень кристалличности чистого исходного ПГБ составила 59 % (при относительной погрешности около 2 %). Степень кристалличности в смесевых композитах определяли по формуле:

$$\alpha_{\text{ПГБ}} = \left(\frac{\Delta H_{\text{ПГБ}}}{\Delta H_{\text{ПГБ}}^0} \times \frac{1}{\omega_{\text{ПГБ}}} \right) \times 100\%, \quad (2)$$

где $\Delta H_{\text{ПГБ}}^0$ – теплота плавления условно полностью кристаллического ПГБ, Дж/г; $\Delta H_{\text{ПГБ}}$ – теплота плавления ПГБ при различном его содержании в композиции, Дж/г; $\omega_{\text{ПГБ}}$ – массовая доля ПГБ в композиции [4].

Поскольку методом ДСК была определена удельная теплота плавления исходного ПГБ (около 66 Дж/г), то в соответствии с формулой (2) значение $\Delta H_{\text{ПГБ}}^0$ составило 112 Дж/г.

Далее для сравнительной оценки степени кристалличности фазы ПГБ в пленках, полученных различными способами, согласно формуле (2), по значениям энтальпии плавления была рассчитана степень кристалличности фазы ПГБ. Данные представлены на рис. 5.

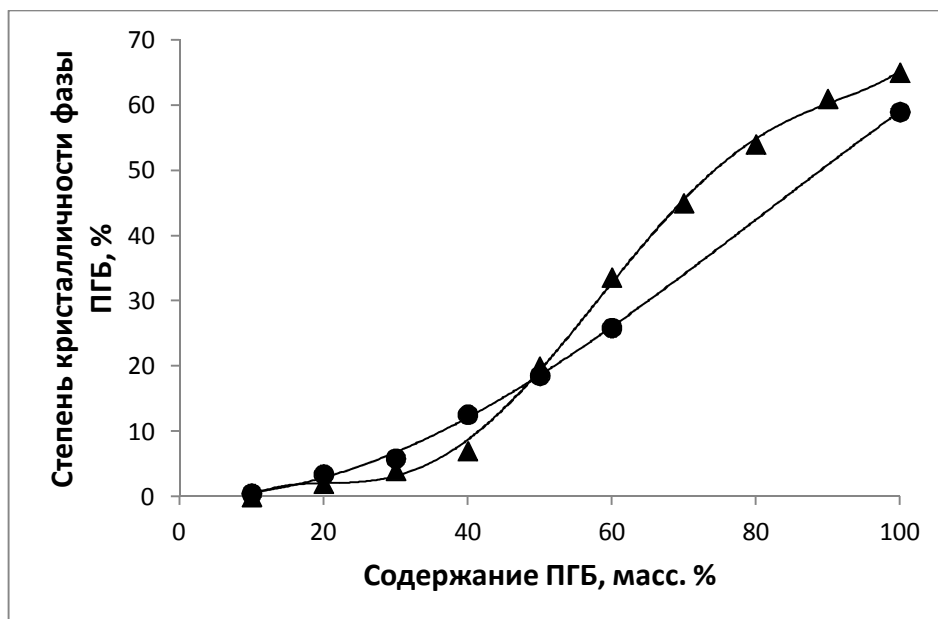


Рис. 5. Степень кристалличности фазы ПГБ (▲ – пленки, полученные из раствора; ● – пленки, полученные из расплава)

Данные рис. 5 демонстрируют увеличение степени кристалличности фазы ПГБ с ростом содержания биополимера. В области малых концентраций ПГБ (до 40 %) степень кристалличности ПГБ в пленках, полученных из раствора, даже меньше, чем в пленках, полученных смешением в расплаве. Вероятно, это связано с высокой степенью дисперсности в целом, что приводит к диспергированию и высокой дефектности надмолекулярных образований. При более высоких концентрациях ПГБ, когда он преобладает в системе, на первый план выходит высокая подвижность макромолекул ПГБ, приводящая к облегчению перемещений последних и формированию в итоге более совершенной кристаллической структуры (что также было показано данными СЭМ).

Для подтверждения формирования в пленках, полученных из раствора, более высокодисперсной системы был проведен термогравиметрический анализ образцов. В качестве примера на рис. 6 представлены кривые ТГА исходных полимеров, а также пленок

одинакового состава (60 % ПГБ по массе), полученных различными методами.

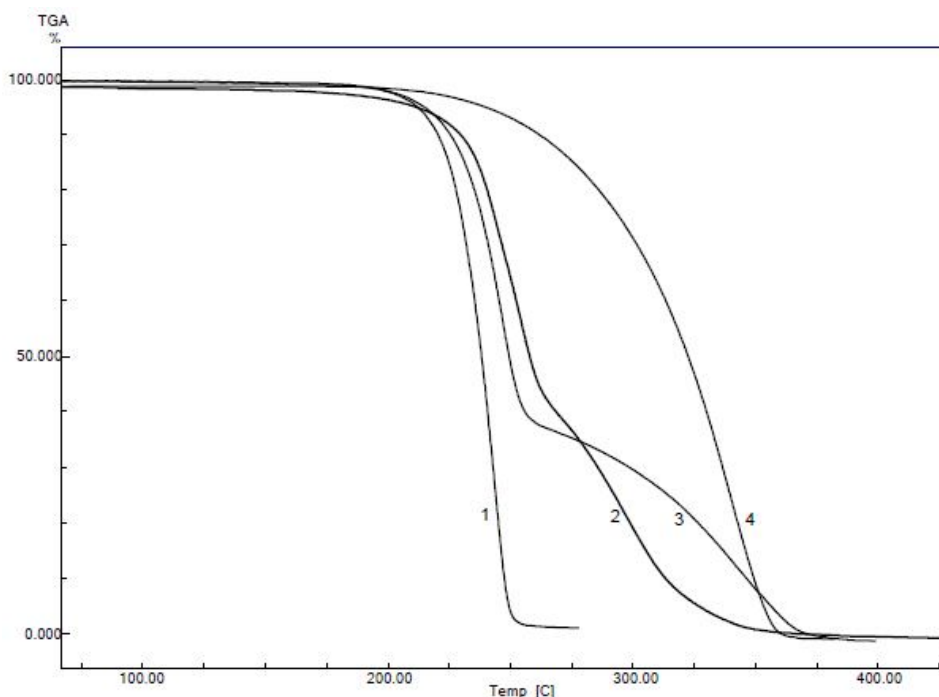


Рис. 6. Результаты ТГА для пленок различных способов формирования (1 – кривая ТГА исходного ПГБ; 2 – кривая ТГА пленки, полученной из раствора; 3 – кривая ТГА пленки, полученной в расплаве; 4 – кривая ТГА исходного ПИБ)

Известно [5], что чем более термодинамически совместимы полимеры друг с другом, тем менее явно отражается перегиб на кривой ТГА, соответствующий двум разным стадиям деструкции полимеров, вследствие того, что образуется более высокодисперсная система. Основываясь на данном положении, можно утверждать, что при формировании в растворе действительно образуются более высокодисперсные структуры. Перегиб кривой ТГА, разделяющий ступени деструкции двух полимеров, в случае пленки, полученной формированием из раствора (кривая 2), присутствует, но все же менее выражен, чем на кривой ТГА пленки, сформованной в расплаве (кривая 3).

Таким образом, совокупностью различных методов была доказана более высокодисперсная структура системы ПГБ-ПИБ в случае пленок, полученных формованием из раствора. Представляло интерес изучение влияния данной структуры на способность смесевых композиций к биодegradации. На рис. 7 показана сравнительная кинетика биодegradации фазы ПГБ в составе пленок разного состава.

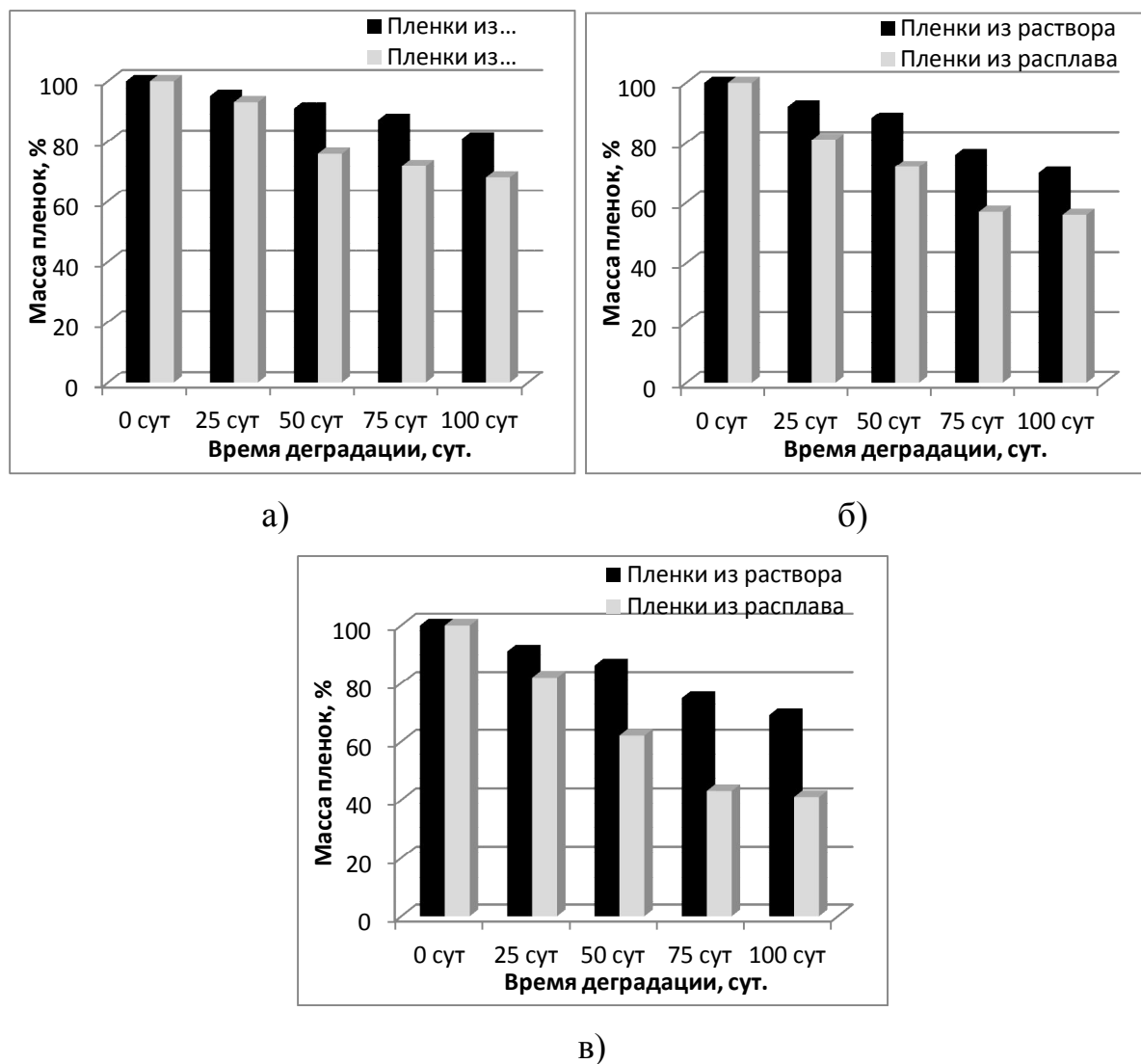


Рис. 7 – Кинетика биодegradации пленок:
а – содержание ПГБ 40 %; б – содержание ПГБ 50 %;
в – содержание ПГБ 60 %

Исходя из данных рис. 7 видно, что во всех случаях прослеживается четкая закономерность – деструкция фазы ПГБ в пленках, полученных формованием в расплаве, происходит интенсивнее по сравнению с пленками, сформованными из раствора. Основным отличием в структуре пленок, как было установлено выше, является более высокодисперсное распределение полимеров друг в друге и более высокая степень кристалличности ПГБ в пленках, полученных из раствора. При этом на способность к деградации это могло повлиять двояко. Во-первых, более дисперсное, более равномерное распределение ПГБ в композиции могло ускорить общую скорость разрушения вследствие большей площади поверхности ПГБ, доступной для микроорганизмов. Во-вторых, наоборот, мелкие «размазанные» структуры ПГБ могут медленнее разрушаться, в то время как крупные включения биополимера в случае пленок, сформованных из расплава, приведут к большей доступности ПГБ для микроорганизмов, и, как следствие, более интенсивной деградации. Как видно по данным рис. 7, на практике реализовался второй вариант – пленки, полученные комбинацией вальцевания и экструзии, разрушаются интенсивнее. Таким образом, для биodeградируемых смесевых композиций стремление к более высокодисперсному распределению полимеров актуально лишь в случае необходимости придания композиции высоких прочностных свойств (так как крупные включения играют роль концентраторов напряжения). С точки зрения биodeградации предпочтительнее более гетерогенные структуры с грубодисперсным распределением полимеров. В этом плане создание композиций на основе несовместимых, кардинально различающихся по структуре и свойствам полимеров, выглядит весьма перспективно [6].

В ходе проделанной работы комбинацией методов (электронной микроскопией, термогравиметрическим анализом, дифференциальной сканирующей калориметрией) была исследована структура пленок

ПГБ-ПИБ, полученных разными способами. Выявлено более высокодисперсное распределение полимеров в случае пленок, полученных поливом из раствора. Также в этом случае наблюдается более высокая степень кристалличности фазы ПГБ. Определена относительная интенсивность деструкции фазы биополимера в композициях. На основании глубокого детального анализа структуры композиций ПГБ-ПИБ, полученных различными методами, были сделаны выводы о преимуществе пленок, формируемых из расплава, как в плане доступности данного метода для реализации в промышленных условиях, так и в плане более высокой скорости деградации фазы биополимера.

Литература

1. Волова Т. Г., Севастьянов В. И., Шишацкая Е. И. Полиоксиалканоаты – биоразрушаемые полимеры для медицины. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 330 с.
2. Сангалов Ю. А., Минскер К. С. Полимеры и сополимеры изобутилена: фундаментальные проблемы и прикладные аспекты. Уфа: Гилем, 2001. 384 с.
3. Мартынов, М. А., Вылегжанина К. А. Рентгенография полимеров. Л.: Химия, 1972. 96 с.
4. Water transport, FTIR, and morphology characterizations of novel biodegradable blends based on poly (3-hydroxybutyrate) / A. Filatova etc. // J Polym – Eng. 2011. P. 283–288.
5. Аверко-Антонович И. Ю., Бикмуллин Р. Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Казань: КГТУ, 2002. 604 с.
6. Бурков А. А., Фомин С. В., Иорданский А. Л. Структура и реология расплавов смесевых композиций полиизобутилена и поли-3-гидроксибутирата // Пластические массы. 2012. № 7. С. 13–16.

Информация об авторах

Data on authors

Бурков Андрей Алексеевич – преподаватель кафедры химии и технологии переработки эластомеров ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 640247

E-mail: andrey_burkov@mail.ru

Фомин Сергей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры химии и технологии переработки эластомеров ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 646917

E-mail: rubber_zerg@mail.ru

Burkov Andrey Alekseevich – lecturer of the Department of Elastomers Chemistry and Processing Technology, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 640247

E-mail: andrey_burkov@mail.ru

Fomin Sergei Valerievich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Elastomers Chemistry and Processing Technology, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 646917

E-mail: rubber_zerg@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ШТАМПОВКИ

TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF THE ELECTRO- HYDROIMPULSIVE PUNCHING PROCESS

Изложены технико-экономические особенности прогрессивного процесса обработки металлов давлением с использованием импульсных энергетических воздействий, ее преимущества и недостатки в сравнении с традиционными процессами штамповки. Приведены рекомендации по реализации процесса электрогидроимпульсной вытяжки и по расчету необходимых энергетических затрат.

We describe technical and economic peculiarities of the advanced process for metal shaping using a pulse energy action, its advantages and drawbacks comparing to conventional punching processes. We give recommendations for implementing electro-hydroimpulsive draw-forming and for calculating the required energy expenditure.

Ключевые слова: электрогидроимпульсная штамповка, вытяжка, калибровка.

Keywords: electrohydroimpulsive stamping, draw-forming, calibration, hammering

Современное производство требует минимальных затрат времени на подготовку к выпуску опытной серии и продукции в целом. Подготовка комплекта сложного технологического оснащения типа штамповой оснастки требует много времени и средств. Решение этой проблемы существенно упрощается с использованием процессов электрогидроимпульсной штамповки (ЭГИШ), которые позволяют сократить время на подготовку производства от одного до нескольких дней в зависимости от сложности детали и количества операций, выполняемых в одном штампе. Иногда удается совместить в одном несложном приспособлении для ЭГИШ несколько операций традиционной штамповки, например, вытяжку, формовку, пробивку и даже отбортовку. Традиционная технология требует наличия отдельного штампа для каждой операции. Данные особенности процесса являются следствием того, что мы изготавливаем только один жесткий формообразующий элемент – матрицу или пуансон. Второй формообразующий элемент это жидкость под высоким давлением (сотни, тысячи атмосфер), воздействие которой на заготовку носит импульсный, то есть ударный характер, продолжительностью несколько сотен микросекунд.

Технология ЭГИШ имеет многолетнюю историю успешного применения в производстве. Экспериментально и теоретически установлены области эффективного применения ЭГИШ. Сравнение процесса ЭГИШ и традиционной технологии изготовления деталей на кривошипном прессе показывает, что при изготовлении деталей средней сложности процесс ЭГИШ экономически выгодно использовать до программы порядка тысячи деталей (рис. 1 точка А). При изготовлении сложных деталей, когда в одной операции ЭГИШ совмещается до трех и более традиционных операций, кривые могут не пересекаться, или пересекаться при программе десятка тысяч деталей, что наглядно видно на рис. 2. Деталь «Крышка», изготавливаемая из листовой заготовки,

получается в готовом виде на операции ЭГИШ, в которой производятся процессы вытяжки, калибровки, чеканки стрелки, пробивки двух отверстий на фланце и на конической поверхности, обрезка фланца в размер. При этом при выполнении операции пробивки отверстий, обрезки по контуру отсутствуют заусенцы, поверхность детали наклепывается, то есть упрочняется на 30...40 процентов по сравнению с исходным значением, что позволяет уменьшить толщину детали, и, следовательно, снизить вес и имеющиеся в поверхностном слое напряжения сжатия, что повышает долговечность работы детали.

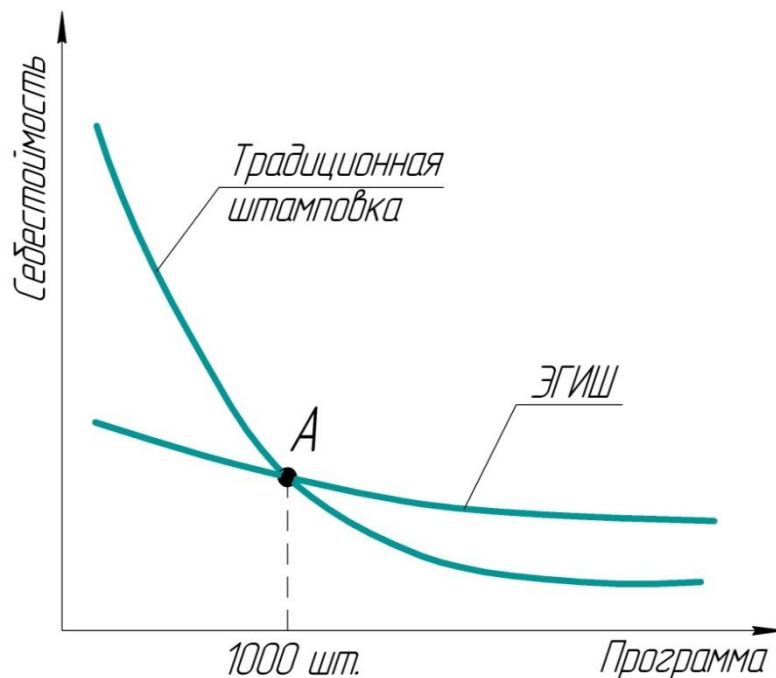


Рис. 1. Экономическое сравнение вариантов штамповки на кривошипном прессе и электрогидроимпульсной штамповки

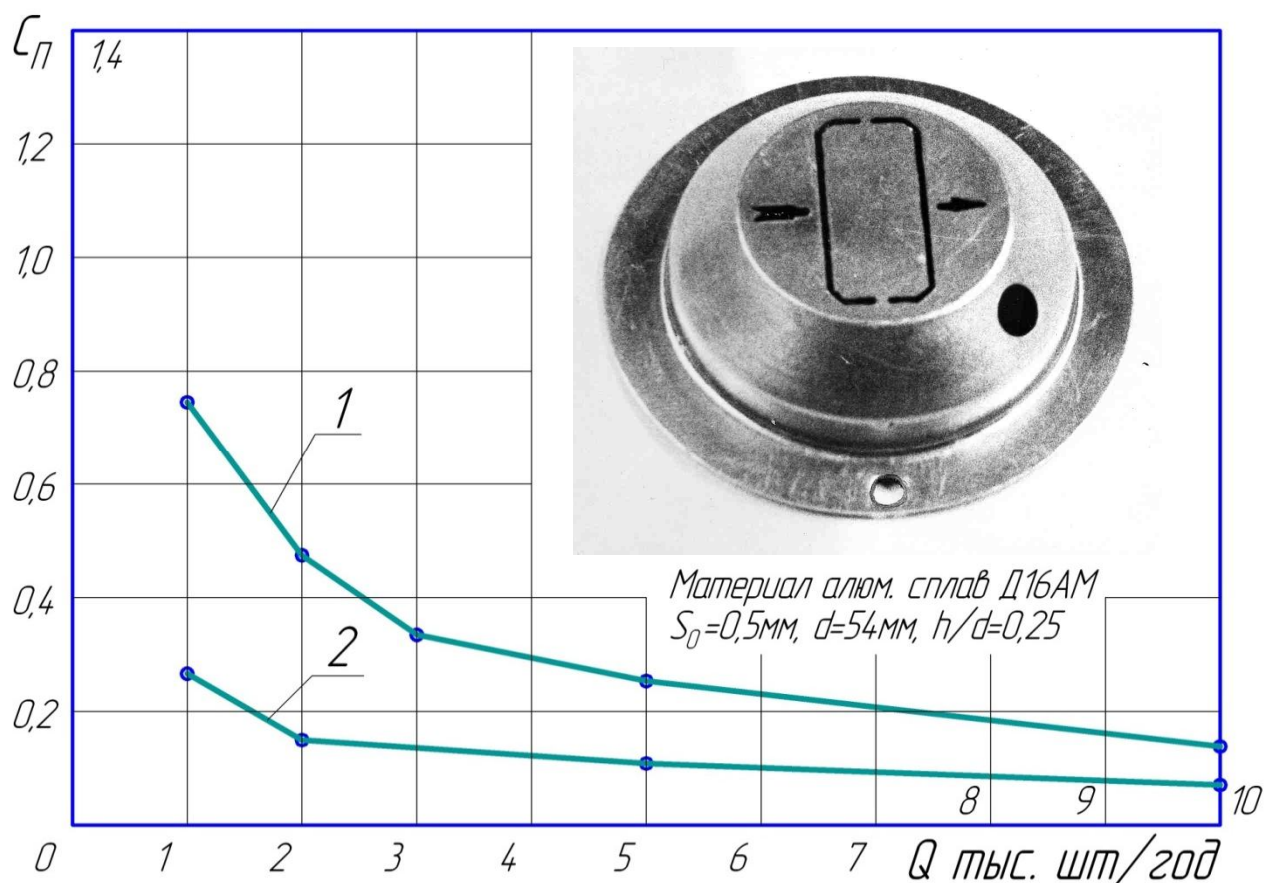


Рис. 2. Относительная себестоимость изготовления детали «Крышка» по вариантам: 1 – изготовление в жестких штампах на кривошипном прессе; 2 – электрогидроимпульсная штамповка

Источником энергии является батарея высоковольтных конденсаторов «С₆» (см. рис. 3), которая медленно накапливает энергию и затем быстро отдает ее при замыкании цепи высоковольтным выключателем «ВВ». Между электродами в разрядной камере 1, наполненной водой, образуется канал разряда, в котором выделяется вся энергия, накопленная батареей конденсаторов. Вокруг канала разряда образуется паровоздушная полость, которая стремительно расширяется. На ее фронте идет ударная волна, а в жидкости создается импульсное высокое давление до нескольких тысяч атмосфер, совершающее работу пластической деформации.

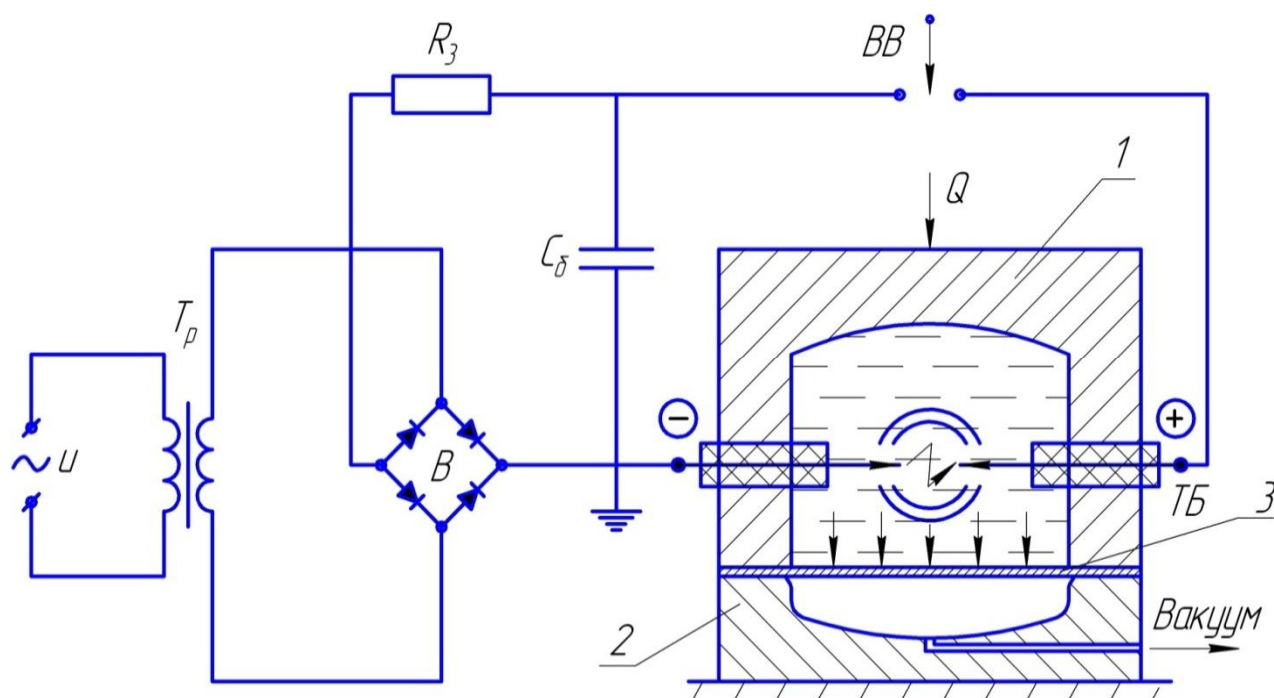


Рис. 3. Схема электрогидроимпульсной штамповки-вытяжки

1 – разрядная камера; 2 – матрица; 3 – заготовка; T_p – высоковольтный трансформатор; R_3 – зарядное сопротивление; B – выпрямитель; C_δ – батарея конденсаторов; BB – высоковольтный включатель-разрядник

Величина энергии W , выделяемой в разрядной камере, пропорциональна емкости конденсаторов C и квадрату напряжения разряда u , деленное на два, то есть

$$W = \frac{C \cdot u^2}{2} \quad (1)$$

Напряжение берется от 10 до 50 киловольт. Варьируя величиной емкости и напряжением, можно гибко изменять как величину энергии разряда, так и время приложения нагрузки на деталь, что очень важно при выполнении различных операций ЭГИШ с разными материалами. На рис. 3 представлена схема процесса ЭГИ вытяжки детали типа крышка. Так как процесс деформации длится десятки и сотни микросекунд, то мы имеем процесс высокоскоростного деформирования [1] со всеми вытекающими

отсюда положительными факторами, например, сверхпластичность. Однако при формообразовании детали за один разряд полость матрицы необходимо вакуумировать или использовать специальные каналы для выхода воздуха. При многоразрядном формообразовании вакуумирование полости матрицы не требуется.

При выполнении любого процесса вытяжки увеличение высоты вытяжки происходит за счет набора материала из фланца заготовки за счет его уменьшения в размерах, но при этом толщина фланца увеличивается. Классическая схема вытяжки с жестким прижимом (рис. 4 б) не годится для высокоскоростного деформирования. Необходимо обеспечить свободное перемещение фланца заготовки, обеспечивая фиксированную величину зазора между фланцем и прижимом, исключая при этом образование гофр на фланце.

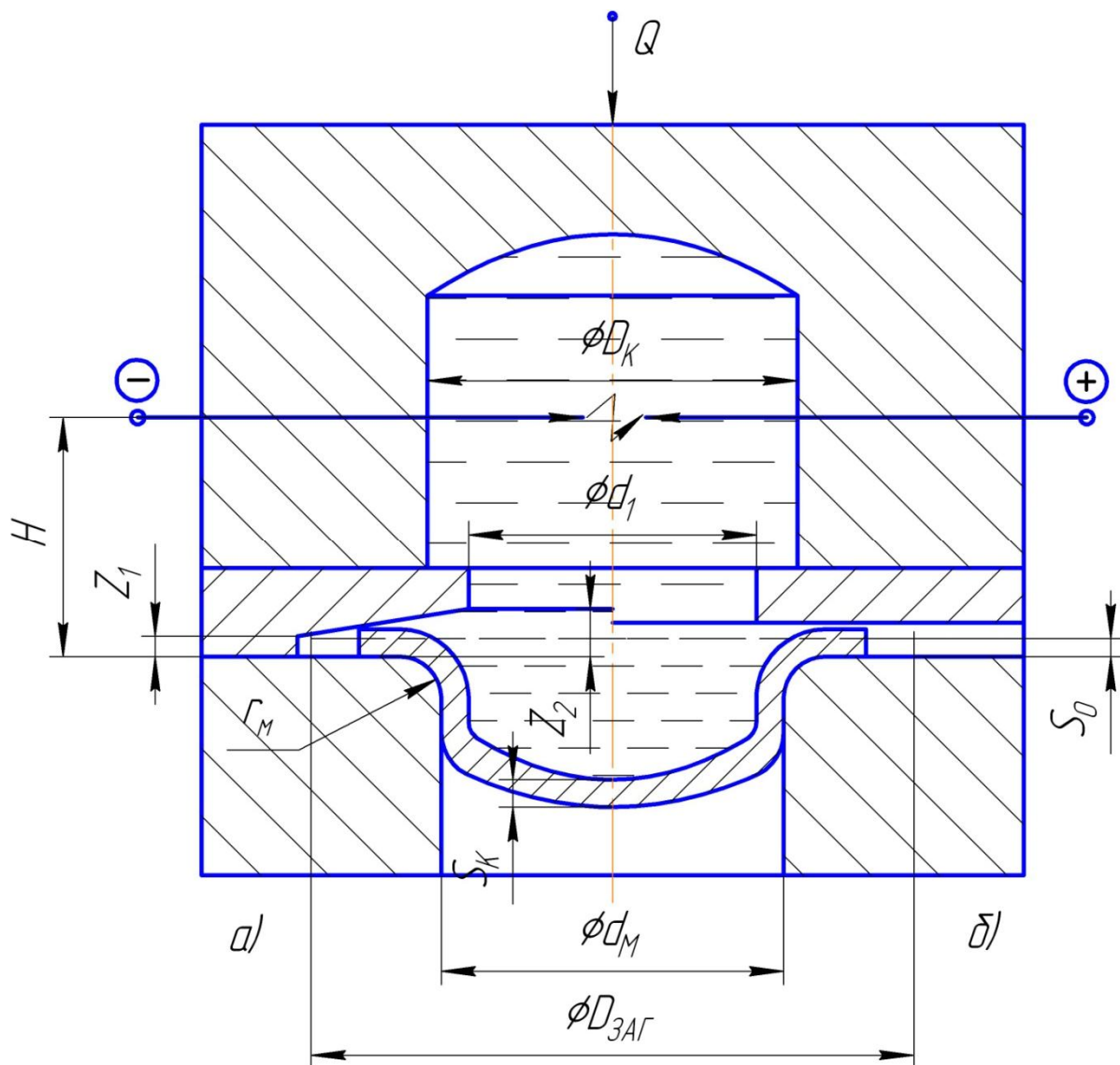


Рис. 4. Схема электрогидроимпульсной (ЭГИ) вытяжки: а – с прижимом фиксированной величиной зазора; б – с жестким прижимом

Экспериментально, используя метод планируемого эксперимента, установлена геометрия прижима и матрицы:

$$Z_1 = (1,03 \dots 1,05) \cdot S_0, \quad (2)$$

где S_0 – исходная толщина заготовки,

$$Z_2 = (0,85 \dots 0,95) \cdot S_1, \quad (3)$$

где

$$S_1 = S_0 \sqrt{\frac{D_{\text{заг}}}{d_M}}, \quad (4)$$

(см. рис. 4), $D_{\text{заг}}$ – диаметр заготовки, d_M – диаметр матрицы. Относительная удаленность зоны разряда от детали, равная отношению высоты H к диаметру камеры D_K находится в пределах $0,8 \dots 1,2$, то есть $H/D_K = 0,8 \dots 1,2$.

Диаметр проходного сечения прижима d_1 определяется как

$$d_1 = d_M - (2 \dots 5) S_0, \quad (5)$$

а радиус перетяжного ребра матрицы r_M выгодно брать

$$r_M = (5 \dots 6) S_0. \quad (6)$$

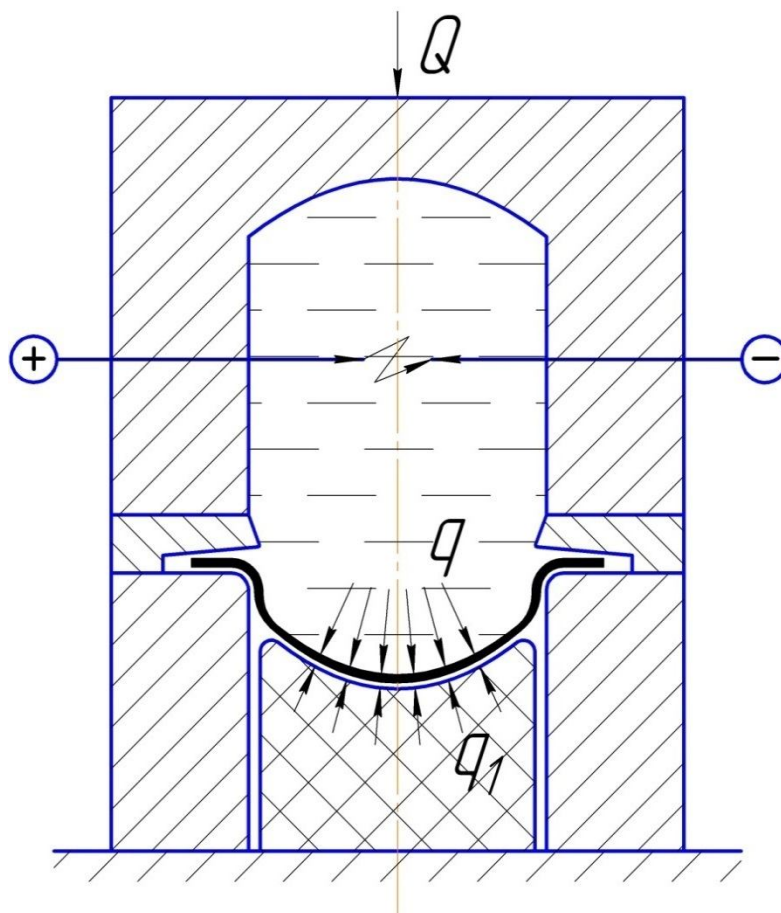


Рис. 5. Схема ЭГИ вытяжки с осевым подпором

Однако в процессе вытяжки утонение купольной части детали по радиусу неодинаково. Максимальная величина утонения в центре купольной части и при достижении критического значения утонения происходит разрыв донной части детали. Для уменьшения величины утонения в купольной части необходимо блокировать растягивающие напряжения на данном участке, то есть ввести эластичный подпор на данном участке. Таким образом, мы уменьшаем величину утонения в критической точке 1 (рис. 6) на 30 и более процентов, однако, как показала практика, электрогидроимпульсную вытяжку целесообразно применять для деталей с относительно небольшой глубиной вытяжки

$$h/d_m \leq 0.5, \quad (7)$$

где h – высота вытяжки, d_m – диаметр матрицы. В этом случае мы не выходим за пределы допустимых норм утонения материала. Хотя допустимый коэффициент вытяжки, равный отношению диаметра заготовки к диаметру матрицы $K=D_{\text{заг}}/d_m$ может быть гораздо большим, например, для алюминиевого сплава АМцМ $K=1,6$, для стали 10 $K=1,8$, нержавеющей стали 1Х18Н9Т $K=2$.

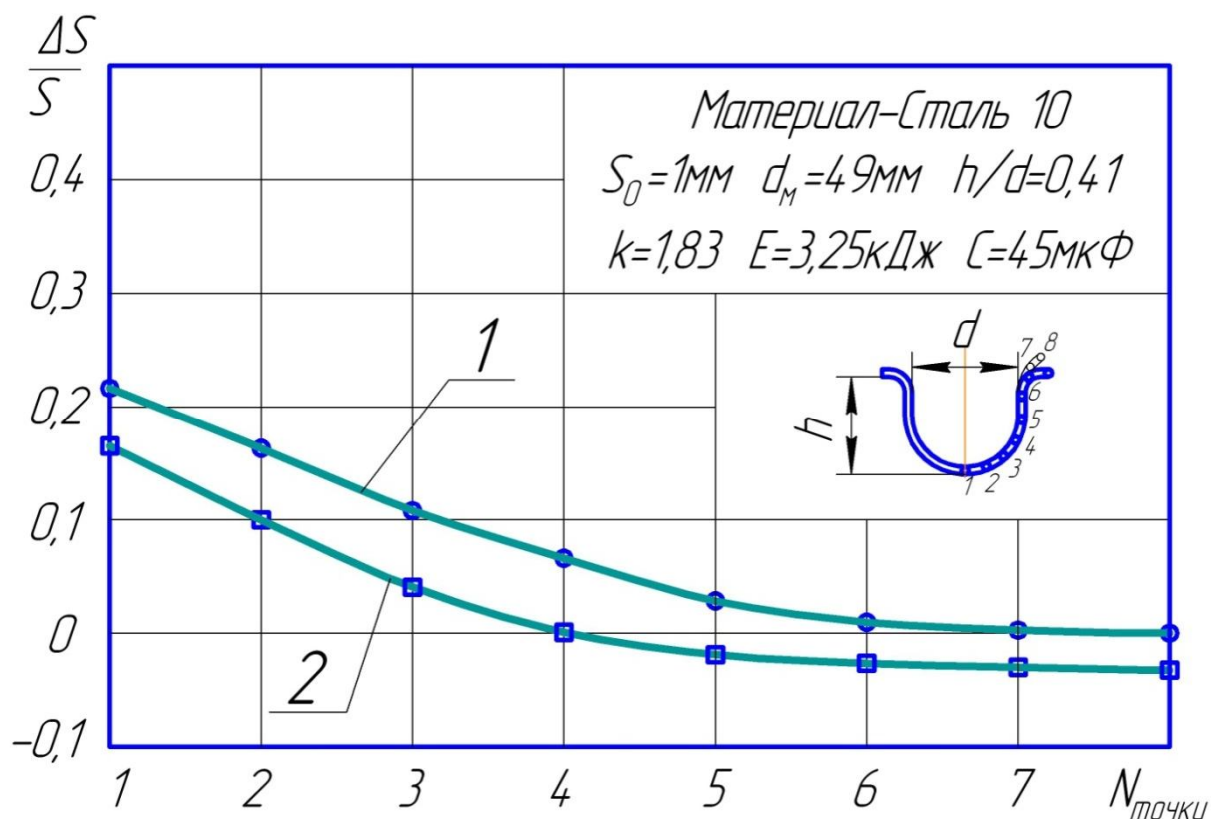


Рис. 6. Распределение утонения по сечению детали при вытяжке
 1 – с фиксированной величиной зазора в прижиме
 и 2 – при вытяжке с осевым подпором

Потребную величину энергии формообразования конкретной детали можно определить, используя эмпирические формулы [2]. Предлагаемая методика пользования сложна и требует громоздких вычислений. Более удобным в практическом обращении является использование методики моделирования процесса ЭГИ-вытяжки [3], которая позволяет технологу по модельному варианту проектировать техпроцесс изготовления детали ЭГИ-вытяжки с учетом особенностей процесса. При этом величина энергии разряда определяется на основании экспериментальных исследований, проведенных на моделях. В качестве модульного варианта использованы заготовки из наиболее употребляемых для вытяжки материалов: сталь 10, нержавеющая сталь 1Х18Н9Т, латунь Л63,

алюминиевый сплав АМцМ толщиной $S_0=1$ мм, при диаметре матрицы $d_m = 50$ мм. Тогда величина энергии разряда для данной детали-натуры имеет вид:

$$W = 4 \times 10^{-4} (d_m^2)_{\text{Н}} \cdot (S_0)_{\text{Н}} \cdot W_m, \quad (8)$$

где $(d_m)_{\text{Н}}$ – диаметр матрицы детали-натуры; $(S_0)_{\text{Н}}$ – толщина заготовки детали-натуры; W_m – оптимальная величина энергии разряда для модели, определенная экспериментально. Величина энергии W_m для приведенных выше материалов представлена в таблице.

Таблица

Величина энергии разряда W_m для различных материалов

Вид материала	Марка	W_i , Дж
Алюминиевый сплав	АМцМ	1300–1500
Латунь	Л63	1700–2000
Низкоуглеродистая сталь	10	2500–3000
Нержавеющая сталь	1Х18Н9Т	4000–5000

Кафедра технологии машиностроения Вятского государственного университета более 40 лет исследует технологические особенности этого процесса применительно к реальным производственным задачам.

Литература

1. Высокоскоростное деформирование металлов / пер. с англ. под ред. Л. Д. Миттельмана. М. : Машиностроение, 1966. 175 с.
2. ОСТ 92-1569-71. Штамповка электрогидроимпульсная.
3. Определение области эффективного применения электрогидравлических процессов и экспериментальное исследование процесса деформирования электрогидравлическим методом листовых заготовок: отчет по НИР / К. Н. Богоявленский и др. Ленинград, 1974. Рег. номер Б367527. 150 с.

Информация об авторах

Data on authors

Куимов Евгений Александрович – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 539269

E-mail: kaf_tm@vyatsu.ru

Перевощиков Владимир Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 539269

E-mail: kaf_tm@vyatsu.ru

Жуйков Валерий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 539269

E-mail: kaf_tm@vyatsu.ru

Kuymov Evgeny Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Machine Building Technology, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 539269

E-mail: kaf_tm@vyatsu.ru

Perevoshchikov Vladimir Dmitrievich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Machine Building Technology, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 539269

E-mail: kaf_tm@vyatsu.ru

Zhuikov Valery Anatolevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Machine Building Technology, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 539269

E-mail: kaf_tm@vyatsu.ru

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ПОТЕРЬ В СТАЛЬНЫХ
СЕРДЕЧНИКАХ СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОДОВ**

**THE CALCULATION METHODS OF POWER LOSSES
IN STEEL CORES OF BARE WIRES**

Разработана методика расчета мощности потерь в стальных сердечниках неизолированных проводов из алюминия и стали. Определены основные факторы, оказывающие влияние на величину потерь. Применение новых марок проводов, не имеющих стальных сердечников, позволит значительно снизить потери электроэнергии в линиях электропередачи.

The calculation methodology of power losses in steel cores of bare aluminium and steel wires was developed. The basic factors affecting the value of losses were determined. The application of new brands of wires without steel cores will significantly reduce power losses in power lines.

Ключевые слова: сталеалюминиевые провода, мощность потерь, методика расчета.

Keywords: conductors in aluminium and steel, power losses, calculation methodology

Сердечники стандартных сталеалюминиевых проводов выполняются из стальных оцинкованных проволок, обладающих высокой магнитной проницаемостью. Переменный электрический ток, протекающий в направлении спиральных осей алюминиевых проволок, создает в стальном

сердечнике значительный магнитный поток. Вследствие этого в сердечнике возникают потери энергии на вихревые токи и на гистерезис.

В настоящее время разработаны новые марки проводов, не имеющих стальных сердечников: провода с сердечником из углеволокна и провода с сердечником из базальтового волокна. В этих проводах потери на вихревые токи и гистерезис будут отсутствовать. Для того чтобы понять на сколько новые марки проводов будут эффективнее стандартных сталеалюминиевых проводов необходимо оценить величину потерь на вихревые токи и гистерезис в стальных сердечниках.

Согласно ГОСТ 839-80 [1] для изготовления сталеалюминиевых проводов применяется стальная оцинкованная проволока, выполненная из углеродистой конструкционной стали. Для таких сталей согласно марочнику сталей и сплавов [2] коэрцитивная сила превышает 1000 А/м, удельное сопротивление составляет $0,135 \div 0,146 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, а плотность 7860 кг/м^3 .

В рассмотренных источниках периодической печати и в ресурсах Интернет отсутствуют публикации, посвященные определению потерь в стальных сердечниках сталеалюминиевых проводов. Имеется большое число публикаций, посвященных расчетам удельных потерь в электротехнических сталях, из которых изготавливаются магнитные системы трансформаторов, генераторов и электродвигателей [3, 4, 5].

Потери энергии в стальных сердечниках подразделяются на потери от вихревых токов и потери на гистерезис. Для сердечника, выполненного из проволок круглого сечения диаметром d , оси которых направлены вдоль линии магнитной индукции, потери от вихревых токов определяются по формуле, [3] (Вт)

$$P_e = 0,5 \cdot \gamma \cdot k_{\phi}^2 \cdot d^2 \cdot f^2 \cdot B_m^2 \cdot V, \quad (1)$$

где γ – удельная проводимость ферромагнитного материала, См/ м;
 k_ϕ – коэффициент формы кривой магнитной индукции; при синусоидальном изменении индукции $k_\phi = \pi / 2 \cdot \sqrt{2}$; f – частота магнитного поля, Гц;
 B_m – амплитуда индукции магнитного поля, Тл; d – диаметр проволоки, м;
 V – объем проволоки, м³.

Потери на гистерезис пропорциональны площади петли гистерезиса и обусловлены внутренней структурой ферромагнитного материала. Мощность потерь на гистерезис в объеме V , за количество циклов определяемое частотой магнитного поля f можно рассчитать по формуле [4], Вт

$$\Delta P_\Gamma = \eta \cdot f \cdot B_m^n \cdot V, \quad (2)$$

где n – коэффициент, равный $n = 1,6$ при $B_m < 1,0$ Тл, $n = 2,0$ при $B_m > 1,0$ Тл;

η – коэффициент, который можно приблизительно определить по формуле из [4]

$$\eta = B_m \cdot H_m \cdot K_{\phi.П.Г.}, \quad (3)$$

где $K_{\phi.П.Г.}$ – коэффициент формы петли гистерезиса.

Таким образом, суммарная мощность потерь в сердечнике из ферромагнитного материала может быть найдена по формуле:

$$\Delta P_{cm} = \Delta P_\epsilon + \Delta P_\Gamma. \quad (4)$$

Расчет потерь на вихревые токи и гистерезис требует знания основной кривой намагничивания материала стальных сердечников проводов. Эта зависимость была получена экспериментально.

Оценка мощности потерь в стальных сердечниках сталеалюминиевых проводов выполняется в несколько этапов. Вначале необходимо определить амплитудное значение составляющей напряженности магнитного поля, направленной вдоль стального сердечника.

Вследствие скрутки каждая алюминиевая проволока оказывается расположенной по спирали, то есть под некоторым углом к оси центральной стальной проволоки. В результате этого появляется составляющая напряженности магнитного поля, направленная вдоль оси провода.

В этом случае повив алюминиевых проволок можно рассматривать как обмотку соленоида, для которого длина на много больше радиуса, что позволяет воспользоваться для расчета продольной составляющей напряженности магнитного поля следующей формулой:

$$H_{\text{прод}} = n \cdot I, \quad (5)$$

где $n = \frac{N}{l}$ – число витков на единицу длины соленоида, 1/м; I – электрический ток в проволоках повива, А.

Для случая витого провода

$$n = \frac{m}{h \cdot d_{\text{пов}}}, \quad (6)$$

где m – число проволок в повиве; h – шаг скрутки; $d_{\text{пов}}$ – диаметр повива, м.

Электрический ток, протекающий в каждой алюминиевой проволоке можно определить по формуле:

$$I_i = \frac{I_{\text{пров.}}}{k}, \quad (7)$$

где $I_{\text{пров.}}$ – электрический ток, протекающий во всем проводе, А; k – число алюминиевых проволок в проводе.

Полученное значение напряженности магнитного поля будет являться действующим значением. Поскольку в формулах (1) и (2) используются амплитудные значения, следует ввести множитель $\sqrt{2}$. Обобщая приведенные формулы можно записать

$$H_{\text{прод}} = \frac{\sqrt{2} \cdot m \cdot I_i}{h \cdot d_{\text{пов}}}. \quad (8)$$

Если провод имеет два повива алюминиевых проволок, намотанных в противоположных направлениях, то продольные составляющие напряженности магнитного поля, создаваемые каждым из повивов, будут направлены встречно и будут практически компенсировать друг друга. Но компенсация будет неполной, так как диаметры повивов и число проволок в них будут различны. В этом случае необходимо рассчитать продольные составляющие напряженности, создаваемые каждым из повивов, а затем найти результирующую напряженность.

Если провод имеет три повива алюминиевых проволок (два из которых намотаны в одном направлении, а один в противоположном), то необходимо рассчитать продольные составляющие напряженности от каждого повива, а затем определить результирующую напряженность.

На следующем этапе расчета необходимо определить амплитуду индукции магнитного поля в стальном сердечнике провода. Для этого следует воспользоваться кривой намагничивания материала сердечника. Затем следует определить объем стального сердечника по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l,$$

где l – длина сердечника, м.

После этого можно рассчитать мощность потерь на вихревые токи по формуле (1) и на гистерезис по формуле (2), а также общие потери.

По изложенному алгоритму выполнены расчеты мощности потерь для нескольких сечений стандартных сталеалюминиевых проводов: АС-70/11, АС-95/16, АС-120/27, АС-330/43. При выполнении расчетов принято, что плотность тока в проводах соответствует экономической плотности тока 1 А/мм^2 . Характеристики алюминиевых и стальных проволок приняты в соответствии с ГОСТ 839-80. Результаты расчетов представлены на рис. 1.

Анализ результатов расчетов позволяет сделать следующие выводы. Наибольшие потери наблюдаются в проводах с одним повивом

алюминиевых проволок и одной стальной проволокой большого диаметра (провода АС-70/11 и АС-95/16). При токах, соответствующих экономической плотности, потери в этих проводах составляют соответственно 9,8 % и 29,1 % от величины потерь в алюминиевых проволоках.

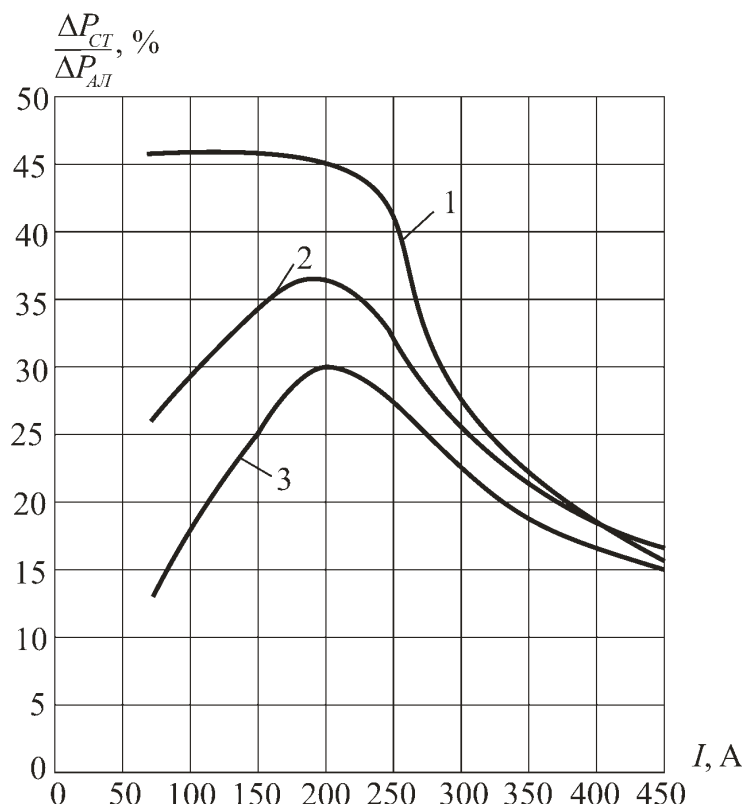
Для проводов с двумя повивами алюминиевых проволок (провод АС-120/27) результирующая составляющая напряженности магнитного поля, направленная вдоль сердечника очень незначительна. Поэтому практически равна нулю индукция магнитного поля в сердечнике, а следовательно, и потери в сердечнике пренебрежительно малы.

Для провода с тремя повивами алюминиевых проволок (провод АС-330/43) результирующая составляющая напряженности магнитного поля, направленная вдоль сердечника, будет значительно меньше, чем у проводов с одним повивом алюминиевых проволок. Соответственно и потери в таких проводах будут значительно меньше. При токе, соответствующем экономической плотности, они составляют 0,83 % от величины потерь в алюминиевых проволоках.

Результаты расчетов показывают, что с увеличением электрического тока в проводе потери в стальном сердечнике увеличиваются. Зависимость потерь от вихревых токов практически повторяет кривую намагничивания материала сердечника. С увеличением тока наступает насыщение материала сердечника, и потери от вихревых токов перестают увеличиваться. Потери на гистерезис растут прямо пропорционально величине электрического тока, но также до определенного предела, при котором петля гистерезиса становится равной предельной петле.

Следует заметить, что величина потерь на вихревые токи и гистерезис значительно зависит от кратности шага скрутки. Чем меньше кратность шага, тем больше потери. Уменьшение кратности шага соответствует более плотной намотке проволок и, следовательно,

увеличению числа витков соленоида на единицу длины. Минимальные потери имеют место при кратности шага 14, а максимальные – при кратности 10. При определенном токе наступает полное насыщение стального сердечника и потери перестают увеличиваться.



- 1 – при кратности шага скрутки – 10;
- 2 – при кратности шага скрутки – 12;
- 3 – при кратности шага скрутки – 14

Рис. 1. Зависимости относительных потерь в проводе AC-95/16 от величины тока при разных кратностях шага скрутки

Для оценки величины мощности потерь в стальном сердечнике на рис. 1 приведены зависимости отношения этих потерь к потерям в алюминиевых проволоках от величины электрического тока при различных значениях кратности шага скрутки. Мощность потерь в алюминиевых проволоках определялась по известной формуле:

$$\Delta P_{АЛ.} = I^2 \cdot R_{20} .$$

Анализ зависимостей показывает, что наибольшие относительные потери имеют место при кратности шага 10 и небольших токах в проводе. Они составляют более 45 % от потерь в алюминиевой части провода. С увеличением кратности шага скрутки относительные потери снижаются. При увеличении электрического тока в проводе относительные потери вначале увеличиваются, а затем уменьшаются. Это является следствием насыщения материала сердечника при больших токах.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Величина мощности потерь в стальных сердечниках стандартных сталалюминиевых проводов зависит от трех основных факторов:

- от конструкции провода;
- от значения электрического тока в проводе;
- от кратности шага скрутки алюминиевых проволок.

2. В зависимости от указанных факторов величина мощности потерь может изменяться в широких пределах – от нуля до 45 % от мощности потерь в алюминиевой части провода.

3. Применение новых марок проводов, не имеющих стальных сердечников, позволит значительно снизить потери электроэнергии в линиях электропередачи.

Литература

1. ГОСТ 839-80. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи.

2. Марочник стали и сплавов. URL : <http://www.splav.kharkov.com/main.php>. (Дата обращения: 06.03.2014).

3. Нейман Л. Р., Демирчян К. С. Теоретические основы электротехники : учеб. для вузов. Т. 2. Л.: Энергоиздат, 1981. 416 с.

4. Электротехника : учеб. пособие для вузов. Кн. 1 / под ред. П. А. Бутырина, Р. Х. Гафиятуллина, А. Л. Шестакова. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. 505 с.

5. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники : учеб. для вузов. М.: Высшая школа, 1973. 752 с.

Информация об авторах

Data on authors

Вихарев Александр Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетических систем ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530492

E-mail: VIAL167@yandex.ru

Vikharev Alexander Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Electrical Power Systems, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530492

E-mail: VIAL167@yandex.ru

УДК 621.3.047.4:621.313.36:620.178.16-72

Изотов А. И., Никулин С. В., Тимошенко В. Н., Изотов С. А.,
Фоминых А. А., Прокошев Д. К., Тимина Н. В.
Izotov A. I., Nikulin S. V., Timoshenko V. N., Izotov S. A.,
Fominykh A. A., Prokoshev D. K., Timina N. V.

**СНИЖЕНИЕ ИЗНОСОВ ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛОВ
ТОКОСЪЕМА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗЫВАЮЩИХ
ЩЕТОК, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ДИСУЛЬФИДА
МОЛИБДЕНА**

**REDUCING WEAR OF CURRENT-PICKUP SUBUNITS BY
APPLYING LUBRICATING BRUSHES MADE OF
MOLYBDENUM DISULFIDE**

Изложен способ снижения износа разных марок токопроводящих щеток в коллекторных машинах постоянного и переменного тока за счет установки смазывающих щеток, выполненных на основе дисульфида молибдена. Представлены данные по оптимальной подаче смазывающего вещества, влиянию установки смазывающих щеток на рабочие характеристики и уровень радиопомех, влиянию материала коллектора на температуру в зоне контакта щетка-коллектор.

Как показали проведенные нами исследования, установка на коллекторы двигателей переменного и постоянного тока смазывающих нетокопроводящих щеток, выполненных на основе дисульфида молибдена, приводит к значительному снижению износов токопроводящих щеток и коллекторов.

We describe a way of reducing wear of different brands of conductive brushes in commutated DC and AC electric motors through installing lubricating brushes made on basis of molybdenum disulphide. We present the data concerning the optimum lubricant feeding, the effect of lubricating brush installation on operational factors and a radio interference level, the influence of the commutator material on the temperature in the brush-commutator contact zone.

Ключевые слова: дисульфид молибдена, смазывающие щетки, коллектор, щеткодержатель.

Keywords: molybdenum disulfide lubricants, brushes, commutator, brush holder

В машинах переменного тока вместе с этим снижается уровень сетевых и полевых радиопомех. Оценка эффективности смазывающих щеток проводилась на коллекторных двигателях переменного тока привода углошлифовальных машин мощностью 2,2 кВт с использованием токопроводящих щеток ЭГ-4, ЭГ-74, Г-33М, ЭГ-84М, ЭГ-841, ЭГ-84УМК, МГС-7, ЭГ-61УМК. В результате проведенных исследований было установлено, что эффективность смазывающих щеток в большой степени зависит от величины подачи смазки в зону контакта, оптимальной подаче соответствует минимальный износ токопроводящих щеток. Повышенная подача смазки может привести даже к увеличению износа токоведущих щеток. В табл. 1 и на рис. 1 представлены данные, характеризующие износы токопроводящих щеток Г-33М, ЭГ-84УМК и ЭГ - 84М в зависимости от подачи смазки в зону контакта щетка-коллектор, из которых следует, что, для каждой марки щетки существует оптимальная подача, которой соответствует минимум износа токопроводящих щеток. Значительное увеличение подачи (п. 6, 11, 15) приводит к увеличению

износов, при этом износ становится даже больше, чем в случае, когда смазывающая щетка отсутствует (п. 1, 7, 12). Увеличение износа токоведущих щеток при большой подаче смазки в зону контакта можно объяснить двумя причинами: большое количество смазки препятствует проникновению кислорода к меди коллектора, что замедляет процесс образования политурной пленки, сдвигая динамический процесс ее восстановления и истирания в сторону истирания; вторая причина – затрудняется прохождение тока от щетки к коллектору, происходит пробой смазывающей пленки, дисульфид молибдена переходит частично в оксид, увеличивая коэффициент трения и, соответственно, износ токоведущих щеток.

Таблица 1

Снижение износов токопроводящих щеток

№ п.п	Средний износ токоведущих щеток, мм	Износ MoS ₂ , гр.		Средняя эффективность, раз	Давление на ДМ, гр/мм ²	Марка токоведущей щетки
		1 щетка	2 щетка			
1	0,268	–	–	–	–	Г-33М
2	0,143	0,238	–	1,87	80	
3	0,170	0,035	–	1,57	208	
4	0,198	0,049	–	1,35	250	
5	0,220	0,062	–	1,21	300	
6	0,365	0,159	0,166	0,73	300	
7	0,210	–	–	–	–	ЭГ-84М
8	0,155	0,025	–	1,34	80	
9	0,154	0,032	–	1,35	208	
10	0,167	0,045	–	1,25	300	
11	0,196	0,037	0,047	1,07	300	
12	0,375	–	–	–	–	ЭГ-84 УМК
13	0,202	0,030	–	1,85	40	
14	0,237	0,037	–	1,57	80	
15	0,270	0,054	–	1,38	160	



Рис. 1. Величина износов токоведущих щеток, мм, в зависимости от подачи дисульфида молибдена, гр.

На рис. 2 приведены результаты ресурсных испытаний трех двигателей привода угловых шлифовальных машин (МШУ 2,2-230), на коллекторах которых были установлены смазывающие щетки. Применение смазывающих щеток привело к снижению износов токоведущих щеток: ЭГ-84М в 1,56 раза при ресурсе 250 часов, ЭГ-84УМК в 2 раза при ресурсе 325, Г-33М в 2,8 раза при ресурсе 450 часов (за базовый ресурс двигателя взят ресурс щеток машины штатного исполнения). При этом щетке Г-33М соответствует меньший износ смазывающей.

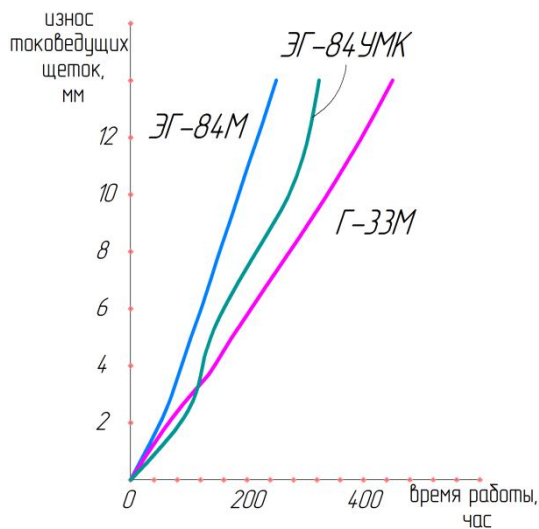


Рис. 2. Износ токовых щеток в сочетании со смазывающими щетками (СЩ)

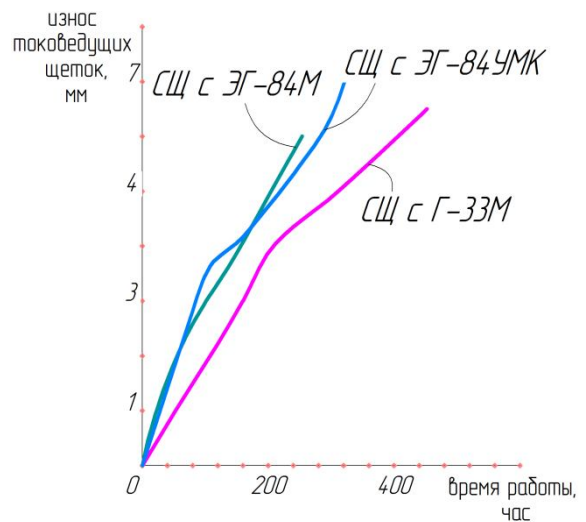


Рис. 3. Износ смазывающих щеток (СЩ) с различными токоведущими

Применение смазывающих щеток приводит к снижению температуры коллектора с Г-33М на 12 %, ЭГ-84 УМК на 13 %, ЭГ-84М на 7 %; к снижению потребляемых токов на холостом ходу и при номинальной нагрузке, КПД, cosφ, частота вращения изменяются незначительно. По большинству частот наблюдается снижение уровня сетевых и полевых радиопомех (табл. 2, 3), уровень искрения остается практически без изменения.

Таблица 2

Уровень сетевых радиопомех, Дб

Частота, МГц	0,16	0,24	0,55	1	1,4	2	3,5	6	10	22	30
По ГОСТ Р51318,14,1-99	70	66	60	59	58	57	56	52	52	52	52
<u>ЭГ-84М</u>	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>55</u>	<u>43</u>	<u>42</u>	<u>46</u>	<u>49</u>	<u>48</u>	<u>40</u>	<u>48</u>	<u>44</u>
ЭГ-84М с ДМ	46	47	42	35	34	36	37	36	38	42	38
<u>ЭГ-84 УМК</u>	<u>55</u>	<u>59</u>	<u>54</u>	<u>42</u>	<u>41</u>	<u>47</u>	<u>50</u>	<u>47</u>	<u>41</u>	<u>47</u>	<u>43</u>
ЭГ-84УМК с ДМ	45	48	41	36	35	37	38	35	39	41	37
<u>Г-33 М</u>	<u>48</u>	<u>48</u>	<u>43</u>	<u>36</u>	<u>35</u>	<u>38</u>	<u>37</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>30</u>	<u>30</u>
Г-33М с ДМ	46	47	38	33	33	38	32	32	36	27	26

Таблица 3

Уровень полевых радиопомех, Дб

Частота, МГц	30	45	60	90	150	180	220	300
По ГОСТ P51318,14,1-99	55	55,6	56,3	57,2	59,5	60,6	62,1	65
<u>ЭГ-84М</u>	<u>42,4</u>	<u>41,4</u>	<u>45,4</u>	<u>48,4</u>	<u>37,9</u>	<u>37,5</u>	<u>31,3</u>	<u>28,8</u>
ЭГ-84М с ДМ	38,4	34,4	41,4	38,4	33,9	33,5	26,3	21,8
<u>ЭГ-84 УМК</u>	<u>38,4</u>	<u>30,4</u>	<u>39,4</u>	<u>42,4</u>	<u>32,9</u>	<u>32,5</u>	<u>29,3</u>	<u>25,8</u>
ЭГ-84УМК с ДМ	38,4	30,3	39,2	42,4	32,9	32,5	26,3	21,8
<u>Г-33М</u>	<u>46,4</u>	<u>44,4</u>	<u>49,4</u>	<u>48,4</u>	<u>41,9</u>	<u>40,5</u>	<u>34,3</u>	<u>30,8</u>
Г-33М с ДМ	43,4	41,4	47,4	45,4	41,9	30,5	27,3	22,8

Вторым фактором, активно влияющим на эффективность смазывающих щеток, является температура в зоне контакта токопроводящая щетка-коллектор, которая, как известно, определяется частотой вращения, плотностью тока, коэффициентом трения, давлением на щетку и т. д. Превышение температуры (более 400 °С) в точках непосредственного контакта щетка-коллектор обуславливает переход смазки в оксид, который приводит к повышенному износу щеток.

В табл. 4, 5 представлены результаты влияния на рабочие характеристики и температуру коллектора установки смазывающих щеток, выполненных на основе дисульфида молибдена в случае, когда коллектор выполнен из меди ПКМ и ПКМС (медь с добавкой серебра). Как следует из табличных данных, установка смазывающих щеток при медном коллекторе приводит к снижению температуры коллектора только в режиме холостого хода. При номинальном режиме смазывающая щетка даже вызывает увеличение его температуры. Применение коллектора с добавкой серебра, имеющего пониженный коэффициент трения, обуславливает снижение температуры по всем режимам работы в случае установки смазывающих щеток. Как показали проведенные нами расчеты,

при медном коллекторе (ПКМ) микротемпература в зоне контакта при номинальном режиме работы превышало 400 °С, в случае использования материала ПКМС ее значение менее 350 °С (при температурах более 400 °С дисульфид молибдена переходит в оксид, теряя свои смазывающие свойства). Использование смазывающих щеток на коллекторе, изготовленном из материала ПКМС, позволило уменьшить износ токоведущих щеток и коллекторов более чем в два раза.

В табл. 6 представлены результаты исследований износа щеток МГС-7 авиационного стартер-генератора, когда на двух дорожках установлены смазывающие щетки с одинаковым давлением и размером, а давление на токоведущие щетки по дорожкам различно (400 и 800 гр). Как следует из опытных данных применение смазывающих щеток на первой дорожке приводит к значительному снижению износов токоведущих щеток. На второй дорожке по мере наработки имеет место повышение износа как токоведущих, так и смазывающих щеток, это также обусловлено различной температурой в зоне контакта щетка-коллектор. В первом случае она составляла 350 °С, а во втором – около 600 °С, т. е. на второй дорожке дисульфид молибдена переходил в оксид, теряя свои смазывающие свойства.

Таблица 4

Рабочие характеристики (коллектор из меди ПКМ)

Параметры	Без смазывающей щетки					Установлена смазывающая щетка				
	0	10	20	30	35	0	10	20	30	35
Момент на валу M_2 , Н·м										
Потребляемая мощность P_1 , Вт	1040	1500	1950	2350	2600	1060	1500	1900	2320	2520
Потребляемый ток I , А	5,2	7,5	9,7	11,7	13	5,2	7,5	9,5	11,7	12,7
Частота вращения n , об/мин	5699	5022	4671	4416	4250	5790	5130	4720	4440	4320
Уровень искрения, балл	2	2	2	1 ½- 2	1 ½- 2	1 ½- 2	1 ½- 2	1 ½- 2	1 ½- 2	1 ½- 2
Температура коллектора, °С					142					147

Таблица 5

Рабочие характеристики (коллектор из меди с добавкой серебра ПКМС)

Параметры	Без смазывающей щетки				Установлена смазывающая щетка			
	0	10	20	30	0	10	20	30
Момент на валу M_2 , Н·м								
Потребляемая мощность P_1 , Вт	1050	1450	1870	2320	1070	1500	1900	2300
Потребляемый ток I , А	5	7,2	9,4	10,6	5,2	7,4	9,5	11,6
Частота вращения n , об/мин	5784	5082	4800	4482	5824	5166	4735	4448
Уровень искрения, балл	1 ½	1 ½	2	2	2	2	1 ½	1 ½
Температура коллектора, °С				122				107

Таблица 6

Влияние давления на эффективность применения смазывающих щеток

Номер дубля	1 дорожка, давление 400 гр.								2 дорожка, давление 800 гр.							
	Номер щетки						Ср. износ	Ср. износ MoS ₂	Номер щетки						Ср. износ	Ср. износ MoS ₂
	1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11	12		
1	0,25	–	0,35	0,3	–	0,3	0,3	–	0,35	0,4	–	0,35	0,25	–	0,338	–
2	0,1	0,15	0,15	0,05	0,2	0,15	0,113	0,175	0,05	0,2	0,25	0,15	0,1	0,95	0,125	0,6
3	0,1	0,1	0,15	0,05	0,15	0,1	0,1	0,125	0,35	0,2	0,6	0,3	0,25	0,4	0,275	0,5
4	0,1	0,4	0,15	0,05	0,2	0,05	0,088	0,3	0,5	0,35	0,7	0,55	0,55	0,6	0,488	0,65
5	0,15	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,113	0,25	0,5	0,45	0,65	0,65	0,6	0,6	0,55	0,625
6	0,15	0,4	0,1	0,05	0,15	0,1	0,1	0,275	0,5	0,55	0,65	0,55	0,45	0,65	0,513	0,65
7	0,05	0,35	0,15	0,05	0,25	0,1	0,088	0,3	0,45	0,5	0,7	0,6	0,5	0,75	0,513	0,725
8	0,1	0,4	0,1	0,05	0,3	0,1	0,088	0,35	0,5	0,45	0,65	0,65	0,6	0,7	0,55	0,675
9	0,05	0,3	0,05	0,1	0,3	0,1	0,075	0,3	0,45	0,5	0,65	0,6	0,5	0,6	0,513	0,625

В настоящее время нами разработан метод подбора контактных пар щетка-коллектор по допустимой температуре в зоне контакта и толщине смазывающей пленки, обеспечивающий эффективное применение смазывающих щеток на основе дисульфида молибдена, а также созданы физические модели, позволяющие прогнозировать износы на стадии проектирования узлов токосъема.

Литература

1. The influence of mechanical factors in alternating-current collector machines on level of radio noise / A. I. Izotov & etc. // Russian Electrical Engineering. 2013. № 84 (8). P. 463–465.

2. Влияние механических факторов в коллекторных машинах переменного тока на уровень радиопомех / А.И. Изотов [и др.] // Электротехника. 2013. № 8. С. 57–59.

3. Уменьшение износа щеток генератора авиационного исполнения / А. И. Изотов и др. // Электротехника. 2012. № 11. С. 60–62.

4. Влияние щеточного перекрытия на радиопомехи и рабочие характеристики в коллекторном двигателе переменного тока / А. И. Изотов и др. // XIV Международная конференция «Электромеханика, электротехнологии, электротехнические материалы и компоненты» : труды МКЭЭЭ-2012, 23 сентября – 29 сентября 2012, Крым, Алушта. Б. м., 2012.

Информация об авторах

Data on authors

Изотов Анатолий Иванович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой электрических машин и аппаратов ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: izotov@vyatsu.ru

Никулин Сергей Викторович – кандидат технических наук, декан вечерне-заочного факультета ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: vzf_nikulin@vyatsu.ru

Тимошенко Вячеслав Николаевич – старший преподаватель кафедры электрические машины и аппараты ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: timoshenko@vyatsu.ru

Изотов Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии защиты биосферы ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: usr00151@vyatsu.ru

Фоминых Антон Анатольевич – старший преподаватель кафедры электрические машины и аппараты ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: aa_fominyh@vyatsu.ru

Прокошев Дмитрий Константинович – аспирант ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: prokoshev@vyatsu.ru

Тиминая Наталья Владимировна – доцент кафедры электрические машины и аппараты ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530473

E-mail: timina@vyatsu.ru

Izotov Anatoly Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Chair of the Department of Electrical Machines and Devices, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530473

E-mail: izotov@vyatsu.ru

Nikulin Sergei Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Dean of the Evening and Correspondence Faculty, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530473

E-mail: vzf_nikulin@vyatsu.ru

Tymoshenko Vyacheslav Nikolaevich – senior lecturer of the Department of Electrical Machines and Devices, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530473

E-mail: timoshenko@vyatsu.ru

Izotov Sergei Anatolyevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Biosphere Protection Technology, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530473

E-mail: usr00151@vyatsu.ru

Fominykh Anton Anatolyevich – senior lecturer of the Department of Electrical Machines and Devices, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530473

E-mail: aa_fominyh@vyatsu.ru

Prokoshev Dmitry Konstantinovich – postgraduate student, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530473

E-mail: prokoshev@vyatsu.ru

Timina Natalia Vladimirovna – Assistant Professor of the Department of Electrical Machines and Devices, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 530473, E-mail: timina@vyatsu.ru.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБМЕННОГО ФОНДА ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

OPTIMIZATION OF THE EXCHANGE FUND OF ELECTRICAL COMPONENTS

В статье излагается оптимизация обменного фонда элементов электрооборудования удаленного лесопромышленного предприятия. Оптимизация основана на использовании методов теории массового обслуживания, при этом авторами ранее доказано, что поток поступлений заявок на ремонт является простейшим. В качестве критерия оптимальности обменного фонда принята вероятность нулевого ожидания обмена неисправного элемента на рабочий, находящийся в обменном фонде. Для случая простейшего потока заявок на обслуживание авторы предлагают использовать таблицы Пека и Хейзельвуда, что позволяет быстро и легко рассчитать обменный фонд при известных интенсивностях отказов и восстановлений элементов электрооборудования.

The article describes the optimization of the exchange fund of electric elements in a remote timber company. Optimization techniques are based on the use of queuing theory, and the authors have previously demonstrated that the intake flow of applications for repair is the simplest one. The criterion of exchange fund optimization is assumed to be the probability of zero waiting for an exchange of a defective item for a working one available in the exchange fund. For the case of a simple service application flow the authors propose to

use Peck&Heyzelvud's tables that make it quick and easy to calculate the exchange fund under the certain failure rate and the restoration of electrical equipment items.

Ключевые слова: обменный фонд, обслуживание, нулевое ожидание, таблицы.

Keywords: exchange fund, maintenance, zero waiting, tables

Во время отказа элементов кранового электрооборудования в условиях удаленного лесопромышленного предприятия довольно часто наблюдается следующая ситуация: на складе нет в наличии нового элемента, в электроцехе отсутствует отремонтированный; краны длительное время простаивают в ожидании замены или ремонта вышедших из строя элементов, восстановление которых происходит срочно, при этом нарушается технология ремонта, что приводит к резкому снижению послеремонтной надежности.

Для устранения указанного необходимо иметь неснижаемый обменный фонд элементов в оптимальном количестве. Это позволит сократить время простоя кранов и улучшить качество ремонта кранового электрооборудования. Поступающие в электроцех неисправные элементы будут обмениваться тем быстрее, чем больше будет обменный фонд. Но с увеличением последнего возрастают дополнительные затраты на его комплектование. Важно рассчитать, чтобы обменный фонд содержал оптимальное количество элементов.

Момент возникновения отказа, поступление в электроцех и продолжительность восстановления элементов являются случайными величинами. Поэтому могут возникнуть очереди кранового электрооборудования, ожидающего обмена. Предполагая, что демонтированные с кранов неисправные элементы немедленно

транспортируются в электроцех, можно утверждать, что поток поступления будет практически повторять поток их отказов, который, как доказано нами, является простейшим [1]. Если число элементов в обменном фонде равно числу отказавших элементов, поступающих с кранов, то наблюдается установившийся режим (бесперебойная замена неисправного кранового электрооборудования на имеющееся в обменном фонде). Если же равенство нарушено, то в фонде может не оказаться элементов, которыми можно было бы заменить отказавшие. Образуется очередь на замену; время ожидания в очереди зависит от продолжительности восстановления, которое по данным статистических исследований согласуется с экспоненциальным законом распределения.

Оптимальное количество обменных элементов можно определить, применяя теорию массового обслуживания. Используем разработанный в общем виде математический аппарат [2] для анализа различных систем массового обслуживания. Для этого представим процесс эксплуатации элементов кранового оборудования в виде замкнутой системы с ожиданием (рис. 1).

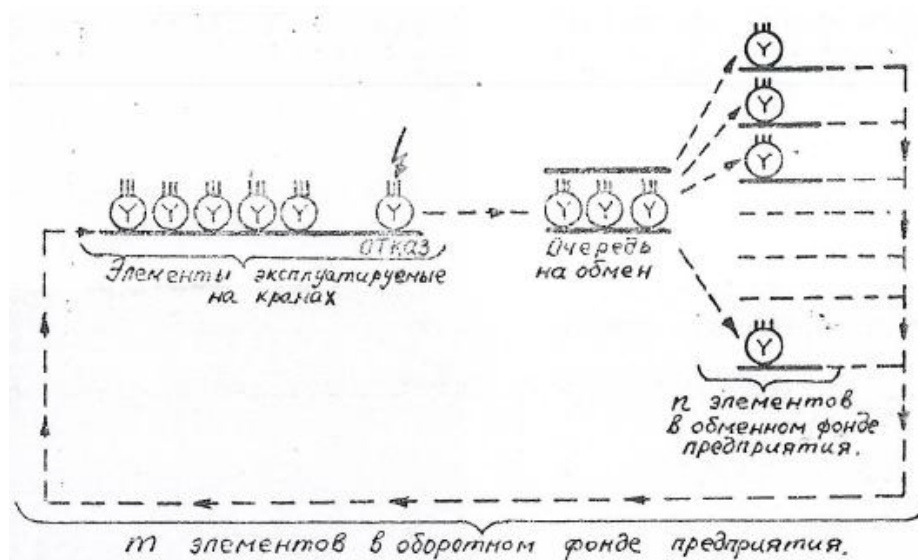


Рис. 1. Представление процесса эксплуатации элементов кранового оборудования в виде замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием

Так как поступающий поток неисправных элементов является пуассоновским, а промежутки времени, в течение которых элементы восстанавливаются, распределены по показательному закону, то состояние системы будет полностью определено числом n неисправных элементов, требующих замены в тот момент времени t на исправные, находящиеся в обменном фонде. Предсказание будущего течения процесса не будет зависеть от прошлого состояния. Таким образом, рассматриваемый процесс является марковским, который полностью определяется стохастической матрицей A и совокупностью начальных вероятностей состояний $p_n(0)$.

Обозначим через Y_0, Y_1, \dots, Y_m все возможные состояния обменного фонда. Тогда в интервале времени $(t, t+\Delta t)$ могут произойти следующие возможные переходы состояния с соответствующими вероятностями:

Переходы состояния		Вероятность переходов
Неизменное состояние	$Y_0 \rightarrow Y_0$	$1 - m\lambda' dt$
Использован один элемент из обменного фонда	$Y_0 \rightarrow Y_1$	$m\lambda' dt$
Обменный фонд вновь достиг n элементов	$Y_1 \rightarrow Y_0$	$\frac{m}{n} dt$
Неизменное состояние	$Y_1 \rightarrow Y_1$	$1 - (m-1)\lambda' dt - \frac{m}{n} dt$
.....
Неизменное состояние	$Y_{n-1} \rightarrow Y_{n-1}$	$1 - (m-n+1)\lambda' dt - \frac{n-1}{n} \mu dt$
Использованы все n элементов обменного фонда	$Y_{n-1} \rightarrow Y_n$	$(m-n+1)\lambda' dt$

Обменный фонд вновь достиг n элементов	$Y_n \rightarrow Y_{n-1}$	mdt
Неизменное состояние	$Y_n \rightarrow Y_n$	$1 - (m - n)\lambda' dt - \mu dt$
Использованы все n элементов обменного фонда и один ожидаемого обмена	$Y_n \rightarrow Y_{n+1}$	$(m - n)\lambda' dt$
Обменный фонд вновь достиг n элементов	$Y_{n+1} \rightarrow Y_n$	mdt
Неизменное состояние	$Y_{n+1} \rightarrow Y_{n+1}$	$1 - ((m - n) - 1)\lambda' dt - \mu dt$
...
Неизменное состояние	$Y_{m-1} \rightarrow Y_{m-1}$	$1 - \lambda' dt - \mu dt$
Использованы все n элементов обменного фонда и $m - n + 1$ ожидаемого обмена	$Y_{m-1} \rightarrow Y_m$	$\lambda' dt$
Обменный фонд вновь достиг n элементов	$Y_m \rightarrow Y_{m-1}$	μdt
Неизменное состояние	$Y_m \rightarrow Y_m$	$1 - \mu dt$

Здесь: λ' – интенсивность отказа отдельного элемента;

n – количество элементов в обменном фонде;

m – количество элементов в оборотном фонде;

μ – интенсивность восстановления поврежденных элементов.

Следует отметить, что практический интерес представляется случай, когда $m > n$.

Принимая во внимание перечисленный выше возможные состояния и вероятности перехода в эти состояния, построим граф перехода (рис. 2) и выведем стохастическую матрицу A (рис. 3).

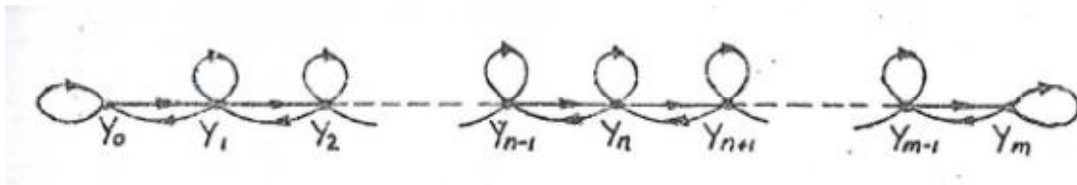


Рис. 2. Граф перехода возможных состояний обменного фонда электроцеха предприятия

Состояние обменного фонда электроцеха в момент $t+dt$

	Y_0	Y_1	Y_2	...	Y_{n-1}	Y_n	Y_{n+1}	...	Y_{m-1}	Y_m
Y_0	$1-m\lambda dt$	$m\lambda dt$	0	...	0	0	0	...	0	0
Y_1	$\frac{\mu}{n} dt$	$1-(m-1)\lambda dt - \frac{\mu}{n} dt$	$(m-1)\lambda dt$	...	0	0	0	...	0	0
Y_2	0	$\frac{2\mu}{n} dt$	$1-(m-2)\lambda dt - \frac{2\mu}{n} dt$	...	0	0	0	...	0	0
.....
Y_{n-1}	0	0	0	...	$1-(m-n+1)\lambda dt - \frac{\mu}{n} \mu dt$	$(m-n+1)\lambda dt$	0	...	0	0
Y_n	0	0	0	...	μdt	$1-(m-n)\lambda dt - \mu dt$	$(m-n)\lambda dt$	...	0	0
Y_{n+1}	0	0	0	...	0	μdt	$1-(m-n-1)\lambda dt - \mu dt$	...	0	0
.....
Y_{m-1}	0	0	0	...	0	0	0	...	$1-\lambda dt - \mu dt$	λdt
Y_m	0	0	0	...	0	0	0	...	μdt	$1-\mu dt$

A =

Состояние обменного фонда электроцеха в момент t

Рис. 3. Стохастическая матрица переходов состояния обменного фонда электроцеха предприятия

Вероятность различных состояний рассматриваемой системы описываются следующей системой дифференциальных уравнений (1):

$$\left. \begin{aligned}
 p_0'(t) &= -m\lambda' p_0(t) + \frac{\mu}{n} p_1(t); \\
 \dots\dots\dots \\
 p_k'(t) &= -\left[(m-k)\lambda' + k\frac{\mu}{n} \right] p_k(t) + (m-k+1)\lambda' p_{k-1}(t) + (k+1)\frac{\mu}{n} p_{k+1}(t); \\
 (1 \leq k < n); \\
 p_k'(t) &= -\left[(m-k)\lambda' + \mu \right] p_k(t) + (m-k+1)\lambda' p_{k-1}(t) + \mu p_{k+1}(t); \\
 (n \leq k < m); \\
 \dots\dots\dots \\
 p_m'(t) &= -\mu p_m(t) + \lambda' p_{m-1}(t),
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $p_0(t); p_1(t); \dots; p_m(t)$ – вероятности возможных состояний системы.

Стохастическая матрица A (рис. 3) является конечной неприводимой и непериодической, это означает, что при любых значениях λ' и μ всегда существует установившийся режим со следующими уравнениями состояния (2):

$$\left. \begin{aligned}
 m\lambda' p_0 &= \frac{\mu}{n} p_1; \\
 \dots\dots\dots \\
 \left[(m-k)\lambda' + k\frac{\mu}{n} \right] p_k &= (m-k+1)\lambda' p_{k-1} + (k+1)\frac{\mu}{n} p_{k+1}; \\
 (1 \leq k < n); \\
 \left[(m-k)\lambda' + \mu \right] p_k &= (m-k+1)\lambda' p_{k-1} + \mu p_{k+1}; \\
 (n \leq k < m); \\
 \dots\dots\dots \\
 \mu p_m &= \lambda' p_{m-1}.
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Используя метод решения системы уравнений (2), изложенный в работе [2], выразим в конечном виде вероятности системы (3):

$$\begin{aligned}
 p_k &= \frac{m!}{k!(m-k)!} n^k \alpha^k p_0; & 0 < k \leq n; \\
 p_k &= \frac{m!}{k!(m-k)!} \alpha^k p_0; & n \leq k \leq m,
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

где

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n-1} \frac{m!}{k!(m-k)!} n^k \alpha^k p_0 + \sum_{k=n}^m \frac{m!}{k!(m-k)!} \frac{k! n^n}{n!} \alpha^k}.
 \tag{4}$$

Здесь $\alpha = \frac{\lambda'}{\mu}$ – коэффициент использования обменного фонда

элементов одного назначения.

Уравнение расхода рассматриваемой системы массового обслуживания запишется в следующем виде (5):

$$\frac{1}{\alpha_1(m-k)} = \frac{\bar{\omega}}{\nu} = \frac{n}{\mu(n-\delta)} = \frac{\tau}{k},
 \tag{5}$$

где $\bar{\omega}$ – среднее время ожидания обмена;

ν – среднее число оборотных элементов, ожидающих обмена;

δ – среднее число использованных обменных элементов;

τ – среднее время нахождения элемента в системе (ожидание + ремонт).

Для определения оптимального количества обменных элементов n в электроцехе предприятия в качестве основного критерия примем вероятность нулевого ожидания $P(\omega=0)$ обмена неисправного элемента на находящийся в обменном фонде (6):

$$P(\omega=0) = \sum_{k=0}^{n-1} p_k = p_0 \sum_{k=0}^{n-1} \frac{m!}{k!(m-k)!} n^k \alpha^k.
 \tag{6}$$

Определение n из (6) связано с большими вычислениями. Для облегчения расчетов воспользуемся таблицами Пека и Хейзелвуда [3], из которых можно определить n в зависимости от количества элементов m в оборотном фонде, коэффициента обслуживания χ и принятого уровня вероятности нулевого ожидания $P(\omega=0)$.

Коэффициент χ вычисляется по формуле (7):

$$\chi = \frac{\alpha}{1 + \alpha} = \frac{T_B}{T_B + T_{pk}}, \quad (7)$$

где T_B – суммарное время, необходимое на восстановление поврежденного элемента;

T_{pk} – наработка элемента между капитальными ремонтами.

По таблицам [3] предоставляется уточнить возможность уточнить значение $P(\omega = 0)$ и дополнительно определить коэффициент эффективности системы F , характеризующий величину уменьшения среднего количества оборотных элементов из-за возможного ожидания обмена (8):

$$F = \frac{T_B + T_{pk}}{T_B + T_{pk} + \omega}. \quad (8)$$

Зная F можно определить среднее количество элементов M , ожидающих обмена (9):

$$M = m(1 - F). \quad (9)$$

Литература

1. Холманских В. М. Исследование потоков отказов электрооборудования нагрузочно-штабелевочных кранов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1980. № 3.
2. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание: теория и приложения. М. : Мир, 1965.
3. Peck Z. G., Hazelwood R. N. Finite queuing tables // Publication in O.R. (Wiley). 1958. № 2.

Информация об авторах

Data on authors

Холманских Валерий Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530274

E-mail: kaf_eps@vyatsu.ru

Порошин Дмитрий Анатольевич – аспирант кафедры электроснабжения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)530274

E-mail: kaf_eps@vyatsu.ru

Kholmanskikh Valery Mikhailovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Electrical Power Supply, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530274

E-mail: kaf_eps@vyatsu.ru

Poroshin Dmitry Anatolyevich – postgraduate student of the Department of Electrical Power Supply, Vyatka State University.

Tel.: (8332)530274

E-mail: kaf_eps@vyatsu.ru

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ
ТУРБОУСТАНОВОК С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В
РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**DESIGN RESEARCH RESULTS OF VARYING OPERATING MODES
IN HEATING TURBINE PLANTS FOR DEVELOPING SUGGESTIONS
TO INCREASE THEIR POWER EFFICIENCY IN ACTUAL
OPERATION**

В статье представлены результаты проведенных расчетных исследований переменных режимов работы теплофикационных турбоустановок с целью разработки предложений по повышению их энергетической эффективности в реальных условиях эксплуатации.

The article presents the results of the conducted design research of varying operating modes in heating turbine plants for the development of suggestions on increasing their power efficiency in actual practice.

Ключевые слова: расчетные исследования, режимы работы, турбоустановка, повышение эффективности, теплофикация, энергетическая эффективность.

Keywords: design research, operating modes, turbine plant, efficiency increase, central heating, power efficiency

Теплофикационная турбоустановка (ТТУ) представляет собой сложную теплоэнергетическую систему и эксплуатируется в очень широком диапазоне режимов: работа по тепловому графику, когда заданный отпуск теплоты поддерживается расходом пара на турбину при полностью закрытых регулирующих диафрагмах (РД) части низкого давления (ЧНД), а электрическая мощность прямо связана с величиной тепловой нагрузки; работа по электрическому графику с независимым заданием тепловой нагрузки и электрической мощности, что обеспечивается изменением расхода пара на турбину и степенью открытия РД ЧНД; чисто конденсационные режимы с выработкой только электрической мощности при полностью открытых РД ЧНД и пропуском всего отработавшего пара в конденсатор. Отпуск теплоты для подогрева сетевой воды (СВ) может осуществляться только из нижнего теплофикационного отбора (одноступенчатый подогрев СВ) или из обоих (нижнего и верхнего) отборов (двухступенчатый подогрев СВ).

В качестве основной для проведения исследований ставилась задача получения корректных данных по показателям работы теплофикационных турбоустановок в переменных режимах, позволяющих принимать адекватные решения, направленные на повышение их энергетической эффективности в реальных условиях эксплуатации. Программа исследований предусматривала выполнение:

- анализа режимов работы ТТУ по тепловому графику;
- анализа режимов работы ТТУ по электрическому графику при включенных теплофикационных отборах;
- оценки энергетической эффективности получения дополнительной выработки электроэнергии ТТУ при заданном отпуске теплоты.

Для проведения исследований были использованы разработанные нами математические модели теплофикационных турбоустановок, основанные на реальных (апробированных) энергетических характеристиках и позволяющие проводить детальные расчеты всех возможных эксплуатационных режимов работы.

В качестве исходных данных для расчетов был принят (рис. 1 а) реальный температурный график теплосети (на примере Кировских ТЭЦ-4, 5), на основании которого для каждого расхода подогреваемой сетевой воды W_o определялись заданная ($Q_{то}$) и отпускаемая из теплофикационных отборов ($Q_{тогб}$) тепловая нагрузка (смотри, например, рис. 1 б).

Из общего уравнения энергетического баланса турбоустановки следует, что расход теплоты на выработку ТТУ тепловой и электрической энергии равен

$$Q_o = Q_{тогб} + N_i + Q_k, \quad (1)$$

где N_i – внутренняя мощность турбины, МВт; Q_k – расход теплоты в конденсатор, МВт.

Величина Q_k представляет собой потери теплоты в окружающую среду, т. е. снижает энергетическую эффективность ТТУ. Уровень Q_k в режимах работы по тепловому графику определяется прежде всего расходом пара в ЧНД через закрытую РД (так называемый вентиляционный пропуск пара в ЧНД), который изменяется практически пропорционально давлению пара P_n в камере нижнего теплофикационного отбора (перед РД). Как показали выполненные расчетные исследования, при проектной плотности закрытых РД ЧНД потери Q_k составляют 5 ÷ 10 % от расхода теплоты на ТТУ Q_o в зависимости от давления P_n , возрастающего (в соответствии с температурным графиком) со снижением температуры наружного воздуха $t_{нв}$. По результатам натурных исследований турбин различного типа зафиксировано превышение фактических расходов пара через закрытые РД по сравнению с проектными в два и более раз.

Таким образом, уменьшение потерь теплоты в конденсаторах теплофикационных турбоустановок в режимах работы по тепловому

графику является весьма актуальной задачей. В данной связи следует отметить, что ВятГУ совместно с ВТИ и заводами-изготовителями турбин был разработан комплекс технических мероприятий, направленных на решение указанной задачи. Разработка получила широкое внедрение (в более 30 энергосистемах бывшего СССР и сегодняшней РФ) на теплофикационных турбинах различного типа номинальной мощностью 25÷185 МВт. Выполненные многочисленные экспериментальные исследования турбоустановок после модернизации показали реальную возможность уменьшения вентиляционного пропуска пара в ЧНД и конденсатор за счет уплотнения РД в 3÷4 раза.

Для сопоставительного анализа переменных режимов работы ТТУ весьма эффективным является применение сравнительного показателя, а именно – удельного изменения расхода теплоты при изменении выработки электроэнергии

$$q_{\text{доп}} = (\Delta Q_o - \Delta Q_{\text{отгб}}) / \Delta N_э, \quad (2)$$

где $\Delta Q_o = Q_o - Q_{o0}$ – изменение расхода теплоты на турбоустановку, $\Delta Q_{\text{отгб}} = Q_{\text{отгб}} - Q_{\text{отгб}0}$ – изменение расхода теплоты из отборов, $\Delta N_э = N_э - N_{э0}$, – изменение электрической мощности, Q_{o0} , $Q_{\text{отгб}0}$, $N_{э0}$ относятся к некоторому исходному режиму работы турбины.

Использование показателя $q_{\text{доп}}$ оказывается весьма полезным для решения оптимизационных задач при совместной эксплуатации группы турбоустановок. Рассмотрим в качестве примера работу по тепловому графику двух однотипных ТТУ. Традиционно считается, что наиболее экономичной в этих условиях будет их эксплуатация с одинаковыми электрическими и тепловыми нагрузками. Для оценки адекватности подобного подхода проанализируем влияние перераспределения тепловой нагрузки между турбоустановками на уровень суммарного расхода теплоты.

Увеличим отпуск теплоты из отборов условно первой турбины на величину $\Delta Q_{т1}$. Тогда для сохранения общей тепловой нагрузки ее отпуск

от второй турбины изменится на $\Delta Q_{T2} = -\Delta Q_{T1}$. При этом произойдет изменение электрической мощности как первой (на $\Delta N_{э1}$), так и второй (на $\Delta N_{э2}$) турбоустановки. Очевидно, что $\Delta N_{э1} > 0$, а $\Delta N_{э2} < 0$, однако в силу имеющихся нелинейностей фактических энергетических характеристик по абсолютной величине они могут различаться. С использованием (2) получим общее изменение расхода теплоты на обе ТТУ

$$\Delta Q_o = \Delta N_{э1} q_{доп1} + \Delta N_{э2} q_{доп2}. \quad (3)$$

Для компенсации изменений электрической мощности требуется замещающий источник с удельным расходом теплоты на выработку электроэнергии $q_{зам}$. Таким образом, изменение суммарного расхода теплоты составит

$$\begin{aligned} \Delta Q_{o\Sigma} &= \Delta N_{э1} (q_{доп1} - q_{зам}) + \Delta N_{э2} (q_{доп2} - q_{зам}) = \Delta N_{э1} (q_{доп1} - q_{зам}) \{1 + (\Delta N_{э2} / \Delta N_{э1}) [(q_{доп2} - q_{зам}) / (q_{доп1} - q_{зам})]\} = \\ &= -\Delta N_{э1} (q_{зам} - q_{доп1}) \{1 + (\Delta N_{э2} / \Delta N_{э1}) [(q_{зам} - q_{доп2}) / (q_{зам} - q_{доп1})]\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Анализ выражения (4) показывает, что при реальных значениях удельных расходов теплоты на выработку электроэнергии обязательным условием получения положительного эффекта ($\Delta Q_{o\Sigma} < 0$) за счет перераспределения тепловой нагрузки между турбоустановками, работающими по тепловому графику, является увеличение общей электрической мощности. В таблице представлены полученные на примере турбин Т-50-130 результаты расчета величин удельного (на единицу перераспределяемой тепловой нагрузки) изменения суммарного расхода теплоты в зависимости от ΔQ_{T1} при различных температурах наружного воздуха $t_{нв}$ и $q_{зам} = 2,3$ МВт/МВт.

Влияние перераспределения тепловой нагрузки между двумя ТТУ типа
Т-50-130 на энергетическую эффективность их совместной работы
в чисто теплофикационных режимах

$\Delta Q_{Т1}$, МВт	1	2	3	4	5	6	8	10	12
$t_{нв}$, град. С	$100\Delta Q_{o\Sigma} / \Delta Q_{Т1}$, %								
6	0,18	0,04	-0,66	-0,97	-1,09	2,42	4,95	6,20	6,78
4	-0,45	-0,90	-1,34	-1,75	-2,01	-2,37	-3,35	-2,18	-0,70
2	-0,57	-1,20	-1,80	-2,05	-2,97	-3,57	-4,81	-5,93	-4,89
0	-0,76	-1,55	-2,36	-3,12	-3,90	-4,71	-2,37	-0,54	0,34
-6	-0,77	-1,66	-2,48	-3,19	-3,29	-1,05	0,91	1,21	0,67
-8	-0,94	-1,88	-2,85	-3,85	-4,84	-5,82	-7,79	-5,71	
-10	-1,18	-2,29	-3,43	-4,57	-5,73	-6,46			
-12	-0,73	-1,45	0,17	2,75					

Таким образом, выполненные исследования свидетельствуют о принципиальной возможности оптимизации режимов работы по тепловому графику группы теплофикационных турбоустановок.

Выше уже отмечалось, что работа ТТУ по электрическому графику характеризуется независимым заданием тепловой нагрузки и электрической мощности, что обеспечивается изменением расхода пара на турбоустановку (далее может применяться выражение «свежего пара») и степенью открытия РД ЧНД. При этом дополнительный расход пара проходит через всю проточную часть турбины (до конденсатора), увеличивая ее внутреннюю мощность. Одновременно возрастают потери теплоты в конденсаторе, то есть прирост мощности происходит по конденсационному циклу.

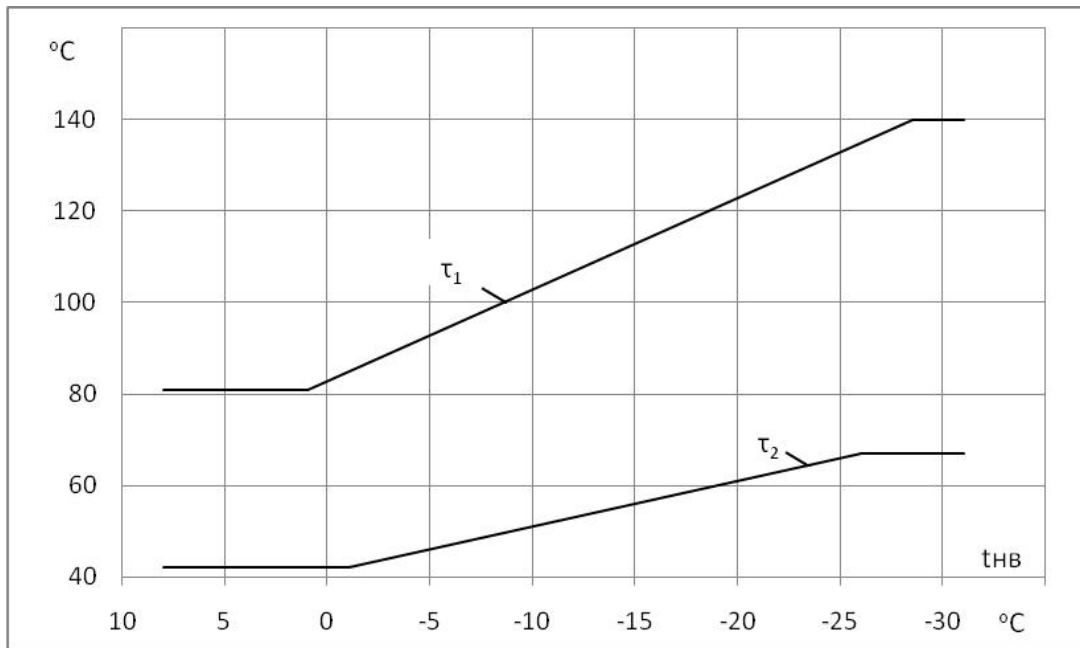
Для оценки энергетической эффективности, получаемой в рассматриваемых режимах дополнительной выработки электроэнергии, воспользуемся (как и выше) показателем $q_{\text{доп}}$, который по отношению к внутренней мощности в соответствии с (1) и условием сохранения отпуска теплоты из теплофикационных отборов ($\Delta Q_{\text{тогб}} = 0$) будет равен:

$$q_{\text{доп}} = \Delta Q_o / \Delta N_i = 1 + \Delta Q_k / \Delta N_i. \quad (5)$$

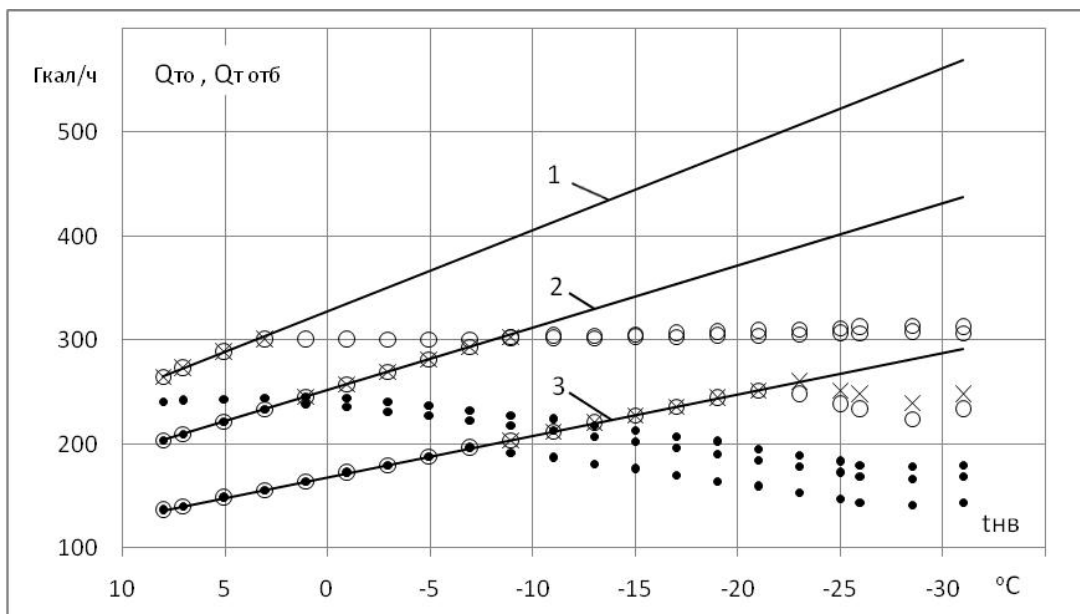
При определении по (5) величины $q_{\text{доп}}$ в качестве базовых принимались режимы работы ТТУ по тепловому графику с заданной нагрузкой $Q_{\text{тогб}}$. Поскольку эта нагрузка определяется действующим температурным графиком теплосети и фактическим расходом подогреваемой сетевой воды, то и $q_{\text{доп}}$ будет зависеть от $t_{\text{нв}}$ и W_o .

На рис. 2÷4 представлены некоторые результаты проведенных расчетных исследований на примере режимов работы турбоустановки типа Т-185-130 по электрическому графику в виде зависимостей $q_{\text{доп}}$ от ΔN_i при различных значениях расхода подогреваемой сетевой воды и температуры наружного воздуха. Как и следовало ожидать, W_o и $t_{\text{нв}}$ значительно сказываются на уровне $q_{\text{доп}}$, что связано, прежде всего, с различными условиями эксплуатации турбоустановок в исходных режимах работы по тепловому графику. Однако главным полученным результатом исследований представляется выявление существенного влияния на $q_{\text{доп}}$ собственно прироста мощности ΔN_i . При этом все частные (по W_o и $t_{\text{нв}}$) зависимости $q_{\text{доп}}$ от ΔN_i для реальных диапазонов режимов работы ТТУ качественно одинаковы и имеют с ростом ΔN_i падающий характер. Аналогичная картина была получена и для ТТУ других типов. Данный вывод играет определяющее значение при решении оптимизационных задач. Так, в частности, традиционный подход с параллельным нагружением по дополнительной электрической мощности даже однотипных ТТУ оказывается далеко не лучшим по энергетической эффективности. В большинстве случаев более эффективным оказывается последовательный принцип.

Область получения дополнительной мощности ТТУ при работе по электрическому графику ограничивается режимами полного открытия РД ЧНД либо достижения максимально допустимого массового расхода свежего пара. В указанных режимах достигаются наименьшие (для заданных внешних условий по расходу подогреваемой воды и температуре наружного воздуха) значения $q_{\text{доп}}$, уровень которых в зависимости от W/W_n (W_n – номинальный расход сетевой воды через подогреватель) и $t_{\text{нв}}$ показан на рис. 5, 6. Представленные данные (если учесть, что удельный расход теплоты на выработку электроэнергии отечественными конденсационными турбоустановками составляет от 2,14 МВт/МВт (при сверхкритических параметрах свежего пара и наличии промперегрева) до 2,5 МВт/МВт (при параметрах свежего пара, аналогичных рассматриваемым ТТУ, и без промперегрева)) свидетельствуют о возможной конкурентоспособности вырабатываемой ТТУ дополнительной электроэнергии в рыночных условиях.



а)



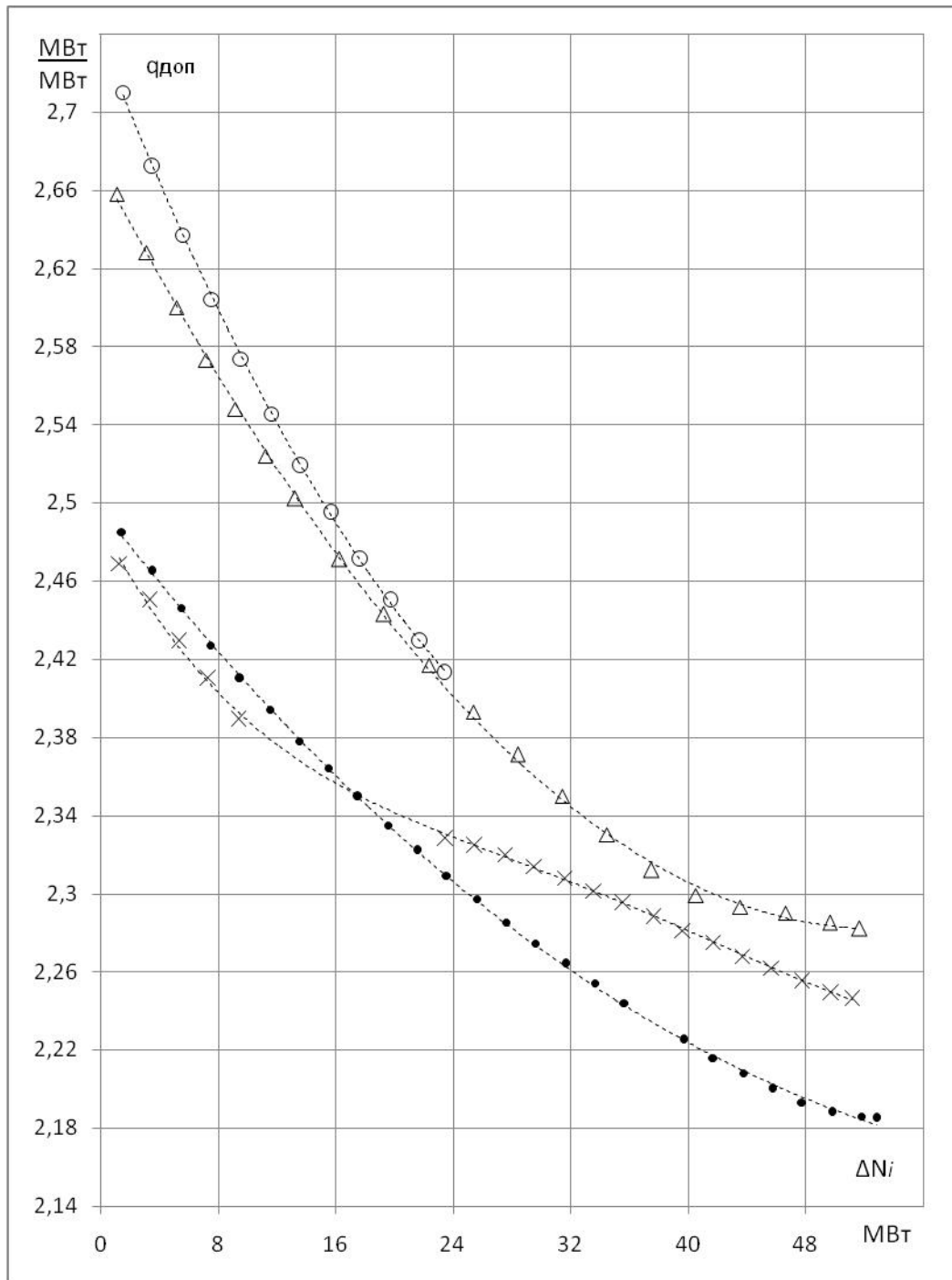
б)

1 – $W_o=7800$ т/ч, 2 – $W_o=6000$ т/ч, 3 – $W_o=4000$ т/ч;

1, 2, 3 – $Q_{тo}$; \circ , \bullet , \times – $Q_{тотб}$;

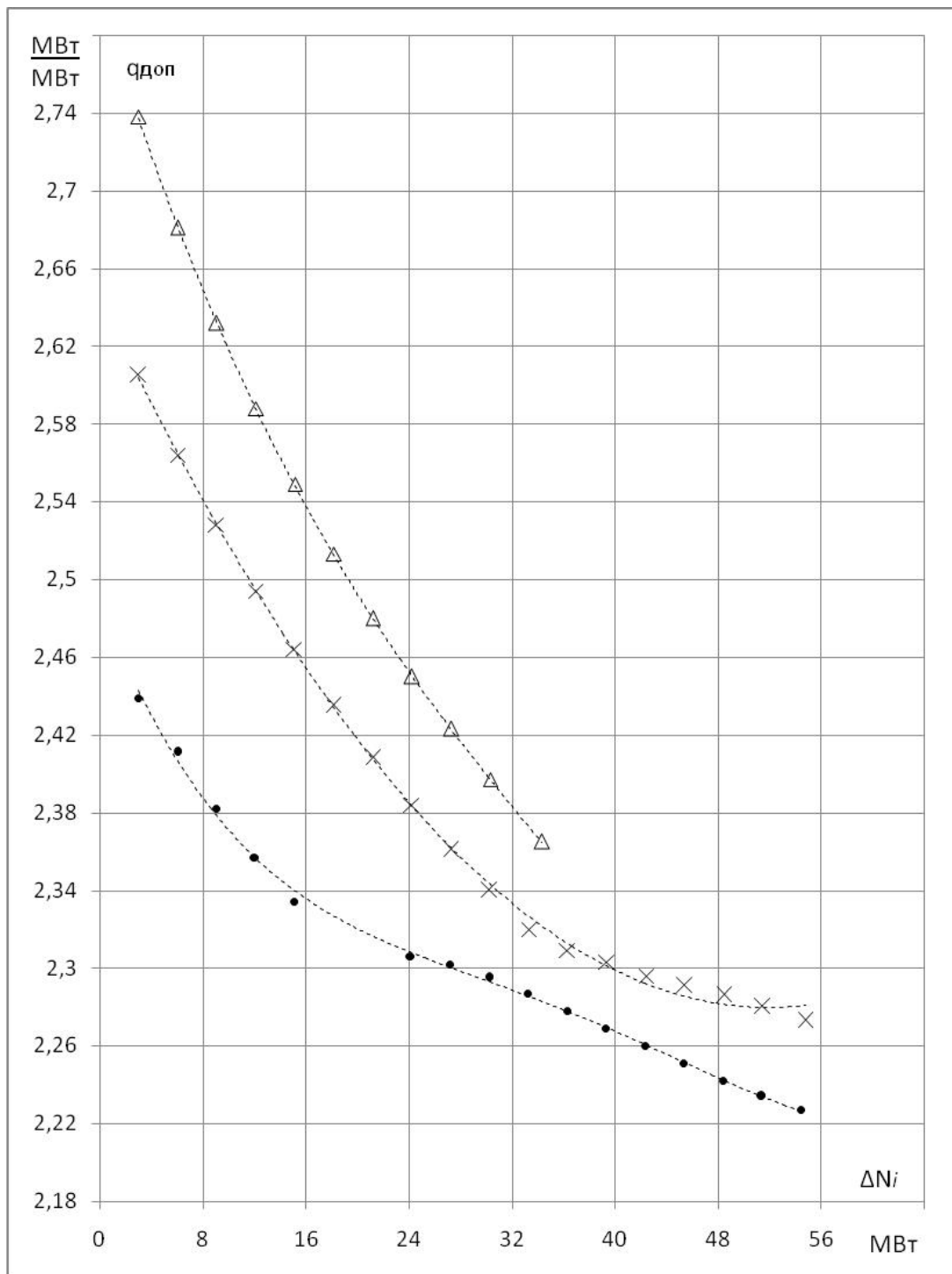
\circ – $Нрд = 0$; \bullet – $Нрд = 100\%$, $Nэ = \max$; \times – $Нрд = var$, $Go = Go \max$.

Рис. 1. Действующий температурный график теплосети (а), заданная ($Q_{тo}$) и отпускаемая из теплофикационных отборов ($Q_{тотб}$) тепловая нагрузка (б) турбины Т-185-130



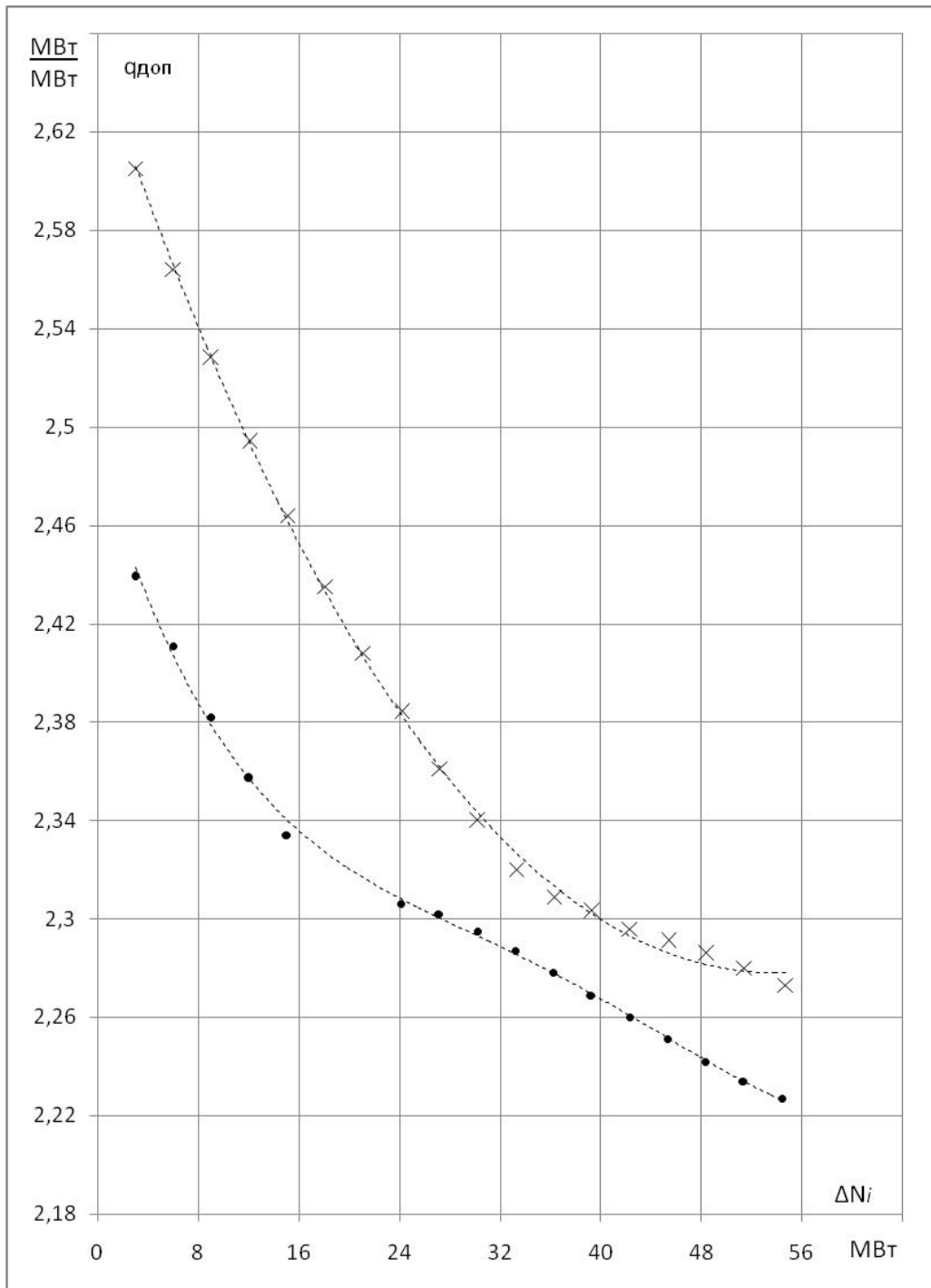
• – $W_0 = 4000$ т/ч, × – $W_0 = 5000$ т/ч,
 Δ – $W_0 = 6000$ т/ч, ○ – $W_0 = 7800$ т/ч

Рис. 2. Зависимость удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{доп}$) от прироста внутренней мощности (ΔN_i) турбины Т-185-130 и расхода подогреваемой сетевой воды (W_0) при температуре наружного воздуха $t_{нв} = 8$ °С



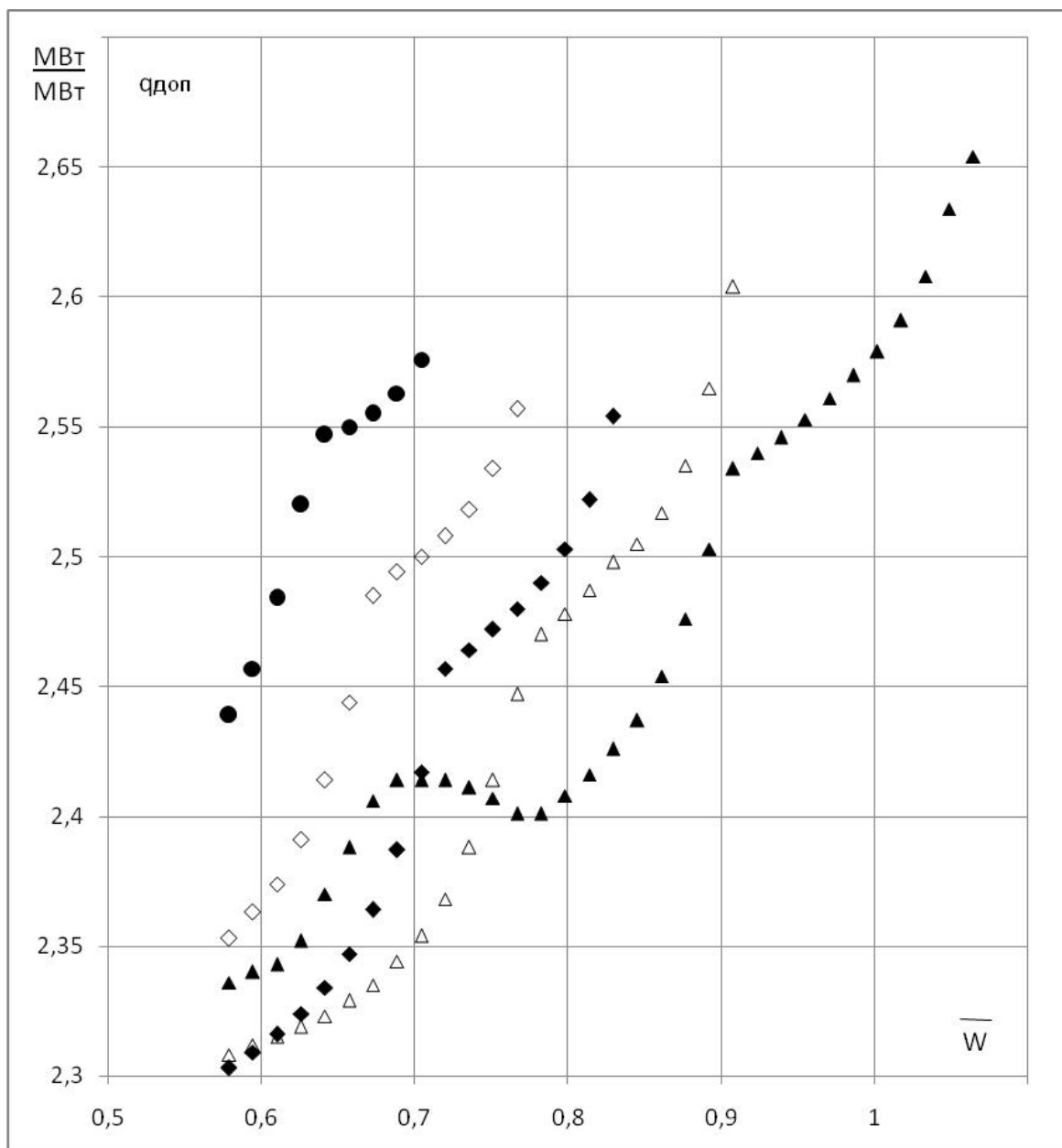
• – $W_o = 4000$ т/ч, × – $W_o = 5000$ т/ч, Δ – $W_o = 6000$ т/ч

Рис. 3. Зависимость удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{доп}$) от прироста внутренней мощности (ΔN_i) турбины Т-185-130 и расхода подогреваемой сетевой воды (W_o) при температуре наружного воздуха $t_{НВ} = 0$ °С



• – $W_o = 4000$ т/ч, × – $W_o = 5000$ т/ч

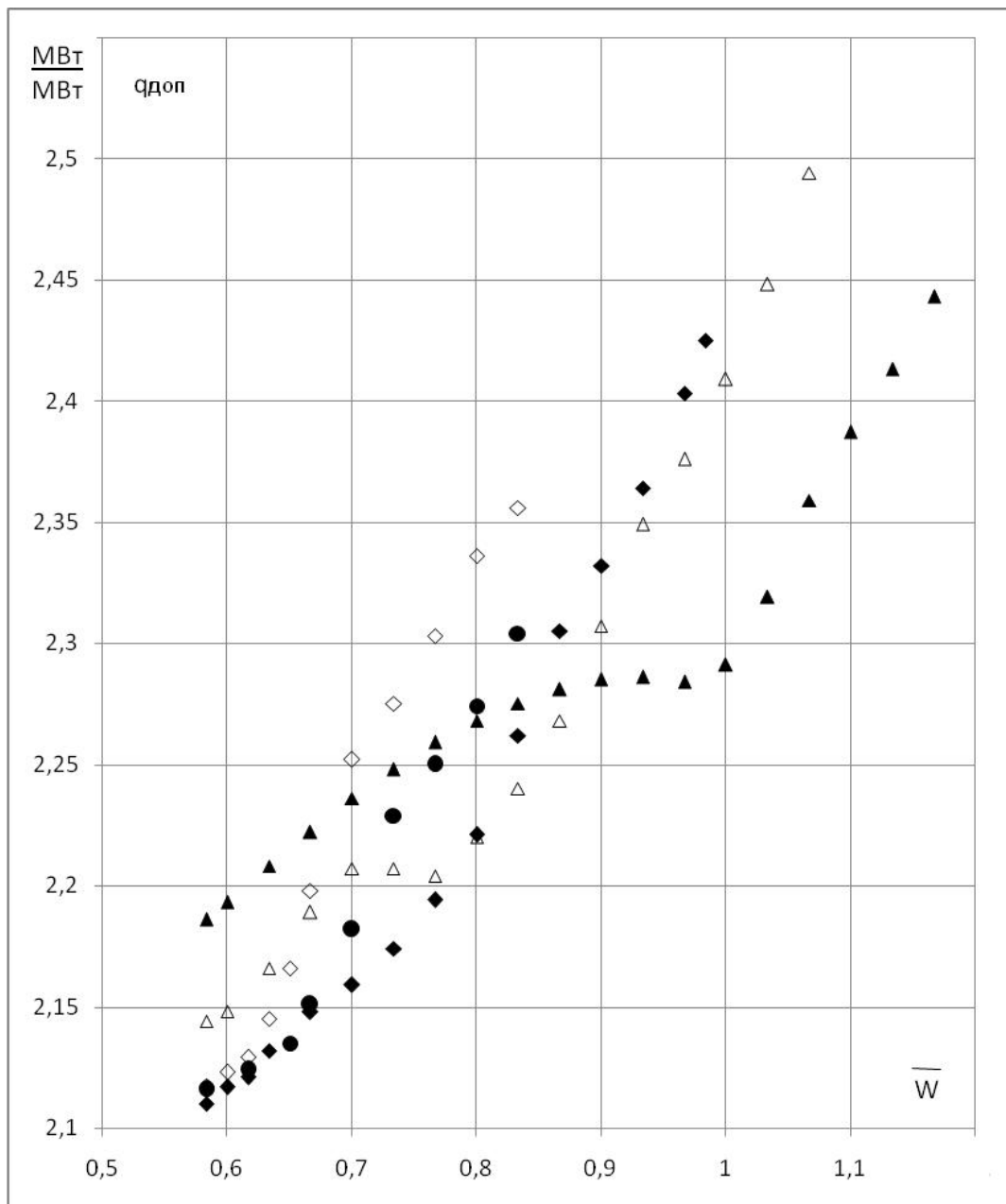
Рис. 4. Зависимость удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{доп}$) от прироста внутренней мощности (ΔN_i) турбины Т-185-130 и расхода подогреваемой сетевой воды (W_o) при температуре наружного воздуха $t_{нв} = -8$ °С



▲ – $t_{\text{НВ}} = (+8 \div +1)^\circ\text{C}$, Δ – $t_{\text{НВ}} = -4^\circ\text{C}$,
 ◆ – $t_{\text{НВ}} = -8^\circ\text{C}$, \diamond – $t_{\text{НВ}} = -12^\circ\text{C}$, ● – $t_{\text{НВ}} = -16^\circ\text{C}$

Рис. 5. Величина удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{\text{доп}}$) при максимальном приросте мощности турбины Т-50-130 в зависимости от относительного расхода подогреваемой сетевой

воды ($\overline{W} = \frac{W}{W_{\text{H}}}$) и температуры наружного воздуха ($t_{\text{НВ}}$)



▲ – $t_{нв} = (+8 \div +1)^\circ\text{C}$, △ – $t_{нв} = -4^\circ\text{C}$,
 ◆ – $t_{нв} = -8^\circ\text{C}$, ◇ – $t_{нв} = -12^\circ\text{C}$, ● – $t_{нв} = -16^\circ\text{C}$

Рис. 6. Величина удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{доп}$) при максимальном приросте мощности турбины Т-185-130 в зависимости от относительного расхода подогреваемой сетевой воды ($\overline{W} = \frac{W}{W_{н}}$) и температуры наружного воздуха ($t_{нв}$)

Литература

1. Бененсон Е. И., Иоффе Л. С. Теплофикационные паровые турбины. М. : Энергоатомиздат, 1986. 271 с.
2. Повышение эффективности теплофикационных турбоустановок / Е. И. Эфрос и др. // Электрические станции. 2003. № 12. С. 39–46.
3. Эфрос Е. И., Татарина Н. В. Возможная эффективность оптимизации режимов работы действующих ТЭЦ в реальных условиях эксплуатации / Вятск. госуд. ун-т. Киров, 2005. – 20 с. : 5 ил. Деп. в ВИНТИ 13.12.05, № 1655-В2005.

Информация об авторах

Data on authors

Эфрос Евгений Исаакович – доктор технических наук, профессор кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532583

E-mail: efros-ei@yandex.ru

Калинин Борис Борисович – инженер кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532583

Татарина Наталья Владимировна – старший преподаватель кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532847

Efros Evgeny Isaakovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532583

E-mail: efros-ei@yandex.ru

Kalinin Boris Borisovich – engineer of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532583

Tatarinova Natalia Vladimirovna – senior teacher of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532847

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ
РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ТУРБОУСТАНОВКИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
И ТИПОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**COMPARATIVE DESIGN RESEARCH OF VARYING OPERATING
MODES IN A HEATING TURBINE PLANT USING THE SUGGESTED
MATHEMATICAL MODEL AND STANDARD NORMATIVE
PARAMETERS**

Проведен сравнительный анализ результатов расчетных исследований энергетической эффективности переменных режимов работы теплофикационной турбоустановки с использованием разработанной математической модели и типовых нормативных характеристик.

The comparative analysis of the design research results for power efficiency of varying operating modes in a heating turbine plant is carried out using the developed mathematical model and standard normative parameters.

Ключевые слова: электростанция, теплофикационная турбоустановка, математическая модель, нормативная характеристика, тепловая энергия, эффективность производства, электроэнергия, расчетные исследования.

Keywords: power plant, heating turbine plant, mathematical model, standard parameter, thermal energy, production efficiency, electric power, design researches

В настоящее время для определения технико-экономических показателей работы теплофикационных турбоустановок (ТТУ) продолжают широко применять нормативные характеристики (НХ), полученные по усредненным результатам испытаний турбин при проектной тепловой схеме. Эти характеристики представляют собой линейные или кусочно-линейные функции. Их базовая часть относится к номинальным параметрам, а все отклонения от них описываются дополнительными поправками, которые, как правило, также имеют линейный характер. Конечным результатом использования НХ является получение величин расхода теплоты на турбоустановку и удельного расхода теплоты на выработку электроэнергии при заданных тепловой нагрузки, электрической мощности, давлении пара в камере регулируемого теплофикационного отбора (температуре прямой сетевой воды), параметрах (давление и температура) пара перед турбиной, давлении в конденсаторе.

Одним из важнейших показателей энергетической эффективности паротурбинной установки, как известно, является удельный расход теплоты на выработку электрической энергии. Для теплофикационных турбин этот показатель определяется как

$$q = (Q_0 - Q_T) / N_э, \quad (1)$$

где Q_0 – расход теплоты на турбину; Q_T – отпуск теплоты из регулируемых отборов (тепловая нагрузка); $N_э$ – электрическая мощность.

При решении оптимизационных задач требуется, прежде всего, оценка изменения экономичности турбоустановки при изменении режима ее работы и использование абсолютного показателя q оказывается не

совсем удобным. Более продуктивным представляется применение сравнительного показателя, а именно – удельного изменения расхода теплоты при изменении выработки электроэнергии

$$q_{\text{доп}} = (\Delta Q_o - \Delta Q_T) / \Delta N_{\text{э}}, \quad (2)$$

где $\Delta Q_o = Q_o - Q_{o0}$; $\Delta Q_T = Q_T - Q_{T0}$; $\Delta N_{\text{э}} = N_{\text{э}} - N_{\text{э}0}$; Q_{o0} , Q_{T0} , $N_{\text{э}0}$ и Q_o , Q_T , $N_{\text{э}}$ относятся соответственно к некоторому исходному и новому режимам работы турбины.

Величина $q_{\text{доп}}$ характеризует энергетическую эффективность того или иного изменения режима работы турбины, что весьма важно для правильной ее эксплуатации в условиях переменных графиков тепловой и электрической нагрузок.

Учитывая отмеченный выше упрощенный подход при получении нормативных характеристик, возникает вопрос о корректности их применения для проведения расчетных исследований переменных режимов работы ТТУ и решения оптимизационных задач. В данной связи на примере турбины типа Т-50-130 был выполнен сравнительный анализ результатов определения величин $q_{\text{доп}}$ с использованием НХ и разработанной математической модели (ММ). При этом соблюдались следующие условия:

- идентичность задаваемой для НХ и ММ тепловой нагрузки (в зависимости от заданного уровня давления пара в камере регулируемого отбора) и ее постоянство при изменении электрической мощности;

- идентичность задаваемых для НХ и ММ величин электрической мощности при каждом заданном уровне давления пара в камере регулируемого отбора;

- идентичность абсолютных величин расхода теплоты на турбину для НХ и ММ в исходных режимах при определении зависимостей $q_{\text{доп}}$ от $\Delta N_{\text{э}}$.

В данных условиях $\Delta Q_T = 0$ и $q_{\text{доп}} = \Delta Q_0 / \Delta N_3$, т. е. представляет собой удельный расход теплоты на получение дополнительной электрической мощности.

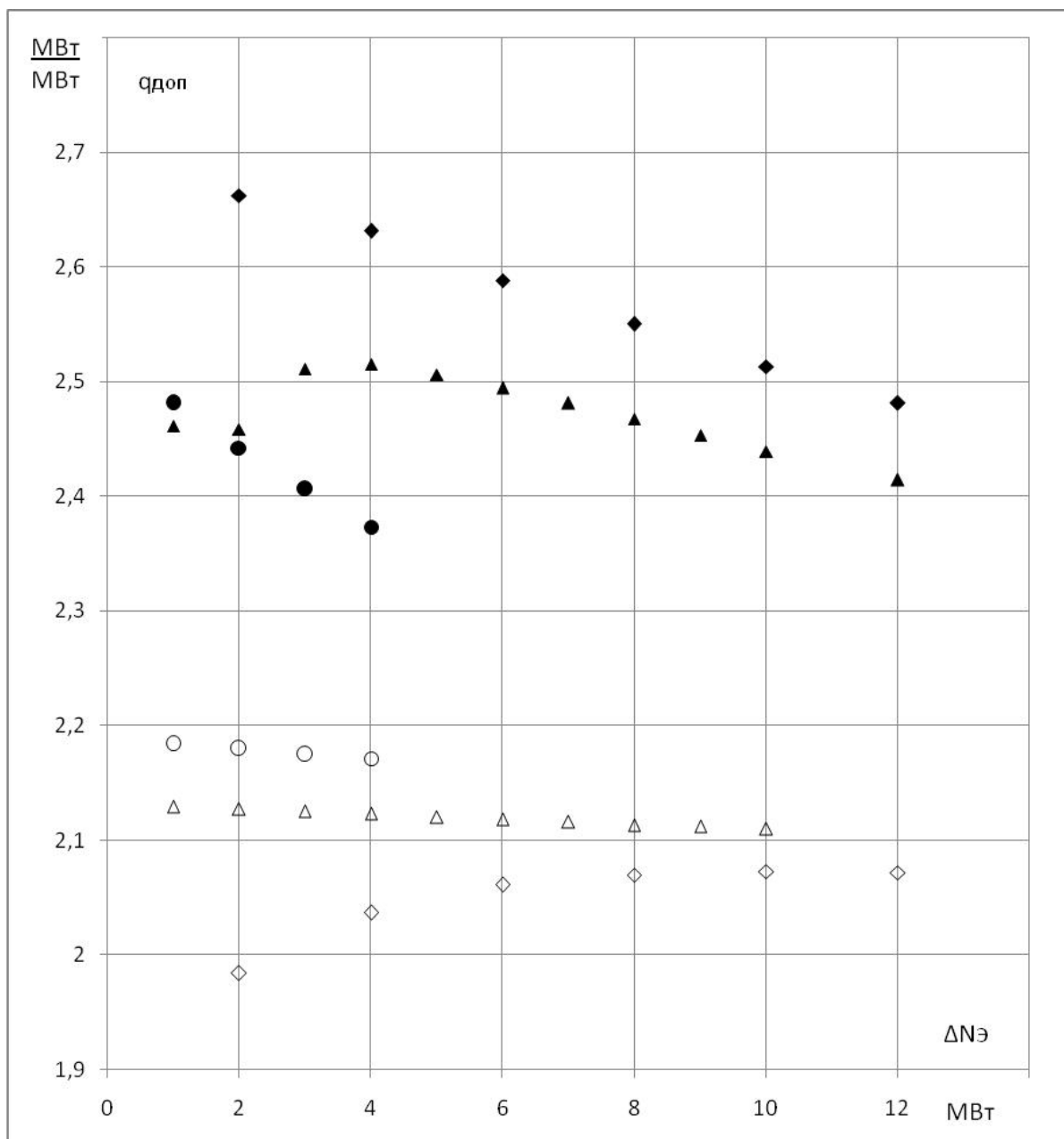
Результаты расчетов показали, что как при двухступенчатом (рис. 1), так и при одноступенчатом (рис. 2) подогреве сетевой воды (СВ) зависимости $q_{\text{доп}}$ от прироста электрической мощности ΔN_3 и давления в камере регулируемого отбора (соответственно верхнего P_B и нижнего P_H), полученные по НХ ($q_{\text{допнх}}$) и ММ ($q_{\text{допмм}}$), существенно различаются и количественно, и качественно. Уровень $q_{\text{допмм}}$ в сравнении с $q_{\text{допнх}}$ оказался, как показано в таблице, много большим и значительно зависящим от прироста мощности ΔN_3 . Последнее имеет весьма важное значение, поскольку предвосхищает возможность оптимизации режимов работы группы турбоустановок. Результаты проведенных ранее расчетных и экспериментальных исследований подтвердили такую возможность даже по отношению к однотипным турбинам. Что касается величин $q_{\text{допнх}}$, то влияние на них прироста электрической мощности для реальных режимов практически отсутствует, что является следствием использования в НХ линеаризованных энергетических характеристик.

Разница абсолютных расходов теплоты на турбину в идентичных режимах работы, полученная по ММ и НХ, (рис. 3) также, как и $q_{\text{допмм}}$, существенно зависит от прироста мощности, возрастая с увеличением ΔN_3 с интенсивностью, определяемой режимом работы (одно- или двухступенчатый подогрев СВ) и давлением пара в камере регулируемого отбора (P_H или P_B).

В качестве примера на рис. 4 приведены результаты расчетного сопоставления удельных расходов теплоты на выработку электроэнергии, полученных по ММ ($q_{\text{мм}}$) и НХ ($q_{\text{нх}}$) для режимов работы турбины Т-50-130 с двухступенчатым подогревом сетевой воды, в зависимости от

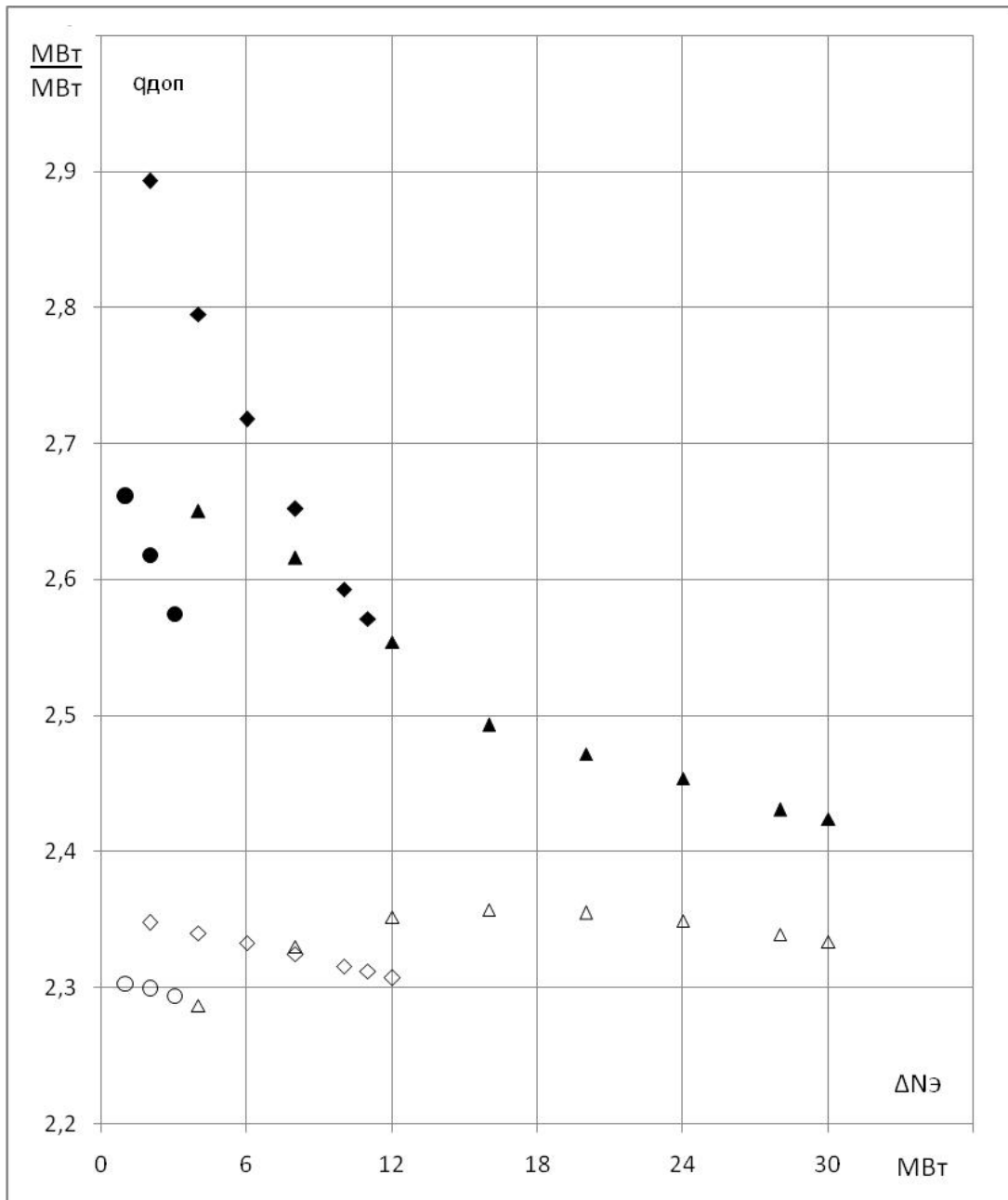
электрической мощности N_3 при различных заданных величинах тепловой нагрузки Q_m и давления пара в камере верхнего теплофикационного отбора P_B . Как видно, разница между $q_{нх}$ и $q_{мм}$ может быть весьма значительной, причем она не носит систематического характера, а определяется параметрами режима.

Выполненный сравнительный анализ свидетельствует о проблематичности корректного использования линеаризованных НХ для адекватной оценки показателей работы теплофикационных турбоустановок в переменных режимах и решения оптимизационных задач.



◆, ▲, • – расчет по математической модели;
 ◇, △, ○ – расчет по нормативной характеристике;
 ▲, △ – $P_v = 0,06$ МПа, ◆, ◇ – $P_v = 0,08$ МПа, •, ○ – $P_v = 0,12$ МПа

Рис. 1. Зависимость удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{доп}$) от прироста электрической мощности ($\Delta N_{э}$) турбины Т-50-130 и давления пара в камере верхнего теплофикационного отбора (P_v) при двухступенчатом подогреве сетевой воды

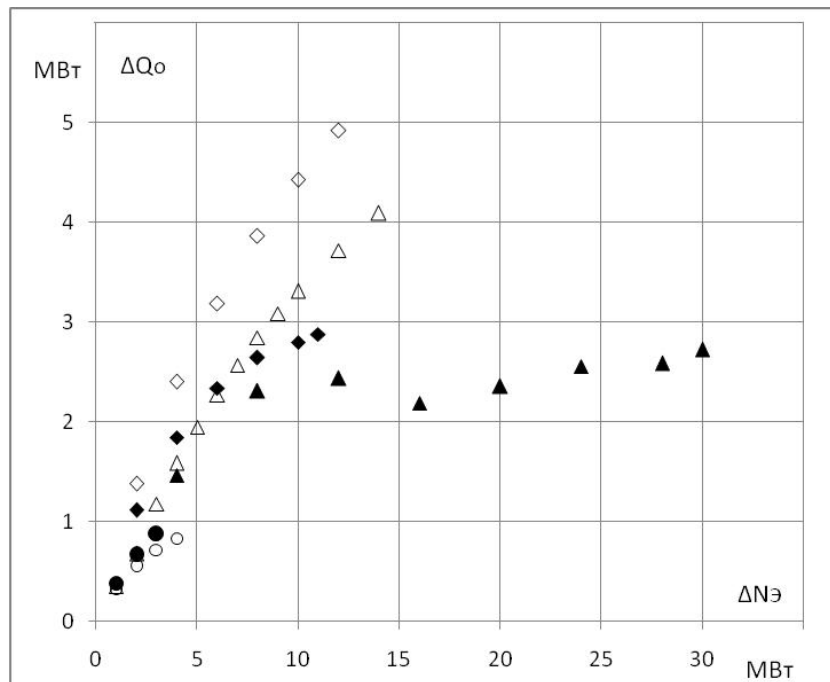


◆, ▲, • – расчет по математической модели;
 ◇, Δ, ○ – расчет по нормативной характеристике;
 ▲, Δ – $P_n = 0,06$ МПа, ◆, ◇ – $P_n = 0,08$ МПа, •, ○ – $P_n = 0,12$ МПа

Рис. 2. Зависимость удельных затрат теплоты на выработку дополнительной электроэнергии ($q_{доп}$) от прироста электрической мощности ($\Delta N_э$) турбины Т-50-130 и давления пара в камере нижнего теплофикационного отбора (P_n) при одноступенчатом подогреве сетевой воды

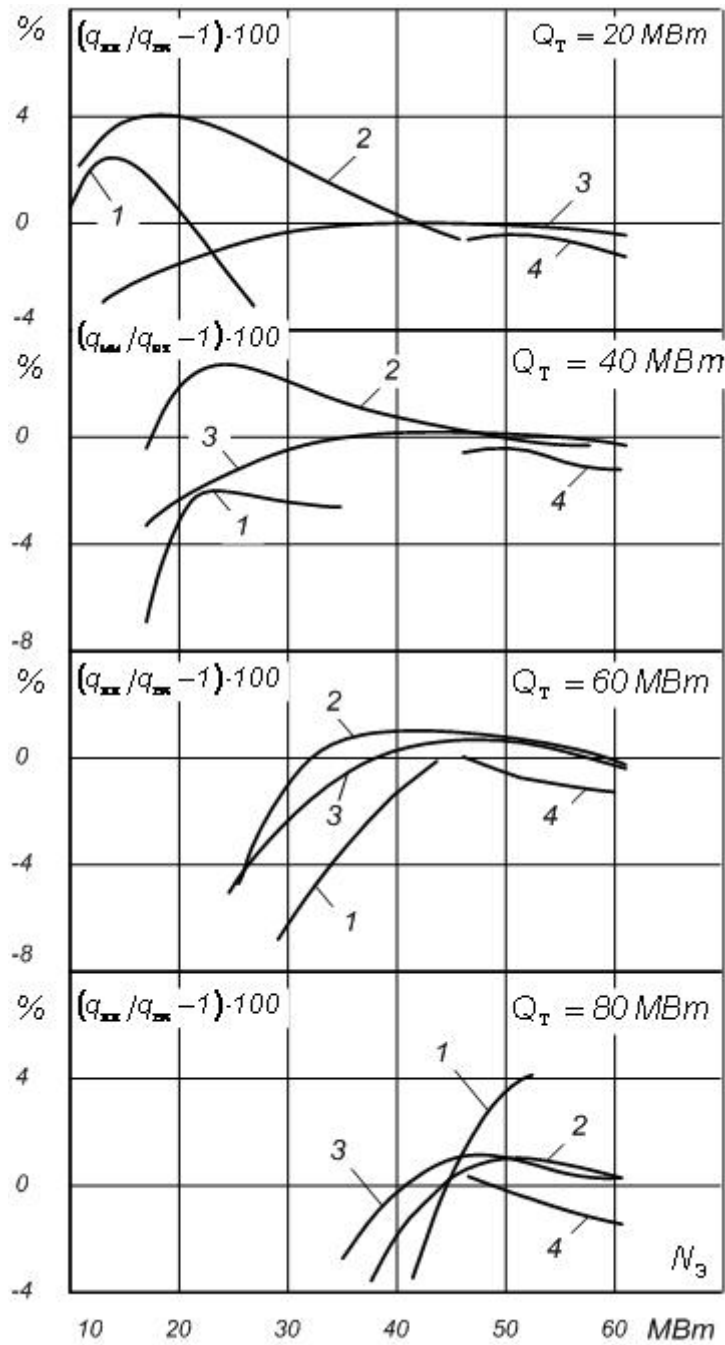
Сопоставление ММ и НХ по уровню $q_{доп}$

$P_B (P_H)$, МПа	Двухступенчатый	Одноступенчатый
	подогрев СВ	подогрев СВ
	$q_{допмм}/q_{допнх}$	$q_{допмм}/q_{допнх}$
0,6	1,14÷1,18	1,16÷1,04
0,8	1,34÷1,20	1,23÷1,11
1,2	1,14÷1,09	1,16÷1,12



◆, ▲, • – одноступенчатый подогрев сетевой воды;
 ◇, △, ○ – двухступенчатый подогрев сетевой воды;
 ▲, △ – $P_H (P_B) = 0,06$ МПа, ◆, ◇ – $P_H (P_B) = 0,08$ МПа,
 •, ○ – $P_H (P_B) = 0,12$ МПа

Рис. 3. Разница абсолютных расходов теплоты (ΔQ_o) в идентичных режимах работы турбины Т-50-130, полученная по расчетам с использованием математической модели и нормативным характеристикам в зависимости от прироста электрической мощности



1, 2, 3, 4 – P_B , соответственно 0,06 МПа; 0,12 МПа; 0,18 МПа; 0,24 МПа

Рис. 4. Сопоставление удельных расходов тепла на выработку электроэнергии, полученных по ММ (q_{mm}) и НХ (q_{nx}) для режимов работы турбины Т-50-130 с двухступенчатым подогревом сетевой воды, в зависимости от электрической мощности N_3 , при различных заданных величинах тепловой нагрузки Q_m и давления пара в камере верхнего теплофикационного отбора P_B

Литература

1. Баринберг Г. Д. Энергетические характеристики новых теплофикационных паровых турбин ОАО «Турбомоторный завод» // Электрические станции. 2003. № 6. С. 33–38.
2. Теплофикационные паровые турбины: повышение экономичности и надежности / Л. Л. Симою. СПб.: Энерготех, 2001. С. 208.
3. Суворов Д. М. Об упрощенных подходах при оценке энергетической эффективности теплофикации // Электрические станции. 2013. № 2. С. 2–10.

Информация об авторах

Data on authors

Эфрос Евгений Исаакович – доктор технических наук, профессор кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532583

E-mail: efros-ei@yandex.ru

Калинин Борис Борисович – инженер кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532583

Татарина Наталья Владимировна – старший преподаватель кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532847

Efros Evgeny Isaakovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532583

E-mail: efros-ei@yandex.ru

Kalinin Boris Borisovich – engineer of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532583

Tatarinova Natalia Vladimirovna – senior teacher of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532847

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗМОЖНОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОДА ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ
ТУРБИН В РЕЖИМ РАБОТЫ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ГРАФИКУ
С ВКЛЮЧЕННЫМИ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫМИ ОТБОРАМИ**

**THEORETICAL PRECONDITIONS FOR POSSIBLE EFFICIENCY OF
HEATING TURBINE TRANSFER TO AN OPERATING MODE
ACCORDING TO THE ELECTRIC SCHEDULE WITH HEATING
EXTRACTIONS SWITCHED ON**

В статье представлены теоретические предпосылки возможной эффективности перевода теплофикационных турбин в режим работы по электрическому графику с включенными теплофикационными отборами.

The article presents theoretical preconditions for possible efficiency of heating turbine transfer into an operating mode according to the electric schedule with heating extractions switched on.

Ключевые слова: теоретические предпосылки, эффективность, теплофикационная турбина, режим работы, электрический график.

Keywords: theoretical preconditions, efficiency, heating turbine, operating mode, electric schedule

Анализ литературных источников показывает, что до сих пор не было предложено какого-либо теоретического обоснования эффективности

перевода теплофикационных турбин в режим работы по электрическому графику. Однако результаты выполненных расчетных исследований с использованием разработанных математических моделей теплофикационных турбоустановок (ТТУ) показали принципиальную возможность получения весьма экономичной выработки ТТУ дополнительной электроэнергии.

Наиболее полной характеристикой экономичности конденсационного потока пара может служить удельный расход теплоты на выработку дополнительной мощности, который в соответствии с законом сохранения энергии равен

$$q_{\text{доп}} = \Delta Q_o / \Delta N = 1 + \Delta Q_k / \Delta N, \quad (1)$$

где ΔQ_o , ΔQ_k , ΔN – соответственно изменения расхода теплоты на ТТУ, потерь теплоты в конденсаторе и внутренней мощности турбины (все эти величины в данном случае положительны).

Входящая в (1) величина изменения потерь теплоты в конденсаторе может быть определена, как

$$\Delta Q_k \approx \Delta G_k \Delta i_k, \quad (2)$$

где ΔG_k – увеличение массового расхода пара в конденсатор; $\Delta i_k = i_k - \bar{i}_k$, (i_k, \bar{i}_k – соответственно энтальпия отработавшего пара и конденсата).

В реальных условиях при определенных параметрах свежего пара $\Delta i_k \approx const$ практически независимо от типа установки и режима работы (по крайней мере, при положительной мощности части низкого давления). Таким образом, при одинаковом увеличении расхода пара в конденсатор ΔG_k экономичность конденсационного потока будет выше для той турбоустановки, прирост мощности которой будет большим.

Возрастание внутренней мощности турбины можно представить суммой

$$\Delta N = \Delta N^{pc} + \Delta N^{\Sigma} + \Delta N^{ЧНД}, \quad (3)$$

где ΔN^{pc} , ΔN^{Σ} , $\Delta N^{ЧНД}$ – соответственно изменение мощности первой (регулирующей) ступени, отсека от второй ступени до камеры отопительного отбора и части низкого давления (ЧНД).

Проследим, как изменяются отдельные составляющие ΔN при увеличении расхода пара в конденсатор G_k теплофикационной и конденсационной турбин. Для определенности рассмотрим две аналогичные турбоустановки, одна из которых работает с отопительным отбором пара (турбина Т), а другая в чисто конденсационном режиме (турбина К). Для упрощения анализа примем, что турбины работают без регенеративных подогревателей (влияние регенерации можно учесть дополнительно). В указанных условиях изменение расхода пара в конденсатор ΔG_k будет равно изменению расхода свежего пара ΔG_o . Если в исходном режиме расход свежего пара равен G_{o1} , то при $G_{o2} = G_{o1} + \Delta G_o$ изменение мощности первой (регулирующей) ступени будет равно:

$$\Delta N^{pc} = G_{o2} h_{i2}^{pc} - G_{o1} h_{i1}^{pc} = G_{o1} (h_{i2}^{pc} - h_{i1}^{pc}) + \Delta G_o h_{i2}^{pc}. \quad (4)$$

При сопловом парораспределении действительный теплоперепад в регулирующей ступени сложным образом зависит от расхода пара, поэтому изменение мощности ступени должно определяться отдельно в каждом конкретном случае. При дроссельном парораспределении срабатываемый в первой ступени тепловой перепад остается постоянным практически во всем диапазоне изменения расхода пара, поэтому как для теплофикационного, так и для конденсационного режимов (при $\Delta G = idem$), прирост мощности составит:

$$\Delta N_m^{pc} = \Delta N_k^{pc} = \Delta G_o h_i^{pc}, \quad (5)$$

а разность
$$\delta N^{pc} = \Delta N_m^{pc} - \Delta N_k^{pc} = 0$$

Таким образом, при дроссельном парораспределении первая ступень не оказывает влияния на сравнительную экономичность конденсационного потока турбин Т и К.

Реальная зависимость мощности ЧНД (по крайней мере, в области положительных значений) от расхода пара достаточно близка к линейной. Поэтому можно допустить, что при одинаковом увеличении G_k

$$\Delta N_m^{ЧНД} \approx \Delta N_k^{ЧНД} \text{ и } \delta N^{ЧНД} = \Delta N_m^{ЧНД} - \Delta N_k^{ЧНД} \approx 0 \quad (6)$$

При оценке изменения мощности предотборных ступеней будем исходить из того, что они работают в перегретом паре, и уравнение состояния имеет вид:

$$i = kpv / (k - 1) + const, \quad (7)$$

где k – среднее значение показателя адиабаты.

В чисто конденсационном режиме, как известно, при изменении расхода пара тепловые перепады и относительные внутренние КПД промежуточных ступеней практически сохраняются постоянными. Исходя из этого, получим для турбины К:

$$\Delta N_k^\Sigma = \Delta G_o H_{ок}^\Sigma \eta_{oi}^\Sigma = \Delta G_o \eta_{oi}^\Sigma \frac{k}{k-1} p_o v_o \left[1 - \left(\frac{p_{нк1}}{p_{ок1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right], \quad (8)$$

где p_o, v_o – параметры пара перед второй ступенью (при дроссельном парораспределении произведение $p_o v_o = const$); $p_{нк1}$ – давление в камере отопительного отбора (перед ЧНД) в исходном режиме; $H_{ок}^\Sigma$ – располагаемый теплоперепад отсека от второй ступени до камеры отопительного отбора; η_{oi}^Σ – относительный внутренний КПД отсека от второй ступени до камеры отопительного отбора.

Так как в турбине К давления в промежуточных ступенях изменяются практически пропорционально массовому расходу пара, то в сравниваемых режимах будем иметь $p_{нк1}/p_{ок1} \approx p_{нк2}/p_{ок2} \approx p_{нк}/p_{ок}$ и из предыдущего уравнения получим:

$$\Delta N_{\kappa}^{\Sigma} \approx \Delta G_o \eta_{oi}^{\Sigma} \frac{k}{k-1} p_o v_o \left[1 - \left(\frac{p_{нк}}{p_{ок}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad (9)$$

В турбине Т давление в камере отопительного отбора поддерживается практически постоянным в соответствии с температурным графиком. В этих условиях при увеличении G_{κ} будем иметь $p_{нм2} \approx p_{нм1} \approx p_{нм}$, в то время как давление перед отсеком увеличится от $p_{ом1}$ до $p_{ом2}$. Таким образом, тепловой перепад в новом режиме возрастет, и в общем случае прирост мощности составит:

$$\Delta N_m^{\Sigma} = G_{o2m} H_{o2m}^{\Sigma} \eta_{oi2m}^{\Sigma} - G_{o1m} H_{o1m}^{\Sigma} \eta_{oi1m}^{\Sigma} \quad (10)$$

Предотборные ступени теплофикационных турбин проектируются таким образом, чтобы обеспечить устойчивость η_{oi}^{Σ} в широком диапазоне объемных расходов пара. Исходя из этого можно допустить, что в турбине Т при изменении G величины $\eta_{oi2m}^{\Sigma} \approx \eta_{oi1m}^{\Sigma} \approx \eta_{oi}^{\Sigma}$. Тогда, после соответствующих преобразований получим:

$$\Delta N_m^{\Sigma} = \frac{k}{k-1} p_o v_o G_{o1m} \eta_{oi}^{\Sigma} \left[\frac{\Delta G_o}{G_{o1m}} + \left(\frac{p_{нм}}{p_{ом1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - \left(1 + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}} \right) \left(\frac{p_{нм}}{p_{ом2}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad (11)$$

Сравнивая (9) и (11), получаем:

$$\begin{aligned} \delta N^{\Sigma} = \Delta N_m^{\Sigma} - \Delta N_{\kappa}^{\Sigma} = & \frac{k}{k-1} p_o v_o G_{o1m} \eta_{oi}^{\Sigma} \left(\frac{p_{нм}}{p_{ом1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \times \\ & \times \left[1 - \left(1 + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}} \right) \left(\frac{p_{ом1}}{p_{ом2}} \right)^{\frac{k-1}{k}} + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}} \left(\frac{p_{нк} p_{ом1}}{p_{ок1} p_{нм}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad (12) \end{aligned}$$

Учитывая, что давление перед отсеком p_o прямо пропорционально расходу пара (при условии постоянства $p_o v_o$), будем иметь:

$$\frac{p_{нк} p_{om1}}{p_{ок1} p_{nm}} = \frac{p_{нк} / G_{1к}}{p_{nm} / G_{o1m}} \approx \frac{(Gv_n)_{1m}}{(Gv_n)_к} = (\overline{Gv_n})_{1m}, \quad (13)$$

где $(Gv_n)_{1m}$ и $(Gv_n)_к$ – объемные расходы пара на выходе из предотборной ступени соответственно в исходном режиме турбины Т и в чисто конденсационном режиме

$$\begin{aligned} \left(1 + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}}\right) \left(\frac{p_{om1}}{p_{om2}}\right)^{\frac{k-1}{k}} &= \left(1 + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}}\right) \left(1 + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \\ &= \left(1 + \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}}\right)^{\frac{1}{k}} = 1 + \frac{1}{k} \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}} + \dots \approx 1 + \frac{1}{k} \frac{\Delta G_o}{G_{o1m}}. \end{aligned} \quad (14)$$

С учетом (13) и (14) из (12) получаем:

$$\delta N^\Sigma = \frac{k}{k-1} p_o v_o \Delta G_o \eta_{oi}^\Sigma \left(\frac{p_{nm}}{p_{om1}}\right)^{\frac{k-1}{k}} \left[(\overline{Gv_n})_{1m}^{\frac{k-1}{k}} - \frac{1}{k} \right]. \quad (15)$$

Из (15) (с учетом того, что при дроссельном парораспределении $\delta N^{pc} = 0$; $\delta N^{ЧНД} = 0$; $\delta N_s = \delta N^{pc} + \delta N^\Sigma + \delta N^{ЧНД} = \delta N^\Sigma$) следует, что экономичность конденсационного потока турбины с отбором пара будет выше, чем такого же потока турбины К, в том случае, когда

$$(\overline{Gv_n})_{1m} > \left(\frac{1}{k}\right)^{\frac{k}{k-1}} \approx 0,32 \quad (16)$$

при среднем значении показателя адиабаты $k=1,3$ в процессе расширения пара в ступенях турбины, расположенных перед ЧНД.

Заводами-изготовителями турбин регламентируется минимальный расход пара на турбину, при котором разрешается включать теплофикационные отборы. Соответственно ограничивается и минимальная тепловая нагрузка при работе с закрытыми регулирующими диафрагмами ЧНД. Поэтому в допустимых режимах эксплуатации современных

теплофикационных турбоустановок условие (16) практически всегда выполняется. Результаты детальных расчетных исследований различных теплофикационных турбин показывают, что удельный расход теплоты на получение дополнительной конденсационной мощности в случае работы с включенными регулируемыми отборами пара имеет меньшую на (5–18) % величину, чем в чисто конденсационных режимах. При этом определяющее влияние на сравнительную эффективность оказывает различие в условиях работы предотборных ступеней. В качестве примера, подтверждающего сказанное, на рис. 1–3 для турбоустановок нескольких типов (Т-50/60-130, Т-100/130-130, Т-185/220-130) представлены зависимости величин разности изменения внутренней мощности всей турбины (δN_o), предотборных ступеней, расположенных перед камерой верхнего теплофикационного отбора ($\delta N_{отб}$), промежуточного отсека (δN^{no}) и ЧНД ($\delta N^{ЧНД}$) при тепловой нагрузке, составляющей 50 % от номинальной, установленной заводами-изготовителями, в режимах с включенными и отключенными отопительными отборами от прироста расхода теплоты в конденсатор с дополнительным конденсационным потоком пара через всю проточную часть для условий, указанных в таблице. За минимальный (исходный) расход свежего пара G_{oo} выбирался тот, который достигается в режиме с полностью закрытыми регулирующими диафрагмами части низкого давления (РД ЧНД) с проектным вентиляционным пропуском пара. Этим обеспечивалось корректное сравнение разности изменения мощностей, развиваемых конденсационным потоком пара в указанных режимах, турбоустановок различных типов с учетом регенерации.

Условия проведения расчетного исследования

Тип турбоустановки	Теплофикационная нагрузка	Температура сетевой воды		Исходный расход свежего пара
		обратной	прямой	
	Q_T , МВт	τ_2 , °С	τ_1 , °С	G_{00} , кг/с
Т-50/60-130	55	50	100	31,8
Т-100/130-130	100	50	100	61,7
Т-185/220-130	162,8	50	100	95,3

В общем случае, при работе с включенными теплофикационными отборами и неизменными Q_T , τ_2 и τ_1 , с ростом конденсационного пропускания пара (за счет увеличения расхода свежего пара и одновременного открытия РД ЧНД) происходит снижение давления в камере нижнего теплофикационного отбора (уменьшается тепловая нагрузка ПСГ-1), и возрастает расход пара в верхний сетевой подогреватель (ПСГ-2). Давление в верхнем отборе изменяется незначительно (некоторое повышение этого давления возможно из-за увеличения потерь в паропроводе и температурного напора в ПСГ-2), что вызывает весьма малое относительное возрастание расхода пара через промежуточный отсек при существенном повышении теплового перепада в нем.

В результате мощность предотборных ступеней при включенных отборах возрастает как за счет увеличения расхода пара, так и за счет увеличения использованного теплового перепада. При отключенных отборах давление в верхнем отборе изменяется практически пропорционально расходу, как следствие, теплоперепад для всего потока уменьшается, и прирост мощности конденсационного потока пара оказывается меньшим.

Подобная однозначность по приросту мощности промежуточного отсека для разных турбин и режимов отсутствует. Связано это с тем, что в зависимости от соотношения прироста теплоперепада на отсек и расхода пара через него разность изменения мощностей $\delta N^{по}$ может быть как положительной (рис. 1 и 3 для турбин Т-50/60-130 и Т-185/220-130 соответственно), так и отрицательной (рис. 2, турбина Т-100/130-130).

Из представленных данных видно, что увеличение мощности ЧНД оказывается ниже в турбине с включенными отборами. Это вызвано тем, что в исходном режиме, за который был выбран режим с полностью закрытой РД ЧНД, при малых расходах пара наблюдаются вентиляционные эффекты, и мощность последних ступеней отрицательна. При постепенном открытии диафрагмы (в силу нелинейности мощностной характеристики ЧНД) прирост мощности на начальном участке близок к нулю и только потом начинает возрастать. В конденсационном режиме работы диафрагма изначально полностью открыта, и возрастание расхода свежего пара ведет практически к пропорциональному изменению мощности ЧНД. В силу этих обстоятельств разность изменений мощностей $\delta N^{ЧНД}$ имеет отрицательную величину.

Анализ теоретических выводов и результатов расчетных исследований с использованием математических моделей теплофикационных турбоустановок различных типов позволяет говорить о том, что больший прирост мощности в турбине с включенными теплофикационными отборами по сравнению с конденсационной при тех же расходах свежего пара обусловлен большими приростами мощности предотборных отсеков, чем и объясняется большая экономичность конденсационного потока турбины с отбором пара. Это дает основание говорить об эффективности в определенных условиях перевода теплофикационных турбин в режим работы по электрическому графику.

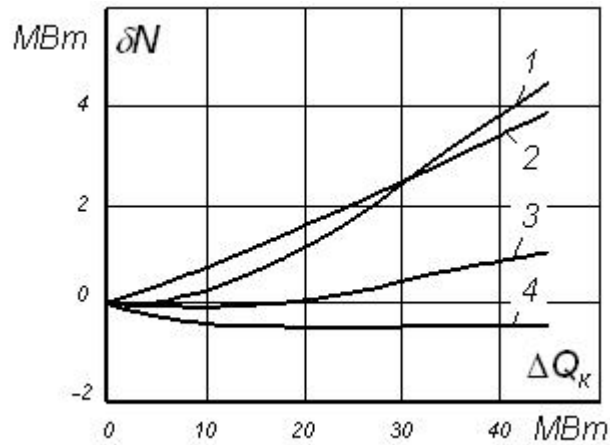


Рис. 1. Зависимость величин разности изменения мощности всей турбоустановки Т-50/60-130 и отдельных отсеков при $\bar{Q}_T = 0,5$, $\tau_2 = 50^\circ\text{C}$, $\tau_1 = 100^\circ\text{C}$:
 1, 2, 3, 4 – изменение внутренней мощности соответственно всей турбины δN_o ; предотборных ступеней $\delta N^{об}$; промежуточного отсека $\delta N^{по}$ и ЧНД $\delta N^{ЧНД}$

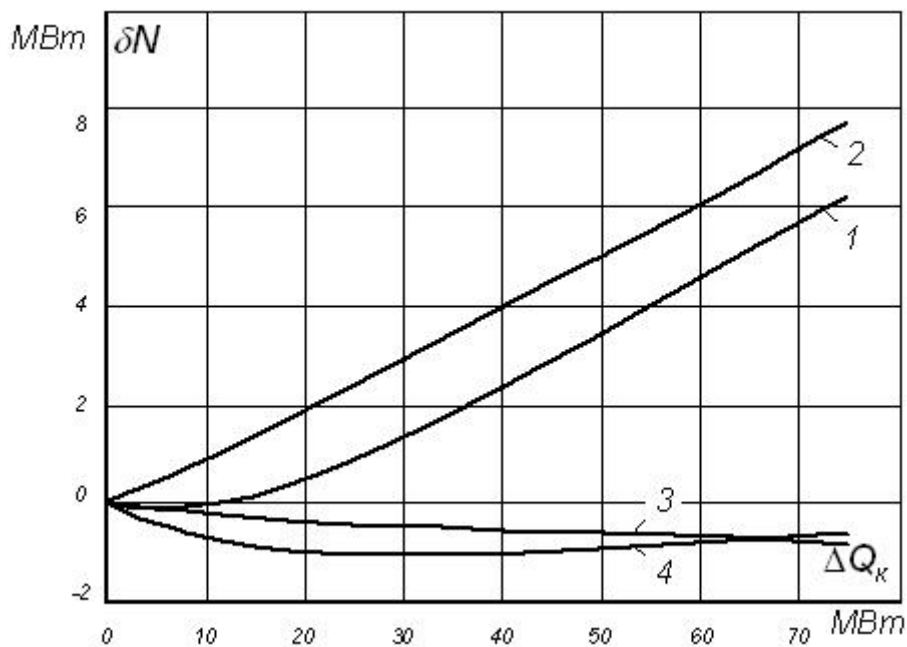


Рис. 2. Зависимость величин разности изменения мощности всей турбоустановки Т-100/130-130 и отдельных отсеков при $\bar{Q}_T = 0,5$, $\tau_2 = 50^\circ\text{C}$, $\tau_1 = 100^\circ\text{C}$ (обозначения те же, что на рис. 1)

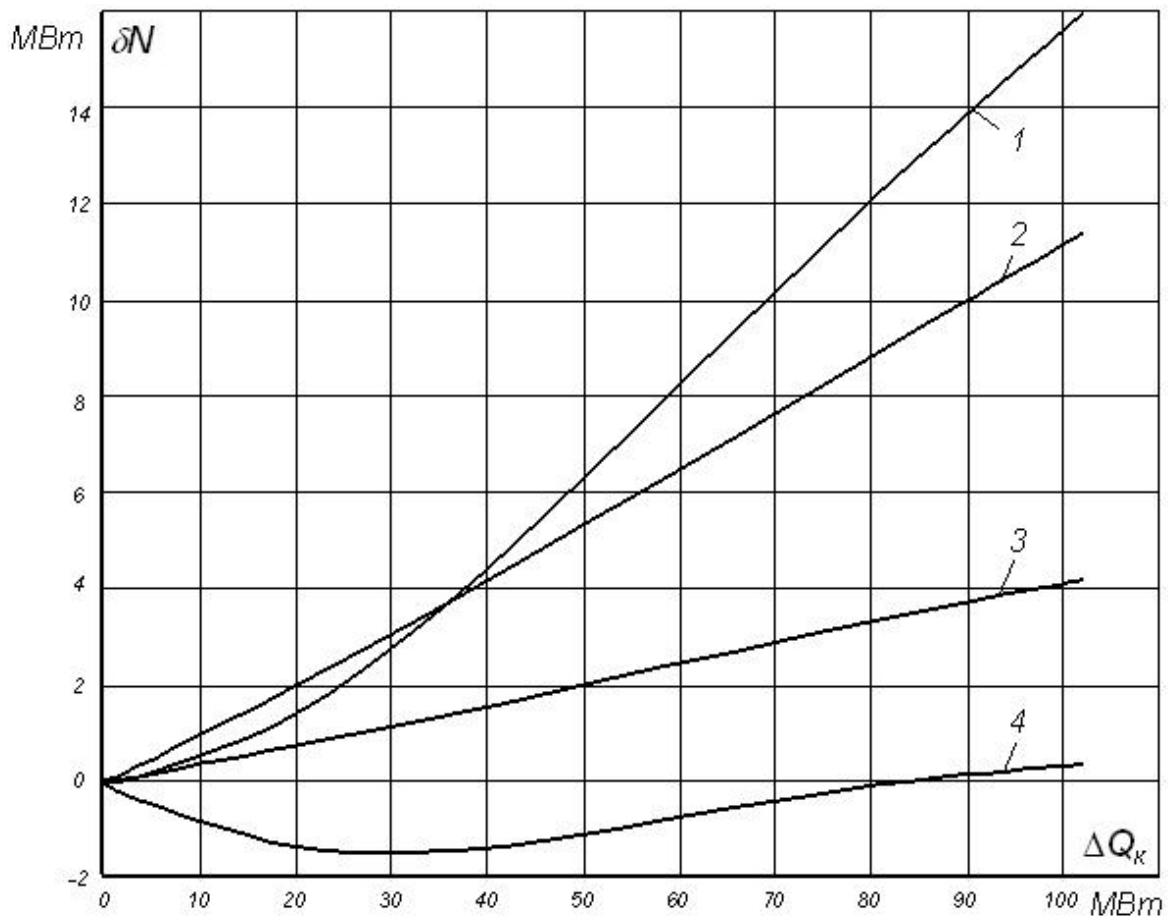


Рис. 3. Зависимость величин разности изменения мощности всей турбоустановки Т-185/220-130 и отдельных отсеков при $\bar{Q}_T = 0,5$, $\tau_2 = 50^\circ\text{C}$, $\tau_1 = 100^\circ\text{C}$ (обозначения те же, что на рис. 1)

Литература

1. Эфрос Е. И., Татаринова Н. В. Эффективность получения дополнительной конденсационной мощности на теплофикационных турбоустановках // Электрические станции. 2006. № 10. С. 26–32.

2. Эфрос Е. И., Татаринова Н. В. Энергетическая и экономическая эффективность дополнительной конденсационной мощности, получаемой на теплофикационных турбоустановках / Вятск. госуд. ун-т. Киров, 2005. 36 с.: 18 ил. Деп. в ВИНТИ 19.12.2005, № 1699-В2005.

Информация об авторах

Data on authors

Эфрос Евгений Исаакович – доктор технических наук, профессор кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532583

E-mail: efros-ei@yandex.ru

Суших Виктор Михайлович – доцент кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532847

Татаринова Наталья Владимировна – старший преподаватель кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 532847

Efros Evgeny Isaakovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532583

E-mail: efros-ei@yandex.ru

Suschih Victor Mikhaylovich – Assistant Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532847

Tatarinova Natalia Vladimirovna – senior teacher of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 532847

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ
НАПРАВЛЕНИЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА
ДЕЗИНФЕКЦИИ ПРИ ВОДОПОДГОТОВКЕ**

**THE EFFICIENCY OF NEW WAYS FOR DISINFECTION
PROCESS INTENSIFICATION IN WATER TREATMENT**

В поиске новых решений в совершенствовании существующих методов обеззараживания воды при водоподготовке предлагается использование комплексного воздействия различных технологий с целью возможного получения синергетического эффекта. Технологией, способной обеспечить такой эффект совместно с другими бактерицидными агентами, является гидродинамическая кавитационная обработка. В статье обсуждается ее применение в процессе обеззараживания воды, а также представлен сравнительный анализ экономической эффективности внедрения полученных новых направлений интенсификации основных промышленных технологий.

In the search for new solutions to improve existing methods of water disinfection in water treatment we propose the use of integrated influence of different technologies with a view to possibly obtain a synergistic effect. The technology able to provide this effect together with other antibacterial agents is the hydrodynamic cavitation treatment. This paper discusses its applications in water disinfection as well as presents a comparative analysis of the economic

efficiency in applying the newly found areas of the basic industrial technology intensification.

Ключевые слова: обеззараживание воды, гидродинамическая кавитация, синергетический эффект.

Keywords: disinfection of water, hydrodynamic cavitation, a synergistic effect

Современный рост уровня производства и уровня жизни населения неизменно ведут к ужесточению требований к качеству водоподготовки. Это делает актуальной задачу поиска новых решений в совершенствовании существующих методов.

Для обеззараживания воды основными промышленными технологиями рассматриваются: хлорирование, озонирование, обработка ультрафиолетовыми лучами и ионами серебра.

Недостатки традиционных способов обеззараживания воды заставляют исследователей искать новые более совершенные промышленные методы. Наиболее перспективное решение вопроса представляется как использование комплексного воздействия различных технологий с целью возможного получения синергетического эффекта.

Проведенный патентный поиск подобных разработок, используемых для обеззараживания воды, позволил выявить ряд комбинированных методов, испытанных в промышленных условиях. Выявленное комбинационное сочетание технологий затрагивает различные смежные отрасли науки, в частности: сочетание ультрафиолетового (УФ) излучения и гидродинамической кавитации [1], озонирования и кавитации [2], УФ излучения и соединений серебра [3], хлора и комплексного соединения серебра [4], озонирования и ионов меди [5].

Анализ полученной информации позволил выделить процесс способный, в большей степени, чем все остальные, обеспечить синергетический эффект в комплексе с другими бактерицидными агентами и при этом обеспечить высокую производительность. Это – гидродинамическая кавитационная обработка воды (ГДК).

На эффективность ГДК не влияет мутность воды, солевой состав, pH. Кавитация разрушает коллоиды, частицы взвеси, на которых и внутри которых существуют бактерии, лишая их тем самым защиты от химических и физических бактерицидных агентов. Изначально ГДК рассматривалась как самостоятельный процесс обеззараживания [6]. Это объяснялось образованием непосредственно в зоне кавитационного факела экстремальных условий, связанных со схлопыванием парогазовых микросфер, которые появляются в момент локального снижения давления в воде и схлопываются при его повышении. Скорость схлопывания очень высокая, и в окрестности зон схлопывания в локальных объемах возникают экстремальные параметры – огромные температура и давление, создаются условия для образования активных радикалов и в небольшом количестве пероксида водорода [7].

В комплексе перечисленные выше воздействия в конечном итоге способны вызывать гибель, находящейся в воде микрофлоры, и способствовать ослаблению защитных свойств наиболее стойких клеток к воздействию других бактерицидных агентов. Следует отметить, что стабильных результатов опытов при воздействии одной ГДК, как и требуемой степени дезактивации микроорганизмов, получено не было [8].

Проведенные авторами исследования по изучению бактерицидного действия ГДК в комплексе с другими дезинфектантами показали наличие синергетического эффекта, выраженного в повышении эффективности процесса обеззараживания, в сравнении с эффектом действия каждого из используемых агентов в отдельности.

В частности, были получены следующие результаты:

ГДК и ультрафиолет – предварительная обработка воды кавитационным воздействием позволяет увеличить эффективность работы установки УФ облучения до 15 % [8].

ГДК и озонирование – подача озона в зону кавитации позволяет при той же эффективности обработки воды снижать его содержание до 30 %.

ГДК и гипохлорит натрия – при гидродинамической обработке хлорированной воды эффективность метода повышается на 15–30 %, причем с меньшими концентрациями «чистого» хлора (до 0,5 мг/л) синергетический эффект усиливается.

Другим перспективным направлением исследований является изучение комплексного воздействия ГДК и металлов, обладающих олигодинамическими свойствами. При кавитационной обработке происходит разрушение данных металлов до частиц с микро- и наноразмерами. В силу очень малых размеров полученные частицы имеют достаточно большую удельную поверхность ($1000 \text{ м}^2/\text{г}$ и более), что увеличивает область их контакта с микроорганизмами и значительно улучшает тем самым бактерицидные свойства полученной суспензии.

Интерес представляет сравнительный анализ промышленного использования полученных новых направлений обеззараживания воды. Инструментом для оценки перспективности предложенных технологий послужил расчет их экономической эффективности в сравнении с основными промышленными методами.

Объектом расчета явился процесс водоподготовки на стадии обеззараживания воды с фиксированным расходом $100 \text{ м}^3/\text{сут}$. В табл. 1 и 2 представлены данные для проведения расчета эффективности различных технологий.

Таблица 1

Технология	Необходимое оборудование	Основные материалы
Хлорирование	1) автоматическая станция дозации «Dinotec EasyFloc Mono»	хлорат Dinochlorine
Хлорирование и ГДК	1) автоматическая станция дозации «Dinotec EasyFloc Mono»; 2) кавитационная установка [1]	хлорат Dinochlorine
Озонирование	1) озонатор типа «Озон-40ПВ-2Б» – 2 шт	
Озонирование и ГДК	1) озонатор типа «Озон-20ПВ-2Б» – 2 шт; 2) кавитационная установка [1]	
УФ излучение	1) установка типа «УДВ-2/1 тип 4» – 2 шт	лампы ДБ-15С
УФ излучение и ГДК	1) установка типа «УДВ-1/1 тип 4» – 2 шт; 2) кавитационная установка [1]	лампы ДБ-30С
Олигодинамия и ГДК	1) кавитационная установка [1]; 2) концентрата серебра	серебро

Общая сумма годовых затрат ($Z_{\text{пр}}$) складывается из эксплуатационных расходов ($Z_{\text{экс}}$, руб/год) и капитальных вложений (K , руб.) и представляет собой приведенные затраты, которые рассчитываются по формуле: $Z_{\text{пр}}=Z_{\text{экс}}+E_n \cdot K$, где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (принимается равным 0,15).

Таблица 2

Технология	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	Удельный расход материалов, руб./год	Энергопотребление, кВт·ч	Кол-во персонала (продолжит. обслуживания, ч/сут)
Хлорирование	90	291,3	Н*	1(1)
Хлорирование и ГДК	210	203,9	3	1(1)
Озонирование	760	Н*	2,5	3(24)
Озонирование и ГДК	620	Н*	1,5	3(24)
УФ излучение	100	30	Н*	1(8)
УФ излучение и ГДК	180	30	3	1(8)
Олигодинамия и ГДК	130	6,4	3	1(8)

Примечание: * Н – незначительные затраты (в расчетах не учтены).

Приведенные затраты являются показателем сравнительной экономической эффективности при решении одноцелевых задач в рамках конкретного предприятия. Критерием выбора одного варианта из нескольких возможных является минимум приведенных затрат.

Результаты проведенных расчетов представлены на рисунке.



Оценка перспектив внедрения новых технологий
обеззараживания воды при водоподготовке

Здесь, наряду с основными затратами на реализацию технологий, представлены данные по экономии материальных ресурсов в сравнении с хлорированием – основной на настоящее время промышленной технологией водоподготовки.

Результаты расчетов, представленные на диаграммах, демонстрируют перспективность комплексного использования с гидродинамической кавитацией рассмотренных промышленных технологий.

При сравнительном анализе наименьшие приведенные затраты, учитывающие капитальные и эксплуатационные расходы, приходится на технологию с использованием серебра. Экономия материальных ресурсов при ее реализации в сравнении с традиционным хлорированием составит 63 %.

Таким образом, можно сказать, что изучение технологий на основе гидродинамических кавитационных процессов показывает их перспективность в поиске новых методов промышленного обеззараживания воды.

Литература

1. Способ обеззараживания воды синергетическим воздействием: пат. 2209772 Рос. Федерация / И. В. Флегентов, Б. И. Дегтерев, А. Н. Беляев. № 2001112045/12; заявл. 03.05.01; опубл. 10.08.03.

2. Способ очистки воды: пат. 2333154 Рос. Федерация / Ю. С. Карабасов и др. № 2007113942/15; заявл. 16.04.07; опубл. 10.09.08.

3. Способ получения питьевой воды: пат. 2182128 Рос. Федерация / В. В. Гутенев и др. № 2001121302/12; заявл. 31.07.01; опубл. 10.05.02.

4. Способ обеззараживания воды с использованием комплексного соединения серебра: пат. 2182126 Рос. Федерация / В. В. Гутенев и др. № 2001121300/12; заявл. 31.07.01; опубл. 10.05.02.

5. Способ обеззараживания воды с использованием озона и ионов меди: пат. 2182123 Рос. Федерация / В. В. Гутенев и др. № 2001118317/12; заявл. 04.07.01; опубл. 10.05.02.

6. Гидродинамическая кавитация обеззараживает воду / И. В. Флегентов и др. // Экология и промышленность России. 2000. № 11. С. 14–15.

7. Климов В. Я. Безреагентное обеззараживание воды // Экономика и управление предприятием ЖКХ. 2009. № 7. С. 68–72.

8. Беляев А. Н. Интенсификация процесса обеззараживания воды гидродинамической кавитацией : дис. ... кандидат технических наук: 05.17.08. Киров: ВятГТУ, 2000. 129 с.

Информация об авторах

Data on authors

Беляев Андрей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)643309

E-mail: belyaev@vyatsu.ru

Флегентов Игорь Владимирович – докт. техн. наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)646774

E-mail: flegentov@vyatsu.com

Belyaev Andrey Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Industrial Ecology and Safety, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 643309

E-mail: belyaev@vyatsu.ru

Flegentov Igor Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial Ecology and Safety, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 646774

E-mail: flegentov@vyatsu.com

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ВЯТИЧ»

SELECTING A TECHNOLOGY FOR WASTE-WATER TREATMENT AT VYATICH BREWING ENTERPRISE

Рассмотрены современные анаэробно-аэробные технологии очистки сточных вод пивоваренных производств. Выполнен подбор технологии очистки ОАО по производству пива и безалкогольных напитков «Вятич».

The article examines modern anaerobic-aerobic wastewater treatment technologies of breweries. The selection of treatment technology for Vyatich's production of beer and soft drinks was done.

Ключевые слова: сточные воды, загрязняющие вещества, биологическая очистка, анаэробные и аэробные методы очистки, анаэробный реактор.

Keywords: sewage, pollutants, biological treatment, anaerobic and aerobic treatment methods, anaerobic reactor

Для разработки технологических решений по очистке сточных вод ОАО по производству пива и безалкогольных напитков «Вятич», г. Киров, изучались технологии очистки сточных вод пивоваренных производств. На современном пивоваренном заводе образуется от 4 до 7 л сточной воды на каждый литр произведенного пива. Сточные воды имеют высокий уровень

загрязнения по ХПК, взвешенным веществам, содержат большое количество биогенных элементов – азота, фосфора и калия [1]. Сточные воды ОАО «Вятич» характеризуются нестабильностью концентраций загрязняющих веществ. При этом имеются периоды с превышением показателей над допустимыми, что накладывает ограничения на сброс сточных вод в муниципальную систему канализации г. Кирова. На основании анализа ориентировочной величины платы предприятия за сброс сверх установленного лимита, были выделены компоненты (БПК, ХПК, биогенные азот- и фосфорсодержащие компоненты, взвешенные, нефте-, жиросодержащие вещества, рН) по которым подбирались приоритетные технологии очистки сточных вод.

Современные решения проблемы очистки промышленных стоков должны отвечать критериям необходимого качества очистки, обеспечивать надежность работы при залповых сбросах, простоту обслуживания, компактность очистных сооружений при экономии ресурсов и энергии, минимальное образование вторичных отходов.

Многие применяемые сегодня методы и технологии очистки высококонцентрированных стоков являются несовершенными, в ряде случаев не обеспечивают необходимую степень очистки и утилизацию всех побочных продуктов, образующихся в этом процессе. К методам, активно развивающимся в последнее время, следует отнести технологии, основанные на биологической обработке.

Аэробная биологическая очистка, применяемая для пищевых предприятий, обеспечивает высокую степень очистки сточной воды за счет деструкции белков, жиров, углеводов, ПАВ, винной кислоты и прочих соединений бактериями, находящимися как в иммобилизованном, так и в свободно плавающем состоянии. Однако, для развития микробиальных культур, должны быть созданы оптимальные условия. В этом направлении

наиболее перспективными являются аэротенки, работающие с высокими дозами активного ила и чистым кислородом.

К преимуществам аэробного метода можно отнести возможность работы при низких концентрациях загрязнений ХПК, БПК в сточных водах, снижение содержания соединений азота и фосфора, возможность использования нескольких ступеней очистки для достижения требуемых значений ПДК, сравнительно небольшие инвестиционные затраты [3, 10].

Несмотря на все положительные качества данного метода, аэробная биологическая очистка имеет ряд существенных недостатков [4, 5]: высокие энергозатраты на аэрацию сточных вод (до 70–80 % совокупных энергозатрат на очистку); образование активного ила и биопленки (вторичные отходы), утилизация или захоронение которых является экологической проблемой; необходимость введения дополнительных количеств биогенных элементов в случае их дефицита в перерабатываемом потоке (при этом, несбалансированное добавление ведет к дополнительному загрязнению обрабатываемых стоков).

Экономически и экологически приемлемым решением существующей проблемы может служить комбинированная анаэробно-аэробная технология очистки концентрированных сточных вод.

Преимущества комбинированной технологии, по сравнению с традиционной аэробной очисткой, заключается в следующем: высокая степень очистки сточных вод с высокими концентрациями органических загрязнений (ХПК до 2000 мг/л и более), небольшой прирост избыточной биомассы (в 5–10 раз меньше, чем при аэробной очистке, биомасса стабильна, не загнивает при хранении), устойчивость к длительным перерывам в подаче сточных вод, низкие эксплуатационные затраты [1, 2, 4, 6].

Немецкая фирма «Энви́ро-Хеми ГмбХ» предложила и внедрила метод анаэробно-аэробной очистки сточных вод с использованием UASB-реактора. В настоящее время аналогичные системы используются

для очистки сточных вод филиалов ОАО «Пивоваренная компания «Балтика» в городах Самаре и Хабаровске.

Технологические схемы очистки стоков данных предприятий представлены на рис. 1 [2]. Основные сооружения схемы – первичный отстойник-осветлитель, анаэробный реактор (BIOMAR ASB), аэробный реактор (BIOMAR OSB), тканевые фильтры, система УФ-обеззараживания воды, центрифуга для обезвоживания ила. Объем сточных вод составляет около 1500 м³/сут. В сточной воде на входе в очистные сооружения содержится до 6000–7000 мг/л органических загрязнений (по ХПК) и 300–2000 мг/л взвешенных веществ. Для аэробного процесса очистки состав стоков не сбалансирован по соотношению C:N:P (наблюдается дефицит азота и фосфора). Таким образом, в случае реализации одностадийной аэробной очистки потребовалось бы дополнительно вводить биогенные элементы в стоки.

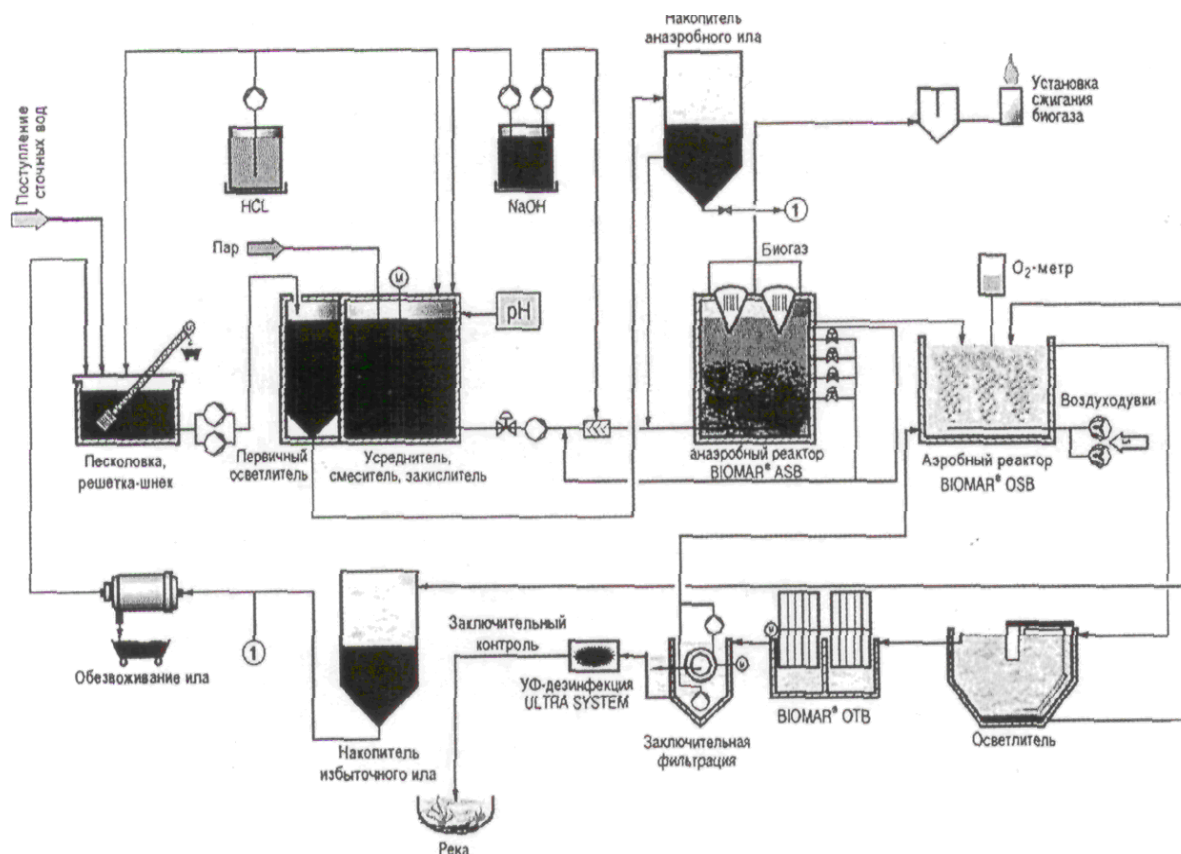


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод на предприятиях ОАО «Пивоваренная компания «Балтика» в городах Самаре и Хабаровске

На стадии анаэробного сбраживания используется UASB-реактор. Сбраживание протекает при температуре 35–37 °С, поддерживаемой путем нагрева поступающей в реактор сточной воды паром. Очистные сооружения обеспечивают удаление загрязнений из сточной воды на 99,0–99,5 %.

Основной проблемой анаэробно-аэробной очистки является инициирование процесса брожения и медленное нарастание массы ила в анаэробном реакторе. Время выхода анаэробных реакторов, в частности UASB-реактора, на проектный режим составляет около полугода, в течение которого ХПК на выходе из реактора постепенно снижается [2, 4].

Анаэробно-аэробная технология лежит в основе работы очистных сооружений Калужской пивоваренной компании с производительностью

уже до 300 м³/ч, пущенных в эксплуатацию в 2005 году [1, 6]. Отвод стоков производится в городскую канализационную сеть. Технология очистки этих сооружений включает в себя ступень механической обработки, первичный осветлитель, смеситель-усреднитель, анаэробный реактор (метанреактор) Biomar ASB, аэробный реактор Biomar OSB, вторичный осветлитель, станцию дозирования реагентов, станцию обезвоживания осадка на ленточном фильтр-прессе, биофильтр для очистки отходящего воздуха [6]. Разработчики публикуют сравнительные показатели системы очистки фирмы «Энви́ро-Хеми ГмбХ» на ОАО «Балтика» в г. Самаре и систем других фирм, предлагаемых на отечественном рынке. Данные позволяют отметить большие значения ХПК на входе и высокую удельную производительность анаэробного UASB-реактора (по ХПК 5–8 кг/м³ в сутки), что в несколько раз выше, чем в классических системах аэробной очистки с аэротенками, биотенками и с биофильтрами. Наряду с этим ограничения на содержание органических взвешенных веществ в сточной воде, подаваемой в UASB-реактор, существенно менее жесткие, чем для аэробных систем. С учетом существующих для аэробных сооружений ограничений использование классической аэробной схемы очистки сточных вод пивоваренного предприятия потребовало бы их разбавления и увеличения соответствующего объема очистных сооружений в несколько раз.

Затраты электроэнергии для удаления 1 кг загрязнений в процессе анаэробно-аэробного очищения с применением системы Biomar составляют около 0,2 кВт/кг ХПК, или в 10 раз ниже показателей, типичных для аэробных очистных сооружений. Суммарное количество образуемого избыточного ила составляет 0,15–0,20 кг/кг ХПК (по сухому веществу), то есть в 2–3 раза меньше, чем при использовании только аэробного процесса [6].

На основании анализа научной информации, с учетом состава сточных вод изучаемого производства, ОАО «Вятич» целесообразно применить технологию анаэробно-аэробной обработки воды, которая позволит обеспечить требуемые значения концентраций загрязняющих веществ для выпуска стоков в муниципальную канализацию. Для построения технологической схемы очистки необходимо выбрать конструкцию аппарата анаэробной очистки.

Анаэробный реактор является одним из основных элементов в технологии очистки. К настоящему времени разработано большое количество анаэробных реакторов. По типу образующихся в них макроструктур анаэробной биомассы (ила) все конструкции можно разделить на реакторы со взвешенно-седиментирующей биомассой (илом) и прикрепленной биомассой (био пленкой). Примеры первого типа реакторов – анаэробные лагуны, контактный реактор, реактор с восходящим потоком жидкости через слой анаэробного ила (Upflow Anaerobic Sludge Blanket reactor, UASB), реактор с расширенным и взвешенным слоем гранул (EGSB), перегородочный реактор (Anaerobic Baffled reactor, ABR). Второй тип это – биофильтр с восходящим потоком (Anaerobic Filter, AF), биофильтр с нисходящим потоком жидкости (Down Flow Stationary Fixed Film reactor, DSFF), реактор с псевдоожиженным слоем носителя био пленки (Anaerobic Fluidi-zed Bed reactor, AFB), вращающиеся биоконтакторы, гибридные реакторы, сочетающие в себе конструкции двух реакторов (например, AF и UASB).

Литературный анализ свидетельствует о широком разнообразии эксплуатируемых конструкций реакторов со взвешенно-седиментирующей биомассой, а также, с неподвижно прикрепленной био пленкой.

Анаэробные процессы обработки сточных вод бродильных производств могут проходить в термофильном (45...70 °С), мезофильном (15...45 °С) и психрофильном (ниже 15 °С) режимах.

Проведение анаэробных процессов очистки в термофильном режиме может быть оправдано в ситуации, когда обрабатываемые стоки, поступающие в реактор, уже имеют достаточно высокую температуру (60...70 °С), как, например, в случае дистилляционных отходов бродильных производств. Широкое применение для очистки подобного рода стоков нашел реактор с восходящим потоком жидкости через слой гранулированной биомассы (UASB-реактор) [7].

Значительный интерес представляют исследования анаэробных процессов в субмезофильных условиях при 18...21 °С, которые являются более предпочтительными для умеренных климатических условий России [9]. Исследования подтвердили высокую эффективность UASB-реактора при повышенных органических нагрузках. Анализ лабораторных и пилотных результатов свидетельствует о том, что UASB-реактор – это стабильная система высокой степени удаления органических соединений, обладающая большим запасом прочности и высокими скоростями генерации биогаза. Наиболее распространены среди реакторов со взвешенно-седиментирующей биомассой в мезофильном режиме UASB-реакторы с восходящим потоком жидкости через слой анаэробного ила. Для обработки стоков в мезофильных условиях применяют также и реакторы с прикрепленной биопленкой, например анаэробный биофильтр с восходящим потоком (AF).

В последнее время в Европе [8] интенсивно изучался вопрос анаэробной обработки стоков с использованием реакторов с псевдооживленным слоем (AFB). Интерес исследователей связан с тем, что в подобных реакторах осуществляют максимально возможный контакт субстрата с илом благодаря высоким скоростям потока (6–35 м/ч). В таких аппаратах можно применять очень высокие органические нагрузки, а так как биомасса находится в виде биопленки на носителе, то практически отсутствует ее вынос. На сегодняшний день наиболее распространенная

загрузка для пилотных и промышленных AFB-реакторов – кварцевый песок (благодаря низкой стоимости). Несмотря на все преимущества этих систем, общее число промышленных установок с псевдоожиженным слоем пока невелико, так как необходимы большие капитальные затраты для сооружения высоких (15–20 м) реакторов, систем распределения и рециркуляции стока. Функционирование этих аппаратов требует повышенной электроэнергии и тщательного обслуживания.

Наименее изученными являются психрофильные анаэробные процессы очистки, протекающие при температурах ниже 15 °С, т. к. в умеренных климатических условиях холодные стоки (ниже 18 °С) бродильных производств имеют невысокое содержание органических загрязнений – от 1,5 до 2,4 кг/м³. Считалось нецелесообразным обрабатывать такие отходы анаэробно, не в последнее время установлено, что существующие анаэробные реакторы способны эффективно перерабатывать низкоконцентрированные стоки при низких температурах. На сегодняшний день для низкотемпературной обработки используют UASB-реактор, способный аккумулировать значительные количества активной биомассы.

Таким образом, метод анаэробной очистки стоков достаточно хорошо разработан для крупномасштабного внедрения в производство.

Предпочтительной конструкцией аппарата для осуществления анаэробного метода очистки является конструкция UASB-реакторов, обрабатывающая стоки во взвешенно-седиментирующем слое биомассы и позволяющая производить качественную очистку с использованием как термофильных и мезофильных, так и психрофильных процессов.

Данные устройства представляют собой достаточно распространенную конструкцию. Обычно они состоят из отдельной реакторной камеры, в которую в донной зоне втекает подлежащая очистке сточная вода. В нижней зоне реакторной камеры находится иловый слой,

который представляет собой биологически активную зону для очистки сточной воды, и через который проходит поступившая вода. Во время протекания через иловый слой сточная вода очищается, причем происходят процессы химического восстановления содержащегося в ней органического вещества, и образуется биогаз (состоящий в основном из метана и диоксида углерода). Образовавшийся биогаз поднимается вверх через иловый слой и расположенную выше него зону, улавливается отделяющими щитками и подводится к газоотводящему трубопроводу. Выше отделяющих щитков находится осадительная зона, предназначенная для того, чтобы осели захваченные газом биологически активные иловые частицы и могли быть использованы вновь. Из верхней части осадительной зоны отводится очищенная сточная вода.

Данные различных научно-технических источников убедительно показывают, что анаэробная очистка сточных вод позволяет добиться снижения ХПК на 80 % и более, имеет низкие эксплуатационные затраты, компактные размеры сооружений и характеризуется относительной простотой в обслуживании.

Анализируя рынок предлагаемой продукции анаэробной обработки стоков, следует отметить имеющуюся закрытость информации по ее стоимости и конструктивному исполнению. Здесь можно отметить, что около четверти объемов рынка предприятий пищевой промышленности в России, включая пивоварение, приходится на международную компанию Энви́ро-Хеми ГмбХ (Германия) [10].

Проведенный научно-технический поиск по конструктивному исполнению анаэробного оборудования позволяет выявить определенные общие конструкционные и технологические особенности рассмотренного оборудования и сделать предложения по возможности реализации данного метода для очистки сточных вод пивоваренного производства ОАО «Вятич».

Учитывая техническую сложность и высокую стоимость организации полного комплекса анаэробно-аэробной очистки, целесообразно предложить схему последовательного совершенствования и внедрения схемы очистки стоков предприятия, в которых предпочтение следует отдавать более дешевым и универсальным конструкциям аппаратов.

До начала работ по реконструкции системы очистки стоков, прежде всего, необходимо провести мероприятия по уменьшению водопотребления – водоотведения, с целью уменьшения объемов очистного оборудования и получения более высоких концентраций по органическим загрязнителям, обуславливающих стабильное и эффективное прохождение процессов очистки. В схеме очистки должны присутствовать усреднители расхода, предварительная механическая очистка стоков, анаэробная обработка и доочистка в аэробных условиях.

ОАО «Вятич» рекомендована следующая технология очистки:

1. Предварительная механическая очистка, во время которой происходит задержка мусора на решетках, удаление песка и первичное отстаивание.

2. Предварительная химико-физическая обработка, включающая нейтрализацию стоков (установка SPLIT-O-MAT) и дозирование реагентов (установки SPLIT-O-MAT, DOS-O-MAT).

3. Биологическая обработка сточных вод: предварительная анаэробная – аэробная обработка (BIOMAR MAB); предварительная анаэробная обработка (BIOMAR ASB); анаэробная – аэробная очистка (BIOMAR ASB-OSB); аэробная доочистка (BIOMAR OSB).

Литература

1. Демин И. А., Венцке Ш. Современные очистные сооружения для пивоваренного завода // Пиво и напитки. 2006. № 2. С. 8.
2. Сеницын А. В., Кузнецов А. Е., Чеботаева М. В. Анаэробно-аэробная технология очистки сточных вод пивоваренных предприятий России // Экология и промышленность России. 2005. № 12. С. 20–23.
3. Корчик Н. М. Технологии очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности // Сотрудничество для решения проблемы отходов : материалы IV междунар. конф. Харьков, 2007. С. 251–254.
4. Благодарная Г. И., Лунин С. В. Анализ методов очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. – 2011. № 93. С. 176–182.
5. Шустер К., Нойберт И. Анаэробная обработка высококонцентрированных стоков молочных предприятий // Экология производства. 2009. № 11. С. 50–52.
6. Демин И. А., Венцке Ш., Карякин М. А. Современные очистные сооружения для пивоваренного завода // Индустрия напитков. 2009. № 3. С. 8–9.
7. Souza M. E., Fuzaro G., Polegato A. R. Thermophilic anaerobic digestion of vinasse in pilot plant UASB reactor // Wat. Sci. Technol. 1992. V. 25. № 7. P 213–222.
8. Мезофильная анаэробная биологическая очистка сточных вод заводов первичного виноделия / М. А. Гладченко и др. // Доклады ТСХА. 1998. Вып. 271. С. 58–66.
9. UASB treatment of wine distillery wastewaters under mesophilic and thermophilic / V. Sklyar etc. // Abstract book of the Intern. Conf. «Biocatalysis: fundamentals and applications» (Pushchino). 1998. P. 56.

10. Энви́ро-Хеми ГмбХ – Очистка промышленных сточных вод.
URL : <http://www.envirochemie.ru/> (дата обращения: 06.03.2014).

Информация об авторах

Data on authors

Беляев Андрей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 643309

E-mail: belyaev71@list.ru

Флегентов Игорь Владимирович – доктор техн. наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 646774

E-mail: flegentov42@gmail.com

Куц Елена Владиславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 643309

E-mail: kouts@yandex.ru

Belyaev Andrey Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Industrial Ecology and Safety, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 643309

E-mail: belyaev71@list.ru

Flegentov Igor Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial Ecology and Safety, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 646774

E-mail: flegentov42@gmail.com

Kuts Elena Vladislavovna – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Industrial Ecology and Safety, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 643309

E-mail: kouts@yandex.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭТАНОЛА
В ДИЗЕЛЕ 2Ч 10,5/12,0 С ДВОЙНОЙ СИСТЕМОЙ
ТОПЛИВОПОДАЧИ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
И ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

**THE STUDY OF USING ETHANOL IN 2Ч 10,5/12,0 DIESEL
WITH DUAL FUEL SUPPLY SYSTEM
FOR ECONOMIC AND INDICATOR PARAMETERS**

В статье рассматриваются проблемы энергоэффективности дизельных двигателей и возможность расширения топливной базы имеющихся современных дизелей. Статья содержит результаты исследований, проведенных на двигателе Д-120 (2Ч10,5/12,0), при работе на этаноле с использованием двойной системы топливоподачи. Представлено влияние применения этанола на экономические и индикаторные показатели дизельного двигателя при номинальной частоте вращения.

The article deals with the problems of energy efficiency of diesel engines and the possibility of expanding fuel base in modern diesels available. The article contains the results of the research conducted on the engine D-120 (2Ч10,5/12,0) operating on ethanol by using a double system of fuel injection. The influence of ethanol application on the economic and indicator parameters of a diesel engine at rated speed is provided.

Ключевые слова: дизель, этанол, двойная система топливоподачи, экономические и индикаторные показатели.

Keywords: diesel, ethanol, a double system of fuel injection, economic and indicator parameters

Высокое значение двигателей внутреннего сгорания как энергетической основы различных установок, в первую очередь транспортных средств, определяется масштабами их применения в различных областях промышленности и сельского хозяйства. Ограниченность запасов топлив нефтяного происхождения и значительное повышение цен на нефть и ее продукты сделали актуальными работы, направленные на поиск и обоснование применения альтернативных видов топлив. К тому же отработавшие газы (ОГ) ДВС содержат около 280 компонентов, многие из которых токсичны по своим свойствам и характеру воздействия на человека. Данная проблема выявляет различные направления по снижению токсичности ОГ транспортных и промышленных ДВС, наименее трудоемким из которых является перевод двигателей на альтернативные моторные топлива (МТ), в первую очередь получаемые из возобновимых источников. К таковым относятся низшие спирты – метанол и этанол [1].

В статье представлены результаты проведенных на базе кафедры ДВС Вятской ГСХА исследований по улучшению эффективных и экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ) путем снижения содержания токсичных компонентов в ОГ. В соответствии с методикой, целью и задачами исследований [2] был выполнен комплекс работ по изучению влияния применения этанола в качестве моторного топлива для дизеля 2Ч 10,5/12,0.

Целью наших исследований является улучшение эффективных и экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения этанола в качестве основного топлива с подачей его непосредственно в камеру сгорания дизеля.

Существует несколько способов применения этанола в качестве моторного топлива для дизелей. Наибольшая эффективность, по степени замещения нефтяного топлива, достигается при, так называемой, двойной системе топливоподачи. Для реализации такого способа использования этанола путем подачи его непосредственно в камеру сгорания и воспламенением от запальной порции дизельного топлива (ДТ) предусматривается установка двух топливных систем на дизеле 2Ч 10,5/12,0, в том числе двух топливных насосов высокого давления и двух форсунок на каждый цилиндр. При этом штатная топливная система используется для подачи этанола, а для подачи запального ДТ устанавливается дополнительная система.

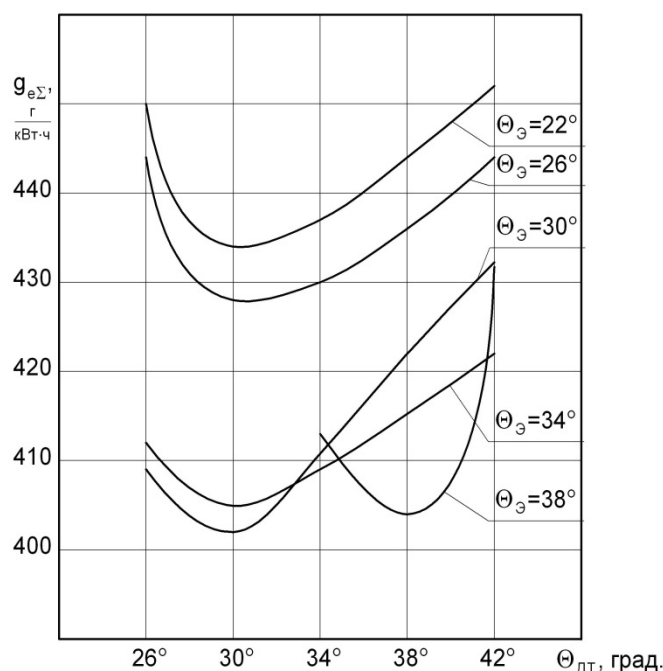


Рис. 1. Изменение экономических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных УОВТ ДТ и этанола при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,588 \text{ МПа}$, $q_{цдг} = 6,9 \text{ мг/цикл}$

При ДСТ большое влияние на мощностные и токсические показатели дизеля оказывают диаметр и правильная ориентация сопловых отверстий распылителей. Диаметр сопловых отверстий распылителя выбирается исходя из условия обеспечения требуемой дальнотойности топливного факела. По результатам расчетов на Ногинском заводе топливной аппаратуры была изготовлена опытная партия распылителей с различными диаметрами сопловых отверстий и измененной геометрией углов впрыскивания [4].

При этом особый интерес вызывало влияние применения этанола на процесс сгорания в двигателе, жесткость работы, характеристики тепловыделения, снижение токсичности и дымности ОГ и на улучшение эффективных показателей двигателя.

На рис. 1 представлены графики изменения экономических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных углах опережения впрыскивания топлива для частоты вращения $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ на номинальной нагрузке. Анализируя изменения удельного эффективного расхода топлива, можно сделать следующие выводы. Оптимальными по суммарному удельному эффективному расходу топлива являются следующие значения установочных УОВТ: $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и $\Theta_3 = 30^\circ$. При этих значениях углов значение составляет $g_{e\Sigma} = 402 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$. При изменении угла впрыскивания Θ_3 в ту или иную сторону показатели экономичности ухудшаются. Сравнивая минимальные значения $g_{e\Sigma}$ при различных углах впрыскивания этанола Θ_3 получается, что при угле впрыскивания $\Theta_3 = 38^\circ$ минимальное значение составляет $g_{e\Sigma} = 405 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$ и достигается при впрыскивании ДТ $\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$. Увеличение $g_{e\Sigma}$ по сравнению с полученным при оптимальных значениях углов ($\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и $\Theta_3 = 30^\circ$) составляет $3 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$. Но при данном сочетании углов отмечается высокая жесткость рабочего процесса до $(dp/d\varphi)_{\text{max}} = 0,870 \text{ МПа/град}$, что ведет к увеличению нагрузки на детали двигателя, поэтому можно утверждать, что для дизеля 2Ч10,5/12,0 при работе на этаноле с ДСТ оптимальным сочетанием углов впрыска ДТ и этанола будет $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и $\Theta_3 = 30^\circ$.

Таким образом, можно отметить, что как при более позднем впрыскивании этанола, так и при более раннем показатели экономичности ухудшаются. Причиной является нарушение процесса сгорания.

На рис. 2 приведены индикаторные диаграммы дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на ДТ и при работе на этаноле с ДСТ при частоте вращения $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,588 \text{ МПа}$. Результаты индицирования показывают некоторое уменьшение максимального давления сгорания $p_{z \text{ max}}$. Так, у опытного дизеля значение $p_{z \text{ ДТ max}} = 7,05 \text{ МПа}$, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ значение снижается до $p_{z \text{ Э max}} = 6,06 \text{ МПа}$. Соответственно значения максимальной жесткости процесса сгорания $(dp/d\varphi)_{\text{max}}$ составляют для опытного дизеля $0,644 \text{ МПа/градус}$, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ – $0,211 \text{ МПа/градус}$. При этом следует отметить, что процесс сгорания при работе дизеля на этаноле с ДСТ сдвигается за линию в. м. т. Если для опытного дизеля максимальное давление цикла $p_{z \text{ max}}$ достигается при значении угла $\varphi = 5,8^\circ$ после в. м. т., то при работе дизеля на этаноле с ДСТ при $\varphi = 9,7^\circ$ после в. м. т.

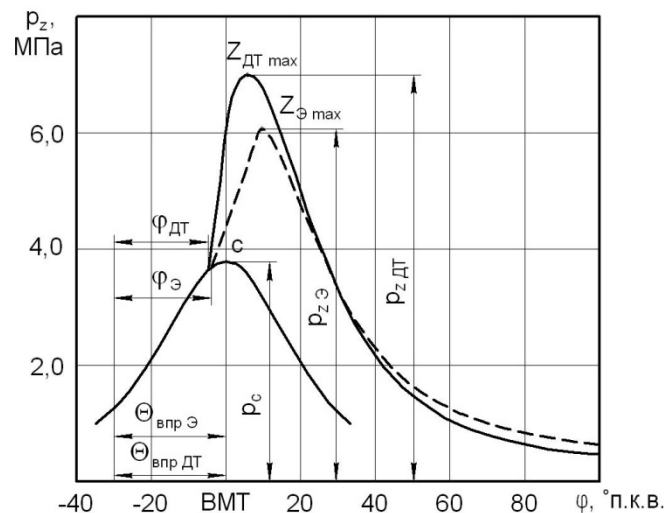


Рис. 2. Влияние применения этанола с ДСТ на индикаторные диаграммы дизеля 2Ч 10,5/12,0 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$:

— — дизельный процесс, - - - - этанол с запальным ДТ

На рис. 3 представлено влияние применения этанола с ДСТ на показатели процесса сгорания в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12 в зависимости от изменения нагрузки при работе на ДТ и при работе на этаноле с ДСТ на номинальной частоте вращения коленчатого вала.

Анализируя изменения значений показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и оптимальных УОВТ, можно отметить следующее. Максимальное давление цикла при работе дизеля на этаноле с ДСТ на малых нагрузках меньше, чем при работе дизеля на ДТ. Так при $p_e = 0,115 \text{ МПа}$ максимальное давление цикла снижается с $p_{z \text{ max}} = 5,42 \text{ МПа}$ при работе дизеля на ДТ до $p_{z \text{ max}} = 5,08 \text{ МПа}$ при работе дизеля на этаноле с ДСТ.

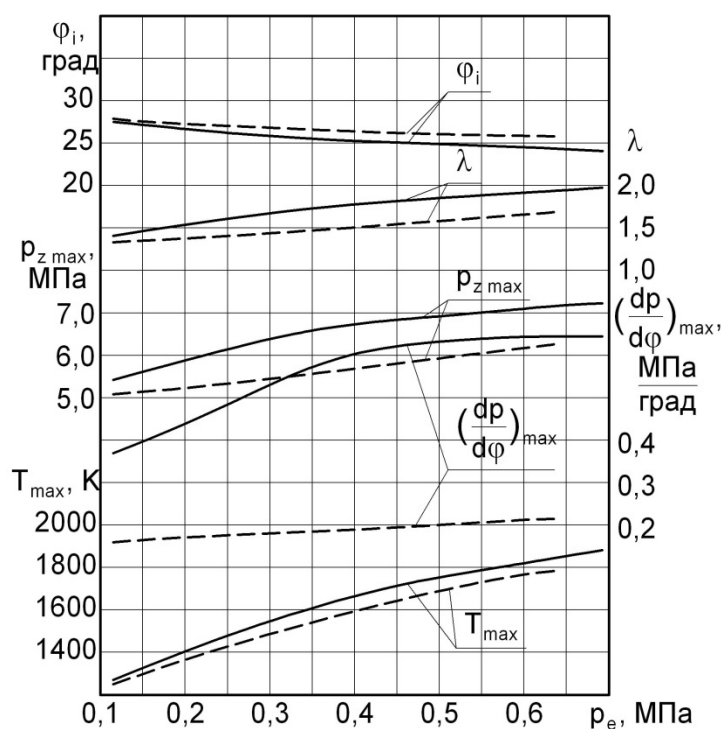


Рис. 3. Влияние применения этанола с ДСТ на показатели процесса сгорания дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$:

— — дизельный процесс; - - - этанол с запальным ДТ

Снижение составляет 6,3 %. С увеличением нагрузки разница в величине максимального давления сгорания сохраняется. Так при $p_e = 0,635$ МПа $p_{z\max} = 7,10$ МПа при работе дизеля на ДТ, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ $p_{z\max} = 6,16$ МПа. Снижение составляет 13,2 %. При этом степень повышения давления при $p_e = 0,115$ МПа при работе на дизельном топливе составляет 1,41, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ и этой же нагрузке $\lambda = 1,33$, снижение составляет 5,7 %. При увеличении нагрузки до $p_e = 0,635$ МПа степень повышения давления при работе дизеля на ДТ $\lambda = 1,94$, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ – 1,69. Увеличение составляет 12,9 %. Максимальная осредненная температура цикла при работе дизеля на этаноле с ДСТ на малых нагрузках ($p_e = 0,115$ МПа) снижается и составляет 1350 К по сравнению с максимальной температурой при работе дизеля на ДТ, которая составляет 1370 К.

Снижение составляет 20 К, или 1,5 %. При увеличении нагрузки до $p_e = 0,635$ МПа максимальная осредненная температура цикла при работе дизеля на этаноле с использованием ДСТ составляет 1780 К, что меньше, чем T_{\max} при работе на ДТ, которая равна 1850 К. Уменьшение составляет 70 К. ПЗВ при работе дизеля на этаноле с использованием ДСТ возрастает во всем диапазоне изменения нагрузки. Так при $p_e = 0,115$ МПа значение $\varphi_i = 28,0^\circ$ п. к. в., а при работе дизеля на ДТ $\varphi_i = 27,5^\circ$ п. к. в. Увеличение составляет $0,5^\circ$ п. к. в. При дальнейшем увеличении нагрузки до $p_e = 0,635$ МПа значение φ_i при работе дизеля на этаноле с использованием ДСТ составляет $25,1^\circ$ п. к. в., а при работе дизеля на ДТ $\varphi_i = 24,4^\circ$ п. к. в. Увеличение составляет $0,7^\circ$ п. к. в. Величина максимальной жесткости процесса сгорания при $p_e = 0,115$ МПа при работе дизеля на ДТ составляет $(dp/d\varphi)_{\max} = 0,369$ МПа/град, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ – $0,160$ МПа/град. Снижение составляет 56,6 %. При увеличении нагрузки до $p_e = 0,635$ МПа максимальная жесткость процесса сгорания при работе дизеля

на ДТ составляет $(dp/d\varphi)_{\max} = 0,643$ МПа/град, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ $(dp/d\varphi)_{\max} = 0,215$ МПа/град. Снижение составляет 66,5 %.

В заключение можно отметить, что при использовании этанола в качестве моторного топлива с применением ДСТ максимальная «жесткость» процесса сгорания снижается, что уменьшает динамические нагрузки на детали двигателя. Снижение максимальной осредненной температуры цикла приводит к уменьшению термонапряженности деталей цилиндрико-поршневой группы. Таким образом, применение этанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 с использованием двойной системы топливоподачи может быть использовано для уменьшения различного вида нагрузок на детали двигателя и улучшения показателей процесса сгорания.

Литература

1. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. 2-е изд., испр. и доп. М.: Колос, 1994. 224 с.

2. Полевщиков А. С. Методика исследований дизелей при работе на этаноле с использованием двойной системы топливоподачи // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: сб. науч. трудов. Вып. 6. СПб. : Российская Академия транспорта; Киров: Вятская ГСХА, 2009. С. 150–153.

3. Полевщиков А. С. Особенности распыливания топлива и смесеобразования в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле с двойной системой топливоподачи // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: мосоловские чтения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Вып. XII / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2010. С. 189–191.

Информация об авторах

Data on authors

Зонов Антон Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и черчения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89123661272

E-mail: antonzonov@yandex.ru

Полевщиков Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры и градостроительства ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89068295960

E-mail: eapas@mail.ru

Zonov Anton Vasilyevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Descriptive Geometry and Drafting, Vyatka State University.

Tel.: 89123661272

E-mail: antonzonov@yandex.ru

Polevschikov Alexander Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Architecture and City Planning, Vyatka State University.

Tel.: 89068295960

E-mail: eapas@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ДИЗЕЛЯ 4Ч 11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ
НА ЭТАНОЛО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА РАЗЛИЧНЫХ
СКОРОСТНЫХ И НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМАХ**

**THE STUDY OF THE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF 4Ч 11,0/12.5 DIESEL IN OPERATING
WITH ETHANOL-FUEL EMULSION AT DIFFERENT SPEED
AND LOAD CONDITIONS**

В данной статье рассмотрены проблемы токсичности дизельных двигателей и возможность расширения топливной базы имеющихся современных дизелей. Статья содержит результаты исследований, проведенных на двигателе Д-240 (4Ч11,0/12,5), при работе на этано-топливной эмульсии. Представлено влияние применения этано-топливной эмульсии на экологические показатели дизельного двигателя на различных скоростных и нагрузочных режимах.

In this article, we consider the problem of toxicity of diesel engines and the possibility of expanding the existing fuel base of modern diesels. The article contains the results of studies conducted on the engine D-240 (4Ч 11,0/12,5), while working under an ethanol-fuel emulsion. The effects of using ethanol-fuel emulsion on the ecological characteristics of a diesel engine at various speed and load conditions are presented.

Ключевые слова: дизель, этанола-топливная эмульсия, экологические показатели.

Keywords: diesel, ethanol-fuel emulsion, ecological characteristics

К настоящему времени в нашей стране, как и во всем мире, складывается неблагоприятная экологическая обстановка. Существенную роль в загрязнении окружающей среды, и в первую очередь воздуха, безусловно, вносит и автомобильный транспорт. Одним из наиболее эффективных способов снижения отработавших газов (ОГ) является использование альтернативных топлив, в том числе из возобновляемого сырья. Такими топливами являются метиловый и набирающий большую актуальность этиловый спирты и эмульсии на его основе [1, 2]. В то же время использование этих топлив в двигателях с искровым зажиганием применяется достаточно давно и показало свою эффективность (снижение выбросов вредных веществ, при использовании газового и спиртового топлива, составляет на разных двигателях, по оценке специалистов, от 20 до 40 %) [3]. При этом практически не изучен вопрос об использовании вышеуказанных топлив в автомобильных и тракторных дизелях. А это на основании уже проведенных нами исследований, подтвержденных документально, позволяет значительно снизить выбросы с ОГ таких токсичных компонентов как оксиды азота NO_x (до 30 %) и сажи (до 90 %) [4]. Столь существенное сокращение выбросов вредных веществ с ОГ позволит уже существующим и находящимся в эксплуатации двигателям соответствовать современным экологическим требованиям.

В работе представлены результаты проведенных на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры ДВС Вятской ГСХА исследования по улучшению экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на этанола-топливной эмульсии (ЭТЭ) путем снижения содержания токсичных компонентов в ОГ. В соответствии с методикой, целью и задачами исследований был выполнен комплекс работ

по изучению влияния применения ЭТЭ в качестве моторного топлива для дизеля 4Ч 11,0/12,5.

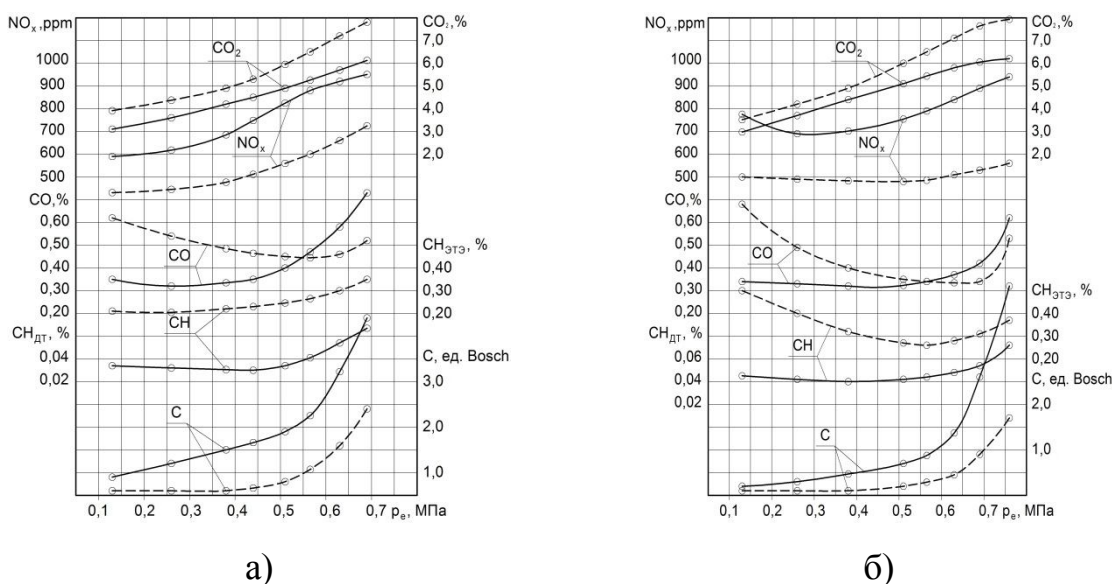


Рис. 1. Влияние применения ЭТЭ на экологические показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 при оптимальном установочном УОВТ в зависимости от изменения нагрузки:

- а) при номинальной частоте вращения коленчатого вала $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$;
 б) при частоте вращения коленчатого вала равной максимальному крутящему моменту $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$
 — — дизельный процесс, - - - - ЭТЭ

Целью наших исследований является улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения ЭТЭ в качестве основного топлива с подачей ее непосредственно в камеру сгорания дизеля.

Влияние применения этанола-топливной эмульсии на экологические показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 на установочном УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 23^\circ$ в зависимости от изменения нагрузки при номинальной частоте вращения коленчатого вала $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ представлено на рис. 1 а.

Анализируя изменения значений содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения

нагрузки при значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 23^\circ$ на номинальном режиме, можно отметить следующее.

Содержание NO_x в ОГ при работе на ЭТЭ ниже, чем при работе на ДТ во всем диапазоне изменения нагрузок. Так при $p_e = 0,63$ МПа при переходе с ДТ на ЭТЭ содержание NO_x в ОГ уменьшается на 28,3 %. Анализируя содержание СН в ОГ, следует отметить, что при работе на ЭТЭ содержание СН существенно возрастает при уменьшении нагрузки, а при работе на ДТ достигает минимума при сбросе нагрузки до режима близкого к холостому ходу. С увеличением нагрузки содержание СО в ОГ увеличивается при работе на ДТ, а при работе на ЭТЭ снижается. Так при $p_e = 0,63$ МПа при переходе с ДТ на ЭТЭ содержание СО уменьшается на 20,7 %. Содержание CO_2 в ОГ при работе на ДТ и при работе на ЭТЭ возрастает с увеличением нагрузки, и при переходе с ДТ на ЭТЭ увеличение составляет около 20 %. Содержание С в ОГ при работе на ЭТЭ существенно ниже, чем при работе на ДТ во всем диапазоне изменения нагрузок. Так при переходе с ДТ на ЭТЭ при $p_e = 0,63$ МПа содержание С в ОГ уменьшается на 58 %.

Анализируя изменения значений содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля на рис. 1 б, где представлено влияние применения ЭТЭ на экологические показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при оптимальных установочных УОВТ при частоте вращения коленчатого вала, равной максимальному крутящему моменту, можно отметить следующее.

Происходит увеличение содержания СН при переходе с ДТ на ЭТЭ. Содержание СО в ОГ при переходе с ДТ на ЭТЭ незначительно увеличивается до нагрузки $p_e = 0,55$ МПа, а далее происходит уменьшение до 20 %. Содержание CO_2 в ОГ при работе на ДТ и при работе на ЭТЭ возрастает с увеличением нагрузки, и при переходе с ДТ на ЭТЭ увеличение составляет примерно 21 %. Во всем диапазоне изменения

нагрузок содержание NO_x в ОГ при работе на ЭТЭ ниже, чем при работе на ДТ, и снижение составляет около 40,5 %. При переходе с ДТ на ЭТЭ содержание С в ОГ уменьшается до 67 %. Содержание сажи в ОГ при работе на ЭТЭ существенно ниже, чем при работе на ДТ во всем диапазоне изменения нагрузок.

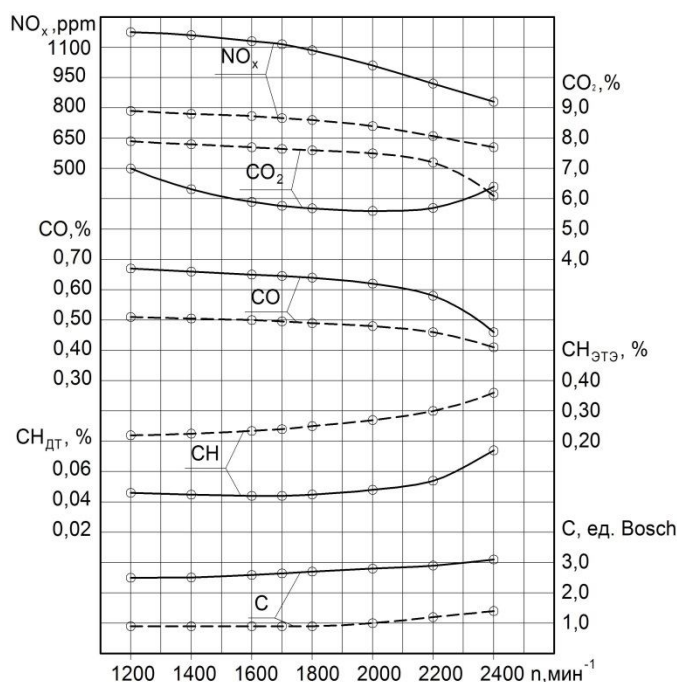


Рис. 2. Влияние применения этанола-топливной эмульсии на экологические показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения частоты вращения при оптимальных установочных УОВТ ($\Theta_{\text{впр. ДТ}} = 23^\circ$; $\Theta_{\text{впр. ЭТЭ}} = 23^\circ$): — — дизельный процесс; - - - - ЭТЭ

На рис. 2 представлено влияние применения ЭТЭ на экологические показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала при оптимальных установочных УОВТ.

Анализируя изменение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при переходе с ДТ на ЭТЭ, отметим, что при работе на ЭТЭ на всем скоростном диапазоне в ОГ снижается содержание CO до 24 %, увеличивается содержание CO_2 , возрастает содержание CH, а также происходит значительное уменьшение содержания NO_x до 34 %

На основании проведенных лабораторно-стендовых исследований дизеля 4Ч 11,0/12,5 установлена возможность улучшения экологических показателей дизеля путем применения альтернативного топлива – ЭТЭ.

Таким образом, представленные результаты проведенных на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры ДВС Вятской ГСХА исследований по улучшению экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения ЭТЭ в качестве моторного топлива показывают высокую эффективность применения ЭТЭ для снижения содержания основных токсичных компонентов, содержащихся в ОГ двигателя.

В условиях работы по нагрузочной характеристике возможно получение следующих результатов:

1) снижение содержания NO_x в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ составляет от 24,5 % при $p_e = 0,13$ МПа до 32 % при $p_e = 0,76$ МПа;

2) увеличение содержания CH_x и CO_2 в ОГ;

3) уменьшение содержания CO в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ составляет около 20 % при $p_e = 0,55$ МПа и большей нагрузке;

4) снижение содержания сажи в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ составляет от 11,2 % при $p_e = 0,13$ МПа до 67 % при $p_e = 0,76$ МПа.

В условиях работы по скоростной характеристике возможно получение следующих результатов:

1) снижение содержания NO_x в ОГ на всем скоростном диапазоне от 32,8 % при $n = 1200$ мин⁻¹ до 25,6 % при $n = 2400$ мин⁻¹;

2) увеличение содержания CH_x и CO_2 в ОГ;

3) уменьшение содержания CO в ОГ на всем скоростном диапазоне от 24,2 % при $n = 1200$ мин⁻¹ до 15 % при $n = 2400$ мин⁻¹;

4) снижение содержания сажи в ОГ на всем скоростном диапазоне от 64 % при $n = 1200$ мин⁻¹ до 58 % при $n = 2400$ мин⁻¹.

Литература

1. Лиханов В. А., Романов С. А. Исследование рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на метанолю-топливной эмульсии. Киров: Вятская ГСХА, 2010. 166 с.

2. Лиханов В. А., Романов С. А., Торопов А. Е. Изменение токсических показателей дизеля при работе на метанолю-топливной эмульсии // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2010. № 4. С. 7–8.

3. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. М. : Росинформагротех, 2008. 404 с.

4. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. 2-е изд., испр. и доп. М. : Колос, 1994. 224 с.

Информация об авторах

Data on authors

Зонов Антон Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и черчения ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89123661272

E-mail: antonzonov@yandex.ru

Полевщиков Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры и градостроительства ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89068295960

E-mail: eapas@mail.ru

Zonov Anton Vasilyevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Descriptive Geometry and Drafting, Vyatka State University.

Tel.: 89123661272

E-mail: antonzonov@yandex.ru

Polevshikov Alexander Sergeevich – Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor of the Department of Architecture and City Planning,
Vyatka State University.

Tel.: 89068295960

E-mail: eapas@mail.ru

**ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИ
ВНЕДРЕНИИ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ИНДЕНТОРА ВДОЛЬ
ВОЛОКОН**

**STRUCTURE CHANGES IN PINE WOOD FIBERS THROUGH
LENGTHWISE INTRUSION OF PRISMATIC INDENTER**

В статье приведены результаты исследований структуры древесины сосны, спрессованной вдоль волокон.

The paper describes the research results of pine wood structure pressed along grains.

Ключевые слова: деревообработка, прессование, структура древесины.

Keywords: woodworking, pressing, wood structure

Прессование древесины является методом механической обработки, позволяющим без отходов, за счет пластической деформации, получить деревянные детали заданной формы с высокими физико-механическими свойствами. В машиностроении спрессованная древесина может применяться для изготовления подшипников, подпятников, виброгасящих подкладок и т. п. В деревообрабатывающей промышленности – для изготовления паркета, музыкальных инструментов, спортивного инвентаря, деталей декора мебели.

Наиболее глубоко исследованы процессы прессования древесины поперек волокон [1–4]. Прессование вдоль волокон изучено в меньшей степени и применяется более редко [2, 5]. Технология холодного торцового местного прессования позволяет формировать прямоугольные шипы и проушины высокого качества в заготовках из древесины со снижением энергозатрат на удаление отходов из зоны формирования шипов [6, 7].

Для разработки промышленных режимов изготовления качественных шипов и обоснования технических требований к получаемым деталям шиповых соединений необходимо исследование структуры древесины в деформированной зоне под дном проушины.

Цель работы – исследовать структуру пластически деформированной древесины сосны под дном проушины, полученной при внедрении призматического пуансона в торцовую поверхность образцов.

Задачи работы: исследовать этапы деформирования древесины в процессе местного торцового прессования; изучить качественные изменения структуры древесины сосны; оценить качество торцовой поверхности деформированной зоны.

Состояние вопроса. Теория и практика прессования древесины поперек волокон достаточно глубоко исследована в работах П. Н. Хухрянского, Ф. П. Белянкина, А. Ю. Рейхардта, П. Н. Житкова, А. Г. Ракина, Б. И. Огаркова, Ю. Г. Лапшина, Б. Н. Уголева и других ученых [1–4, 8]. Разработаны стандарты и справочники по прессованной поперек волокон древесине [4, 9]. Наиболее широко в промышленности применяются процессы поперечного прессования древесины, предназначенные для уплотнения древесины и не позволяющие получить качественные отпечатки на торцах заготовок. Распространены процессы с предварительным прогревом и увлажнением, что снижает усилие прессования, но вызывает изменение внешнего вида древесины и ухудшение качества деталей мебели и столярно-строительных изделий.

Менее распространены и изучены способы торцового прессования, в том числе холодного, без предварительного прогрева или увлажнения заготовок. Эти способы позволяют получить заготовки светлого тона со свойствами, близкими к природной древесине [2, 10]. В работе [5] приведены рекомендации по выбору режимов торцового прессования при изготовлении этих изделий и сведения об изменениях структуры древесины березы и дуба. В исследовании [11] приведены данные о режимах местного холодного торцового прессования в обойме.

Анализ научно-технической литературы по исследуемой тематике показал, что структура древесины торцового прессования недостаточно изучена, отсутствуют рекомендации по режимам обработки и данные по изменению структуры хвойных пород.

Этапы деформирования древесины в процессе местного торцового прессования. Поведение древесины при свободном сжатии вдоль волокон хорошо изучено. Установлено [8], что при сжатии, растяжении и сдвиге объем древесного вещества, из которого образованы микроструктурные элементы, практически не изменяется; значительно меняются форма и объем самих клеток, за счет чего они деформируются. При этом изменения в микроскопическом строении древесины происходят только в зоне разрушения, в остальном объеме древесина остается неповрежденной.

Сосна является типичной хвойной породой. Приблизительно на 90 % она состоит из прозенхимных клеток с отмершим протопластом – трахеид (рис. 1) [8]. Трахеиды собраны в радиальные ряды: крупнополостные трахеиды с тонкими стенками составляют зону ранней древесины, трахеиды с малыми полостями и тонкими стенками – зону поздней. Поздняя древесина плотнее ранней, ее прочность и жесткость выше, чем аналогичные показатели у ранней древесины.

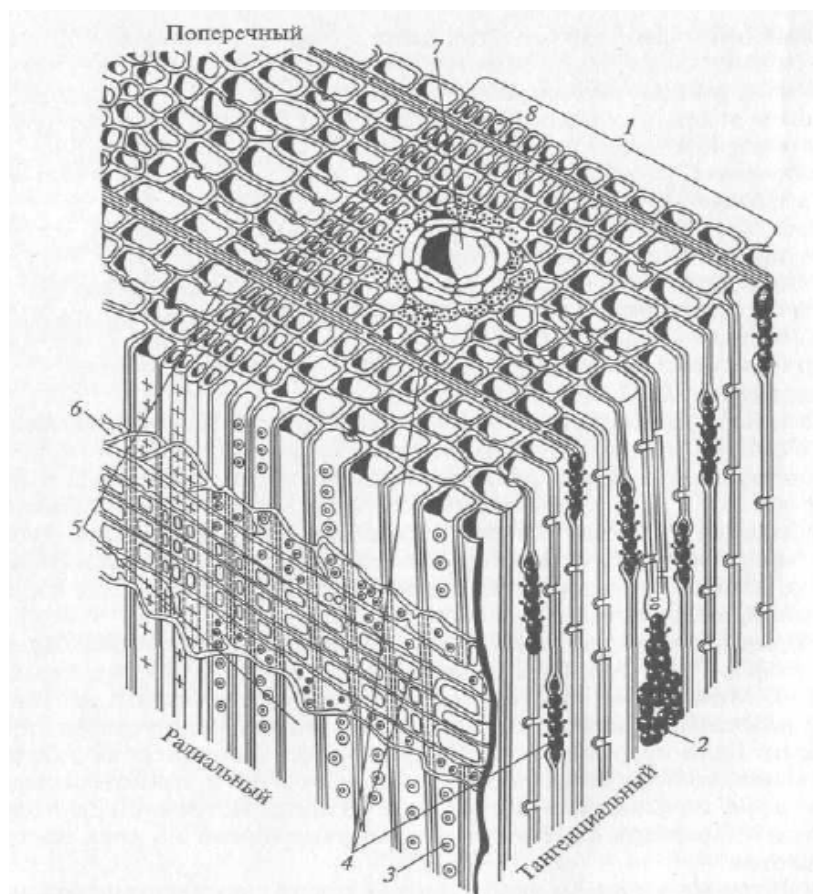


Рис. 1. Схема микроскопического строения древесины сосны:

- 1 – годичный слой; 2–многорядный луч с горизонтальным смоляным ходом; 3 – окаймленная пора; 4 – сердцевинные лучи; 5 – ранние трахеиды;
 6 – лучевая трахеида; 7 – вертикальный смоляной ход;
 8 – поздняя трахеида

При сжатии вдоль волокон позднюю древесину можно рассматривать как пластинку, опирающуюся на менее прочный и легко деформируемый слой ранней древесины. Деформация древесины начинается, когда происходит потеря устойчивости стенками клеток поздней древесины. Потеря устойчивости и сдвиг слоев древесины может происходить в двух плоскостях (радиальной и тангенциальной). При свободном (без обжима) сжатии вдоль волокон часть поздней древесины теряет устойчивость и изгибается в радиальной плоскости, а часть – в тангенциальной. Таким образом, при свободном сжатии сдвиг происходит в обеих плоскостях [8].

При свободном сжатии образцов из древесины сосны вдоль волокон наблюдается типичная картина разрушения: встречные косые складки с продольным расколом [8]. Прочность исследованных образцов (рис. 2) при сжатии вдоль волокон в пересчете на влажность 12 % составила 48,8 МПа.

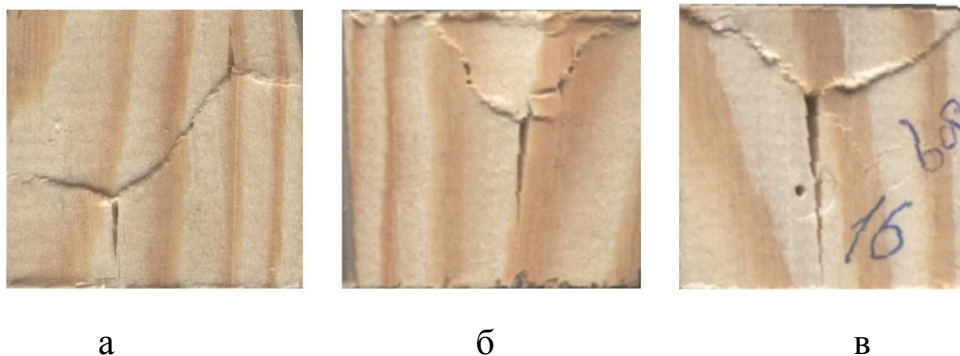


Рис. 2. Образцы, разрушенные свободным сжатием вдоль волокон

Предположения о структуре деформированной зоны. Характер деформирования древесины при внедрении призматического пуансона вдоль волокон также определяется жесткостью структурного каркаса древесины. При внедрении пуансона изгиб слоев поздней древесины может быть односторонним или многосторонним. На односторонний изгиб затрачивается меньше энергии, поэтому он более вероятен при отсутствии ограничивающих такой изгиб связей [12].

Допустим, что сдвигу деформируемых слоев поздней древесины в тангенциальном направлении препятствуют прилегающие к зоне деформации соседние слои прочной поздней древесины. Тогда становится возможен односторонний изгиб годичных слоев в радиальной плоскости за счет сжатия более рыхлой ранней древесины (рис. 3). Степень деформации ранней зоны может быть выше, объемная доля ранней древесины уменьшится. Существенна вероятность того, что при сжатии вдоль волокон

слои поздней древесины потеряют устойчивость с образованием сдвига в радиальной плоскости. Величину изгиба ограничат сердцевинные лучи.

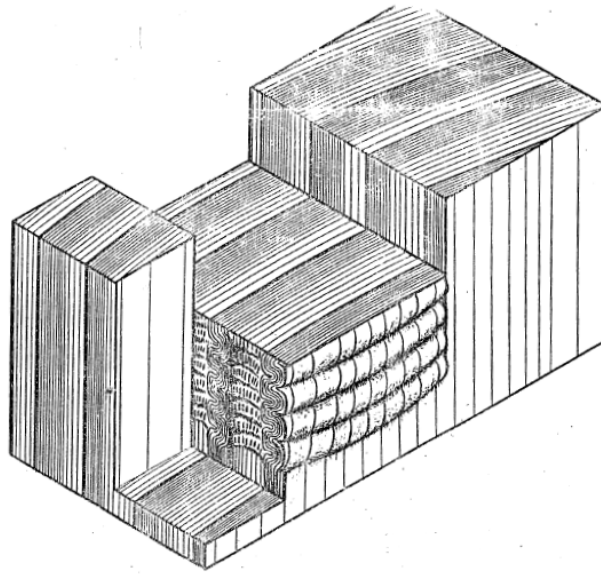


Рис. 3. Предполагаемая структура древесины деформированной зоны

Предположительно, в тангенциальной плоскости деформированная зона незначительно расширится, так как изгиб поздних слоев в этом направлении ограничивается соседними клетками поздней древесины. Это приведет к возникновению сил трения в плоскостях скольжения «пробки» из спрессованной древесины. Поэтому степень уплотнения древесины, прилегающей к плоскостям скольжения, будет выше, чем в середине деформируемой зоны. Шероховатость торцевой поверхности отпечатка должна снизиться за счет смятия древесных волокон торцом пуансона. Шероховатость граней отпечатка может соответствовать шероховатости поверхности древесины при скалывании.

Экспериментальные исследования процесса деформирования древесины. Проведена серия экспериментов для исследования качественных изменений структуры древесины сосны при внедрении призматического пуансона. Исследовались образцы толщиной $S=25$ мм, шириной $A=40$ мм, высотой $H=60$ мм, изготовленные из древесины сосны

влажностью $W=8\div 30\%$. На прессе П-10 с приспособлением для закрепления заготовок и пуансона в образцах формировали проушины шириной $B=4\div 20$ мм, глубиной $h_n=0\div 30$ мм путем внедрения пуансона вдоль волокон со скоростью $v=50$ мм/мин (рис. 4). Влажность древесины определяли с помощью влагомера Hydromettescompact; фотографии образцов получены с помощью цифрового фотоаппарата Canon A530.



Рис. 4. Схема формирования проушины и пуансоны:

а – схема формирования проушины; б – внешний вид пуансонов

Микрофотографии образцов получены в НОЦ Нанотехнологии ВятГУ на сканирующем электронном микроскопе JSM-6510 LV фирмы JEOL. Для получения микрофотографий образцы подвергались дополнительной обработке: были получены поверхности среза и скола в деформированной зоне, произведено вакуумное напыление платины. Автор благодарит за помощь в проведении исследований преподавателя кафедры биотехнологии Е. А Дурнева, за помощь в обработке результатов экспериментов в рамках учебно-исследовательской работы – студента группы МД-41 Косарева А. Б.

При внедрении пуансона в древесине создаются напряжения σ , которые можно определить как отношение усилия F , создаваемого прессом, к площади поперечного сечения $B \times S$ внедряемого пуансона: $\sigma = F / (B \cdot S)$. По результатам исследований местного торцового прессования построена диаграмма зависимости напряжений в древесине σ от деформации древесины ε , приведенная на рис. 5.

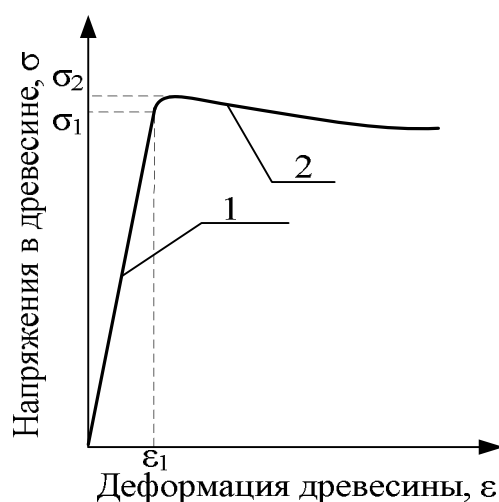


Рис. 5. Диаграмма местного прессования древесины при внедрении пуансона вдоль волокон

Первой стадии процесса деформирования древесины под проушиной соответствует первый, близкий к прямолинейному, участок 1 диаграммы прессования. Этот участок диаграммы соответствует упругой деформации древесины ε_1 и имеет внешний вид, подобный аналогичным начальным участкам однофазной диаграммы при сжатии древесины вдоль волокон, диаграммы сжатия вдоль волокон в обойме и диаграммы внедрения пуансона вдоль волокон, приведенных в работах [8, 11]. Величина упругой деформации в среднем составляет не более $\varepsilon_1 = 8\%$.

При достижении пикового напряжения σ_2 происходит потеря устойчивости анатомических элементов древесины. Площадка древесины

под рабочей плоскостью пуансона скалывается; начинается процесс пластической деформации – местного смятия древесины вдоль волокон. Этой стадии процесса деформирования соответствует участок 2 диаграммы прессования (рис. 5). Величина σ_2 для древесины сосны составляет не более 60 МПа; при увеличении влажности до 30 % напряжения снижаются на 50 %.

На рис. 6 приведены фотографии, отражающие процесс деформирования древесины сосны при внедрении призматического пуансона.

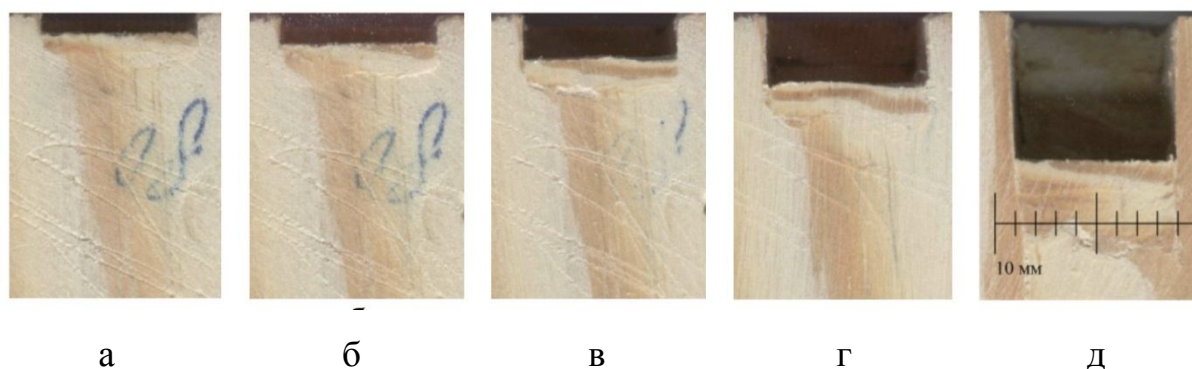


Рис. 6. Стадии формирования проушины шириной 8 мм в образце из древесины сосны, $W=8\%$:

а, б, в, г, д – стадии процесса деформирования

В начальный момент процесса (рис. 6 а) произошел сдвиг древесины вдоль волокон и формирование поверхностей скольжения, совпадающих с гранями проушины. Деформирование древесины началось на границе рабочего торца пуансона и торца заготовки; при продвижении пуансона вглубь заготовки глубина деформированной зоны увеличилась. На следующих стадиях процесса (рис. 6 б–г) произошло сжатие и перемещение спрессованного слоя древесины вдоль плоскостей скольжения. Высота «пробки» из спрессованной древесины увеличивалась по мере продвижения пуансона вглубь заготовки.

По завершении процесса прессования (рис. 6 д) под основанием пуансона сформировалась «пробка» спрессованной древесины высотой $h_d \leq h_{п.}$. Форма дна и стенок отпечатка четкие, высокой точности, без существенных задиров волокон, с малой шероховатостью.

Структура деформированной зоны. Для изучения структуры деформированной зоны под проушиной получены тангенциальный и радиальный срезы образцов. Увеличенные изображения зон деформации приведены на рис. 7 и 8.

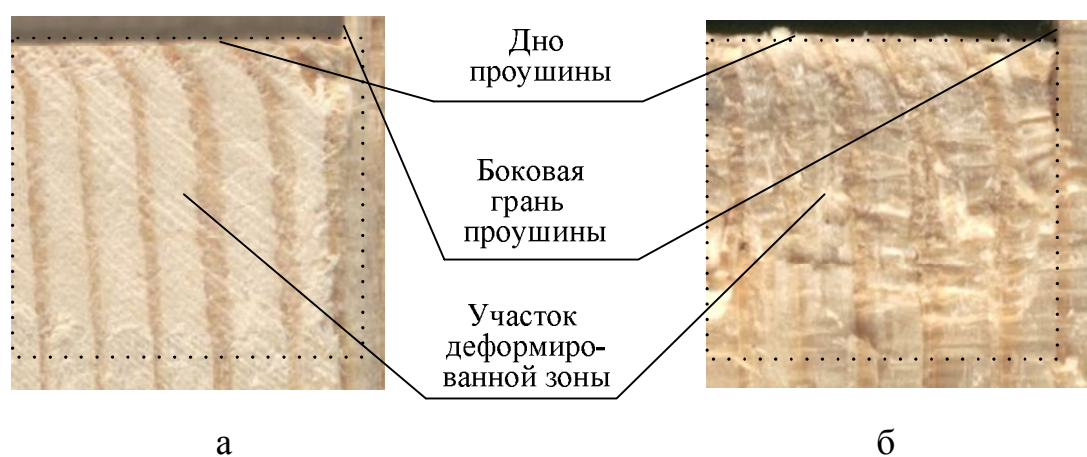


Рис. 7. Радиальная поверхность деформированной зоны в образце из древесины сосны, $W=8\%$:

а – срез; б – скол

В отличие от свободного сжатия вдоль волокон, когда происходит потеря устойчивости и сдвиг слоев древесины в двух плоскостях (радиальной и тангенциальной, рис. 2 а–в), при внедрении пуансона наблюдается сдвиг слоев в радиальной плоскости. На радиальном разрезе образца видно утолщение зон поздней древесины, на тангенциальном разрезе – складки деформации сдвига поздней зоны в радиальном направлении (рис. 7, 8).

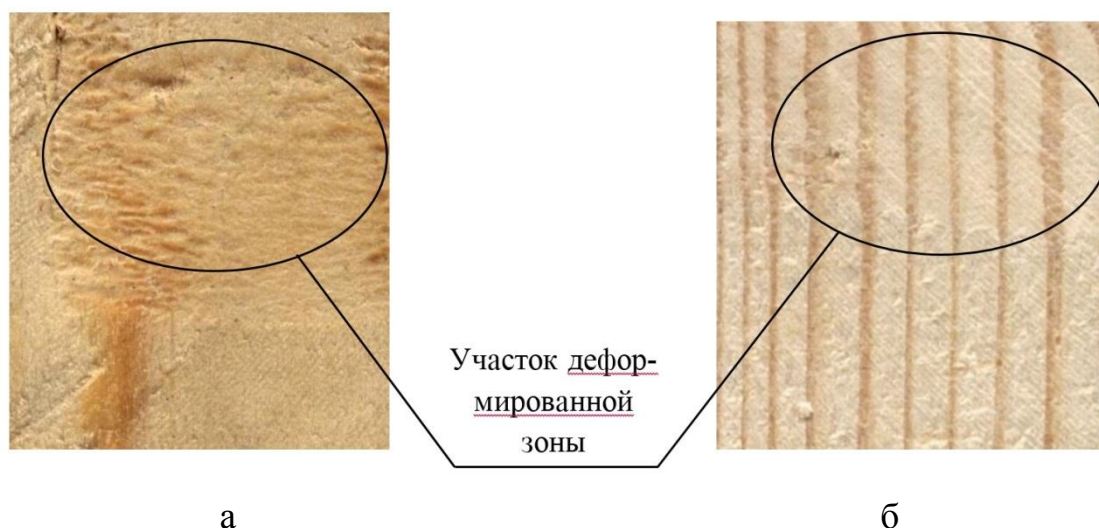
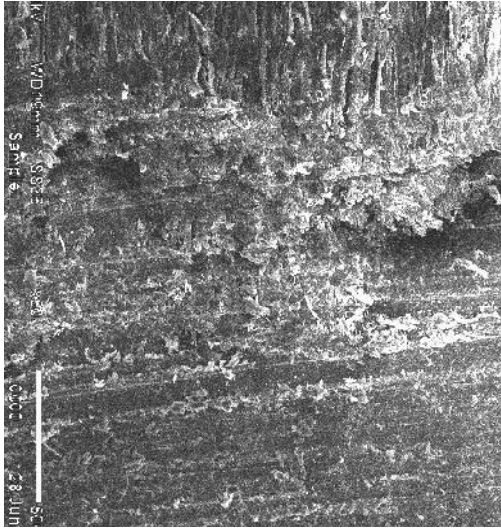
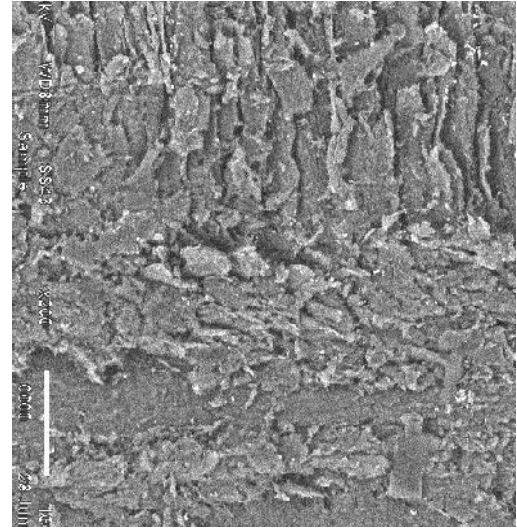


Рис. 8. Макроструктура деформированной зоны
в древесине сосны, $W=8\%$:
а – тангенциальный срез; б – радиальный срез

На фотографии (рис. 9 а) показан срез участка древесины на стыке спрессованной и недеформированной зон под проушиной. Наблюдается хорошо различимая граница между спрессованной древесиной и недеформированной древесиной. Это подтверждает предположение о наличии «пробки» из спрессованной древесины под дном проушины, которая имеет отличную от исходной древесины структуру и свойства. Размер поперечных трещин под нижней границей деформированной зоны минимален, не более 1 мм (рис. 9 б), что свидетельствует о сохранении основных структурных взаимосвязей в древесине.



а



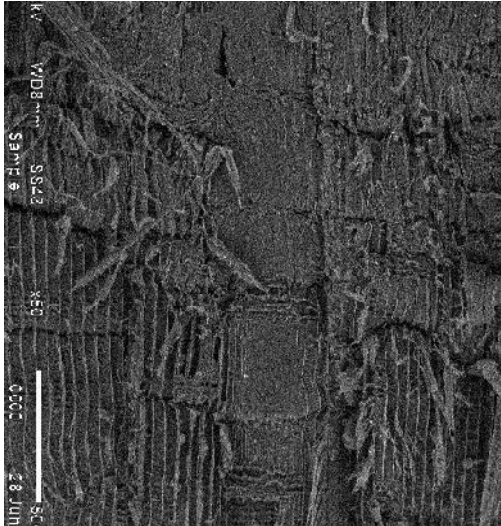
б

Рис. 9. Участок границы между спрессованной и недеформированной зонами под проушиной на тангенциальном срезе образца:

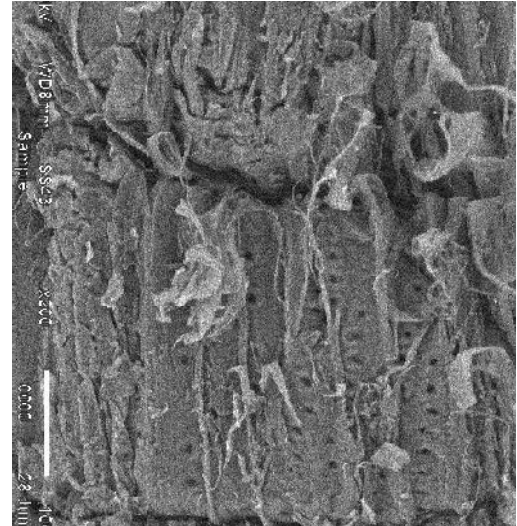
а – увеличение в 50 раз; б – увеличение в 200 раз

На рис. 10 а приведена фотография участка древесины в деформированной зоне, на радиальной поверхности образца, полученной скалыванием. В слоях ранней древесины исследуемого участка имеются складки высотой от 150 до 730 нм, шириной от 250 до 700 нм. Высота складок в поздней зоне – от 300 до 470 нм, ширина от 290 до 370 нм при начальной ширине поздней зоны 310–400 нм. Радиальный размер ранних трахеид 45–55 нм, поздних – 15–25 нм. Длина трахеид 1,8 мм.

На радиальных стенках ранних трахеид сохраняются неповрежденными крупные окаймленные поры размером 14–17 нм с круглыми отверстиями диаметром 5–7 нм (рис. 10 б). Встречаются фрагменты сердцевинных лучей шириной 110–280 нм из 5–12 рядов паренхимных клеток.



а



б

Рис. 10. Структура спрессованной зоны на радиальном сколе образца, увеличение в 50 раз:

а – увеличение в 50 раз; б – увеличение в 200 раз

Картина расположения складок, их форма, а также видимая ширина ранней и поздней зоны по сравнению с первоначальными размерами, указывают на то, что при местном торцовом прессовании происходит преимущественно односторонний изгиб поздних трахеид. Они обладают более высокой прочностью и деформируются в направлении более мягкого слоя ранней древесины, с относительно равномерными складками среднего размера и отдельными расслоениями между соседними трахеидами. Ранние трахеиды теряют устойчивость в радиальном и тангенциальном направлениях, образуя как мелкие, так и крупные складки. Остальные структурные элементы древесины остаются практически неповрежденными, что предполагает сохранение основных положительных свойств древесины как природного конструкционного материала.

Изучая изображение дна проушины (торцовой поверхности отпечатка) (рис. 11), можно отметить, что поверхность уплотнена в

значительной степени, имеет крайне низкую шероховатость – не более 120 нм, минимальную глубину и диаметр пор и микротрещин (соответственно 100 и 50 нм). Эти показатели имеют значение для разработки режимов склеивания заготовок по длине на прямоугольный шип: уменьшается расход клея, необходимого для создания необходимой толщины клеевого шва, и увеличивается прочность склеивания.



Рис. 11. Торцовая поверхность отпечатка, увеличение в 40 раз

Обсуждение результатов. Предположения о структуре деформированной зоны под дном проушины в основном подтвердились. Поздние трахеиды выполняют роль структурного каркаса и обуславливают прочность древесины при местном смятии вдоль волокон. Слои ранней и поздней древесины изгибаются, образуя складки в прессованной зоне; остальные структурные элементы древесины в основном сохраняются. Высокое качество поверхности отпечатка создает условия для создания качественного клеевого шва. Данные, полученные в результате исследования, могут быть использованы для разработки технологических режимов формирования элементов шиповых соединений способом холодного торцового прессования.

Литература

1. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 352 с.
2. Огарков Б. И., Апостол А. В. Теория и физическая сущность прессования древесины. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. 84 с.
3. Житков П. Н. Сопротивление прессованной древесины: дис. ... д-ра техн. наук. Воронеж, 1959. 22 с.
4. Прессованная древесина и древесные пластики в машиностроении : справочник / под ред. А. Г. Ракина. М.; Л., 1965.
5. Лихачева Л. Б. Прессование древесины вдоль волокон при изготовлении торцового щитового паркета : автореф. дис. на соиск. ученой степ. кандидат технических наук: 05.21.05. Воронеж, 2001. 16 с.
6. Рублева О. А. Качество шипов, изготовленных холодным торцовым прессованием // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2010. № 4. С. 160–163.
7. Рублева О. А. Квалиметрический подход к оценке качества шиповых соединений деревянных заготовок // Advanced Science : электрон. науч. журнал / ВятГУ. 2012. № 1. С. 29–43. URL : http://www.vyatsu.ru/uploads/file/1301/1_red.pdf. (Дата обращения: 09.04.13).
8. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учеб. для лесотехн. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: МГУЛ, 2001. 340 с.
9. ГОСТ 9629-81 Заготовки из модифицированной древесины. Технические условия.
10. Денисенко В. В. Типоразмеры заготовок втулок из древесины и новые устройства для их формообразования // Вопросы теории, технологии и применения уплотненной древесины. 1968. № 111. С. 69–75.
11. Ковалев Н. Н. Исследование деформирования древесины при сжатии // Механическая технология древесины : сб. науч. тр. Бел. технол. ин-та им. С. М. Кирова, 1983. Вып. 13. С. 86–89.

12. Ивановский Е. Г. Резание древесины. М. : Лесн. пром-сть, 1974. 200 с.

Рублева Ольга Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры машин и технологий деревообработки ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел. (8332)532394

E-mail: olga_ru@vyatsu.ru

Rubleva Olga Anatolyevna – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Department of Wood Processing Technology, Vyatka State University.

Tel. (8332)532394

E-mail: olga_ru@vyatsu.ru

Шишкин В. М., Левашов А. П.
Shishkin V. M., Levashov A. P.

**КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
СТАТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ
С КОМПОЗИТНЫМИ НЕСУЩИМИ СЛОЯМИ И ЛЕГКИМ
ЗАПОЛНИТЕЛЕМ**

**FINITE ELEMENT MODELING OF STATIC REACTION IN
A THREE-LAYER PLATE WITH COMPOSITE BEARING
LAYERS AND A LIGHT FILLER**

Предлагается треугольный трехслойный элемент с квадратичным полем перемещений для моделирования напряженно-деформированного состояния трехслойной пластины с композитными несущими слоями и легким наполнителем. Независимыми параметрами являются линейные перемещения узлов и углы поворота поперечных сечений наполнителя. Получены матрица жесткости и вектор внешних узловых сил конечного элемента. Проведены численные эксперименты по апробации и оценке точности предлагаемого элемента.

The article offers a triangular sandwich element with Quadra field of displacements for modeling of stress-strain state in a three-layer plate with composite bearing layers and a light filler. The independent parameters are the node linear movement and the rotation angles of the core cross sections. The stiffness matrix and the external nodal force vector of the final element

are obtained. The numerical experiments on testing and accuracy assessment of the proposed element are made.

Ключевые слова: деформация, напряжение, базисные функции, конечный элемент, матрица жесткости.

Key words: deformation, voltage, basic functions, to-end element, stiffness matrix

В настоящее время для изготовления узлов и агрегатов конструкций летательных аппаратов широко используются трехслойные пластины и пологие панели с композитными несущими слоями и легким наполнителем. В качестве последнего используются пенопласт, соты, гофры. Для моделирования таких пластин и панелей предлагается треугольный трехслойный элемент с квадратичным полем перемещений (рис. 1). Элемент имеет 6 узлов, расположенных в срединной поверхности несущего слоя 1, совпадающей с плоскостью Oxy .

Материал несущих слоев элемента – многослойный композит, армированный однонаправленными волокнами. Толщины $h^{(1)}$, $h^{(2)}$ несущих слоев считаются малыми по сравнению с толщиной всего элемента. Поэтому напряженное состояние данных слоев можно считать плоским. Заполнитель работает только на поперечный сдвиг и считается несжимаемым, что соответствует известной модели Тимошенко [1].

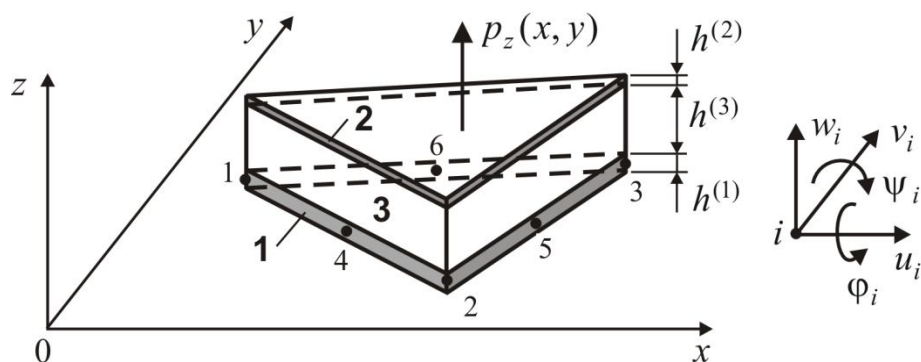


Рис. 1

1. Аппроксимация перемещений конечного элемента

Введем векторы, содержащие обобщенные перемещения узлов элемента:

$$\{u^{(1)}\} = \begin{Bmatrix} u_1^{(1)} \\ u_2^{(1)} \\ \dots \\ u_6^{(1)} \end{Bmatrix}; \{v^{(1)}\} = \begin{Bmatrix} v_1^{(1)} \\ v_2^{(1)} \\ \dots \\ v_6^{(1)} \end{Bmatrix}; \{w\} = \begin{Bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_6 \end{Bmatrix}; \{\varphi\} = \begin{Bmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \dots \\ \varphi_6 \end{Bmatrix}; \{\psi\} = \begin{Bmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \dots \\ \psi_6 \end{Bmatrix}. \quad (1)$$

Перемещения $u^{(1)}$, $v^{(1)}$, w произвольной точки срединной поверхности слоя 1 и углы поворота φ , ψ поперечных сечений заполнителя относительно осей Ox , Oy представляются внутри элемента выражениями:

$$\begin{aligned} u^{(1)} &= \{N\}^T \{u^{(1)}\}; \quad v^{(1)} = \{N\}^T \{v^{(1)}\}; \quad w = \{N\}^T \{w\}; \\ \varphi &= \{N\}^T \{\varphi\}; \quad \psi = \{N\}^T \{\psi\}; \\ \{N\} &= \{N_1 \ N_2 \ \dots \ N_6\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Базисные функции $N_1, N_2 \dots N_6$ квадратично зависят от L -координат элемента [2]:

$$\begin{aligned} N_1 &= L_1(2L_1 - 1); \quad N_2 = L_2(2L_2 - 1); \quad N_3 = L_3(2L_3 - 1); \\ N_4 &= 4L_1L_2; \quad N_5 = 4L_2L_3; \quad N_6 = 4L_1L_3; \\ L_j &= (a_j + b_jx + c_jy)/2S; \quad (j = 1; 2; 3); \\ a_1 &= x_2y_3 - x_3y_2; \quad a_2 = x_3y_1 - x_1y_3; \quad a_3 = x_1y_2 - x_2y_1; \\ b_1 &= y_2 - y_3; \quad b_2 = y_3 - y_1; \quad b_3 = y_1 - y_2; \\ c_1 &= x_3 - x_2; \quad c_2 = x_1 - x_3; \quad c_3 = x_2 - x_1; \\ 2S &= a_1 + a_2 + a_3. \end{aligned} \quad (3)$$

2. Геометрические зависимости

Перемещения $u^{(2)}$, $v^{(2)}$, срединной поверхности несущего слоя 2 элемента связаны с перемещениями $u^{(1)}$, $v^{(1)}$, прогибом w и углами поворота α , β заполнителя (рис. 2) соотношениями

$$u^{(2)} = u^{(1)} - \alpha kh^{(3)}, \quad v^{(2)} = v^{(1)} - \beta kh^{(3)}. \quad (4)$$

Постоянная k определяется положением слоя 1, где расположены узлы элемента: при нижнем расположении данного слоя $k = 1$; при верхнем – $k = -1$. Учитывая, что $\alpha = -\psi$, $\beta = \varphi$, вместо (4) получаем зависимости:

$$u^{(2)} = u^{(1)} + \psi kh^{(3)}, \quad v^{(2)} = v^{(1)} - \varphi kh^{(3)}. \quad (5)$$

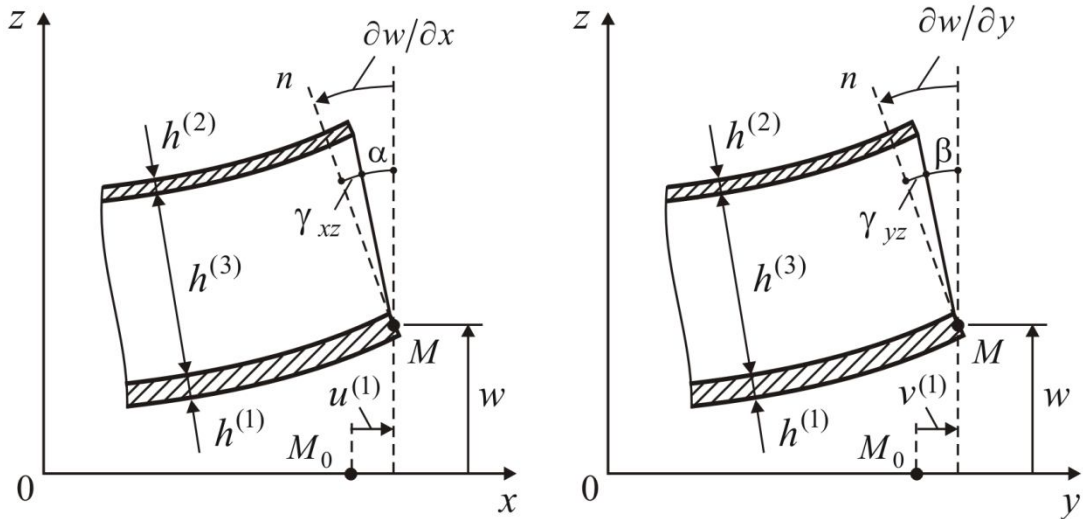


Рис. 2

По перемещениям $u^{(1)}$, $v^{(1)}$, $u^{(2)}$, $v^{(2)}$ находятся деформации несущих слоев элемента:

$$\varepsilon_x^{(1)} = \frac{\partial u^{(1)}}{\partial x}; \quad \varepsilon_y^{(1)} = \frac{\partial v^{(1)}}{\partial y}; \quad \gamma_{xy}^{(1)} = \frac{\partial v^{(1)}}{\partial x} + \frac{\partial u^{(1)}}{\partial y}; \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_x^{(2)} &= \frac{\partial u^{(2)}}{\partial x} = \frac{\partial u^{(1)}}{\partial x} + kh^{(3)} \frac{\partial \psi}{\partial x}; & \varepsilon_y^{(2)} &= \frac{\partial v^{(2)}}{\partial y} = \frac{\partial v^{(1)}}{\partial y} - kh^{(3)} \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \\ \gamma_{xy}^{(2)} &= \frac{\partial v^{(2)}}{\partial x} + \frac{\partial u^{(2)}}{\partial y} = \frac{\partial v^{(1)}}{\partial x} + \frac{\partial u^{(1)}}{\partial y} - kh^{(3)} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + kh^{(3)} \frac{\partial \psi}{\partial y}. \end{aligned} \quad (7)$$

Углы поперечного сдвига γ_{xz} , γ_{yz} заполнителя в соответствующих плоскостях определяются как разности между углом поворота нормали к срединной поверхности заполнителя и углом поворота его поперечного сечения (рис. 2):

$$\gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial x} - \alpha = \frac{\partial w}{\partial x} + \psi; \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial w}{\partial y} - \beta = \frac{\partial w}{\partial y} - \varphi. \quad (8)$$

С учетом аппроксимаций (1) зависимости (6), (7) и (8) принимают вид:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x^{(1)} &= \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{u^{(1)}\}; & \varepsilon_y^{(1)} &= \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{v^{(1)}\}; \\ \gamma_{xy}^{(1)} &= \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{v^{(1)}\} + \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{u^{(1)}\}; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_x^{(2)} &= \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{u^{(1)}\} + kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{\psi\}; \\
\varepsilon_y^{(2)} &= \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{v^{(1)}\} - kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{\varphi\}; \\
\gamma_{xy}^{(2)} &= \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{v^{(1)}\} + \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{u^{(1)}\} - \\
&\quad - kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{\varphi\} + kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{\psi\}; \quad (10)
\end{aligned}$$

$$\gamma_{xz} = \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \{w\} + \{N\}^T \{\psi\}; \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \{w\} - \{N\}^T \{\varphi\}. \quad (11)$$

Введем векторы

$$\{\varepsilon^{(m)}\} = \begin{cases} \varepsilon_x^{(m)} \\ \varepsilon_y^{(m)} \\ \gamma_{xy}^{(m)} \end{cases} \quad (m = 1; 2), \quad \{\gamma^{(3)}\} = \begin{cases} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{cases}, \quad \{r\} = \begin{cases} \{u^{(1)}\} \\ \{v^{(1)}\} \\ \{w\} \\ \{\varphi\} \\ \{\psi\} \end{cases}, \quad \{Z\} = \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases}. \quad (12)$$

С учетом обозначений (12) выражения (9), (10), (11) можно представить в виде:

$$\{\varepsilon^{(m)}\} = [B^{(m)}] \{r\} \quad (m = 1; 2); \quad \{\gamma^{(3)}\} = [B^{(3)}] \{r\}, \quad (13)$$

где

$$[B^{(1)}] = \begin{bmatrix} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} & \{Z\}^T & \{Z\}^T & \{Z\}^T & \{Z\}^T \\ \{Z\}^T & \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} & \{Z\}^T & \{Z\}^T & \{Z\}^T \\ \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} & \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} & \{Z\}^T & \{Z\}^T & \{Z\}^T \end{bmatrix}, \quad (14)$$

$$[B^{(2)}] = \begin{bmatrix} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} & \{Z\}^T & \{Z\}^T & \{Z\}^T & kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} \\ \{Z\}^T & \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} & \{Z\}^T & -kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} & \{Z\}^T \\ \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} & \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} & \{Z\}^T & -kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} & kh^{(3)} \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} \end{bmatrix}, \quad (15)$$

$$[B^{(3)}] = \begin{bmatrix} \{Z\}^T & \{Z\}^T & \frac{\partial \{N\}^T}{\partial x} & \{Z\}^T & \{N\}^T \\ \{z\}^T & \{Z\}^T & \frac{\partial \{N\}^T}{\partial y} & -\{N\}^T & \{Z\}^T \end{bmatrix}. \quad (16)$$

2. Физические зависимости

Каждый несущий слой элемента представляет по толщине пакет элементарных однонаправленно армированных слоев, уложенных под углами φ_k к оси Ox пакета (рис. 3).

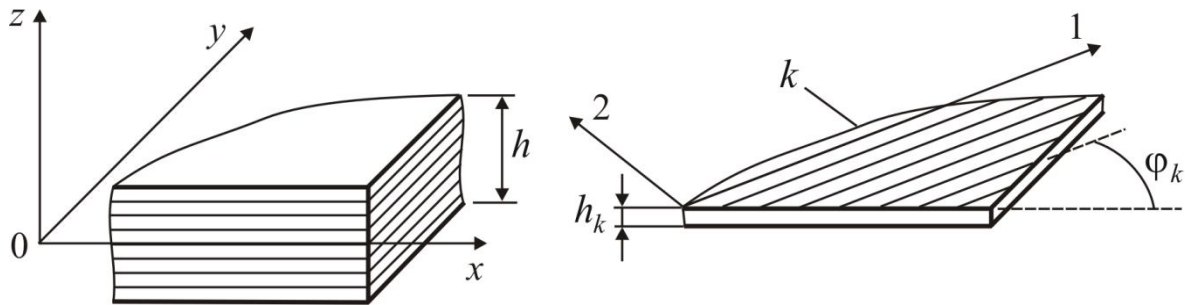


Рис. 3

Материал элементарного слоя k считается ортотропным. Напряженно-деформированное состояние данного слоя в его осях ортотропии 1, 2 определяется векторами

$$\{\sigma_0\}_k = \{\sigma_1 \sigma_2 \tau_{12}\}_k, \quad \{\varepsilon_0\}_k = \{\varepsilon_1 \varepsilon_2 \gamma_{12}\}_k. \quad (17)$$

Напряжения $\{\sigma_0\}_k$ и деформации $\{\varepsilon_0\}_k$ связаны физической зависимостью [3]

$$\{\sigma_0\}_k = [D]_k \{\varepsilon_0\}_k, \quad (18)$$

где

$$[D]_k = \begin{bmatrix} \frac{E_1/(1-\mu_{12}\mu_{21})}{\mu_{12}E_2/(1-\mu_{12}\mu_{21})} & \frac{\mu_{21}E_1/(1-\mu_{12}\mu_{21})}{E_2/(1-\mu_{12}\mu_{21})} & 0 \\ 0 & 0 & G_{12} \end{bmatrix} \quad (19)$$

– матрица жесткости слоя k пакета; $E_1, E_2, G_{12}, \mu_{12}, \mu_{21}$ – модули упругости и коэффициенты Пуассона данного слоя ($\mu_{21} E_1 = \mu_{12} E_2$).

Введем вектор $\{\varepsilon\} = \{\varepsilon_x \varepsilon_y \gamma_{xy}\}$, содержащий деформации композитного пакета в осях Ox, Oy . Векторы $\{\varepsilon_0\}_k$ и $\{\varepsilon\}$ можно связать преобразованием [3]

$$\{\varepsilon_0\}_k = [T]_k \{\varepsilon\}. \quad (20)$$

Матрица $[T]_k$ зависит от угла φ_k :

$$[T]_k = \begin{bmatrix} \cos^2 \varphi_k & \sin^2 \varphi_k & 0,5 \sin 2\varphi_k \\ \sin^2 \varphi_k & \cos^2 \varphi_k & -0,5 \sin 2\varphi_k \\ -\sin 2\varphi_k & \sin 2\varphi_k & \cos 2\varphi_k \end{bmatrix}. \quad (21)$$

С учетом преобразования (20) зависимость (18) принимает вид:

$$\{\sigma_0\}_k = [D]_k [T]_k \{\varepsilon\}. \quad (22)$$

Введем вектор $\{\sigma\}_k = \{\sigma_x \ \sigma_y \ \tau_{xy}\}_k$, содержащий нормальные и касательные напряжения в слое k в осях $0x$, $0y$ пакета. Векторы $\{\sigma\}_k$ и $\{\sigma_0\}_k$ можно связать преобразованием [3]

$$\{\sigma\}_k = [T]_k^T \{\sigma_0\}_k. \quad (23)$$

Подставляя в (23) зависимость (22) получаем связь напряжений $\{\sigma\}_k$ с деформациями $\{\varepsilon\}$ композитного пакета:

$$\{\sigma\}_k = [T]_k^T [D]_k [T]_k \{\varepsilon\}. \quad (24)$$

Напряжения $\{\sigma\}_k$, собранные по всем слоям пакета, статически эквивалентны нормальным и касательным погонным силам (потокам)

$$\{S\} = \{S_x \ S_y \ S_{xy}\} = \sum_{k=1}^n h_k \{\sigma\}_k. \quad (25)$$

Отсюда получаем средние по толщине пакета напряжения

$$\{\sigma\} = \{\sigma_x \ \sigma_y \ \tau_{xy}\} = \{S\}/h = h^{-1} \sum_{k=1}^n h_k \{\sigma\}_k. \quad (26)$$

Подставляя зависимость (24) в выражение (26), получаем связь напряжений $\{\sigma\}$ с деформациями $\{\varepsilon\}$ пакета:

$$\{\sigma\} = h^{-1} \sum_{k=1}^n h_k [T]_k^T [D]_k [T]_k \{\varepsilon\}. \quad (27)$$

Зависимость (27) можно представить в виде обобщенного закона Гука для пакета композитных слоев:

$$\{\sigma\} = [D] \{\varepsilon\}. \quad (28)$$

Здесь

$$[D] = h^{-1} \sum_{k=1}^n h_k [T]_k^T [D]_k [T]_k \quad (29)$$

– матрица жесткости пакета.

На основании (28) можно записать физические зависимости для несущих слоев элемента

$$\{\sigma^{(m)}\} = [D^{(m)}] \{\varepsilon^{(m)}\} \quad (m=1;2), \quad (30)$$

где

$$[D^{(m)}] = h^{-1} \sum_{k=1}^n h_k^{(m)} [T^{(m)}]_k^T [D^{(m)}]_k [T^{(m)}]_k. \quad (31)$$

Углам сдвига γ_{xz} , γ_{yz} заполнителя соответствуют касательные напряжения

$$\{\tau^{(3)}\} = \begin{Bmatrix} \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{xz} & 0 \\ 0 & G_{yz} \end{bmatrix} \{\gamma^{(3)}\} = [G^{(3)}] \{\gamma^{(3)}\}. \quad (32)$$

Зависимости (30) и (32) с учетом обозначений (12) можно представить в виде:

$$\{\sigma^{(m)}\} = [D^{(m)}][B^{(m)}]\{r\} \quad (m=1;2), \quad \{\tau^{(3)}\} = [G^{(3)}][B^{(3)}]\{r\}. \quad (33)$$

Матрицы $[B^{(1)}]$, $[B^{(2)}]$, $[B^{(3)}]$, в зависимостях (33) определяются соответственно выражениями (14), (15) и (16).

3. Матрица жесткости и вектор нагрузки конечного элемента

Матрицу жесткости конечного элемента можно получить из выражения для потенциальной энергии деформации

$$U = U^{(1)} + U^{(2)} + U^{(3)}, \quad (34)$$

где

$$U^{(m)} = 0,5 h^{(m)} \int_S \{\varepsilon^{(m)}\}^T \{\sigma^{(m)}\}^T dS \quad (m=1;2),$$

$$U^{(3)} = 0,5 h^{(3)} \int_S \{\gamma^{(3)}\}^T \{\tau^{(3)}\}^T dS. \quad (35)$$

Выражения (35) с учетом зависимостей (13) и (33) можно представить в виде квадратичных форм узловых перемещений конечного элемента:

$$U^{(m)} = 0,5 h^{(m)} \{r\}^T \int_S [B^{(m)}]^T [D^{(m)}] [B^{(m)}] dS \{r\} \quad (m=1;2);$$

$$U^{(3)} = 0,5 h^{(3)} \{r\}^T \int_S [B^{(3)}]^T [G^{(3)}] [B^{(3)}] dS \{r\}. \quad (36)$$

Соотношениям (36) можно придать известный в строительной механике вид [4]:

$$\begin{aligned} U^{(m)} &= 0,5 \{r\}^T [K^{(m)}] \{r\} \quad (m=1;2); \\ U^{(3)} &= 0,5 \{r\}^T [K^{(3)}] \{r\}. \end{aligned} \quad (37)$$

Здесь

$$\begin{aligned} [K^{(m)}] &= h^{(m)} \int_S [B^{(m)}]^T [D^{(m)}] [B^{(m)}] dS \quad (m=1;2), \\ [K^{(3)}] &= h^{(3)} \int_S [B^{(3)}]^T [G^{(3)}] [B^{(3)}] dS \end{aligned} \quad (38)$$

– матрицы жесткости несущих слоев и заполнителя относительно узловых перемещений $\{r\}$ конечного элемента. Это дает матрицу жесткости всего элемента

$$[K] = [K^{(1)}] + [K^{(2)}] + [K^{(3)}]. \quad (39)$$

Вектор нагрузки элемента определяется через потенциал внешних сил V , представленных поверхностной нагрузкой $p_z(x,y)$ (рис. 1):

$$V = - \int_S w p_z(x,y) dS. \quad (40)$$

Нагрузку $p_z(x,y)$ можно представить как функцию L -координат произвольной точки поверхности элемента:

$$p_z(x,y) = \begin{Bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ L_3 \end{Bmatrix}^T \begin{Bmatrix} p_{z,1} \\ p_{z,2} \\ p_{z,3} \end{Bmatrix} = \{L\}^T \{p_z\}. \quad (41)$$

С учетом представления (41) и принятых ранее аппроксимаций (2) выражение (40) можно представить в виде:

$$V = - \{w\}^T \int_S \{N\} \{L\}^T dS \{p_z\}. \quad (42)$$

Для связи потенциала V с узловыми перемещениями $\{r\}$ конечного элемента введем преобразование:

$$\{w\}^T = \{r\}^T [H]^T. \quad (43)$$

Матрица $[H]$ состоит из пяти блоков:

$$[H] = [Z] \mid [Z] \mid [E] \mid [Z] \mid [Z], \quad (44)$$

где $[Z]$, $[E]$ – соответственно нулевая и единичная матрицы шестого порядка. Подставляя преобразование (43) в выражение (42), получаем

$$V = -\{r\}^T [H]^T \int_S \{N\} \{L\}^T dS \{p_z\}. \quad (45)$$

Выражению (45) можно придать вид:

$$V = -\{r\}^T \{P\}, \quad (46)$$

где

$$\{P\} = [H]^T \int_S \{N\} \{L\}^T dS \{p_z\} \quad (47)$$

– вектор нагрузки конечного элемента.

4. Вычисление матриц $[K^{(1)}]$, $[K^{(2)}]$, $[K^{(3)}]$ и вектора $\{P\}$

Произведение $[B^{(m)}]^T [D^{(m)}] [B^{(m)}] = [F^{(m)}]$ в первом выражении (38) – однородная квадратичная форма L -координат конечного элемента. Для точного вычисления матриц $[K^{(m)}]$ ($m=1; 2$) используется квадратурная формула Гаусса с тремя точками, расположенными в серединах сторон конечного элемента [5]:

$$[K^{(m)}] = Sh_m \sum_{j=1}^3 [F^{(m)}(L_1, L_2, L_3)]_j / 3. \quad (48)$$

Здесь S – площадь элемента.

Произведения $[B^{(3)}]^T [G^{(3)}] [B^{(3)}] = [F^{(3)}]$ во втором выражении (38) содержит наибольшие степени L -координат элемента равные четырем. Для точного вычисления матрицы $[K^{(3)}]$ используется квадратура Гаусса с семью точками, расположенными в узлах элемента и в его центре [5]:

$$[K^{(3)}] = 2Sh_3 \sum_{j=1}^7 [F^{(3)}(L_1, L_2, L_3)]_j Q_j. \quad (49)$$

Здесь Q_j – весовые множители: $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 1/40$; $Q_4 = Q_5 = Q_6 = 1/15$; $Q_7 = 9/40$.

Для вычисления определенного интеграла в выражении (47) используется формула [6]

$$\int_S L_1^a L_2^b L_3^c dS = \frac{a!b!c!}{(a+b+c+2)!} \cdot 2S. \quad (50)$$

В результате получаем

$$\{P\} = [H]^T [G] \{p_z\}. \quad (51)$$

Матрица $[G]$ в (51) имеет вид:

$$[G]^T = \frac{S}{60} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & 8 & 4 & 8 \\ -1 & 2 & -1 & 8 & 8 & 4 \\ -1 & -1 & 2 & 4 & 8 & 8 \end{bmatrix}. \quad (52)$$

5. Численные эксперименты

Рассматривается трехслойная пластина, составленная из 16 конечных элементов (рис. 4). На пластину действует поверхностная нагрузка $p_z=90$ кН/м². Размеры пластины в плане: $l = 0,6$ м; $b = 0,08$ м. Толщины несущих слоев и заполнителя: $h^{(1)}=3,2$ мм; $h^{(2)}=2,4$ мм; $h^{(3)}=30$ мм. Схемы укладки несущих слоев пластины приведены в таблице. Модули упругости и коэффициенты Пуассона однонаправлено армированного слоя: $E_1=150000$ МПа; $E_2=8000$ МПа; $G_2=5000$ МПа; $\mu_{12}=0,02$. Материал заполнителя – пенопласт: $G_{xz}=G_{yz}=26$ МПа.

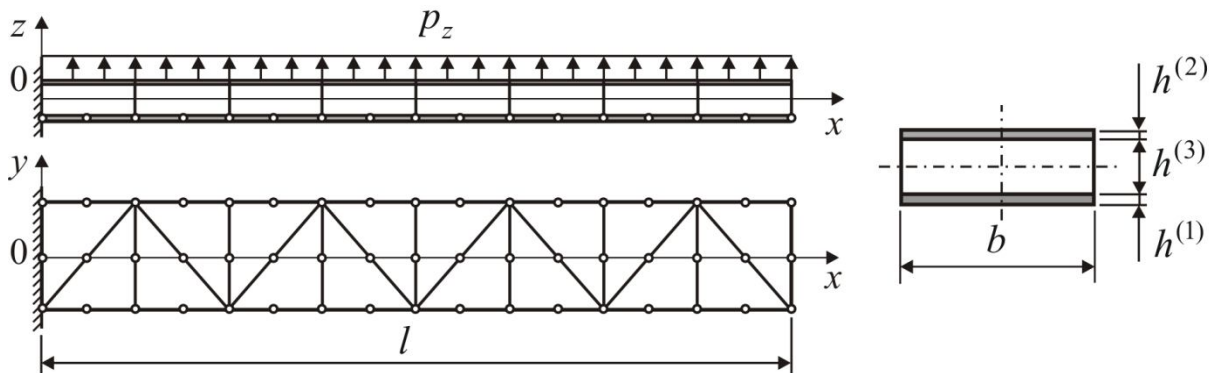


Рис. 4

Схемы укладки несущих слоев пластины

Нижний слой		Верхний слой	
φ_k	h_k/h	φ_k	h_k/h
0^0	0,5	0^0	0,3333
90^0	0	90^0	0
$+45^0$	0,25	$+45^0$	0,3333
-45^0	0,25	-45^0	0,3333

На рис. 5 приведены прогибы w оси конечно-элементной модели трехслойной пластины. Для сравнения приведены прогибы w , полученные аналитически по модели пластины в виде консольной трехслойной балки. Правомерность последней обусловлена достаточно большим удлинением пластины, и данную модель можно рассматривать как эталонную. Значения w , полученные по двум расчетным моделям пластины, являются практически одинаковыми.

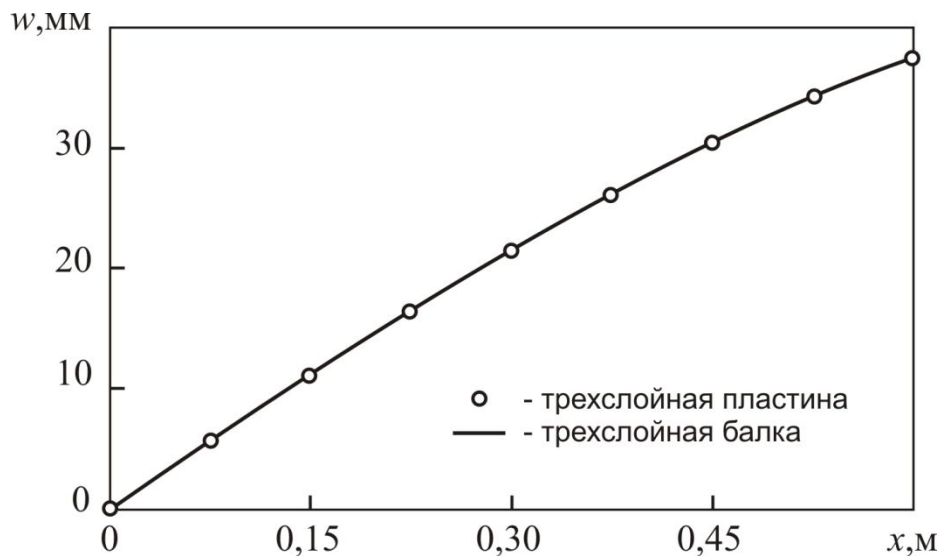


Рис. 5

На рис. 6, 7 приведены соответственно средние по толщине композитного пакета нормальные напряжения σ_x в нижнем несущем слое пластины и касательные напряжения поперечного сдвига τ_{xz} в заполнителе, полученные с использованием двух прежних расчетных моделей пластины. Конечно-элементная модель трехслойной пластины и

трехслойная балка дают практически одинаковые результаты по обоим отмеченным напряжениям.

Полученные для трехслойной пластины результаты подтверждают достоверность и достаточно высокую точность предлагаемого конечного элемента. Численные эксперименты проведены с использованием математического пакета MATLAB 2012RВ.

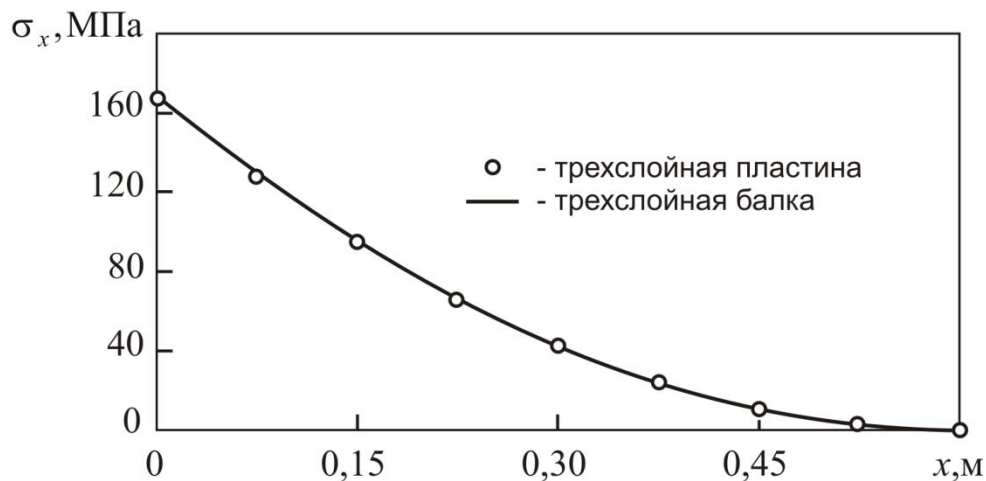


Рис. 6

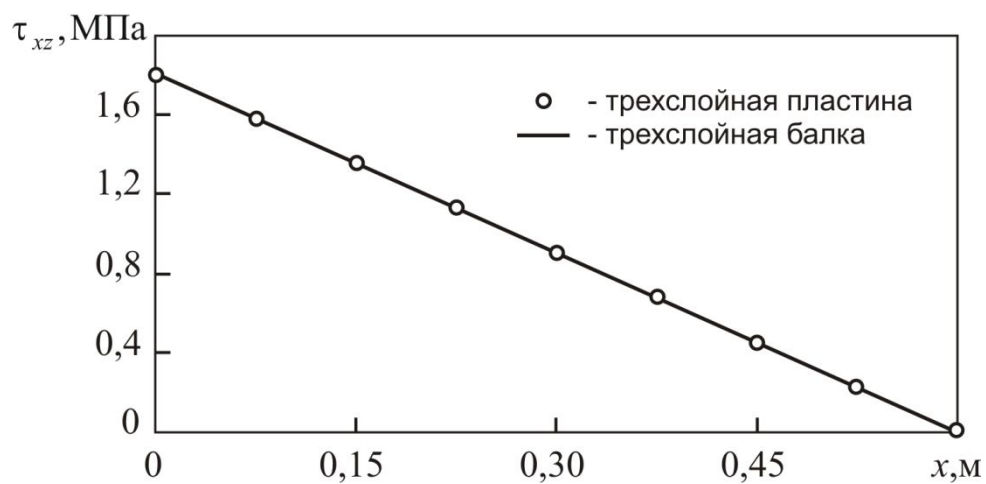


Рис. 7

Литература

1. Алфутов Н. А., Зиновьев П. А., Попов Б. Г. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов. М.: Машиностроение, 1984. 446 с.
2. Митчел Э., Уэйт Р. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными. М. : Мир, 1981. 216 с.
3. Шишкин В. М., Левашов А. П. Определение обобщенных жесткостей композиционного материала с произвольной схемой укладки слоев // Общество – наука – инновации : сб. материалов всерос. науч.-технич. конф. Т. 3. Киров, 2010. С. 328–331.
4. Шишкин В. М. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов. Киров : ВятГУ, 2010. 92 с.
5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М. : Мир, 1975. 541 с.
6. Норри Д., Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. М. : Мир, 1981. 304 с.

Информация об авторах

Data on authors

Шишкин Виктор Михайлович – д-р. техн. наук, профессор кафедры теоретической и строительной механики ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 641844

E-mail: tism1@rambler.ru

Левашов Александр Павлович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теоретической и строительной механики ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 641844

E-mail: tism1@rambler.ru

Shishkin Victor Mikhailovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Construction Mechanics, Vyatka State University.

Tel.: (8332)641844

E-mail: tism1@rambler.ru

Levashov Alexander Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, senior lecturer of the Department of Theoretical and Construction Mechanics, Vyatka State University.

Tel.: (8332)641844

E-mail: tism1@rambler.ru

УДК 338.1
ББК У291.3

Бурцева Т. А.
Burtseva T. A.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА В МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

DISCRIMINANT ANALYSIS PROCEDURE APPLICATION IN MARKETING RESEARCH

Анализ, обработка и интерпретация результатов является важнейшим этапом технологии маркетинговых исследований. Статистическая обработка данных исследований может включать различные процедуры, такие как факторный, кластерный, дисперсионный, регрессионный, дискриминантный, совместный анализ, многомерное шкалирование и пр.

Analysis, processing and interpretation of the results are the most important stage of market research technology. Statistical analysis of the research data may include a variety of procedures, such as factor, cluster, variance, regression, discriminant, and joint analysis, multidimensional scaling, etc.

Ключевые слова: маркетинговые исследования, дискриминантный анализ.

Keywords: marketing research, discriminant analysis

Дискриминантный анализ – это метод для анализа маркетинговых исследований в том случае, когда зависимая переменная категориальная, а предикторы – интервальные. Введение посредством дискриминантного анализа линейной комбинации независимых переменных можно наилучшим образом различить (дискриминировать) категории зависимой переменной [1].

С помощью дискриминантного анализа в маркетинговых исследованиях можно получить ответы на следующие вопросы [4]:

1. Чем, с точки зрения демографических, психографических характеристик, отличаются приверженцы марки от тех, у кого эта приверженность отсутствует?

2. Какие психографические характеристики помогают провести различия между восприимчивыми и не восприимчивыми к цене покупателями каких-либо товаров?

3. Различаются ли между собой различные сегменты рынка по своим предпочтениям к средствам массовой информации?

4. Какие существуют различия между постоянными покупателями, например, универмагов и постоянными покупателями местных универсальных магазинов с точки зрения стилей жизни и пр.?

Процедуру дискриминантного анализа рассмотрим на примере исследования рынка хлебобулочной продукции г. Кирова. Цель исследования – определение основных психографических характеристик, влияющих на разграничение восприимчивых и не восприимчивых к средствам интегрированных маркетинговых коммуникаций покупателей, т. е. определение главных характеристик покупателей, лояльно воспринимающих и не воспринимающих средства интегрированных маркетинговых коммуникаций. Команды ввода в программу SPSS для процедуры дискриминантного анализа представлены в табл. 1.

Команды ввода в SPSS для процедуры дискриминантного анализа

№ п/п	Команды ввода
1	Ввод данных Формирование базы данных в редакторе данных (<i>Data Editor</i>), которая содержит две вкладки: Свойства переменных (<i>Variable View</i>), описывающая свойства переменных, названия параметров и Значение переменных (<i>Data View</i>), содержащая данные в метрических или балльных оценках
2	Анализ (<i>Analyze</i>) / Классифицировать (<i>Classify</i>) / Дискриминантный (<i>Discriminant</i>)
3	Перевод независимых переменных в поле «Независимые (<i>Independents</i>)» / перевод C_1 в поле «групповые» (<i>Grouping Variable</i>)
4	Определить диапазон (<i>Define Range</i>) / min – 1 max – 2 (т. к. у нас две группы) / ok (<i>Continue</i>)
5	Указывается метод анализа, можно оставить по умолчанию команду «ввод независимых переменных» / Статистики (<i>Statistics</i>) / рассчитываются средние значения для каждой группы Состояние (<i>Means</i>) / проводится тест на равенство средних значений Универсальная ANOVA (<i>Univariate ANOVAs</i>) / Корреляция внутри группы (<i>Within-groups correlations</i>) / Не стандартизированные (<i>Unstandardized</i>) / ok (<i>Continue</i>)
6	Классифицировать (<i>Classify</i>) / в поле «Планы» можно задать построение графиков <i>Plots</i> / Раздельные группы (<i>Separate-groups</i>) выводятся графики распределения дискриминантной функции для каждой группы / в поле «показывать» (<i>Display</i>) задаем форму представления результатов Условные результаты (<i>Casewise results</i>) выводятся результаты классификации отдельно по каждому респонденту, а именно к какой группе и с какой вероятностью он может быть причислен исходя из значений дискриминантной функции / Ограничить условия классификации (<i>Limit cases to first...</i>) / указываем количество наших респондентов – 10 / Итоговая таблица (<i>Summare table</i>) / ok (<i>Continue</i>)
7	Сохранить (<i>Save</i>) можно задать команды на сохранение результатов в виде новых переменных в исходном файле данных / ok (<i>Continue</i>) / ok (<i>Continue</i>)
8	Интерпретация результатов дискриминантного анализа

Данные, полученные на основании выборки из 40 семей, представлены в табл. 2 (анализируемая выборка) и табл. 3 (проверочная выборка). Обе выборки сбалансированы с точки зрения лояльности восприятия (50 % – да, 50 % – нет) [3]. Основные этапы дискриминантного анализа:

1. Формулируется проблема путем определения целей, зависимой переменной и независимых переменных. Зависимая переменная должна состоять из двух или больше взаимоисключающих и взаимно исчерпывающих категорий. Исследуется выборка, состоящая из потребителей хлебобулочной продукции, по таким переменным как:

- лояльность восприятия средств ИМК;
- отношение к рекламе данного товара;

- значение, придаваемое скидкам;
- восприятие PR-мероприятий;
- восприятие выкладки хлебобулочной продукции;
- значение, придаваемое спонсорству;
- демографические характеристики покупателя: пол, возраст, доход.

Таблица 2

Информация о респондентах для дискриминантного анализа:
анализируемая выборка

Номер	Лояльность восприятия (да – 1, нет – 2)	Отношение к рекламе (по 9-бал. шкале)	Значение, придаваемое скидкам (по 9-бал. шкале)	Восприятие PR-мероприятий (по 9-бал. шкале)	Восприятие выкладки хлеба (по 9-бал.)	Значение, придаваемое спонсорству (по 9-бал)	Доход (тыс.руб. в год)	Пол (муж. – 1, жен. – 2)	Возраст (лет)
1	1	7	8	6	4	7	158,7	2	45
2	1	5	8	8	7	6	108,0	2	38
3	1	4	4	7	9	8	297,9	1	26
4	1	7	5	8	9	8	169,2	1	33
5	1	6	7	7	6	5	156,4	1	21
6	1	9	8	7	8	8	166,6	2	29
7	1	6	7	9	6	8	180,0	2	42
8	1	8	6	5	4	7	174,4	1	38
9	1	7	7	7	3	7	220,5	2	51
10	1	6	6	8	5	8	228,8	2	25
11	1	5	7	8	6	9	168,0	2	38
12	1	4	8	6	3	6	96,0	1	49
13	1	3	6	5	5	5	110,8	2	26
14	1	6	7	7	6	9	124,4	2	53
15	1	8	6	8	7	6	132,0	1	56
16	1	7	5	8	8	7	481,2	2	42
17	1	9	6	7	4	8	234,0	1	37
18	1	6	7	6	3	8	196,7	2	29
19	1	7	6	8	5	6	200,9	1	41
20	1	8	7	8	6	5	176,7	2	37
21	2	4	5	4	7	7	112,8	2	54
22	2	5	6	5	6	8	93,6	2	56
23	2	6	7	3	4	6	130,8	1	48
24	2	5	8	2	5	5	133,2	1	42
35	2	3	6	4	6	7	138,0	2	54
36	2	6	7	5	4	5	151,2	2	49
37	2	4	5	3	6	6	108,0	1	52
38	2	3	8	4	5	7	196,7	1	40
39	2	2	6	6	4	5	224,5	2	39
30	2	3	5	4	5	7	269,8	1	30
31	2	3	5	3	7	8	312,0	1	53
32	2	5	6	7	4	5	117,6	2	45

Окончание табл. 2

33	2	7	5	5	5	4	162,0	1	51
34	2	3	6	4	6	5	158,4	2	44
35	2	5	6	2	3	6	197,4	1	56
36	2	4	8	4	5	7	118,8	2	48
37	2	5	6	3	6	5	123,6	1	49
38	2	5	6	2	7	7	289,2	2	54
39	2	3	5	6	4	4	220,8	2	43
40	2	7	4	5	3	5	172,8	2	60

2. Производится деление выборки на анализируемую (для вычисления дискриминантной функции) и проверочную выборку для определения надежности и достоверности полученных результатов (табл. 2 и 3).

Оценка достоверности дискриминантного анализа: анализируемую выборку используют для вычисления дискриминантной функции, а проверочную – для построения классификационной матрицы.

Таблица 3

Информация о респондентах: проверочная выборка

Номер	Лояльность восприятия (да – 1, нет – 2)	Отношение к рекламе (по 9-бал. шкале)	Значение, придаваемое скидкам (по 9-бал. шкале)	Восприятие PR-мероприятий (по 9-бал. шкале)	Восприятие выкладки хлеба (по 9-бал.)	Значение, придаваемое спонсорству (по 9-бал.)	Доход (тыс. руб. в год)	Пол (муж. – 1, жен – 2)	Возраст (лет)
1	1	8	8	7	7	7	248,0	1	28
2	1	7	7	8	8	8	194,4	1	51
3	1	6	5	8	5	6	132,0	2	34
4	1	7	6	9	3	5	183,6	2	27
5	1	7	7	8	5	6	193,2	1	32
6	2	6	6	4	7	7	139,2	2	48
7	2	4	7	4	8	5	127,2	2	27
8	2	5	5	5	6	4	195,6	2	29
9	2	7	6	3	4	6	217,2	2	43
10	2	9	7	4	3	7	384,0	2	35

Результаты дискриминантного анализа для анализируемой выборки представлены в табл. 4. Изучив групповые средние и стандартные отклонения, выявлено, что в делении совокупности на две группы самый большой вклад внесла переменная «отношение к рекламе». Кроме того, анализ показал, что «возраст», важнее для различения групп, чем, «пол

респондента». По доходу группы различаются мало, а стандартное отклонение этой переменной большое. Объединенная внутригрупповая корреляционная матрица указывает на низкие коэффициенты корреляции между предикторами. Значимость F-статистик указывает, что когда предикторы рассматриваются по отдельности, то только отношение к рекламе, восприятие PR-технологий, значение, придаваемое спонсорству и возраст, значимо различаются между респондентами, которые лояльно воспринимают средства ИМК, и между теми, кто их не воспринимает лояльно.

Таблица 4

Результаты дискриминантного анализа для двух групп

Средние значения внутри группы								
Лояль-ность	Отноше-ние к рекламе	Значение, придаваемое скидкам	Восприятие PR-мероприятий	Восприя-тие вык-ладки	Значение, придаваемое спонсорству	Доход	Пол	Возраст
1	6,40	6,55	7,15	5,70	7,05	189,06	1,60	37,80
2	4,40	6,00	4,05	5,10	5,95	171,56	1,55	48,35
В целом	5,40	6,27	5,60	5,40	6,500	180,31	1,57	43,07
Стандартное отклонение в группах								
1	1,63	1,09	1,08	1,89	1,27	84,15	0,50	9,90
2	1,42	1,12	1,39	1,25	1,23	63,34	0,51	7,19
В целом	1,82	1,13	1,99	1,61	1,35	74,05	0,50	10,07
Объединенная внутригрупповая корреляционная матрица								
	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9
VAR2	1,000							
VAR3	-,006	1,00						
VAR4	,060	-,183	1,000					
VAR5	-,100	-,290	,102	1,000				
VAR6	-,082	-,010	-,119	,292	1,000			
VAR7	-,024	-,444	,049	,215	,199	1,000		
VAR8	-,108	,159	,359	-,049	,081	-,026	1,00	
VAR9	,328	,011	-,024	-,104	,105	-,160	,093	1,00
Функ-ция	Собствен-ное значение	Процент вариации	Канон. корреляция	После функции	Коэффици-ент Уилкса	Хи-квадрат	Степени свободы	Значи-мость
1	3,748	100,0	0,888	0	0,211	52,959	8	0,000
		Коэффициент λ			Значение F	Значимость		F _{крит.}
VAR2		0,691			16,964	0,000		5,32
VAR3		0,939			2,448	0,126		
VAR4		0,382			61,375	0,000		
VAR5		0,965			1,396	0,245		
VAR6		0,832			7,676	0,009		
VAR7		0,986			0,552	0,462		

Окончание табл. 4

VAR8	0,997		0,097	0,757	
VAR9	0,719		14,852	0,000	
Коэффициенты канонической дискриминантной функции		Структурная матрица	Нормированные коэффициенты канонической дискриминантной функции	Канонические дискрим. функции, оцененные по центроидам	
VAR2	0,460	0,656	0,299	Группа	Функция 1
VAR3	0,333	0,345	0,300	1	1,186
VAR4	0,833	-0,323	0,665	2	-1,186
VAR5	-0,042	0,232	-0,026		
VAR6	0,454	0,131	0,362		
VAR7	0,015	0,099	0,000		
VAR8	-0,269	0,062	-0,532		
VAR9	-0,483	0,026	-0,056	Константа	-6,230
Результаты классификации для случаев, отобранных для анализа					
	Фактическая группа	Число случаев	Предсказанная группа – 1	Принадлежность к группе 2	
Группа	1	20	19 (95 %)	1 (5 %)	
Группа	2	20	1 (5 %)	19 (95 %)	
Процент правильно классифицированных по группам случаев – 95,0 %					
Результаты классификации для случаев, отобранных для проверочной выборки					
Группа	1	5	5(100 %)	0 (0 %)	
Группа	2	5	0 (0 %)	5(100 %)	
Процент правильно классифицированных по группам случаев – 100,0 %					

Так как имеются две группы, то оценивается только одна дискриминантная функция. Каноническая корреляция, соответствующая этой функции, равна 0,888. Квадрат корреляции, равный $(0,888)^2 = 0,79$, показывает, что 79 % дисперсии зависимой переменной (лояльность) объясняется этой моделью.

3. Значимость дискриминантной функции. При проверке значимости в нашем примере можно отметить, что $\lambda = 0,211$ преобразуется в хи-квадрат статистику, равную 52,959 с 8 степенями свободы. Она значима при уровне значимости 0,05.

4. Можно предположить, что восприятие PR-технологий – наиболее важный предиктор при дискриминации между группами (0,833), а за ним следуют отношение к рекламе (0,460), значение, придаваемое спонсорству (0,454) и возраст (-0,483). Аналогичное наблюдение получено из проверки структурных корреляций. Знаки коэффициентов соответствующих предикторов положительны, кроме «возраста». Это означает, что, чем

моложе респондент, тем более лояльно его отношение к средствам ИМК. Таким образом, для предприятия разумно создать профили двух групп с точки зрения четырех предикторов, которые кажутся наиболее важными: восприятие PR-технологий, отношение к рекламе, значение, придаваемое спонсорству, возраст.

5. Оценка достоверности дискриминантного анализа. Сложив элементы, лежащие на диагонали матрицы и разделив полученную сумму на общее количество случаев, определяется коэффициент результативности или процент верно классифицированных случаев. В нашем примере коэффициент результативности равен $(19+19)/40 = 0,95$ или 95 %. Выполнение классификационного анализа по независимому набору данных приводит к классификационной матрице с немного большим коэффициентом результативности $(5+5)/10 = 1,00$ или 100 %. Задав случайным образом две группы равного размера, можно ожидать, что коэффициент результативности равен $\frac{1}{2} = 50\%$. Так как превышение точности классификации над случайной классификацией составляет свыше 25 %, поэтому достоверность дискриминантного анализа оцениваем как удовлетворительную.

Определение основных психографических характеристик целевых сегментов поможет предприятию разработать две программы маркетинга по формированию лояльности потребителей к продукции предприятия.

Литература

1. Аакер Д., Кумар В., Дэй Д. Маркетинговые исследования. 7-е издание: пер. с англ. СПб.: Питер, 2004. 848 с.
2. Бернет Д., Мориарти С. Маркетинговые коммуникации: интегрированный подход. СПб.: Питер, 2001. 864 с.
3. Бурцева Т. А., Потапенко А. Ю. Формирование и развитие системы интегрированных маркетинговых коммуникаций. Киров, 2010. 175 с.

4. Малхотра Н. К. Маркетинговые исследования : практ. рук. : пер. с англ. 3-е изд. М.: Вильямс, 2002. 960 с.

Информация об авторах

Data on authors

Бурцева Татьяна Алексеевна – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента и маркетинга ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)320940

E-mail: fem_dekan@vyatsu.ru

Burtseva Tatyana Alekseevna – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Marketing, Vyatka State University.

Tel.: (8332)320940

E-mail: fem_dekan@vyatsu.ru

УДК 338.27

ББК У052.253.7-861.1

Ганичева А. Н.

Ganicheva A. N.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ НА ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ

FORMATION FEATURES OF FARES FOR TRANSPORTATION SERVICES

В данной статье рассмотрены особенности и процесс формирования тарифов на автоуслуги, предложен методический подход к формированию тарифов для предприятий, осуществляющих свою деятельность на рынке автотранспортных услуг.

This article describes the features and the formation of fares for vehicle services and suggests the methodical approach to the formation of fares for companies operating on the market of transportation services.

Ключевые слова: тариф, метод расчета тарифов, себестоимость.

Keywords: rate, the calculation method of fares, the cost

С каждым годом рынок грузоперевозок устойчиво растет. Тенденция к росту автомобильных перевозок в первую очередь связана с тем, что большинство видов транспорта проигрывает в конкурентной борьбе с автомобильным транспортом по: величине тарифа, скорости доставки, возможности доставки от «двери к двери» и другим свойствам.

Тариф (цена на транспортную продукцию) – это система ставок, по которым взимается плата за транспортные услуги. Транспортные тарифы формируют доходы автотранспортных предприятий и являются при этом транспортными издержками потребителя транспортных услуг. Одной из основных задач, стоящих в настоящее время перед предприятиями, осуществляющими свою деятельность на рынке автотранспортных услуг, является определение оптимального уровня тарифов на свои услуги. В рыночных условиях тарифы на автотранспортные услуги колеблются в значительных пределах. Колебание происходит под воздействием многих факторов, часть которых не всегда поддается анализу.

Современная система тарифообразования должна учитывать все сложные экономические процессы и элементы: планирование и прогнозирование, оценку эффективности инвестиций, методы отражения текущих затрат, кредитную и налоговую политику, а также влияние таких факторов как рыночная конъюнктура, структура автопарка, конкретный вид перевозок, соотношение постоянных и переменных затрат, условия эксплуатации транспортных средств, факторы внешней и внутренней среды, влияющие на конечный финансовый результат деятельности транспортных предприятий.

Поэтому эффективное функционирование и развитие деятельности транспортных предприятий в значительной мере зависят от рационального проведения тарифной политики.

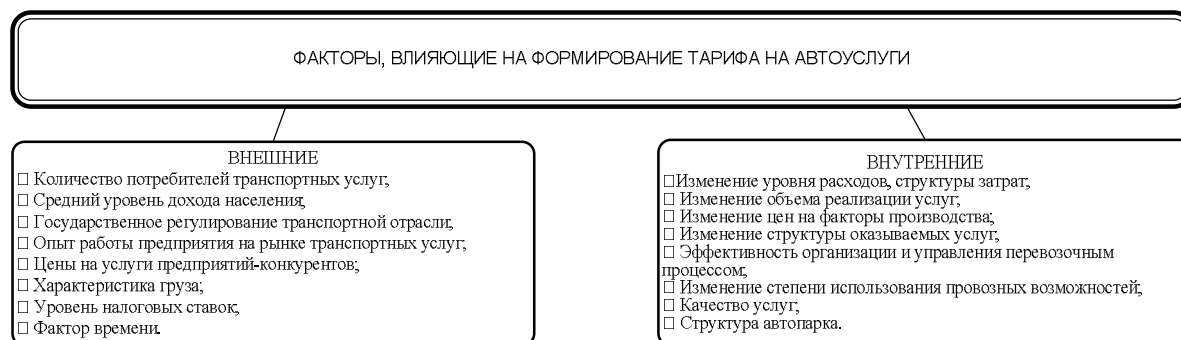


Рис. 1. Факторы, влияющие на формирование тарифа

Все множество способов установления тарифов можно свести к трем взаимосвязанным методам, ориентированным: на себестоимость, на спрос и на конкурентов.

Установление тарифа по себестоимости – наиболее простой и часто употребляемый метод. Себестоимость транспортных перевозок по существу является исходной базой для расчета тарифов. К расчетной себестоимости автотранспортной услуги добавляется величина рентабельности. Недостатки затратного механизма тарифообразования:

- не позволяет выявлять резервы снижения затрат, в результате чего заинтересованность в снижении себестоимости продукции выражена слабо;

- затруднен учет факторов, влияющих на цену, следовательно, понижается конкурентоспособность товара;

- отмечаются крайне слабые связи с уровнем спроса, следовательно, рыночные отношения полностью исключаются.

Этот метод незаменим при определении возможной нижней границы тарифа. На себестоимость перевозок оказывают влияние: степень использования и тип транспортного средства, время перевозочных операций, скорости доставки грузов, формы организации транспортного процесса, расстояния перевозки, а также структура грузов, качество дорог, уровень организации дорожного движения и др. Например, себестоимость перевозки грузов автомобильным транспортом по дорогам с усовершенствованным покрытием на 12–15 % ниже, чем на других дорогах.

Метод маржинальных издержек базируется на разделении затрат на постоянные и переменные. При ценообразовании учитываются фактические переменные издержки на единицу продукции, которые увеличиваются на сумму предельного дохода. Метод маржинальных издержек предполагает увеличение переменных затрат в расчете на

единицу продукции на процент, покрывающий затраты и обеспечивающий достаточную норму прибыли. Обеспечиваются более широкие возможности тарифообразования: полное покрытие постоянных затрат и максимизация прибыли. Его очевидное преимущество – сокращение общей величины затрат предприятия. Применяя вариант «сокращенных затрат», предприятие имеет возможность компенсировать непокрытые постоянные издержки за счет повышения предельного дохода. В то же время применение данного метода весьма ограничено ввиду ряда причин: неурегулированность соотношения принципов управленческого и налогового учета, государственное регулирование транспортной отрасли, проблема распределения косвенных постоянных затрат, накладных расходов, дискретный характер данного метода.

При установлении *тарифов, ориентированных на спрос*, учитывается соотношение спроса и предложения на основе рыночной информации о конъюнктуре рынка. Тарифы устанавливаются на основе уровня текущих цен конкурентов, качества своих услуг, своих целевых установок и финансово-экономического положения предприятия и могут быть на уровне выше или ниже уровня тарифов основных конкурентов. Метод отличается широкой популярностью при работе на насыщенном рынке, когда несколько предприятий оказывают аналогичные услуги. В диссертационной работе Пономаревой Е. А. «Развитие методов и моделей формирования тарифов на перевозку грузов автотранспортными организациями» предложен общий алгоритм определения транспортного тарифа на основе теории рыночного равновесия и анализа. Данная методика формирования тарифов на транспортные базируется на установлении соответствия между спросом и предложением на выполняемые транспортные услуги. Автором также установлены аналитические зависимости для определения транспортных тарифов при

разных видах функций спроса на транспортные услуги, которые сгруппированы по четырем целям тарифообразования [3].

Система транспортных тарифов зависит от вида транспорта и способа перевозки. Автотранспорт может предоставляться:

- с услугами по управлению (с водителем);
- без услуг по управлению (без водителя);
- в аренду.

Автотранспортное предприятие может предоставлять услуги по следующим видам тарифов: повременные, сдельные (покилометровые), смешанные, арендные и договорные.

Повременные тарифы используются при предоставлении заказчику транспортного средства на определенное время, когда невозможно или нерационально определять количественные характеристики перевозок. Ставка тарифа рассчитывается на один час, зависит от типа транспортных средств и может учитывать пробег за время использования [1, 48].

Сдельный тариф используется при неопределенности количественных характеристик перевозок и нестабильности временных интервалов. Покилометровые тарифы рассчитываются в зависимости от марки транспортного средства исходя из величины пробега, размера отправки и класса груза [1, 48].

Договорные тарифы применяются при перевозках, не предусмотренных прейскурантом, или при особых требованиях грузовладельцев к качеству перевозок и услуг, например по срочности доставки, по перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов. Договорные тарифы определяют исходя из обоснованных затрат на перевозки, работы и услуги (калькуляция себестоимости предоставляется заказчику) и рентабельности.

Тарифы на все услуги устанавливаются в соответствии с расчетами (калькуляциями). Расчет производится отдельно для каждой марки и

модели транспортного средства. Все тарифы включают в себя следующие составляющие:

- основная и дополнительная заработная плата основного производственного персонала;
- страховые взносы от величины фонда оплаты труда основного производственного персонала;
- амортизация транспортных средств;
- материалы (запчасти, ГСМ, шины);
- прочие прямые расходы;
- накладные расходы (коммерческие расходы, лицензии, судебные издержки, страхование, командировочные расходы и т. п.);
- рентабельность.

Амортизационные отчисления рассчитываются исходя из остаточной стоимости имущества и норм амортизации, установленных по данному типу имущества российским законодательством.

Заработная плата, включаемая в тариф, рассчитывается в соответствии с тарифной сеткой, содержит в себе все надбавки и доплаты, оплату за неотработанное время и премиальное вознаграждение.

ГСМ в разрезе тарифных групп рассчитывается на эксплуатационную единицу (час, км пробега) по каждому автотранспортному средству и учету по средней цене в соответствии с зимними и летними нормами расхода топлива.

Накладные расходы принимаются как доля от прямых затрат.

В калькуляцию на предоставление автотранспортных услуг без услуг по управлению в тариф не включается заработная плата водителя и начисления на нее.

Схема формирования тарифа на транспортные услуги представлена на рис. 2.

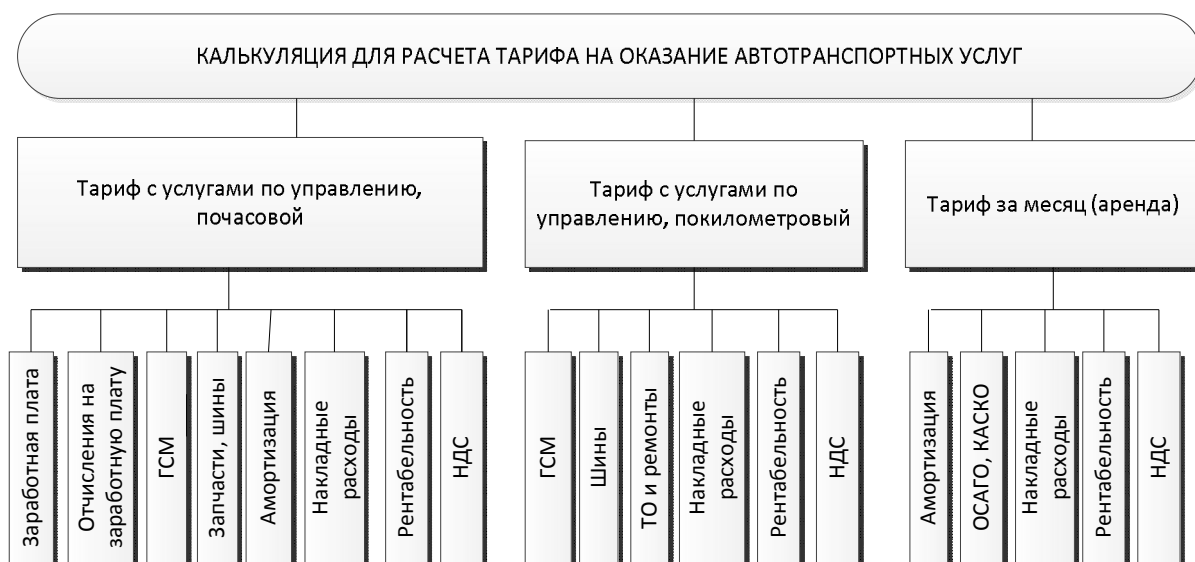


Рис. 2. Схема формирования тарифа на автоуслуги

В настоящее время на грузоперевозки установлены свободные цены. Их уровень определяется конкурентной средой и фактическими затратами транспортного предприятия. Каждое автотранспортное предприятие разрабатывает собственную тарифную систему, которая зависит от специфики работы организации, конкретных условий доставки грузов, объемов перевозки и т. п. Совершенствование тарифов должно идти по нескольким направлениям. Затратный подход к определению тарифов нужно дополнить маржинальным анализом, позволяющим установить зависимости между тарифами, постоянными и переменными издержками. Для этого предприятиям автотранспорта необходимо разработать наиболее обоснованный метод распределения косвенных расходов и постоянных затрат, провести детальную классификацию затрат на переменные и постоянные с последующим распределением постоянных затрат по видам автоуслуг и по центрам ответственности, провести экономический анализ в целях определения вклада отдельных видов автоуслуг или отдельных подразделений в получении прибыли, маржинального дохода и покрытие постоянных затрат. С помощью маржинального анализа можно определить маржинальный доход по каждому заказчику, обосновать управленческие решения: принятия заказа по ценам ниже рыночных; о снижении цен при

увеличении объемов сбыта продукции; решение задачи «оказывать услуги самим или через субподрядчика»; по выбору варианта капитальных вложений; определению минимальной величины заказа.

Таким образом, формирование тарифа на транспортные услуги является комплексным процессом, в котором должно быть учтено влияние множества различных факторов.

Литература

1. Горев А. Э. Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 5-е изд., испр. М.: Академия, 2008. 288 с.

2. Григорьян Т. А., Карамышева И. И. Планирование на автотранспортном предприятии : учеб. пособие. Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2008. 138 с.

3. Пономарева Е. А. Развитие методов и моделей формирования тарифов на перевозку грузов автотранспортными организациями : автореф. дисс. канд. экон. наук: 08.00.05. Ставрополь, 2006. 19 с.

4. Пономарева Е. А., Фурсов В. А. Методика целевого ценообразования на автотранспортные услуги // Вестник СевКавГТУ. 2006. № 1.

Информация об авторах

Data on authors

Ганичева Анна Николаевна – магистрант 2 курса кафедры финансов и экономической безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89127200442

E-mail: galina-anna@yandex.ru

Ganicheva Anna Nikolaevna – 2nd-year graduate student of the Department of Finance and Economic Security, Vyatka State University.

УДК 338.12.015

Тел.: 89127200442

E-mail: galina-anna@yandex.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА
ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РИСК-СИСТЕМЫ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**THE PROCESS FORMATION AND AUTOMATION OF
INTEGRATED RISK SYSTEM ASSESSMENT OF
INDUSTRIAL ENTERPRISES**

В современных все еще не стабильных рыночных условиях развития экономики страны и ее регионов становится необходимым формирование взвешенного подхода к формированию системы риск-менеджмента предприятий любых сфер деятельности.

In today's unstable market conditions in the economy of this country and its regions it is necessary to create a balanced approach to the formation of a risk management system in businesses of all activity spheres.

Ключевые слова: риск-менеджмент, факторы риска, автоматизация риска.

Keywords: risk management, risk factors, the automation of risk

Формирование системы экономических рисков, как отмечено различными российскими и зарубежными авторами, охватывает совокупность значимых компонентов внешней и внутренней среды, в том числе особую значимость приобретает наличие множества критериев оценки этих компонентов.

При этом для России положительной тенденцией будет являться использование результативно-эффективного универсального процесса учета и оценки фактора риска в финансово-хозяйственной деятельности предприятий.

В литературе приводятся различные подходы к исследованию комплекса предпринимательских рисков, в рамках которых отдается предпочтение многофакторному анализу рисков. Однако при этом селективное воздействие интегральных факторов рисков практически не учитывается [1]. В этой связи следует отметить, что с учетом рисковой специфики предпринимательской деятельности, необходимо в практику менеджмента внедрять комплексные подходы к интегрированному исследованию рисков [3].

Таким образом, описанный в статье концептуальный подход к систематизации экономических рисков промышленного предприятия не только имеет право на признание, но и несет в себе большое научно-прикладное значение для развития теории и практики риск-менеджмента в современной России.

Комплексный подход к управлению рискованностью деятельности коммерческой организации, как известно, включает регулирование совокупности рисков, основанное на их качественной оценке. На наш взгляд, интересным было бы остановиться как на традиционных подходах, так и предложить ряд новых элементов универсальной оценки рисков, ведь именно на них, на правильном их выборе и воплощении основан процесс управления рискованностью, а значит и успешной предпринимательской деятельностью.

В настоящее время возникновение кризисных ситуаций, приводящих к банкротству предприятий, обусловлено неправильным управлением и внешними факторами, характеризующими экономическую обстановку, в которой функционирует фирма и от которой она не может не зависеть.

Кризисная ситуация характеризуется высоким уровнем риска финансовой устойчивости. В кризисной ситуации помимо контрольной функции диагностика состояния является своеобразной системой, предупреждающей руководство об опасных ситуациях для бизнеса [2].

Так, если для оценки внешних рисков, в частности регионального и валютного, могут использоваться данные официальной статистики и экспертных оценок (оценка регионального риска может быть основана на данных рейтинга инвестиционной привлекательности региона РА «Эксперт» либо других рейтинговых агентств, оценка валютного риска может основываться на официальных данных биржевой статистики о волатильности курса), то риск банкротства, кредитный риск и риск финансовой устойчивости могут быть оценены только по результатам аналитической обработки данных финансовой отчетности предприятия. Кроме того, комплекс рисков может быть включен в программную обработку данных как с помощью средств MS Excel, так и на основе нового программного продукта, предлагаемого автором. С целью реализации комплексного подхода к оценке рисков и оптимизации временных затрат на аналитические процедуры следует рекомендовать поэтапный механизм анализа, который совершенствует и универсализирует разработанные методики оценки рисков финансового состояния предприятия.

В частности, автором на основе как известных, так и сформированных моделей и методик оценки рисков, проведен комплексный анализ параметров риск-системы предприятия региона ОАО «Кировский завод по обработке цветных металлов», в процессе которого апробирован программный продукт «Оценка рисков финансово-хозяйственной деятельности предприятия». Программа предназначена для проведения на основе официальной отчетной информации комплексного анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия с позиции

рисков структуры капитала, активов, рисков ликвидности, финансовой устойчивости, системного риска банкротства, обеспечения процесса принятия управленческих решений по рисковому вложению капитала на основе критериев оптимизации. Значимыми особенностями программы являются возможность реализации как аналитических, так и прогнозных процедур за различное количество периодов (годы, кварталы, месяцы) в динамике, возможность применения множества рейтинговых моделей оценки комплекса рисков промышленного предприятия.

На рис. 1 представлены базовые компоненты (этапы) реализации практических процедур анализа риск-системы промышленного предприятия.



Рис. 1. Базовые компоненты (этапы) реализации практических процедур анализа риск-системы промышленного предприятия

Как видно по рисунку, первые четыре блока этапов могут быть основаны на известных моделях и подходах, которые удачно систематизированы автором в программном продукте.

Остановимся подробнее на последнем блоке, то есть на новой модели оценки соответствия выявленной позиции по факторам риск-системы региональным отраслевым параметрам.

В результате статистического исследования установлено, что в целях повышения эффективности внешней оценки позиции региона и конкретного предприятия той или иной сферы промышленной деятельности в каждой отрасли промышленности необходимо выделить на основе регрессионного анализа несколько параметров значимых рисков, которые характеризуют комплексный экономический риск предприятия отрасли: риск финансовой устойчивости, кредитный риск, валютный риск, риск банкротства и региональный риск (из всех факторов, влияющим на объем промышленной продукции). Последний риск будет внешним по отношению ко всем предприятиям региона, так как он показывает обобщенный риск инвестирования в предприятия региона. Этот внешний риск и будет описываться взвешенным показателем, рассчитанным по методике РА Эксперт.

Таким образом, по каждой отрасли можно определить массив данных, в котором для каждого региона рассчитан показатель всех пяти исследуемых значимых экономических рисков для отраслей промышленности. Важными условиями включения региона в модель выступают: наличие риска по трем из пяти компонент, соразмерность экономических условий деятельности предприятий различных отраслей промышленности. Работать с такой пятимерной характеристикой риска очень сложно. Существуют специальные методики, которые позволяют снизить размерность исследуемого показателя (в данном случае, это риск

деятельности предприятий определенной отрасли) без видимых потерь в его информативности.

Следует отметить, что особая значимость методики в сочетании результатов оценок 5-мерной риск-системы факторов конкретного предприятия и среднеотраслевой риск-системы, которая формируется с учетом статистических данных по регионам и отраслям промышленности¹.

На рис. 2 определены основные этапы применения методики регионально-отраслевой риск-системы (по отраслям промышленности и регионам РФ) и оценки соответствия риск-системы предприятия регионально-отраслевым факторам.

¹ Используются данные статистического сборника «Регионы России».

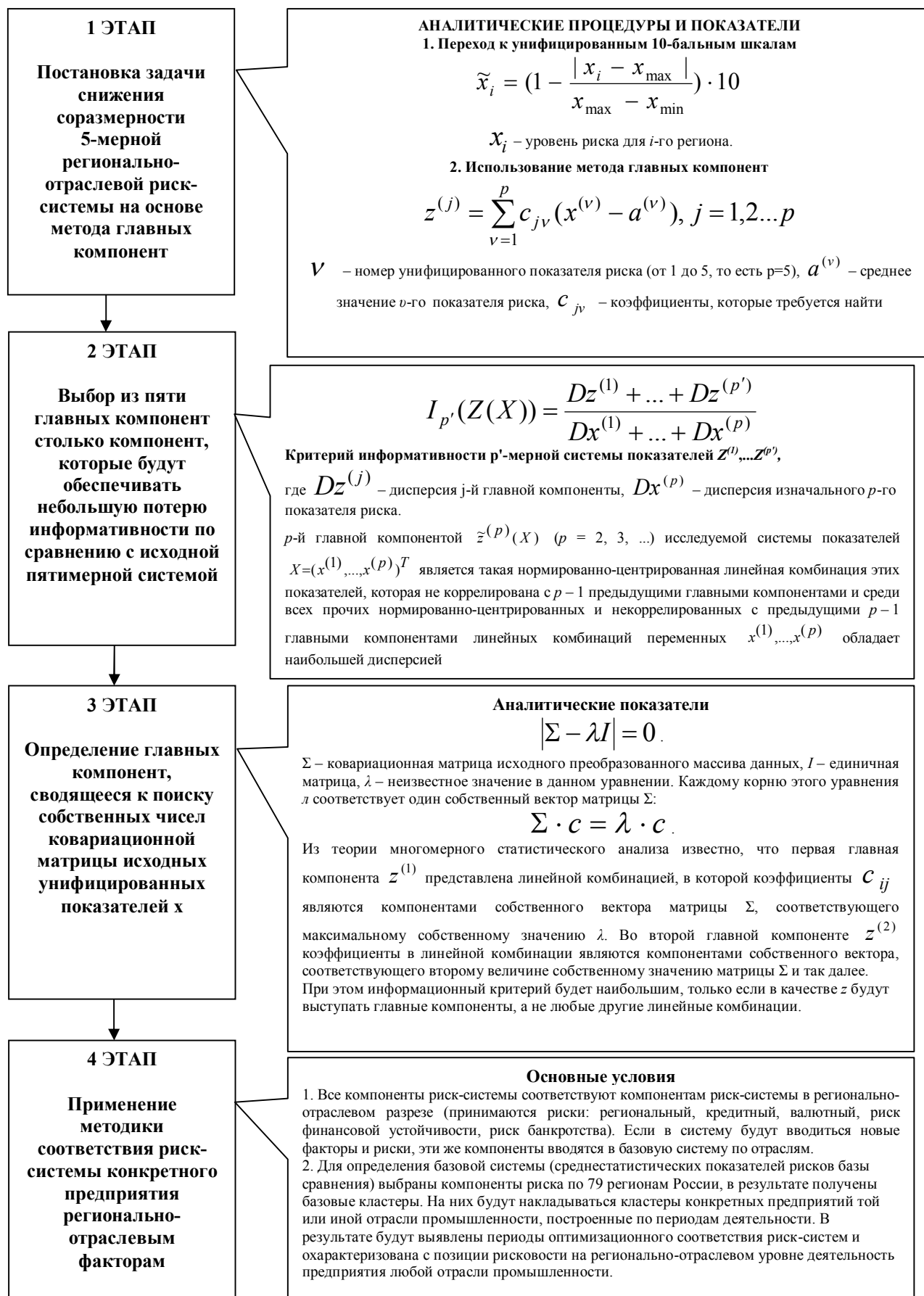


Рис. 2. Основные этапы применения методики оценки соответствия риск-системы промышленного предприятия регионально-отраслевым факторам

Рассмотренную модель оценки соответствия риск-системы предприятия регионально-отраслевым кластерам целесообразно использовать в любой отрасли и сфере деятельности. Кроме того, возможно прогнозирование показателей с учетом отраслевых и региональных факторов и условий. Автоматизация данной системы поможет решить задачи адекватного реагирования на изменяющиеся условия внутренней и внешней среды и комплексного эффективного управления крупными и малыми предприятиями, а также отраслевыми региональными комплексами.

Литература

1. Бутуханов А., Романов В. Рискообразующие факторы: характеристика и влияние на риски // Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах : сб. научных работ. СПб. : Омега, 2001.
2. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. М. : Финансы и статистика, 1996.
3. Kloman H. F. Integrated Risk Assesment. Current Views Of Risk Management. URL : www.garp.com.

Информация об авторах

Data on authors

Каранина Елена Валерьевна – доктор экономических наук, зав. кафедрой финансов и экономической безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89226639024

E-mail: karanina@vyatsu.ru

Karanina Elena Veleryevna – Doctor of Economic Sciences, Chair of the Department of Finance and Economic Security, Vyatka State University.

Tel.: 89226639024

E-mail: karanina@vyatsu.ru

УДК 338.12.015

ББК У291.21-09

Е. В. Каранина, Н. Ю. Смердова

E. V. Karanina, N. Y. Smerdova

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ, ОЦЕНКИ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-РИСКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**METHODOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION, EVALUATION
AND IMPROVEMENT OF THE STRATEGIC MANAGEMENT OF
ENTERPRISE BUSINESS RISKS**

С позиции реализации бизнес-процесса управления риск-системой сформирована оптимальная схема этапов управления предпринимательскими рисками с позиции стратегического управления. Для этого определена взаимосвязь стратегических целей предприятия и политики управления рисками на основе факторов формирования стратегии управления в целом и управления рисками в частности. В результате определены параметры организации стратегической системы риск-менеджмента деятельности компании.

This article suggests an optimal scheme of the business risk management steps taking into account the strategic management of an organization. For this purpose the author shows interdependence between strategic goals and a risk management policy based on the factors of forming the management itself and the risk management strategy. The author defines the parameters of strategic risk management in an organization's activity.

Ключевые слова: риск-система, эффективный риск-менеджмент, стратегический анализ риск-системы, комплекс рисков, методика SNW-анализа.

Keywords: risk-system, effective risk-management, strategic management, strategic analysis of risk-system, complex of risks, SNW-analysis technique

На сегодняшний момент все предприятия вынуждены действовать в условиях неопределенности и нестабильности внешней среды. Неопределенность внешней среды существует из-за недостаточной информации, так же часто возникают сомнения о достоверности появляющейся информации.

Результативность деятельности предприятий зависит от ряда факторов: политических, экономических, социальных, экологических и других. Поэтому в современном мире остро стоит проблема выбора управленческих решений в условиях риска.

Понятие «бизнес-риск» можно рассматривать с двух сторон. В широком смысле, бизнес-риск – это риск, определяющий чувствительность денежного потока фирмы в связи с колебанием агрегированного денежного потока экономики в целом. Его основными факторами являются отраслевые особенности организации материально-технической (т. е. ресурсной) базы фирмы, специфика финансирования ее деятельности, а также неопределенность в объемах продаж, производственных и коммерческих расходах. Иными словами, в этой трактовке бизнес-риск понимается как наиболее общая характеристика неопределенности, неуверенности в данном бизнесе [1].

В узком смысле, бизнес-риск (синоним «производственный риск») связан с производством продукции, товаров и услуг, с осуществлением любых видов производственной деятельности, в процессе которой предприниматели сталкиваются с проблемами неадекватного

использования сырья, роста себестоимости, увеличения потерь рабочего времени, использования новых методов производства [2].

В профессиональном стандарте по управлению рисками (риск-менеджмент) организации (2012 год) риск – это эффект, оказываемый неопределенностью на цели организации. Цели могут содержать различные аспекты (финансовые, безопасность, влияние на окружающую среду и другие) и различные уровни (стратегические, организационные, проектные, процессные и другие).

С нашей точки зрения, бизнес-риск – это анализируемый фактор, учитывающий неблагоприятные стороны финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Управление риском – многоступенчатый процесс, который имеет своей целью уменьшить или компенсировать ущерб для объекта при наступлении неблагоприятных событий [3].

Риск-менеджмент (управление рисками) – это процесс, осуществляемый советом директоров, менеджерами и другими сотрудниками, который начинается при разработке стратегии и затрагивает всю деятельность организации. Он направлен на определение событий, которые могут влиять на организацию, и управление связанным с этими событиями риском, а также контроль за тем, чтобы не был превышен риск-аппетит организации и предоставлялась разумная гарантия достижения целей организации [4].

Риски нужно выявлять как можно раньше, так как ресурсов на их устранение требуется гораздо меньше.

Управление рисками, как и любой процесс, имеет ряд этапов. Из сложившейся на настоящий момент практики исследования рисков видно, что распространена схема, где процесс управления рисками начинается с анализа рисков, их выявления и оценки (рис. 1).

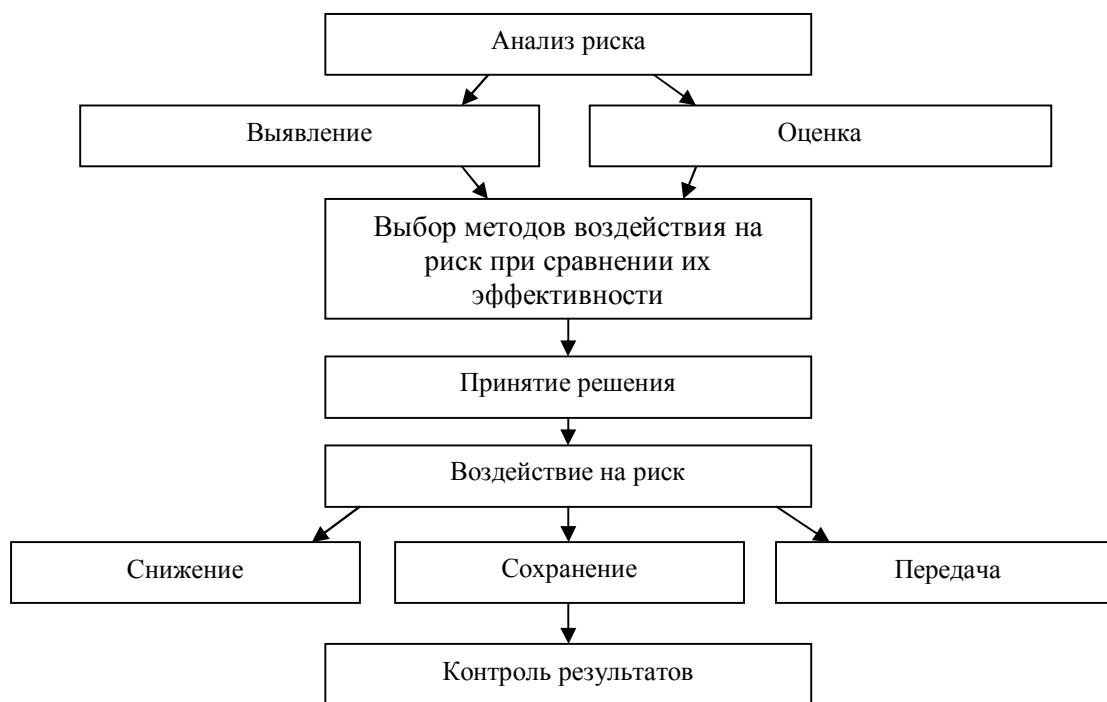


Рис. 1. Основные этапы управления риском

Управление рисками – управленческая деятельность, направленная на классификацию рисков, идентификацию, анализ и оценку, разработку путей защиты от риска.

Главным методологическим принципом управления рисками является обеспечение сопоставимости оценки полезности и меры риска за счет измерения обоих этих показателей в общих единицах измерения [5].

Начальным этапом процесса управления риском является анализ риска, имеющий целью получение необходимой информации о структуре, свойствах объекта и имеющихся рисках. Анализ рисков подразделяется на два взаимно дополняющих друг друга вида: качественный, главная задача которого состоит в определении факторов риска и обстоятельств, приводящих к рисковым ситуациям, и количественный, позволяющий вычислить размеры отдельных рисков и риска проекта в целом.

Качественный анализ предполагает: идентификацию (установление) всех возможных рисков; выявление источников и причин риска; выявление практических выгод и возможных негативных последствий, которые могут

наступить при реализации содержащего риск решения. В процессе качественного анализа важное значение имеет как полное выявление и идентификация всех возможных рисков, так и выявление возможных потерь ресурсов, которые сопровождают наступление рискованных событий.

Количественный анализ предполагает численную оценку рисков, определение их степени и выбор оптимального решения.

Опираясь на теорию матричных игр, применяя различные критерии эффективности, используя теорию двойственных задач линейного программирования, дан целостный подход для различных экономических задач выбора оптимальных решений в условиях неопределенности. Количественная оценка риска проводится также с использованием методов математической статистики и теории вероятностей, которые позволяют предвидеть возникновение неблагоприятной ситуации и по возможности снизить ее негативное влияние. Количественная оценка вероятности наступления отдельных рисков и то, во что они могут обойтись, позволяет выделить наиболее вероятные по возникновению и весомые по величине потерь риски, которые будут являться объектом дальнейшего анализа для принятия решения о целесообразности реализации ситуации.

Так как каждый вид риска допускает несколько традиционных способов его уменьшения, то возникает проблема оценки сравнительной эффективности воздействия на риск для выбора наилучшего из них с целью минимизировать возможный ущерб в будущем. Сравнение может происходить на основе различных критериев, в том числе экономических.

Этап принятия решений подразумевает возможность сформировать общую стратегию управления всем комплексом рисков, когда определяются требуемые финансовые и трудовые ресурсы, происходит постановка и распределение задач среди менеджеров, осуществляется анализ рынка соответствующих услуг, проводятся консультации со специалистами.

Процесс непосредственного воздействия на риск представлен условно тремя основными способами: снижением, сохранением и передачей риска.

Контроль и корректировка результатов реализации выбранной стратегии происходит на основе новой информации, поступающей от менеджеров. Контроль может выражаться в выявлении новых обстоятельств, изменяющих уровень риска, передаче этих сведений страховой компании, наблюдении за эффективностью работы систем обеспечения безопасности и т. д.

Рассмотренная схема процесса управления риском является лишь общей схемой. Характер и содержание перечисленных выше этапов и работ, используемые методы их выполнения в значительной степени зависят от специфики предпринимательской деятельности и характера возможных рисков. [5]

Также существуют схемы, где в качестве первого этапа риск-менеджмента рассматривается определение цели риска и рисков вложений капитала (рис. 2).

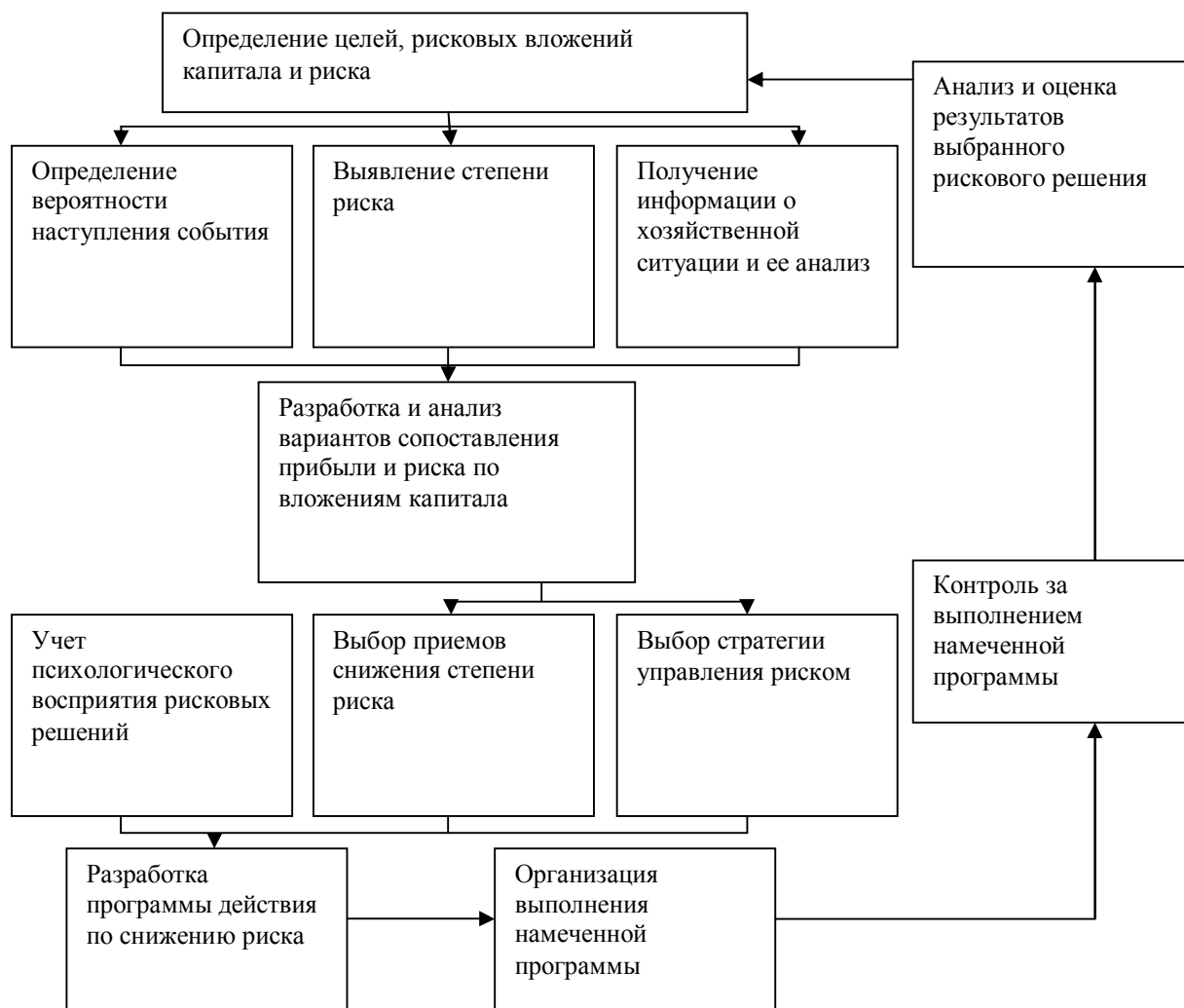


Рис. 2. Схема организации риск-менеджмента

Первым этапом организации риск-менеджмента является определение цели риска и цели рискованных вложений капитала. Цель риска – это результат, который необходимо получить. Им может быть выигрыш, прибыль, доход и т. д. Цель рискованных вложений капитала – получение максимальной прибыли.

Любое действие, связанное с риском, всегда целенаправленно, так как отсутствие цели делает решение, связанное с риском, бессмысленным. Цели риска и рискованных вложений капитала должны быть четкими, конкретизированными и сопоставимыми с риском и капиталом.

Следующим важным моментом в организации риск-менеджмента является получение информации об окружающей обстановке, которая

необходима для принятия решения в пользу того или иного действия. На основе анализа такой информации и с учетом целей риска можно правильно определить вероятность наступления события, выявить степень риска и оценить его стоимость. Управление риском означает правильное понимание степени риска, который постоянно угрожает людям, имуществу, финансовым результатам хозяйственной деятельности.

На основе имеющейся информации об окружающей среде, вероятности, степени и величине риска разрабатываются различные варианты рискованного вложения капитала, и проводится оценка их оптимальности путем сопоставления ожидаемой прибыли и величины риска.

Это позволяет правильно выбрать стратегию и приемы управления риском, а также способы снижения риска.

На этом этапе организации риск-менеджмента главная роль принадлежит финансовому менеджеру, его психологическим качествам. Финансовый менеджер, занимающийся вопросами риска (менеджер по риску), должен иметь два права: право выбора и право ответственности за него.

Риск-менеджмент весьма динамичен. Эффективность его функционирования во многом зависит от быстроты реакции на изменения условий риска, экономической ситуации, финансового состояния объекта управления. Поэтому риск-менеджмент должен базироваться на знании стандартных приемов управления риском, на умении быстро и правильно оценивать конкретную экономическую ситуацию, на способности быстро найти хороший, если не единственный выход из этой ситуации [6].

На рис. 3 представлен процесс риск менеджмента из стандартов управления рисками Федерации Европейских Ассоциаций риск менеджеров.

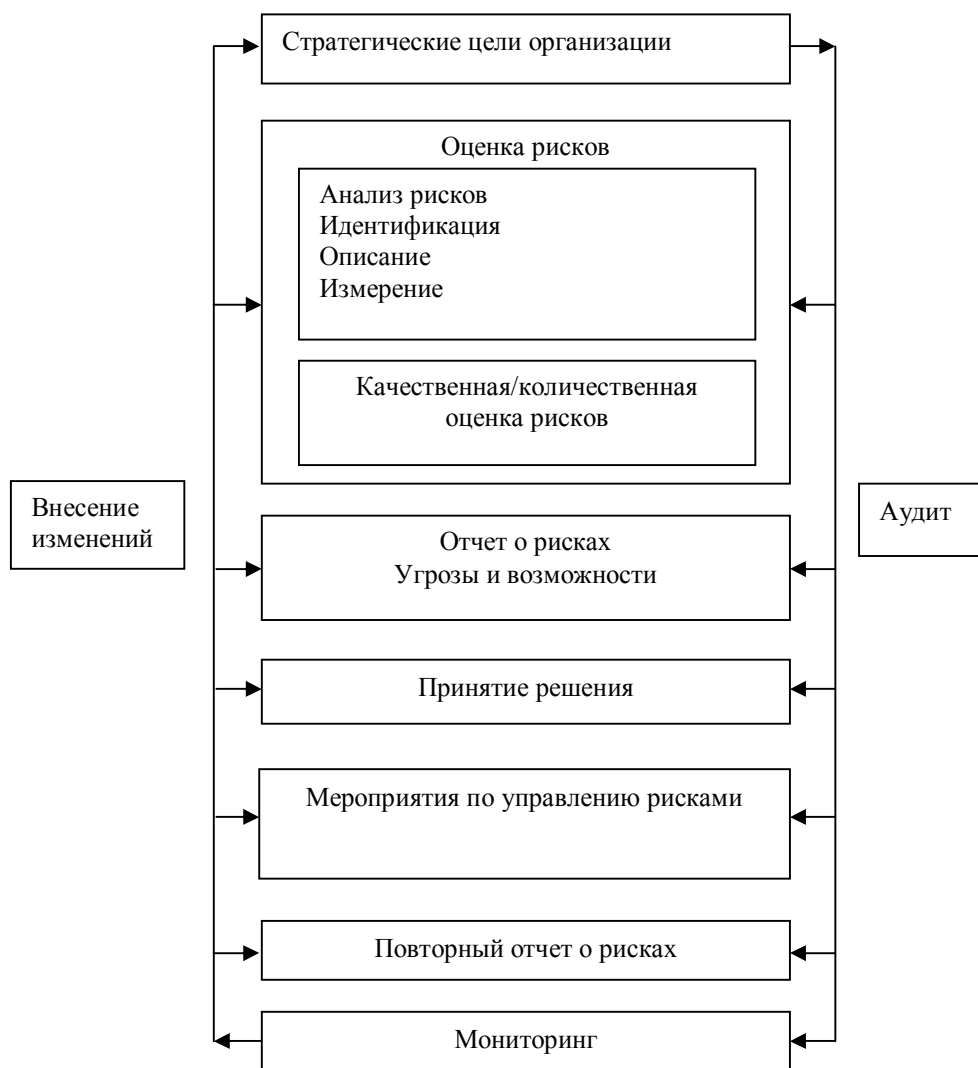


Рис. 3. Процесс риск-менеджмента

Согласно стандартам ISO/IEC, оценка риска представляет собой анализ риска и качественную/количественную оценку.

Идентификация рисков представляет собой процесс выявления подверженности организации неизвестности, что предполагает наличие полной информации об организации, рынке, законодательстве, социальном, культурном и политическом окружении организации, а так же о стратегии ее развития и операционных процессах, включая информацию об угрозах и возможностях достижения поставленных целей.

Для идентификации рисков необходим методологический подход с тем, чтобы выявить максимальное число рисков, которым подвержена организация во всех сферах деятельности.

Должны быть выявлены все возможные факторы изменений организации.

Основной целью описания рисков является подробное описание выявленных рисков в определенном формате, что позволяет провести их дальнейший анализ. Принимая во внимание последствия и вероятность каждого из рисков, надлежащий формат описания рисков дает возможность расставить приоритеты и выделить те риски, подробное изучение которых требуется. Риски бизнес процессов могут быть идентифицированы как стратегические, проектные/тактические и операционные. Процесс управления рисками должен стать неотъемлемой частью как на стадии формирования концепции проектов, так и на всех стадиях фактической реализации конкретного проекта.

Измерение риска может быть количественным, качественным или смешанным в части вероятности наступления события и его возможных последствий.

Существует достаточно большое количество методов и технологий анализа рисков.

Описание рисков служит основой для формирования «карты рисков» организации, которая дает взвешенную оценку рискам и расставляет приоритетность в отношении мероприятий по снижению степени риска.

Формирование «карты рисков» позволяет выявить зоны бизнеса, подверженные тем или иным рискам, а также описать действующие методы контроля над рисками и определить необходимость внесения изменения по уменьшению, усилению контроля или пересмотру действующих механизмов.

Формирование «карты рисков» позволяет определить зоны ответственности за рисками и распределить человеческие ресурсы соответствующим образом.

После того, как проведен анализ рисков, необходимо провести оценку рисков в соответствии с критериями, выработанными самой организацией. Такие критерии могут включать в себя учетную политику, себестоимость продукции, регулятивные требования, социально-экономические вопросы, экологический аспект, ожидания акционеров и других заинтересованных лиц и т. д.

Оценка риска в таком ключе необходима для принятия решения о значимости рисков, для организации и их воздействия на нее с тем, чтобы определить мероприятия по управлению каждым конкретным риском.

Мероприятия представляют собой процесс выбора и применения методов изменения степени риска. Мероприятия включают в себя контроль риска, мероприятия по предупреждению риска, передачу и финансирование риска и др.

Отчеты о рисках: внутренние и внешние.

Эффективность управления рисками зависит от способов (методов) контроля и своевременного оповещения обо всех изменениях в программе управления рисками организации. Постоянный аудит, как самой системы управления рисками, так и соответствия принятым стандартам, необходим для выявления вопросов, требующих дополнительного вмешательства. Необходимо при этом помнить, что организация находится в постоянном развитии, в динамично развивающемся окружении. Все внутренние и внешние изменения должны выявляться и учитываться в действующей системе управления рисками.

Мониторинг должен обеспечить использование надлежащих методов внутреннего контроля, обеспечить понимание и следование процедурам принятой программы управления рисками.

В профессиональном стандарте по управлению рисками (риск-менеджмент) организации (2012 год) представлены основные трудовые действия при эксплуатации системы управления риском:

идентификация, анализ и оценка наиболее критичных рисков организации;

подготовка и внедрение планов управления наиболее критичными рисками, совместно с владельцами рисков;

оценка риск-аппетита организации;

мониторинг изменений карты рисков;

проводить оценка эффективности воздействия на риск;

наблюдать и осуществлять мониторинг наиболее критичных рисков, их динамику и динамику ключевых индикаторов риска (KRI);

идентификация и анализ основных сценариев управления в чрезвычайных и кризисных ситуациях, а также управление непрерывностью бизнеса;

анализ функционирования СУР;

выработка рекомендаций по дальнейшему развитию СУР.

Необходимые знания:

внешний и внутренний контекст процесса управления рисками;

методы идентификации, оценки и управления рисками и возможности их применения;

методики и лучшие практики определения KRI;

методики, лучшие практики, исследования по оценке риск-аппетита;

процесс управления в чрезвычайных и кризисных ситуациях, а также управление непрерывностью бизнеса;

законодательство РФ и отраслевые стандарты по управлению рисками;

национальные и международные документы, стандарты, лучшие практики по построению систем управления рисками;

отраслевые стандарты по управлению рисками;

стратегии, методы управления рисками и варианты их применения;

принципы построения карты рисков, ее назначение и анализ;

корпоративные нормативные акты по управлению рисками в организации;

оценка эффективности воздействия на риск;

выбор варианта или метода воздействия на риск;

подготовка и внедрение планов воздействия на риск;

современные информационные системы и технологии управления рисками и возможности их применения.

Необходимые умения:

уметь определять перечень мероприятий, достаточных для покрытия риска;

анализировать и применять методики оценки и управления рисками;

анализировать отчетность по всем видам рисков организации;

проводить периодический мониторинг уровня риск-аппетита;

информировать вышестоящее руководство о существенных фактах по рискам организации;

составлять мероприятия и контрольные процедуры по управлению рисками;

осуществлять расчеты, прогнозировать, тестировать и верифицировать методики управления рисками с учетом отраслевой специфики;

документировать элементы и процесс риск-менеджмента в организации;

выявлять недостатки существующей системы и разрабатывать рекомендаций по улучшению процедур управления рисками в соответствии с национальными или международными стандартами;

владеть программным обеспечением для работы с информацией на уровне продвинутого пользователя, желательно опыт работы со специализированными программами по управлению рисками.

На основе проведенного анализа разработок исследователей в области риск-менеджмента предлагается новая схема основных этапов управления риском, которая будет являться условием эффективного управления рисками (рис. 4).

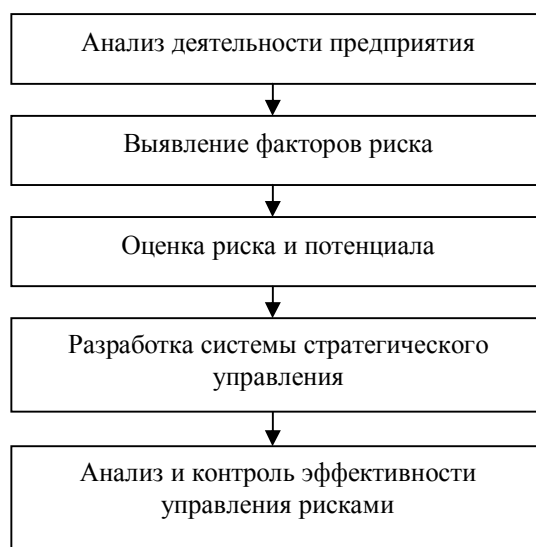


Рис. 4. Предлагаемая схема процесса управления рисками

Существенным отличием данной схемы является то, что первым этапом анализируется финансово-хозяйственная деятельность предприятия, что позволит определить проблемы.

Данная схема поможет эффективно добиваться стратегических целей, поставленных перед организацией. Приведем пример организации аналитического управления риск-системой на основании данных финансовой отчетности, так как управление именно финансовыми рисками – основа устойчивости деятельности предприятия, его финансовой безопасности. Для целей стратегического управления целесообразно факторы риск-системы финансово-хозяйственной деятельности предприятия объединить в матричную SNW-модель (табл. 1).

Таблица 1

Модель стратегического SNW-анализа внутренних факторов

риск-системы предприятия

Позиция по параметрам риск-системы – класс рейтинга финансовой устойчивости	Позиция по рентабельности активов (или рентабельности собственного капитала)		
	Положительная (рост рентабельности в динамике)	Близка к нулю (снижение рентабельности в динамике)	Отрицательная (рост или снижение рентабельности в динамике)
I класс – высокий уровень финансовой устойчивости (низкий риск)	S – сильная позиция ВП – высокий потенциал	S – сильная позиция ПП – повышенный потенциал	N – нейтральная позиция УП – умеренный потенциал
II класс – нормальный уровень финансовой устойчивости (допустимый риск)	S – сильная позиция ПП – повышенный потенциал	N – нейтральная позиция УП – умеренный потенциал	N – нейтральная позиция ПНС – потенциал ниже среднего
III класс – средний уровень финансовой устойчивости (средний риск)	N – нейтральная позиция УП – умеренный потенциал	W – слабая позиция ПНС – потенциал ниже среднего	N – нейтральная позиция ПНП – пониженный потенциал
IV класс – пониженный уровень финансовой устойчивости (повышенный риск)	W – слабая позиция ПНС – потенциал ниже среднего	W – слабая позиция ПНП – пониженный потенциал	W – слабая позиция НП – низкий потенциал
V класс – низкий уровень финансовой устойчивости (высокий риск)	W – слабая позиция ПНП – пониженный потенциал	W – слабая позиция НП – низкий потенциал	W – слабая позиция НП – низкий потенциал
VI класс – кризисное состояние (высочайший риск)	W – слабая позиция НП – низкий потенциал	W – слабая позиция НП – низкий потенциал	W – слабая позиция НП – низкий потенциал

С помощью данной матрицы можно более точно определить слабые и сильные позиции предприятия в комплексе реализации стратегических компонентов системы риск-менеджмента.

Факторы комплексного риска финансовой устойчивости (классы рейтинга) могут быть определены по зарекомендовавшей себя методике диагностики рисков финансового состояния Донцовой, Никифоровой, предполагающей определение 6 позиций по результатам оценки показателей ликвидности и финансовой устойчивости (табл. 2, 3).

Таблица 2

Критерии оценки комплексного риска финансового состояния
(по методике Донцовой, Никифоровой)

Показатели финансового состояния	Рейтинг показателя	Показатели		Условия снижения критерия
		Высший	Низший	
Коэффициент абсолютной ликвидности	20	0,5 и выше – 20 баллов	Менее 0,1 – 0 баллов	За каждый 0,1 пункта снижения по сравнению 0,5 снимается по 4 балла
Коэффициент критической ликвидности	18	1,2 и выше – 18 баллов	Менее 0,7 – 0 баллов	За каждый 0,1 пункта снижения по сравнению с 1,5 снимается по 3 балла
Коэффициент текущей ликвидности	16,5	2 и выше – 16,5 балла	Менее 1 – 0 баллов	За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 2 снимается 1,5 балла
Коэффициент финансовой независимости	17	0,6 и выше – 17 баллов	Менее 0,4 – 0 баллов	За каждый 0,01 снижения по сравнению с 0,6 снимается по 0,8 балла
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	15	0,5 и выше – 15 баллов	Менее 0,1 – 0 баллов	За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 0,5 снимается по 3 балла
Коэффициент обеспеченности запасов и затрат собственными источниками	13,5	1 и выше – 13,5 балла	Менее 0,5 – 0 баллов	За каждые 0,1 пункта снижения по сравнению с 1 снимается 2,5 балла

Таблица 3

Группировка предприятий по критериям оценки комплексного риска
финансового состояния

Показатели финансового состояния	Граница классов согласно критериям					
	I класс	II класс	III класс	IV класс	V класс	VI класс
Сумма баллов	100	85,2–78,2	63,4–56,4	41,6–28,3	13,5	0
Градация риска	Нулевой риск	Низкий риск	Средний риск	Высокий риск	Критический риск	Катастрофический риск

Подводя итоги SNW-оценки руководство предприятия может выбрать стратегию, которая будет направлена на максимальное использование предоставленных возможностей и максимально возможную защиту от угроз.

Одними из важнейших показателей перспективной проектной оптимизации финансово-хозяйственной деятельности при прогнозировании

будут являться параметры ожидаемой рентабельности активов при оптимизированных факторах риск-системы. При этом реализация механизма бюджетирования позволит оценить в прогнозном периоде как выход на чистую прибыль в системе формирования прогнозного отчета и прибылях и убытках, так и улучшение показателя комплексной оценки рисков.

Предложенный стратегический подход к использованию факторов риск-системы в целях стабилизации и повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия нуждается в четком отлаженном механизме, разрабатываемом менеджерами высшего звена (финансовыми и риск-менеджерами). При этом стратегическая оценка как внешних, так и внутренних факторов риск-системы в целях ускорения аналитических процедур принятия управленческих решений должна проводиться с использованием программных средств.

Литература

1. Ковалев В. В. Корпоративные финансы и учет: понятия, алгоритмы, показатели : учеб. пособие. М. : Проспект, КНОРУС, 2010. 768 с.
2. Тэпман Л. Н. Риски в экономике : учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 380 с.
3. Хохлов Н. В. Управление риском : учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 239 с.
4. Профессиональный стандарт. Управление рисками: риск-менеджмент организации квалифицированный уровень 6, 7, 8 : утв. решением Комиссии РСПП по проф. стандартам 11.09.2012 г. М., 2012. URL : http://www.nark-rspp.ru/wp-content/uploads/ПС_управление-рисками.pdf. (Дата обращения 12.03.2014).
5. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. М.: Дашков и К^о, 2003. 544 с.

6. Финансовый менеджмент: теория и практика : учебник / под ред. Е. С. Стояновой. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Перспектива, 2003. 656 с.

Информация об авторах

Data on authors

Каранина Елена Валерьевна – доктор экономических наук, зав. кафедрой финансов и экономической безопасности ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89226639024

E-mail: karanina@vyatsu.ru

Смердова Наталья Юрьевна – магистрант направления «Экономика» факультета экономики и менеджмента ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Karanina Elena Veleryevna – Doctor of Economic Sciences, Chair of the Department of Finance and Economic Security, Vyatka State University.

Тел.: 89226639024

E-mail: karanina@vyatsu.ru

Smerdova Natalia Yuryevna – graduate student of economics at the Faculty of Economics and Management, Vyatka State University.

УДК 338.1

ББК У422.51-32

Кузнецова А. В.

Kuznetsova A. V.

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТОВЫЕ БРЕНДЫ:
ФИНАНСОВАЯ ОЦЕНКА НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ
ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ**

**REGIONAL FOOD BRANDS: FINANCIAL ASSESSMENT BY
IDENTIFYING THE MAIN FACTORS OF DEVELOPMENT**

В мировой практике применяются различные концепции и запатентованные методики оценки стоимости брендов. Однако единой системы измерения не существует. Основной причиной является сложная природа нематериальных активов и различное толкование сущности бренда. В разных странах применяются различные финансовые подходы к исчислению активов фирмы. И в конечном итоге выбор метода для оценки стоимости бренда зависит от того, в чьих интересах производится оценка (продавца или покупателя), включается ли данная величина в баланс предприятия и является ли исчисляемая стоимость бренда фактором принятия стратегических решений.

Various concepts and proprietary methodology for assessing the value of brands are applied in the world practice. However, a common measurement system does not exist. The main reason is the complex nature of the intangible assets and different interpretations of the essence of a brand. Different countries use different approaches to the calculation of company's financial assets. And eventually the choice of a method to estimate the value of a brand depends on the

fact in whose behalf (buyer or seller) the assess is made, whether to include this value into a balance sheet and whether the computable value of a brand is a factor of strategic decision making.

Ключевые слова: бренд, региональный бренд, оценка стоимости бренда.

Keywords: brand, regional brand, brand valuation

В целом большинство методик по оценке стоимости брендов основывается на вычислении разницы между материальной и нематериальной составляющими в рыночной капитализации фирмы. Необходимо отметить, что такой подход используется преимущественно монобрендовыми компаниями. Если же фирма обладает большим портфелем брендов, то этот подход дает представление об общей стоимости портфеля и не позволяет оценить вклад каждого бренда соответственно его стоимости. Кроме того, вычисление разницы между материальной и нематериальной составляющими в рыночной капитализации фирмы весьма затруднительно в отношении компаний высокотехнологичных отраслей, в которых большая часть нематериальных активов обеспечивается патентами, лицензиями и ноу-хау.

Все известные методы оценки стоимости брендов принято делить на две группы: монокритериальные и мультикритериальные, в зависимости от количества базовых оценочных параметров, заложенных в основу методики оценки. Наиболее комплексными можно считать мультикритериальные методы, основные из которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ мультикритериальных методов оценки бренда

Модель Interbrand	Д. Аакер 1991 г.	Янг и Рубикэм (1994 г.)	Скотт М Дэвис ROBI (Return on Brand Investment)	Метод эффективности брендинга V-Ratio
Сила бренда:			19 параметров оценки (8 основных)	3 группы факторов
<ul style="list-style-type: none"> – История бренда. – Стабильность положения на рынке. – Доля охвата национальных рынков. – Рыночная доля по товарным категориям. – Рыночные тенденции. – Затраты на рекламную поддержку. – Юридическая защита 	<ul style="list-style-type: none"> – Лояльность к бренду. – Осведомленность о торговой марке. – Ассоциации с торговой маркой. – Воспринимаемое качество. – Другие активы торговой марки 	<ul style="list-style-type: none"> – Брендная дифференциация. – Брендная релевантность. – Потребительская оценка бренда. – Брендное знакомство (известность) 	<ul style="list-style-type: none"> – Знание, осведомленность, узнаваемость, способность вспомнить марку. – Понимание позиции марки. – Выполнение марочного контракта. – Узнаваемость индивидуальности бренда. – Уровень ассоциаций. – Число привлеченных покупателей. – Число потерянных покупателей. – Доля рынка. – Текущее проникновение на рынок. – Лояльность покупателей. – Частота покупок в связи с маркой. – Заинтересованность общества. – Уважение к марке. – Показатель рекомендаций. – Удовлетворение покупателей. – Финансовая стоимость марки. – Ценовая премия. – Доходность рекламы. – Пожизненная стоимость покупателя 	<ul style="list-style-type: none"> – Брендные факторы продвижения: продажи, генерируемые рекламой, промо-акциями. – Брендные факторы собственно бренда: продажи на основе внутренней мотивации покупателей и отношения к бренду. – Небрендные факторы: продажи, обусловленные качеством, ценой, удобством приобретения)

Однако, учитывая особенности формирования региональных брендов, необходимо отметить, что не все методы стоимостной оценки бренда, использующие набор разнообразных критериев применимы на практике. В

связи с этим, для региональных продуктовых брендов автором разработана методика, основные этапы которой представлены на рис. 1.

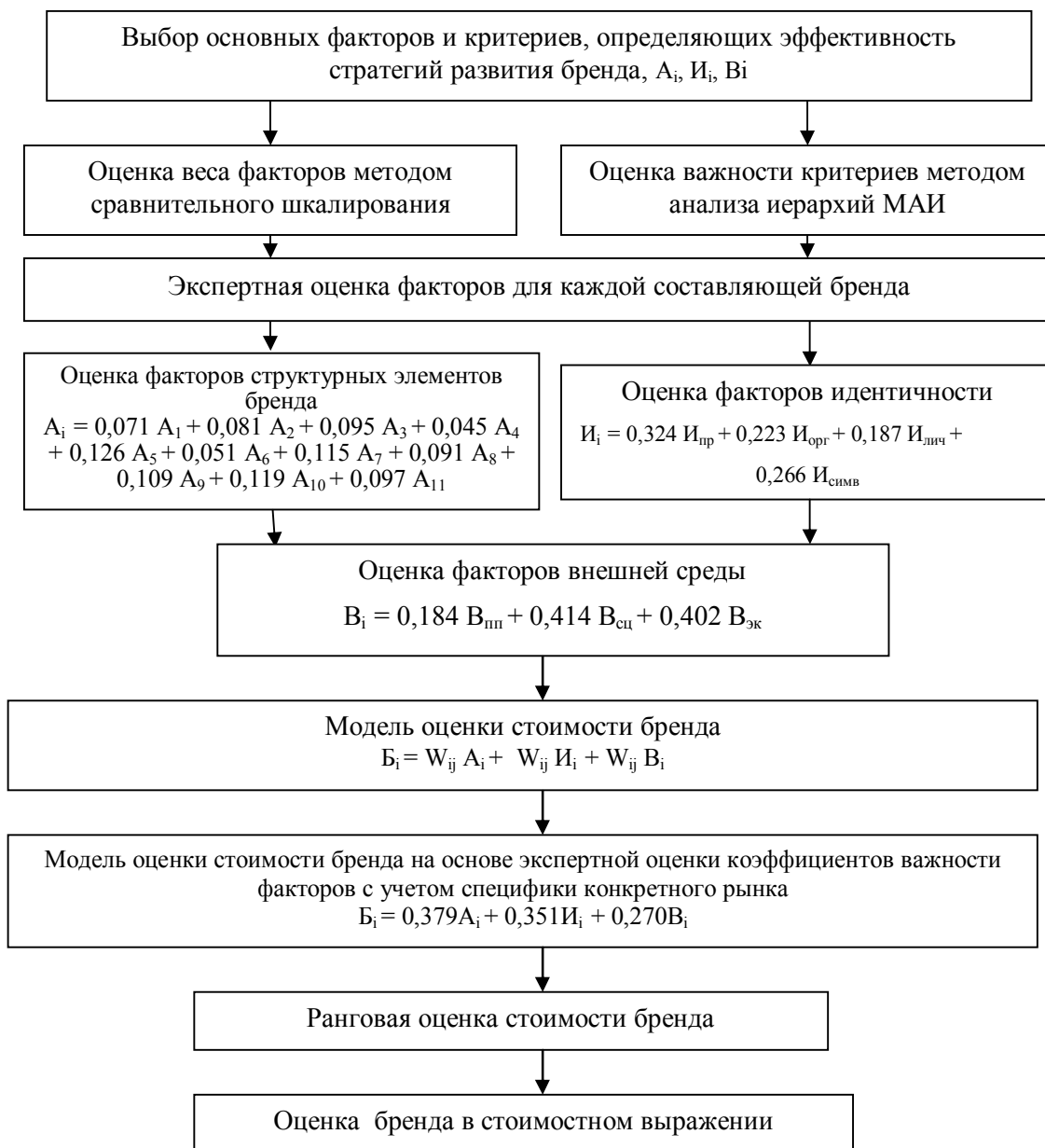


Рис. 1. Блок-схема оценки стоимости регионального бренда

1 этап. Для оценки стоимости бренда необходимо определить коэффициенты критериев факторов, которые оказывают влияние на стоимость того или иного бренда. Перечень основных факторов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Факторы, определяющие стоимость регионального бренда

Структурные элементы бренда, А _i		Элементы идентичности бренда, И _i		Внешнее окружение, В _i	
А ₁	Индивидуальность бренда	Бренд как продукт		Политико-правовые факторы	
А ₂	Цвет	И ₁	Границы продукта	В ₁	Ориентация на рыночное регулирование экономики
А ₃	Форма	И ₂	Атрибуты продукта	В ₂	Проявление лобби в органах власти
А ₄	Название	И ₃	Качество/ценность	В ₃	Нормативно-правовая база
А ₅	Язык	И ₄	Опыт пользования	В ₄	Госрегулирование отрасли
А ₆	Графический символ	И ₅	Пользователи	Социальные факторы	
А ₇	Звук	И ₆	Страна производитель	В ₅	Демографическая структура населения
А ₈	Стиль	Бренд как организация		В ₆	Уровень образования
А ₉	Обслуживание	И ₇	Атрибуты организации (новаторство, забота о потребителях)	В ₇	Социальная мобильность населения
А ₁₀	Традиции и ритуалы	И ₈	Местная ориентация в противоположность глобальной	В ₈	Экономическое поведение людей
А ₁₁	Навигация (логичность и единообразие бренда с потребителями)	Бренд как личность		Экономические факторы	
		И ₉	Личность (искренняя, энергичная)	В ₉	Уровень рекламной активности
		И ₁₀	Отношения между брендом и потребителями	В ₁₀	Уровень конкуренции
		Бренд как символ		В ₁₁	Денежные доходы потребителей
		И ₁₁	Визуальный ассоциативный ряд и метафоры	В ₁₂	Процентные ставки
		И ₁₂	Наследие бренда		

2 этап. Формируется экспертная группа для оценки важности каждой группы факторов. Разрабатывается анкета для опроса экспертной группы. Определяется состав экспертной группы.

3 этап. Производится оценка важности критериев методом анализа иерархий Саати (МАИ) с использованием шкалы отношений МАИ. Строятся матрицы парных сравнений для определения весовых коэффициентов факторов.

4 этап. Производится оценка важности каждого фактора W_{ij} методом сравнительного шкалирования с использованием шкалы с постоянной суммой баллов. С учетом текущей маркетинговой ситуации, факторов окружения внешней и внутренней среды предприятия, эксперты определяют весовые коэффициенты факторов A_i , B_i , K_i и I_i .

5 этап. Производится оценка регионального бренда, при этом в качестве критериев отбора используем факторы, представленные в табл. 1, которые необходимо оценить специалистам предприятия и экспертам по 10-балльной шкале. Для оценки надежности и достоверности полученных результатов проводится расчет весовых коэффициентов на основе анализируемой и проверочной выборки.

6 этап. Производится оценка важности каждого фактора W_{ij} методом сравнительного шкалирования с использованием шкалы с постоянной суммой баллов. С учетом текущей маркетинговой ситуации, факторов окружения внешней и внутренней среды предприятия, специфики конкретного предприятия и конкретной отрасли, специалисты предприятия, эксперты определяют весовые коэффициенты факторов A_i , B_i и I_i .

Таблица 2

Определение весовых коэффициентов основных составляющих
регионального бренда «Принто»

Основные составляющие бренда	Условное обозначение	Весовой коэффициент	
		анализируемая выборка	проверочная выборка
1. Бренд как продукт	I_{np}	0,324	0,372
2. Бренд как организация	$I_{орг}$	0,223	0,217
3. Бренд как личность	$I_{лич}$	0,187	0,155
4. Бренд как символ	$I_{симв}$	0,266	0,256
Итого:	I_i	1,00	1,00
1. Политико-правовые факторы	$B_{пп}$	0,184	0,281
2. Социальные факторы	$B_{сц}$	0,414	0,346
3. Экономические факторы	$B_{эк}$	0,402	0,373
Итого	B_i	1,00	1,00
1. Структурные элементы бренда	A_i	0,379	0,396
2. Элементы идентичности бренда	I_i	0,351	0,369
3. Внешнее окружение бренда	B_i	0,270	0,235
Итого:		1,00	1,00

Окончательные формулы модели для оценки регионального бренда представлены в табл. 3.

Таблица 3

Формулы модели для оценки стоимости регионального бренда «Принто»

Название фактора	Весовой коэффициент
1. Факторы стоимости структурных элементов бренда, A_i	$A_i = 0,071 A_1 + 0,081 A_2 + 0,095 A_3 + 0,045 A_4 + 0,126 A_5 + 0,051 A_6 + 0,115 A_7 + 0,091 A_8 + 0,109 A_9 + 0,119 A_{10} + 0,097 A_{11}$
2. Факторы идентичности бренда, I_i	$I_i = 0,324 I_{np} + 0,223 I_{орг} + 0,187 I_{лич} + 0,266 I_{симв}$
2.1. Бренд как продукт, I_{np}	$I_{np} = 0,215 I_1 + 0,157 I_2 + 0,015 I_3 + 0,194 I_4 + 0,201 I_5 + 0,218 I_6;$
2.2. Бренд как организация, $I_{орг}$	$I_{орг} = 0,167 I_7 + 0,833 I_8;$
2.3. Бренд как личность, $I_{лич}$	$I_{лич} = 0,564 I_9 + 0,436 I_{10};$
2.4. Бренд как символ, $I_{симв}$	$I_{симв} = 0,519 I_{11} + 0,481 I_{12}$
3. Факторы внешней среды предприятия, B_i	$B_i = 0,184 B_{пп} + 0,414 B_{сц} + 0,402 B_{эк};$
3.1. Политико-правовые факторы, $B_{пп}$	$B_{пп} = 0,264 B_1 + 0,284 B_2 + 0,198 B_3 + 0,254 B_4;$
3.2. Социальные факторы, $B_{сц}$	$B_{сц} = 0,206 B_5 + 0,272 B_6 + 0,252 B_7 + 0,270 B_8;$
3.3. Экономические факторы, $B_{эк}$	$B_{эк} = 0,300 B_9 + 0,190 B_{10} + 0,404 B_{11} + 0,406 B_{12}$
4. Формула оценки стоимости бренда, C_i	$B_i = W_{ij} A_i + W_{ij} I_i + W_{ij} B_i$
5. Формула для оценки балла стратегических альтернатив с учетом конкретной положения бренда на рынке, V_i	$B_i = 0,379 A_i + 0,351 I_i + 0,270 B_i$

7 этап. Для перевода ранговой оценки регионального бренда в стоимостное выражение мы предлагаем в качестве базовой стоимости использовать стоимость товара без имени, которая определяется на основе исследования конкретного регионального рынка данного продукта.

Расчет стоимости регионального бренда может быть рассчитан по следующей формуле:

$$S_B = (R \cdot P_{\max} / 10 - P_{\text{нп}}) \cdot V_B,$$

где R – ранговая оценка;

P_{\max} – максимальная цена продукта на региональном рынке, руб;

$P_{\text{нп}}$ – цена товара «без имени», руб;

V_B – объем продаж брендированного продукта на рынке региона, ед.

Стоимостная оценка исследуемого регионального бренда «Принто» на территории Кировской области составит: $S_{\text{принто}} = 12148,3$ тыс. руб.

В целом, в мировой практике применяются различные концепции и запатентованные методики оценки стоимости брендов. Оценка бренда может производиться разными методами, основывающимися на различных допущениях. Обычно используется 2–3 метода, и результаты их применения проверяются на непротиворечивость.

Учитывая особенности формирования региональных брендов, методика мультикритериальной оценки регионального бренда, учитывающая совокупность многих факторов развития и формирования регионального бренда также является достаточно актуальной.

Литература

1. Кузнецова А. В., Бурцева Т. А. Формирование и развитие бренда на региональных рынках. Киров : ВГСХА, 2008.
2. Кузнецова А. В. Комплексный анализ основных подходов стоимостной оценки бренда // Научные труды международной научно-практической конференции ученых 17–18 июня 2010 г. : МАДИ (ГТУ), РГАУ-МСХА, ЛНАУ. М., 2010. С. 38–41.
3. Рудая Е. А. Основы бренд-менеджмента : учеб. пособие для студентов вузов. М. : Аспект Пресс, 2006. 256 с.

Информация об авторах

Data on authors

Кузнецова Анна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, и. о. кафедры сервиса и торгового дела ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

E-mail: av_kuznecova@vyatsu.ru

Kuznetsova Anna Vladimirovna – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor, acting Chair of the Department of Service and Commerce, Vyatka State University.

E-mail: av_kuznecova@vyatsu.ru

УДК 336.7

ББК У262.101-32

Савельева Н. К.

Savelieva N. K.

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМАМИ И МЕТОДАМИ ЦЕНОВОЙ И НЕЦЕНОВОЙ КОНКУРЕНЦИИ

MANAGEMENT TECHNOLOGY OF FORMS AND METHODS FOR PRICE AND NON-PRICE COMPETITION

Сфера услуг в настоящее время становится все более значимой в экономике России, так как она создает многочисленные рабочие места и вносит существенный вклад во внутренний национальный продукт. Большинство банковских учреждений предоставляют стандартный набор банковских услуг, ассортимент которых зависит исключительно от способностей роста данного банка, поэтому для завоевания клиентов им необходимо вступать в конкуренцию между собой. Банковская конкуренция является одной из разновидностей рыночной конкуренции. Исследование конкурентной среды – это не что иное, как оценка барьеров входа и выхода с рынка, конкурентного окружения и мотивации конкурентов.

The scope of services is now becoming more and more important in the economy of Russia as it creates numerous jobs and making a significant contribution to the gross national product. Most banking institutions provide a standard set of banking services, the range of which depends solely on the abilities of the bank growth; hence, to win customers they need to compete with each other. Banking competition is a form of market competition. Competitive

environment research is none other than the assessment of barriers to entry and exit from the market, of the competitive surroundings and the competitor's motivation.

Ключевые слова: маркетинг услуг, банковская конкуренция, ценовая конкуренция, неценовая конкуренция.

Key words: marketing services, banking competition, price competition, non-price competition

По мнению Дж. Эванса и Б. Бермана маркетинг услуг специфичен настолько, насколько услуги отличаются от материально-вещественных продуктов, а рынок товаров – от рынка услуг. Характерными признаками маркетинга услуг являются следующие признаки:

многие виды услуг неотделимы от того, кто их предоставляет. Поэтому контакт с потребителями часто рассматривается как неотъемлемая часть предоставления услуги;

в маркетинге услуг в предложении преобладают услуги, а товары дополняют его;

одинаковые базовые услуги могут предлагаться различным рыночным сегментам, что затрудняет процесс выбора сегмента рынка фирмы;

чем менее осязаемы услуги, тем менее маркетинг услуг напоминает маркетинг товаров;

маркетинг услуг может как ориентироваться на прибыль, так и нет;

маркетинг услуг варьируется по степени регулирования. Наиболее регулируемые некоммерческие услуги и услуги естественных монополий;

нередко трудоемкость услуг становится важнейшим фактором при выборе форм обслуживания;

чем теснее контакты с потребителями услуг, тем выше значение социальной компоненты маркетинга услуг.

В то же время услуги как объект бизнеса и потребления достаточно разнообразны и специфичны. Они различаются между собой по целевому назначению, по категориям пользователей, по отраслевой принадлежности, по степени выраженности отличительных характеристик, по отделимости результата услуги от потребителя, по уровню индивидуализации предоставляемых услуг, по степени участия потребителя в процессе оказания услуги, по частоте обращения клиента к поставщику услуг, а также по целому ряду других характеристик.

Существует классическое высказывание К. Маркса о понятии и значении услуг: «Это выражение означает вообще ничто иное, как ту особую потребительскую стоимость, которую доставляет этот товар, подобно всякому другому товару; но особая потребительская стоимость этого труда получила здесь специфическое название «услуги» потому, что труд оказывает услуги не в качестве вещи, а в качестве деятельности...» [1, 19–23].

Услуги имеют четыре основных качества, которые отличают их от товаров:

- неосвязаемость;
- неотделимость от источника;
- изменчивость;
- несохраняемость.

Неосвязаемость услуги означает, что она не может быть продемонстрирована. У услуги нет формы, цвета, запаха, упаковки, ее невозможно транспортировать, хранить, упаковывать или изучать до покупки. Можно лишь почувствовать эффект, который появится в результате получения услуги.

Неотделимость от источника характерна для многих видов услуг. Товары сначала производят, затем хранят, продают и потребляют.

В отличие от них, услуги сначала продают, и лишь потом производят и потребляют, причем в большинстве случаев это происходит одновременно.

Изменчивость подразумевает непостоянство качества услуги. Так как процесс производства и потребления услуги непосредственно связан с участием людей, то качество услуги зависит от того, кто, когда и как ее представляет. В связи с этим качество услуги очень трудно поддается контролю, а так же оценке, так как одна и та же услуга может быть по-разному оценена различными клиентами.

Несохраняемость означает, что услугу нельзя хранить с целью дальнейшей реализации. Она недолговечна и существует только в процессе ее предоставления. В условиях постоянного спроса недолговечность услуги не является проблемой, так как можно заранее необходимым образом укомплектовать организацию. Однако если спрос колеблется, то организация сферы услуг часто сталкивается с проблемами, так как нельзя произвести услугу «про запас».

Кроме того, услуга:

обладает полезностью для кого-то, кто ее не производит;

становится полезностью в процессе обмена видами деятельности;

носит преимущественно утилитарный характер, т. е. чаще всего связана с обеспечением общих условий производства и жизнедеятельности человека [3, с. 487–507].

Услуга представляет собой любое мероприятие или выгоду, которые одна сторона предлагает другой и которые неосвязаемы и приводят к завладению чем-либо.

Инструменты маркетинга услуг традиционно рассматриваются как некий продукт (замысел и производство услуги как потребительской полезности); место (обеспечение доступности услуги); цена (воспринимаемая ценность услуги); продвижение (создание привлекательного образа услуги) (рис. 1).



Рис. 1. Традиционная «4Р»-модель комплекса маркетинга услуг

В основе современного банковского маркетинга лежит стратегия максимального удовлетворения потребностей клиентов, приводящая, в свою очередь, к существенному повышению рентабельности деятельности банков. Особенности маркетинга в банковской сфере обусловлены прежде всего спецификой банковской продукции.

А. М. Тавасиев, Ю. С. Масленченков и А. П. Дубанков дают следующее определение банковской услуге: «банковская услуга – результат банковской операции, т. е. итог или полезный эффект банковской операции (целенаправленной трудовой деятельности сотрудников банка), состоящий в удовлетворении заявленной клиентом потребности (в кредите, расчетно-кассовом обслуживании, гарантиях, покупке/продаже ценных бумаг и т. п.)». Н. П. Казаренков трактует банковскую услугу как «совокупность операций, производимых банковскими работниками и непосредственно направленных на удовлетворение конкретной (единичной) потребности клиента». О. И. Лаврушин, А. И. Жуков банковской услугой называют «одну или несколько операций банка, удовлетворяющих определенную потребность клиента».

Исходя из этого можно определить банковскую услугу как единичную банковскую операцию или их совокупность, объединенных и структурированных таким образом, чтобы удовлетворить потребность клиента. Традиционно банковские услуги можно классифицировать следующим образом:

Кредитные услуги – отношения между банком и клиентом (заемщиком и дебитором) по предоставлению определенных денежных сумм на основании принципов срочности, платности и возвратности.

Депозиты – услуги, которые дают возможность банкам аккумулировать временно свободные денежные средства клиентов и рыночных экономических контрагентов.

Расчетно-кассовые услуги – расчеты и платежи с клиентами и банковскими учреждениями.

Инвестиционные операции, то есть вложение денежных средств в различные отрасли народного хозяйства, а также ценные бумаги.

Трансформация ссудных капиталов – производство таких банковских операций, как форфетирование, факторинг, лизинг, траст и др., оказание консультационных и аудиторских услуг своим клиентам, контрагентам, акционерам и пр.

Е. Ф. Жуков предлагает разграничить понятия банковской услуги и банковского продукта. Под банковским продуктом он понимает банковский документ (или свидетельство), который выпускается банком для обслуживания клиента и проведения банковских операций. А под банковской услугой – банковскую операцию по обслуживанию клиента.

Банковская услуга также имеет четыре основных свойства класса услуг в целом с присущими ей характеристиками, но при этом обладает дополнительными специфическими свойствами:

Банковская услуга является неосязаемой, так как не имеет материальной субстанции, ее нельзя увидеть, потрогать, почувствовать.

Неотделимость от источника банковской услуги заключается в том, что она не может существовать отдельно от людей или электронных каналов.

Непостоянство качества банковской услуги проявляется в том, что несмотря на то, что многие банковские учреждения предлагают клиентам

практически одинаковый набор услуг, тем не менее абсолютной идентичности банковских продуктов не допускается.

Несохраняемость. Банковская услуга не может храниться, ее нельзя «унести» с собой или произвести «впрок».

Протяженность банковского обслуживания во времени. Предоставление и потребление банковской услуги с момента подачи заявки клиента растянуто во времени. Как правило, сделка не ограничивается однократным контактом клиента и банка.

Протяженность во времени и тесная связь банка с деньгами клиента придает особое значение доверительному характеру взаимоотношений банка с клиентом.

Связь банковского обслуживания с деньгами клиента. Оказание основных банковских услуг связано с использованием денег. Ко всему, что связано с деньгами, люди относятся с особым вниманием, поэтому деятельность банка должна быть направлена на завоевание и укрепление доверия клиентов.

Вторичность удовлетворяемых потребностей. Потребности, удовлетворяемые банковскими услугами, весьма многообразны. Банковские услуги удовлетворяют не первичные производственные и личные потребности, а только финансовые потребности. Это осложняет задачу банка по продвижению своих продуктов на рынке в борьбе за деньги клиентов и требует дополнительных маркетинговых усилий.

Договорный характер банковского обслуживания вызывает необходимость разъяснения клиенту содержания банковских услуг и договорных условий их оказания.

Инструментом маркетинга услуги служит комплекс маркетинга «4Р»: продукт, место, цена, продвижение (рис. 1).

Применительно к банковским услугам М. Д. Битнер предложил дополнить эту модель тремя такими факторами, как процесс, материальная

среда и люди. В итоге у него получилась модель «6Р» маркетинга банковских услуг (рис. 2).



Рис. 2. «6Р»-модель маркетинга банковских услуг М. Битнера
 К. Лавлок к традиционным «4Р» добавляет дополнительные «4Р»:
 материальная среда (создание благоприятной атмосферы обслуживания);
 процесс (разработка блок-схем обслуживания своеобразных чертежей услуги как продукта;
 персонал (мотивация персонала на качественное обслуживание клиента);
 производительность и качество (нацелена на организацию эффективного и качественного обслуживания клиента) (рис. 3) [3, с. 487–507].



Рис. 3. «8Р»-модель маркетинга банковских услуг по Лавлоку

Под формой конкуренции понимается разработка и реализация конкретного способа соперничества. Под методом конкуренции

понимается совокупность инструментов соперничества между действующими субъектами предпринимательского бизнеса.

В зависимости от используемых методов конкуренции различают ценовую и неценовую конкуренцию [4].

Технология управления методами и формами ценовой и неценовой конкуренции представлена на рис. 4.

Экономическая важность разработки технологии управления методами и формами ценовой и неценовой конкуренции заключается в том, что банки вынуждены уметь использовать различные методы, чтобы адаптироваться к изменениям внешней среды и обеспечить успех в конкурентной борьбе.

Особое значение при этом отводится методам и формам ценовой и неценовой конкуренции.

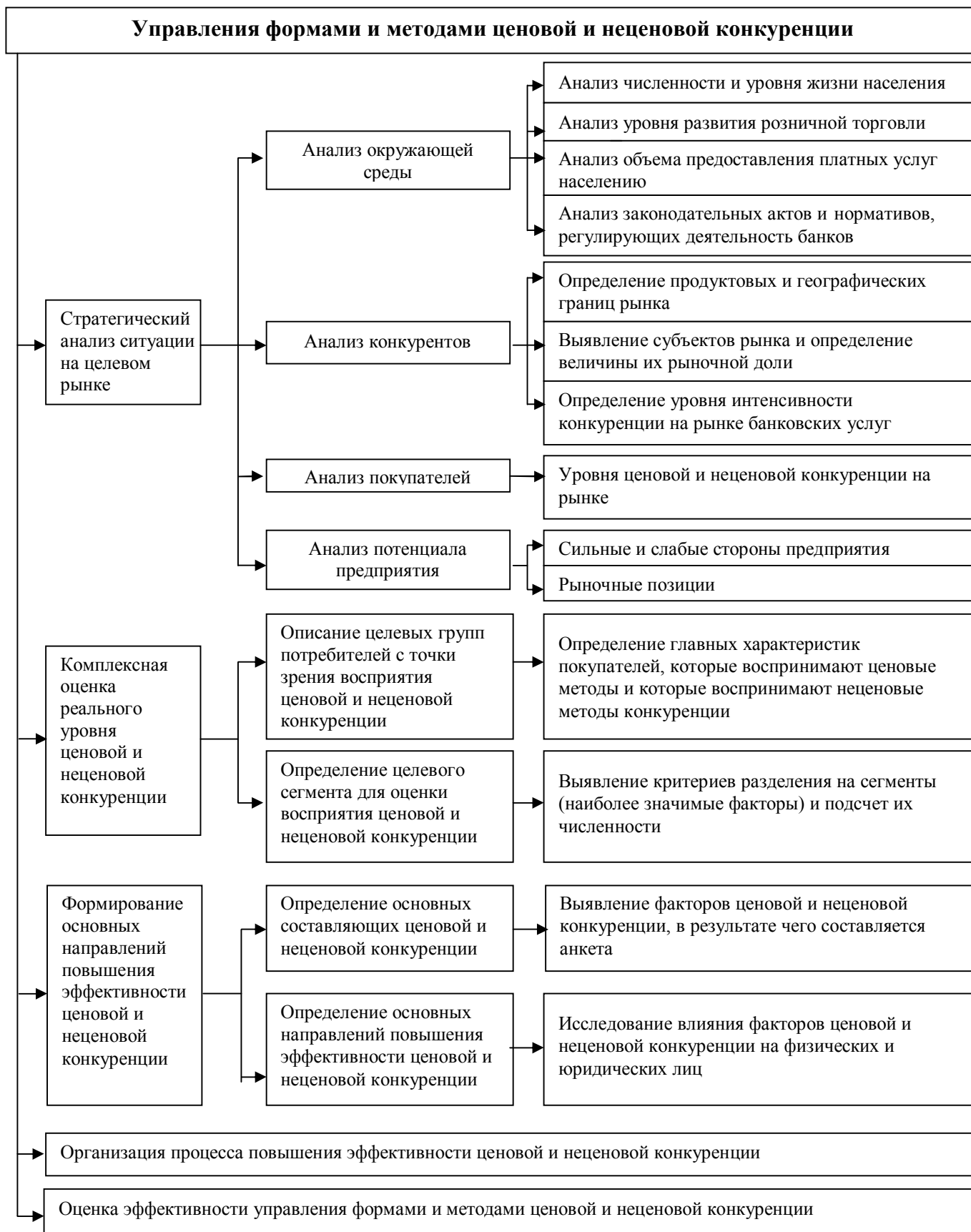


Рис. 4. Технология управления формами и методами ценовой и неценовой конкуренции

Схема управления включает в себя следующие этапы:

1 этап. Стратегический анализ ситуации на рынке банковских услуг, который включает в себя анализ окружающей среды, анализ конкурентов, анализ покупателей, анализ потенциала предприятия.

2 этап. Комплексная оценка реального уровня ценовой и неценовой конкуренции на целевом рынке включает в себя описание целевых групп потребителей с точки зрения восприятия ценовой и неценовой конкуренции, определение целевого сегмента для оценки восприятия ценовой и неценовой конкуренции, оценка уровня ценовой и неценовой конкуренции.

3 этап. Формирование основных направлений повышения эффективности ценовой и неценовой конкуренции, а именно: определение основных составляющих ценовой и неценовой конкуренции, определение основных направлений повышения эффективности ценовой и неценовой конкуренции.

4 этап. Организация процесса повышения эффективности ценовой и неценовой конкуренции.

5 этап. Оценка эффективности управления формами и методами ценовой и неценовой конкуренцией: качественная оценка результатов управления ценовой и неценовой конкуренции, оценка экономической эффективности.

Региональные банки чаще всего прибегают к использованию ценовой конкуренции, изменяя цены на предлагаемые услуги [5].

Преимуществами банка при использовании ценового типа конкуренции могут быть:

ускоренная подготовка к предоставлению новых услуг при одновременном снижении их себестоимости;

контроль над большим количеством рыночных сегментов или клиентов;

быстрота и доступность приобретения услуги, сопутствующего ей сервиса, оказание каких-то дополнительных услуг или консультаций;

быстрота и доступность приобретения услуги, сопутствующего ей сервиса, оказание каких-то дополнительных услуг или консультаций;

сокращение жизненного цикла конкретных услуг [6].

Ценовая конкуренция характеризуется тем, что используются только ценовые методы борьбы с конкурентами, такие как повышение цены, понижение цены, поддержание цены на прежнем уровне и следование за лидером в цене.

Неценовая конкуренция предполагает использование различных действий, не прибегая к изменению цен, например, улучшение качества и ассортимента услуг, предоставление льгот и бонусов и т. д.

Таким образом, усиление банковской конкуренции и повышение требований клиентов к банковским услугам приводят к тому, что банки вынуждены использовать методы конкуренции, чтобы адаптироваться к изменениям внешней среды и обеспечить успех в конкурентной борьбе. Для того чтобы определить свои конкурентные позиции, банку необходимо оценить эффективность своей деятельности на рынке данного вида услуг.

Литература

1. Бурцева Т. А., Савельева Н. К. Анализ факторов ценовой и неценовой конкуренции на рынке банковских услуг. Киров: ВГСХА, 2012. 256 с.
2. Карпов С. А., Савельева Н. К. Методы и формы ценовой и неценовой конкуренции на рынке банковских услуг // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011. № 25. С. 531.
3. Савельева Н. К. Анализ, прогнозирование и регулирование социальной устойчивости регионов / СПбГТЭУ. СПб. : ЛЕМА, 2012. 531 с.

4. Савельева Н. К. Основные методы и формы ценовой и неценовой конкуренции на рынке банковских услуг // Финансы и кредит. 2013. № 6 (534). С. 28–32.

5. Савельева Н. К. Качественные методы оценки эффективности деятельности банка // Финансовая аналитика. 2013. № 23. С. 27–31.

6. Савельева Н. К. Описание целевых групп потребителей с точки зрения восприятия ценовой и неценовой конкуренции на рынке банковских услуг // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Экономика. 2012. № 2. С. 156–160.

Информация об авторах

Data on authors

Савельева Надежда Константиновна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, зам. декана факультета экономики и менеджмента.

E-mail: nk_savelyeva@vyatsu.ru

Savelyeva Nadezhda Konstantinovna – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Department of Management and Marketing, Deputy Dean of the Faculty of Economics and Management, Vyatka State University.

E-mail: nk_savelyeva@vyatsu.ru

КЛАСТЕР-ОСНОВА РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

CLUSTER AS THE BASIS OF REGION DEVELOPMENT

Одной из ключевых экономических угроз для России является вероятность существенной потери конкурентоспособности на мировом уровне в результате вступления в ВТО. Это особенно вероятно в том случае, если экономическая политика государства и далее будет ориентироваться на вывоз из страны и продажу невозобновляемых сырьевых ресурсов. В этих условиях принципиально важными становятся проблемы институциональных и структурных реформ.

One of the key economic threats for Russia is the probability of a significant loss of competitiveness on a global level as a result of accession to WTO. This is particularly likely in the case that the economic policy continues to focus upon the export of raw materials and the sale of non-renewable resources. Under these circumstances the issues of institutional and structural reforms become critical.

Ключевые слова: потенциал региона, кластерный анализ.

Keywords: the potential of the region, cluster analysis

На фоне общероссийских проблем, большие затруднения в устойчивом развитии переживают небольшие, дотационные субъекты федерации. Таким регионом является Кировская область. Проблемы

недостаточно высокого уровня экономического развития региона вызваны, прежде всего, слабыми сторонами экономики области. Выход из создавшегося положения требует нахождения оптимального пути устойчивого развития региона. Отсутствие системного подхода и недостаточная методологическая проработанность рационального использования имеющегося потенциала создают необходимость их разработки.

Проблемы недостаточно высокого уровня экономического развития региона вызваны, прежде всего, слабыми сторонами экономики Кировской области. Существенное замедление темпов роста промышленного производства и недостаточно большая доля экспорта валового регионального продукта (ВРП) (20 %) приводит к снижению среднего показателя по Российской Федерации (34 %). При этом наблюдается преобладание в структуре экспорта сырьевой продукции и продукции невысокой степени передела, а импорта – товаров высокого уровня передела. В области наблюдается низкий технологический уровень обрабатывающих производств, и прежде всего в машиностроении, высокая степень зависимости промышленности от импортных товаров машиностроения и металлообработки (оборудование, комплектующие и запасные части). Многие базовые предприятия области имеют достаточно высокую степень износа основных фондов, что оказывает существенную роль на повышение производительности труда и создания конкурентоспособной продукции с более низкими затратами. В результате наблюдается низкая отдача от инвестиций при снижении их объема в основной капитал.

Выход из создавшегося положения требует нахождения оптимального пути устойчивого развития региона. Отсутствие системного подхода и недостаточная методологическая проработанность

рационального использования имеющегося потенциала области создают необходимость их разработки.

На первом этапе необходимо определение методологического подхода и комплексная оценка потенциалов региона.

Природно-ресурсный потенциал региона является определяющим условием развития экономики и социальной сферы, основным фактором размещения производительных сил, основой формирования территориально-производственных комплексов. Природно-ресурсный потенциал оказывает серьезное влияние на территориальное разделение труда и рыночную специализацию.

В связи с чем, на данном этапе возникает необходимость разработки методологии системного исследования эффективности использования природных ресурсов Кировской области и ее муниципальных образований, которая позволит определить альтернативные подходы к созданию модели рационального природопользования.

Грамотное использование природно-ресурсного потенциала может служить своеобразным стартовым капиталом в достижении более высоких стратегических целей и востребования новых технологий для эффективного использования природных ресурсов.

Производственно – экономический потенциал способствует обеспечению роста производства и выхода на заданный уровень эффективности функционирования. Основными определяющими условиями данного вида потенциала выступают следующие условия: ресурсные, инвестиционные, информационные и институциональные.

Развитие инновационного потенциала ориентировано на интенсивность научных исследований и разработок и их последующей коммерциализации на предприятиях области. Что в свою очередь способствует повышению эффективности производства за счет снижения

затрат, улучшения качества и конкурентоспособности производимой продукции в регионе.

Огромное значение в реализации системного подхода развития региона играет человеческий потенциал.

Человеческий потенциал включает образовательный и квалификационный уровень, демографическую ситуацию, трудовую мотивацию и др.

Потенциал рыночной и производственной инфраструктуры дает возможность производственной сфере более эффективно вести свою деятельность, используя предприятия транспорта и связи, энергию, тепло, информацию.

Комплексная оценка потенциала региона дает возможность разработки приоритетного направления социально-экономического развития региона на основе разработки кластерного подхода.

Предлагается три этапа разработки и формирования кластерной системы в регионе. На наш взгляд, принципиально важное значение имеет первый этап – предварительный, на котором определяется потенциал кластеризации и разрабатывается обоснование необходимости создания кластеров в регионе.

Задача второго этапа – активизация процессов по разработке программы реализации кластерных проектов в регионе, подключение к этим процессам возможных участников.

Завершающий этап позволяет оценить эффективность функционирования каждого кластера, выявить недочеты в программе развития кластера (рис. 1).

Оценка влияния кластерных образований на развитие основных направлений хозяйственных связей должна осуществляться на основе сравнения двух ситуаций: во-первых, система показателей применяется для оценки хозяйственных связей предприятия, не вступившего в кластер;

во-вторых, система показателей применяется для оценки хозяйственных связей того же предприятия, вступившего в кластер. По результатам оценки основных направлений развития хозяйственных связей возможно принятие взвешенных и экономически обоснованных решений по выстраиванию эффективных отношений с различными участниками рынка, по разработке системы мер регионального регулирующего воздействия.

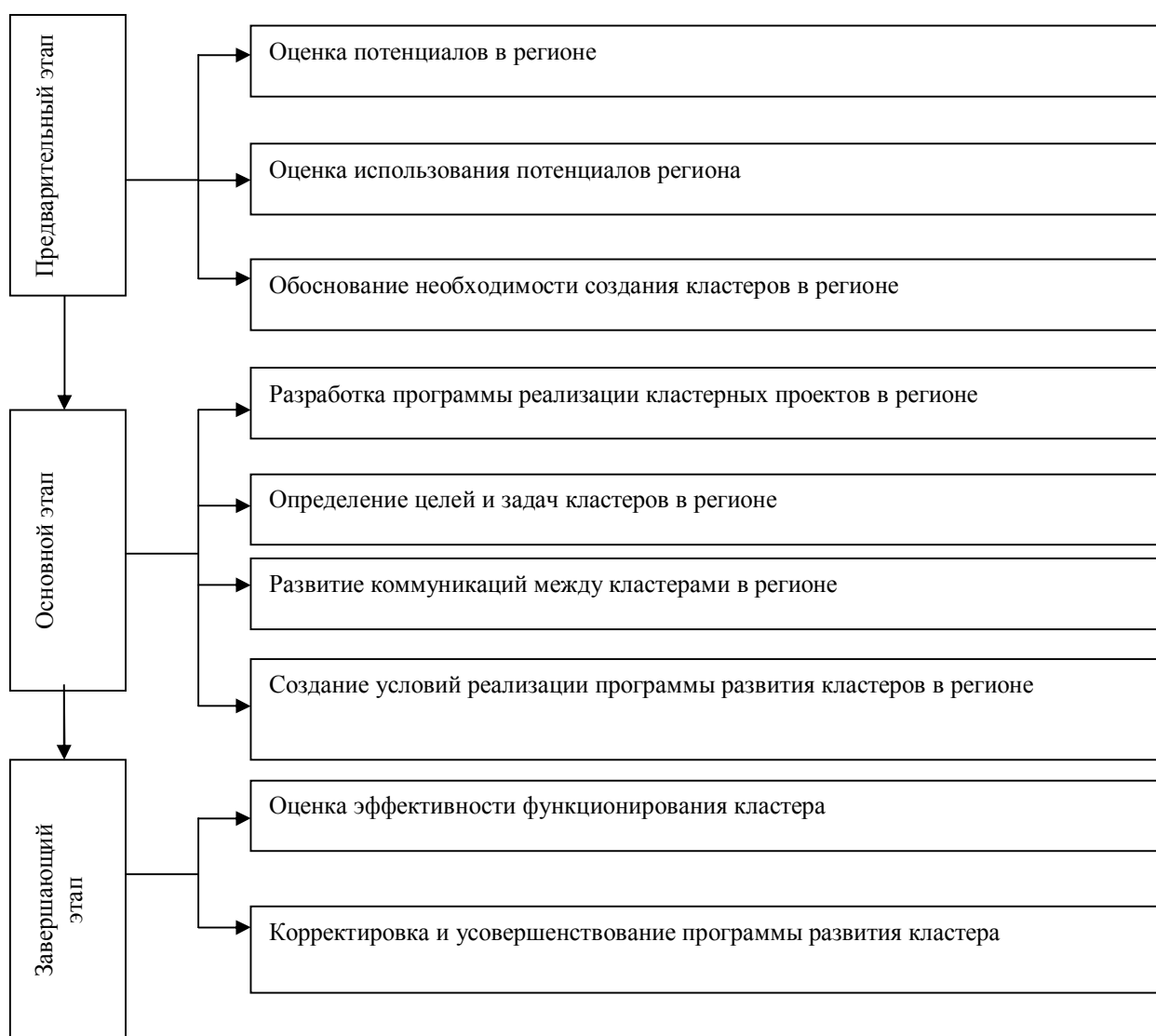


Рис. 1. Этапы разработки кластеров в регионе (авторская разработка)

Для успешной реализации кластерного подхода необходима реализация трех основных направлений:

инициирование и поддержка создания кластеров на уровне законодательной базы;

создание благоприятных условий развития кластеров;

содействие формированию спроса на продукцию, созданную в том или ином кластере.

Таким образом, оценка влияния кластерных образований на развитие основных направлений хозяйственных связей должна осуществляться на основе сравнения двух ситуаций: во-первых, система показателей применяется для оценки хозяйственных связей предприятия, не вступившего в кластер; во-вторых, система показателей применяется для оценки хозяйственных связей того же предприятия, вступившего в кластер.

Литература

1. Соболева О. Н. Управление инновационными и научно-техническими процессами. Киров: Изд-во ВятГУ, 2013. 84 с.

2. Миниханов Р. Н. Инновационный менеджмент в АПК. М.: Изд-во МСХА, 2003. 432 с.

Информация об авторах

Data on authors

Соболева Ольга Николаевна – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры государственного и муниципального управления.

E-mail: soboleva@vyatsu.ru

Soboleva Olga Nikolaevna – Candidate of Economic Sciences, senior lecturer of the Department of Government and Municipal Administration, Vyatka State University.

E-mail: soboleva@vyatsu.ru

УДК 338.1

ББК У421-803.8-32

Фокина О. В.

Fokina O.V.

МАРКЕТИНГОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОПРЕДЕЛЕНИЙ «ТОРГОВАЯ МАРКА» И «БРЕНД»

THE MARKETING COMPONENT OF THE DEFINITIONS FOR "TRADEMARK" AND "BRAND"

Необходимость создания брендов возникает, когда количество марок, близких по назначению, качеству и цене, стремительно растет, а отличия, существенные для потребительского выбора, столь же стремительно уменьшаются. Другими словами, необходимо сформулировать «марочный контракт» бренда таким образом, чтобы потребитель понимал, что еще, кроме собственно продукта, он приобретает, покупая и используя именно данный марочный продукт.

The necessity of creating a brand occurs when the number of trademarks that are similar in purpose, quality and price, is growing rapidly, and the differences relevant to the consumer choice are as rapidly decreasing. In other words, it is necessary to formulate a "branded contract" of the brand so that the consumers understand what they purchase else other than the product itself when they buy and use this particular branded product.

Ключевые слова: торговая марка, товарный знак, бренд.

Keywords: trademark, brand

Торговая марка – это название, термин, знак, символ, рисунок или их комбинация, предназначенные для того, чтобы идентифицировать свой товар и дифференцировать его от товара конкурентов. Марка включает в свой состав марочное имя, марочный знак и товарный знак.

Марочное имя представляет часть марки в виде букв, слов и их комбинаций, которые могут быть произнесены.

Марочный знак – это часть марки, которая является узнаваемой, но не произносимой. Он представляет символ, рисунок, отличительный цвет или шрифтовое оформление.

Под товарным знаком понимается марка или ее часть, защищенные юридически, что дает продавцу исключительное право использовать марочное имя или марочный знак.

В зависимости от того, под какой маркой реализуется продукт, существуют две разновидности марки – марка производителя, часто также называемая национальной маркой и частная марка.

Марка производителя – это марка, созданная производителем или взятая в аренду у другого производителя.

Частная марка разрабатывается оптовыми или розничными фирмами. Частная марка иногда может называться как посредническая марка, марка дистрибьютора, марка дилера, торговая марка. В качестве примера частной марки можно назвать марку торговой компании «Рибок». Она берет на реализацию спортивную одежду и обувь, спортивный инвентарь у разных производителей, реквизиты которых представлены на этикетках. На главной этикетке, где указана цена, обозначена марка «Рибок». Примером, российской частной марки является марка фирмы Довгань.

Сила или слабость торговой марки определяется не только качеством ее основы – товарного знака, – но и действиями владельца товарного знака по продвижению товара и торговой марки.

Очень часто потребители на основе собственного мнения о товарах фирмы формируют имидж торговой марки. Это тот образ, который возникает в сознании как реакция на товарный знак.

В связи с этим, в последние годы появилось еще более широкое, чем торговая марка, понятие «бренд». Соответственно, несколько изменились и понятия торговая марка, товарный знак.

Бренд – система, связывающая вместе товар с его характеристиками, торговую марку, ее образ в сознании потребителей, а также концепцию производителя (продавца) по отношению к своему товару, торговой марке и потребителям.

Очевидно, что понятия бренда, торговой марки и товарного знака тесно взаимосвязаны, но не взаимозаменяемы. На практике слова «бренд» и «торговая марка» иногда употребляют как синонимы, но понятие бренда более широкое, поскольку в него помимо торговой марки входят: сам товар или услуга со всеми его характеристиками, набор ожиданий, ассоциаций, воспринимаемых пользователем и приписываемых им товару (имидж), информация о потребителе плюс обещания каких-либо преимуществ, данных автором бренда потребителям.

Современное понимание бренда включает в себя несколько аспектов: механизм дифференциации товаров; механизм сегментации рынка; образ в сознании потребителей (бренд-имидж); средство взаимодействия (коммуникации) с потребителем; средство индивидуализации товаров; система поддержания идентичности; правовой инструмент; часть корпоративной культуры компании; концепция капитала бренда; элемент рынка, развивающийся во времени и пространстве.

Сегодня значение торговых марок возросло настолько, что редкий продукт появляется на свет «безымянным», в том числе и такие товары повседневного спроса, как поваренная соль, апельсины, болты и гайки, замороженные продукты: цыплята, индейки и многое другое.

Вместе с тем в некоторых случаях происходит возврат к продаже основных пищевых продуктов и фармацевтических товаров без торговых марок. Дженерики – это товары без торговой марки, в простой, неброской упаковке, менее дорогая разновидность основных потребительских товаров, таких как спагетти или бумажные полотенца. Они предлагаются по цене, которая на 20–40 % ниже цены рекламируемых национальных марок и на 10–20 % – цены товаров под частными марками. Низкий уровень цен дженериков возможен вследствие использования менее качественных компонентов, низких затрат на упаковку и маркировку и минимальных затрат на рекламу.

Дистрибьюторы и розничная торговля предпочитают работать с марочными товарами, поскольку наличие марки облегчает торговлю, гарантирует определенные стандарты качества, усиливает предпочтения покупателей и упрощает идентификацию поставщиков. Потребители делают свой выбор в пользу марочных товаров, так как считают, что торговые марки позволяют им идентифицировать качественные различия товаров и повысить эффективность покупок.

Выбор торговой марки. У производителя есть несколько вариантов выбора торговой марки. Товар может быть выпущен под маркой производителя (национальной торговой маркой), маркой дистрибьютора (торговой маркой посредника, продавца (магазина), торгового дома или частной маркой) или под лицензионной торговой маркой. Он может также производить часть продукции под своей торговой маркой, а часть – под маркой дистрибьютора.

Во многих отраслях, связанных с массовым потреблением, возможность влияния на выбор покупателей посредством различных инструментов маркетинга зачастую становится более значимой, чем собственно производство продуктов. При этом сильная торговая марка – бренд – является одним из наиболее эффективных средств формирования

потребительских предпочтений. Ведь «товар – это то, что производится, а бренд – то, что продается». К тому же при усилении конкуренции и появлении все большего количества одинаковых по своим потребительским свойствам продуктов бренды становятся главным дифференцирующим активом.

Мы используем следующее определение бренда: бренд – это продукт + торговая марка + значимая ценность для потребителей, за которую они готовы платить большую стоимость по сравнению с конкурирующими марками. Из этого определения видно, что бренд отличается от торговой марки «лишь» наличием ценности, правда, такой, за которую потребители готовы платить дополнительные деньги. Эта дополнительная, или добавочная, стоимость в западной бизнес-литературе имеет свое название – премия за бренд. Для многих мировых брендов она достигает внушительных размеров.

Бренды являются нематериальными активами компании – наряду с патентами, ноу-хау и другим. Если рассматривать бренды с точки зрения нематериальных активов (НМА), то и к процессу разработки и формирования брендов надо относиться как к инвестиционному проекту, финансовым и экономическим результатом которого является увеличение капитализации и стоимости компании за счет формирования дополнительных денежных потоков (FCF), аккумулированных именно брендами.

Как показывает западная, да и отечественная практика – мы сами убедились в этом на ряде последних проектов, – в условиях ужесточающейся конкуренции становится очевидным тот факт, что невозможно выделиться и отстроиться от конкурентов, делая акцент только на свойствах и качестве продукции, а также только с помощью ценовой политики. Необходимо формирование долгосрочных взаимоотношений с потребителями, поставщиками, партнерами и инвесторами. Наиболее

эффективным инструментом для построения таких отношений является сильный бренд. Ведь сильный бренд – это в первую очередь уверенность потребителей как в определенном стабильном уровне качества марочного продукта, необязательно наивысшем, так и в получении «обещанных» и желаемых эмоций от покупки и потребления этого продукта.

Но когда торговую марку можно назвать брендом? Существуют количественные и качественные показатели, по которым можно определить, стала ли марка брендом. Так, если в целевой аудитории знание марки с подсказкой, так называемое наведенное знание, составляет 60 %, знание без подсказки, или top-of-mind, – 40 %, а лояльность, то есть последующее регулярное потребление, – не менее 25 %, то ее уже можно назвать брендом. Однако нельзя забывать про качественные показатели – имидж и определенное восприятие бренда в целевой аудитории: ведь именно они формируют лояльность, а затем и приверженность бренду.

Таким образом, для того чтобы быть лидером на высококонкурентном рынке или в выбранном сегменте, недостаточно предложить потребителям качественный продукт, по сути такой же, как и у конкурентов, – ведь на развитых рынках все представленные продукты априори являются качественными, то есть соответствуют определенным государственным нормам или сертифицированы по ISO. Необходимо еще и отстроиться от конкурентов чем-то, что позволит сформировать предпочтение именно данной марке.

Таким образом, в «марочном контракте» должна быть отражена следующая цепочка: рациональные выгоды и преимущества от пользования марочным продуктом, и эмоциональные ценности марочного продукта, то есть то, как потребитель чувствует себя в процессе пользования марочным продуктом и что бренд говорит о нем как о человеке. Как правило, успешность бренда зависит от комбинации всех составляющих «марочного контракта». Очень важны его физические

характеристики, например оригинальная концепция продукта или рекламы, и вытекающие из них рациональные преимущества. Кроме того, сильные, устойчивые бренды выделяются на общем фоне благодаря своим ярко выраженным эмоциональным преимуществам.

Рассмотрим более детально отношение «бренд-потребитель» как отношение между двумя людьми. Один человек замечает второго, и у него возникает желание познакомиться поближе. При встрече даже короткий разговор позволяет сделать вывод о том, достаточен ли интерес друг к другу для развития дальнейших отношений. Последующие встречи укрепляют взаимное уважение, и люди становятся друзьями, а дружба порождает взаимное доверие и лояльность. При этом с полной уверенностью можно говорить о том, что их отношения будут длиться долго».

Итак, вспомним, что для завоевания лидерства на рынке необходимо, чтобы марочный продукт предпочитала и потребляла регулярно большая часть потенциальных потребителей. А это возможно лишь при наличии определенного восприятия и эмоционального отношения к марке, то есть при наличии лояльности.

Лояльность в большинстве случаев ассоциируют с повторной покупкой. Для стимулирования повторных покупок компании зачастую используют скидки, премии, бонусы, программы для постоянных покупателей и другое. Но это ложная лояльность! Как только конкуренты понизят цену или предложат более выгодное поощрение за покупку, потребители переключатся на их предложение.

Для удержания своих потребителей нельзя забывать об эмоциональном аспекте лояльности. Создавать эмоциональную привязанность потребителя к продукту/услуге компании необходимо посредством выстраивания доверительных отношений с потребителем. Инструментами для построения таких отношений может быть удобное расположение продукции в магазине, предложение покупателям

дополнительного сервиса, доброжелательное отношение персонала при обслуживании клиента. Людям нравится, когда им улыбаются, дарят подарки, поздравляют с днем рождения – в общем, выделяют их из общей массы и приятно радуют. А когда покупатель, приобретя продукцию или воспользовавшись услугой, получает эмоциональное удовлетворение, это заставляет его продлить отношения с брендом надолго. И это при том, что бренд всегда должен соответствовать ожиданиям покупателей.

Силу лояльности можно наблюдать на региональных продуктовых рынках. Многим национальным производителям напитков, кондитерских изделий, мороженого и особенно пива и водки очень сложно завоевывать позиции на региональных рынках России – это касается и других продуктовых групп. Причина в значительной степени кроется в лояльности потребителей к местным производителям. Здесь наиболее выражен стереотип: местное – значит лучше, свежее, вкуснее. Это вполне понятно, так как локальные производители, естественно, лучше знают местных потребителей. Именно из-за высокой степени лояльности региональных потребителей крупные национальные и международные производители вынуждены подстраиваться под каждый регион в отдельности, комбинируя в своем портфеле локальные и национальные марки. Например, ОАО «Кондитерское объединение «СладКо» (Екатеринбург), развивая одноименный национальный бренд, имеет три локальных бренда, названия которых совпадают с названиями местных фабрик: «Конфи» (рассчитан на Урал), «Волжанка» (Поволжье и дальше на север) и «Заря» (Республика Татарстан).

В портфеле Baltic Beverages Holding, которому принадлежит ТМ «Балтика», наряду с несколькими ведущими стратегическими марками пива, такими как «Арсенальное», «Жигулевское», «Ярпиво», существуют «региональные» и даже «городские» сорта – «Краснодарское», «Красноярское», «Самара», «Свердловское», «Тюменское».

Даже такой гигант, как ОАО «Вимм-Билль-Данн Продукты питания» (Москва), специально для Юга России разработал локальный бренд «Кубанская бууренка». Сейчас «Кубанская бууренка» занимает 12 % рынка всех молочных продуктов, продаваемых в Краснодарском крае. Национальный бренд «Домик в деревне», по признанию представителей компании, не был замечен потребителями. Видимо, одной из причин стало то, что на Кубани в сельской местности не деревни, а хутора.

Стоит отметить, что некоторые локальные марки, принадлежащие «Вимм-Билль-Данн», постепенно стали общенациональными, например «Веселый молочник». Продукция под данным брендом была разработана в Новосибирске для потребления только в этом регионе. Но затем марка стала успешно продвигаться в другие регионы, и сегодня «Веселый молочник» продается на территории всей страны.

Как правило, необходимость выхода на новые рынки, привлечение новых групп потребителей, освоение новых продуктов требуют создания новых брендов или суббрендов. В результате у компании образуется портфель брендов, у каждого из которых должна быть своя роль. Главное, чтобы каждый бренд в портфеле был четко позиционирован и выполнял свою часть работы на благо общего дела – на процветание компании. Архитектура же брендов, организующая структура портфеля брендов, которая определяет их роли и взаимоотношения между ними, – это средство, позволяющее команде брендов функционировать как единая система, избегая «каннибализации» друг другом, и создающее таким образом синергию, ясность и развитие компании во времени.

Иными словами, необходимость разработки архитектуры брендов вызвана в первую очередь развитием рынков и конкуренции. Невозможно соответствовать всем требованиям всех сегментов по определению. Нельзя пытаться захватить весь рынок – это приводит к размыванию позиционирования, а следовательно, к ослаблению позиций в сознании

потребителей. В свою очередь, это осложняет выбор потребителя, чем обязательно воспользуются конкуренты. А один раз, потеряв лидерство на рынке (в сегменте), восстановить его практически невозможно.

Литература

1. Алексунин В. А. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности. М. : Дашков и К^о, 2005. 716 с.
2. Афонин И. В. Инновационный менеджмент : учеб. пособие. М.: Гардарики, 2005. 224 с.
3. Балабанов И. Т. Инновационный менеджмент. СПб. : Питер, 2000.
4. Бовин А. А., Чередникова Л. Е., Якимович В. А. Управление инновациями в организациях : учеб. пособие по специальности «Менеджмент организации». М. : Омега-Л., 2009. 141 с.
5. Бронникова Т. С., Чернявский А. Г. Маркетинг : учеб. пособие. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2006.
6. Валдайцев С. В. Менеджмент технологических инноваций. СПбГУ, 2003. 560 с.
7. Дегустационные методы анализа как инструмент маркетинга при разработке новых пищевых продуктов // Маркетинг в России и за рубежом. 2006. № 5.
8. Завьялов П. С., Демидов В. Е. Формула успеха: маркетинг. М., 2007.
9. Инновационный менеджмент / под ред. П. Н. Завлина, А. К. Казанцева, Л. Э. Миндели. М., 2008.
10. Маркетинг : практикум / Т. А. Бурцева и др. Киров: ВятГСХА, 2012. 146 с.
11. Мескон М., Альберт М., Федури Ф. Основы менеджмента : пер. с англ. М. : Дело, 2007. 381 с.

12. Управление маркетингом в АПК : учебник / А. В. Пошатаев и др.; под ред. А. В. Пошатаева. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011. 279 с.
13. Пермичев Н. Ф., Палеева О. А. Маркетинг инноваций : учеб. пособие. Нижний Новгород : Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2007. 88 с.
14. Санто Б. Инновация как средство экономического развития : пер. с венг. М.: Прогресс. 2006. 82 с.
15. Современный маркетинг: принципы и правила. М. : Нижний Новгород, 2008.
16. Фатхутдинов Р. А. Инновационный менеджмент : учеб. для вузов. 5-е издание. СПб. : Питер, 2006. 448 с.
17. Фокина О. В. Управление конкурентоспособностью предприятия сферы услуг на рынке общественного питания Кировской области. Киров : ВятГСХА, 2012. 134 с.
18. Фокина О. В. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности : практикум. 2-е изд., перераб. и доп. Киров: ВятГСХА, 2012. 109 с.
19. Фокина О. В. Маркетинговое позиционирование предприятия сферы услуг // Европейский журнал социальных наук. 2012. №3. С. 402–406.
20. Фокина О. В. Бюджет маркетинговых мероприятий для предприятий общественного питания // Российское предпринимательство. 2012. № 1 (199). С. 185–190.
21. Фокина О. В. Регулирование маркетинговой деятельности на рынке услуг. Киров: ВятГСХА, 2010. 160 с.
22. Фоксол Г., Голдсмит Р., Браун С. Психология потребителя в маркетинге / пер. с англ.; под ред. И. В. Андреевой. – СПб.: Питер, 2001. 352 с. (Серия «Маркетинг для профессионалов»).
23. Хотяшева О. М. Инновационный менеджмент : учеб. пособие. СПб. : ПИТЕР, 2006.

24. Экономика предприятия : учебник / под ред. Н. А. Сафронова. М. : Юрисъ, 2007. С. 367.
25. Bateson J. Managing services marketing. USA, 1995.
26. Gronroos C. Service management and marketing. West Sussex, 2000.

Информация об авторах

Data on authors

Фокина Ольга Васильевна – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой менеджмента и маркетинга факультета экономики и менеджмента ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

E-mail: fokina@vyatsu.ru

Fokina Olga Vasilyevna – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor, Chair of the Department of Management and Marketing, Vyatka State University.

E-mail: fokina@vyatsu.ru

**ЭВОЛЮЦИЯ ЭСТЕТИЧЕСКИХ ВЗГЛЯДОВ ОБ ИКОНЕ
В СТАРООБРЯДЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ
КАК ОТРАЖЕНИЕ МЕНТАЛИТЕТА «РЕВНИТЕЛЕЙ
ДРЕВЛЕГО БЛАГОЧЕСТИЯ»**

**THE EVOLUTION OF ESTHETIC VIEWS ON ICON
PAINTING IN THE OLD BELIEVER'S LITERATURE AS A
REFLECTION OF "ZEALOTS OF DREVLVY DEVOTION"
MENTALITY**

Рассмотрены эстетические взгляды старообрядцев на изобразительное искусство, проанализирована историческая и эстетическая оценка иконы протопопом Аввакумом и другими старообрядческими подвижниками XVII–XX вв. в литературе и документальных источниках, что помогает дать представление об отношении «ревнителй древлего благочестия» к иконописи.

We considered the esthetic views of Old Believers on fine arts; we also analyzed the historical and esthetic assessment of an icon by protopriest Avvakum and other Old Believe devotees of the XVII–XX centuries in literature and documentary sources which helps us to give an idea of the "zealots's of drevly devotion" attitude to iconography.

Ключевые слова: эстетика иконы, старообрядческая литература, иконография, иконописание.

Keywords: icon esthetics, Old Believer's literature, iconography, icon painting

Впервые к проблеме эстетики раннего старообрядчества обратился научный сотрудник Пушкинского дома, филолог А. Н. Робинсон. В своей статье он проследил художественно-эстетические взгляды писателей XVII века на иконопись, выявил идеологические основы полемики в литературе этого времени, подробно охарактеризовал взгляды протопопа Аввакума. В работе А. Н. Робинсон основывался на документальных источниках XVII века [1].

Труды Аввакума являются программой для старообрядческого движения, в его «Письмах» указаны основные критерии в иконографии и стилистике старообрядческих икон, которые стали в дальнейшем основополагающими для развития иконописания в среде «ревнителй древлего благочестия». Анализируя высказывания Аввакума об изобразительном искусстве, можно выделить основные положения его размышлений.

Божественное по своей сути «нечеловекообразно». Но Христос вочеловечился, и его «сугубой» природе свойственна особая «господня красота». Аввакум протестовал против искажения в новой иконописи тех признаков внешности, которые создавали одухотворенно-эмоциональное выражение лиц святых: «И у каждого святого ... выправили вы у них морщины-те у бедных...» [2]. В этом свидетельстве чувствуется стремление Аввакума обосновать необходимость сочетания столь развитой в русской иконописи традиции символического изображения «ликов» с их бытовой «реализацией». Эта тенденция развивалась и в других его

замечаниях, несколько противоречивших представлениям новых изографов о средневековой русской иконописи.

Человек («истинный христианин») как по житию и естеству, так и по духовному облику должен быть «богоподражателен». Аввакум не выступал сторонником «темнообразных» икон, наоборот, он ратовал за естественное «румянство», а не за искусственную «белость», допуская «красивые ризы», «должные быть у отцов церкви». Исходя из своих реально-бытовых представлений, он даже упрекал новых иконописцев в некоторой условности колорита: они, оказывается, предпочитали «в лицах» святых «белость, а не румянство», или допускали, как ему казалось, несвойственную в ризах скудость [3].

В специальной беседе об иконах Аввакум с возмущением осуждает реалистические тенденции новой иконописи: «пишут Спасов образ Еммануила, лице одутловато, уста червонная, власы кудрявые, руки и мышцы толстые, персты надутые, тако же и у ног бедра толстые...». За этим следует саркастический вывод, подчеркивающий иностранно-светский характер такого иконного изображения: «и весь, яко немчин брюхат и толст учинен, лишь сабли той при бедре неписано». Критикуя новую иконопись, изображавшую Христа «брюхатым» и «толстым», Аввакум исходил из своих религиозно-философских представлений о «сугубой» природе Бога-человека. Он подтверждал «человекоподобие» его жизни, но в то же время подчеркивал: «Христос же, бог наш, тонкостны чувства имея все...» [4].

Спасение Аввакум видит не в творчестве и в Предании, а в незыблемости всего того, что существует независимо от традиций, будь то в форме или в содержании: что «до нас положено – лежи оно так веки веком». Он включает в эту неприкосновенность все то, что вошло в иконографический обиход, все «фантазии русских мастеров» и заимствования Запада, закрепленные Соборами XVI века. Аввакум в своих

размышлениях следовал за постановлением Стоглавого собора 1551 г, предлагавшем писать так, как писал Андрей Рублев. Этот принцип рассматривается как неприкосновенное наследие, которого старообрядцы придерживаются до сих пор [5].

Свои требования к иконописанию он излагал достаточно определенно. Они отвечали общим представлениям Аввакума о «житии», «вере» и «образе» человека. Требование изображать святых такими, какими они были «в жизни», основывалось у Аввакума не на узком принципе «плотского», против чего он боролся, а на принципе духовной красоты. Идеалом представлялся образ святого, которому свойственны «Лице, и руке, и позе, и вся чувства тончава и измождала от поста и труда, и всякие им находящие скорби» [6]. Аввакум прямо указал на преобладание западноевропейского влияния в новой русской иконописи: «А все то кобель борзой Никон, враг, умыслил, будто живья (вариант: «з живья») писать, устрояет все по фряжному, сиречь, по неметцкому». При этом Аввакум охарактеризовал и непосредственно «латинские» образцы перенимаемых русскими мастерами иконных изображений: «Еще же и распятие господне пишут по латиньски, со креста тело все по длинному древу стаца низу, вверх руками написуют» [7].

Для Аввакума не было сомнений в том, что западное влияние на русскую иконопись представляет собою влияние изобразительного искусства совершенно иной, отличной от нее духовной природы и художественной традиции. Это было воздействие светской живописной «парсуны» (портрета) на иконный «лик». «Немцы, ведь, – пояснял Аввакум, – иконам не кланяются, токмо свои образы пишут...». Отсюда понятно, что, занимаясь чуждым им делом иконописания, иностранные мастера «каковы сами волосаты, таковы и образы счиняют...» [8].

Анализируя высказывания Аввакума об иконописи, можно выявить основные моменты и свести их к следующему: его представления об

образе христианина (внутренне единые и полярно ориентированные) органически слиты с общими основами его народно-религиозного мировоззрения. «Образ» человека не отделялся в сознании Аввакума непреодолимой преградой от «образа» Бога. Иконописный образ должен был сочетать телесную «реальность» изображаемого божества с идеальностью его духовного облика. Через такое «подобие» выражались эстетические нормы «иконного писания» XVII века.

Выработанные в трудах Аввакума критерии позднее поддерживались и развивались подвижниками различных толков и согласий старообрядчества. Интересное замечание можно найти в письме известного деятеля старообрядчества, собирателя русских древностей И. Н. Заволоко к иконописцу Г. Е. Фролову: «Староверие, это не невежественная борьба за обряды, а естественная защита русского народа от проникновения чуждаго яда материалистического запада» [9].

Отдельные сведения о манере изображения святых встречаются в рукописном старообрядческом сборнике «Христианоопасный щит веры против еретического ополчения», составленном в конце XVII века учеником и духовным сыном Аввакума Авраамием. Новые живописцы, возмущается автор «Щита», пишут Богородицу на иконах «дебелоличну, откровенну главу имущу, простовласату, перси святые и сосцы голы, яже никогда же кем-либо видена была», так как с самого детства «покровенна бе всетелесно». Изображают ее в многоцветных одеждах, хотя, по мнению автора, Богородица таких одежд никогда не носила, но всегда имела «одежду смиренную, смуглую, малоценную» [11]. Критерий подобного изображения Богородицы сохранился до наших дней в старообрядческой среде.

В начале XVIII века происходит раскол в старообрядчестве на толки и согласия. Появляются новые догматические учения, которые продолжают и конкретизируют учения Аввакума и его ближайших

последователей и вырабатывают дополнительные критерии к иконографии в различных толках и согласиях.

Одним из новых фундаментальных учений в этой области являются «Поморские ответы» Андрея Денисова. Их важное значение в деле защиты древлеправославия признают последователи всех старообрядческих толков и согласий. По своей основательности «Поморские ответы» остаются классической книгой для иконографии, ее использовали не только беспоповцы, но и поповцы черпали оттуда доказательства своей правоты.

«Поморские ответы», написанные Андреем Денисовым при участии брата Семена и Трифона Петрова, называли классическим образцом в раскольнической литературе. В них были собраны все возможные свидетельства в защиту старообрядчества. Выговцы представляли беспоповское направление раскола, в «Ответах» это направление выглядело как обоснованная доктрина.

Двуперстие, например, подтверждалось 105 свидетельствами, почерпнутыми из разных древних источников. Для большей наглядности переписчики «Поморских ответов» часто копировали на полях благославляющие десницы Иисуса Христа и Богоматери с известных чудотворных икон. Особое внимание в иконах обращалось на недопустимость изображения новых типов перстосложения, введенных Никоном. Крестное знамение всегда подчеркнуто двуперстное, что должно было осмысляться как символ «древлего благочестия» и признак «правильности иконы» [12].

Нововведенная монограмма «ИИС ХС» в глазах поморцев не являлась сакральной: она «на древних святых образах нигде не обреталась». Эта монограмма взята из новых греческих книг. Единственным правильным написанием в иконе и книге Святого писания старообрядцы считают – ІС ХС [13].

В «Поморских ответах» к статье «О святых иконах» примыкает статья «О евангелистах». В ней, ссылаясь на отцов Церкви и иконописную традицию, доказывается, что символом евангелиста Матфея является человек, евангелиста Марка – орел, евангелиста Луки – телец, евангелиста Иоанна – лев. Новая символика евангелистов, введенная собором в 1666 г., отвергается. На старообрядческих иконах Распятия в руках святых, на церквах должны изображаться только восьмиконечные «трисоставные» [14].

В «Поморских ответах» Андрея Денисова, также как и в «Письмах» Аввакума, звучит протест против «одебеливания плоти»: «Нынешние живописцы пишут иконы не от древних подобий святых чудотворных икон греческих и российских, но от свое рассудительного смысления: вид плоти Спаса Христа и прочих, иже в библиях напечатаны (имеются в виду гравюры) и на полотнах малиованы». При этом подчеркивается, что «латины, в живописании древний обычай церкви изменившие, живописут образа от своего умствования». В подтверждение своей мысли они ссылаются на аскетизм и умерщвление плоти святых, «умеренную тонкость» которых видели на старых иконах [15].

Другим письменным источником для более точного официального определения, какой должна быть икона, являются постановления старообрядческих Соборов в разных толках. Старообрядческие Соборы созывались по мере необходимости для решения важнейших вопросов, касавшихся жизни и деятельности какого-либо старообрядческого согласия, иногда нескольких согласий. Итогом соборов, как правило, становились соборные постановления или соборные послания, письма, скрепляемые подписями участников.

На Соборе 1 октября 1751 г. у федосеевцев было постановлено: «Ст. 2 Образом святым поклоняться древняго благочестия и ныне от христиан (т. е. Федосеевцев) писанным, а от иноверных или от новоженков писанных или литых не принимать». «Ст. 3 Образы литые выменивати от

христиан или от Поморцев, а от Никониан медных литых не принимати и не поклонятися а новые медные литые стали но неведению променивать на древние» [16].

В ноябре – декабре 1760 г. в Поморье местными филипповцами, а также приехавшими туда представителями общин Москвы и Ярославской губернии было принято соборное письмо, определявшее отношение к федосеевцам. Речь шла о вопросах, традиционно разделявших две ветки беспоповщины: о титле на кресте, о святых, староженческих браках, торжищном брацне и др. [17].

В исповедании веры (Поморских отцов) 8 февраля 1780 г.: «Ст. 2 Повелеваем иконником живописати и медником отливати с древних образцов, по церковному всеобдержному преданию с царским и богословским надписанием, якоже св. чудотворные кресты имут, еже есть Царь Славы ІС ХС Сын Божий и прочая. Четыре литернаго же надписания еже ІНЦІ сами не полагаем и прочим не советуем и таковым надписанном на поклонение не поставляем, прочее же о кресте четырехлитерном надписании, якоже прежние вышеречени отцы Даниил, Андрей, инок Филипп, Феодосии и пр.» [18].

Собор о соглашении Поморцев с Федосеевцами в Петербурге 4 января 1791 года постановил: «Ст. 2 На крестах честных надписания, по всеобдержному ее церкви обычаю, всем иконописцем и меднолитным художником полагати повелеваем, т. е. Царь Славы ІС ХС НИ КА и прочая». «Ст. 3 Титлы на крестах свитех вместо Пилатом тремя языки положенныя четырехлитерное надписание ІНЦІ веем иконописцом нашим и художником медполитным писати и отливати не повелеваем» Московский собор 19 февраля 1791 года принял эти постановления [19].

В постановлениях мирного соглашения Поморцев с Балчужными 20 декабря 1812 года написано: «Ст. 5 Крест Христов иконописцам писати и медником отливати с царским и богословским надписанном, еже есть

Царь Славы Исус Христос Сын Божии, или распятие Господне и прочая древлецерковная всеобдержная подписания, кроме сих литер ИИЦ. О первобытном же Пилатовом надписании, как у святых написано, так и мудрствовати, свое разсужденнаго же толкования или разсуждения не принимати» [20].

Первый съезд беспоповских наставников состоялся 16 января 1823 г. в Дегуцкой обители (Литва). На соборе в Дегутях разбирались вопросы об иконах, написанных «внешними изографами» (т. е. не беспоповцами), о крестах меднолитых, «имущих четыре литеры римского нового положения» (о том, следует или не следует принимать кресты с пилатовым титулом) [21].

На соборе в 1883 году в Преображенском богадельном доме было постановлено: Ст. 10 «...иконником, пишущим и отливающим святых иконы, власы стрижи неотменно по христиански, одежды немецкой не носить, с миром не сообщатися, мастеров отлученных не держати, и работать иконы на чистом клею; никонианского или отлученных письма иконы не сбывати, и вообще быть соблюдаателями 43 главы Стоглавого собора, престаупающим же сия воспрещати работать, аще ли же не послушают, то иконы у таковых не брати» [22]. О том же выносились подробные постановления на петербургских соборах 1799 и 1817 гг. [23].

В начале XX века догматические вопросы иконописания поднимались в различных старообрядческих журналах: «Златоструй» (1910–1913) и иллюстрированном еженедельнике старообрядцев, приемлющих священство белокриницкой иерархии, «Церковь» (1908–1914). В журнале «Церковь» был опубликован ответ на вопрос: можно ли поклоняться четырехконечному кресту. «Святая Церковь почитает совершеннейшим видом Креста Христова крест осьмиконечный, на котором Господь наш Исус Христос завершил свои страдания. Однако св. Церковь не отрицает и крест четвероконечный, как имеющий главные

основные части Креста Господня. Как символу страданий Господа нашего Иисуса Христа можно поклоняться и четырехконечному кресту» [24].

В журнале «Церковь» авторы так определили смысл иконы. «Всякая икона чудотворна потому, что через нее верующий общается с Первообразным и, тем самым, приобретает благодать. Причем чудодейственная сила исходит не от иконы, а через икону, и благодать этой силы приемлет только верующий человек. На икону не смотрят, ее не “переживают”, а на нее молятся» [25].

Журнал «Златоструй» состоял из вопросов и ответов. В 1913 году один из разделов был посвящен вопросам об иконе. Старообрядцев волновал вопрос: можно ли молиться на нестарообрядческие иконы? «По святоотеческим правилам следует поклоняться и почитать иконы, писанные по преданию, а не своего человеческого измышления. В различных христианских обществах в настоящее время есть изображения и таких «святых», которых не было у древлеправославной русской Церкви, и таким поклоняться не следует, если мы считаем себя истинными христианами, по древнему благочестию подражателями своих предков. Святые правила запрещают изображать иконы на бумаге и на жести» [26].

Староверческий исторический вестник «Родная старина», журнал старообрядцев-поморцев, издавался под редакцией И. Н. Заволоко в Риге с 1927 по 1933 г. В этом сборнике, «посвященном вопросам религиозно-нравственного и национального просвещения», Г. Е. Фролов, староверческий иконописец из Эстонии, определил качества, которыми должен обладать иконописец по Стоглавому Собору: смиренный, кроткий, благоговейный, не празднословец, не смехотворец, не завистник, не пьяница, не убийца. По немощи человеческой предусматривается возможность супружества. Но самое главное – это «в посте, в молитве, в воздержании со смиренномудрием, с великим тщанием писать Образ

Господа нашего Иисуса Христа, Пречистой Его Богоматери, Святых Пророков...». Этот Собор особо отмечает, что иконописец должен непременно иметь учеников, которых следует учить «без всякого коварства». Достойных учеников приводить к Святителю, дабы получить от него благословение. А у кого не получается, такого «дела предстати – запрещение положить». Думается, что такие высокие требования вовсе не случайно предъявляются Церковью к иконописцам, ибо от их духовного состояния и уровня мастерства в значительной степени зависит «сила» иконы [27].

На страницах журнала можно было встретить статьи старообрядцев, исследователей древнерусской иконописи: Е. Шмурло, И. Евдокимова, И. Н. Заволоко, иконописцев Г. Е. Фролова и П. Софронова. Большое внимание исследователи уделяли вопросам иконографии, древней византийской традиции в живописи. Публиковались материалы о современных иконописных мастерских, выполнявших заказы старообрядцев, в Прибалтике и в России.

В целом периодическая печать дает большой объем фактов и основу для сравнительно-исторического сопоставления разных сторон религиозной жизни.

Епископ Казанский и Вятский Андриан написал статью «Похвала иконе», где он размышлял о бытовании современной старообрядческой иконы. «Современная иконопись полностью основывается на древней традиции и старинной технологии... Никакие репродукции, искусно выполненные бездушной типографской машиной, не заменят “живой” иконы, писанной благочестивым мастером по канонам церкви, по древней технологии, натуральными красками из горных минералов. Как текст молитвы церковной неизменен, так неизменны и формы иконописи. Поэтому иконопись, как искусство религиозное, долженствующее обслуживать обрядовую сторону богослужения, которая неизменна и

традиционна, должна быть – консервативна». Епископ Андриан призывал старообрядцев – хранителей древних благочестивых обрядов и обладателей несметного богатства в виде старинных икон и настенных росписей – особенно бережно относиться к традициям и каноническим установлениям Православия и не уступать современным, подкупающим своей рациональностью, тенденциям «механизации» иконописи. Решать проблему острого дефицита икон нельзя путем нарушения канонических установлений Церкви. Использование бумажных репродукций в качестве икон является полной профанацией иконопочитания. Что касается домашней молитвы, то бумажные иконы могут быть здесь использованы только как изображение того, что должно быть на их месте. Их даже не нужно освящать, так как это не иконы. А если «образа подобна написана не прилучится, и ты на небо на восток кланяйся» – такой совет дает протопоп Аввакум» [28].

Изучение старообрядческой литературы, письменных, архивных и вещественных источников подводит нас к пониманию специфики иконописи «ревнителей древнего благочестия», является важным компонентом в методах исследования икон разных толков и согласий. Все эти источники помогают установить особенности символики и иконографии в различных толках, а также уточнить датировки ряда иконописных памятников. Многообразие и полнота привлекаемых источников позволяют представить всестороннюю картину духовной жизни старообрядцев и их мировоззрение, отношение к иконе.

Литература

1. Робинсон. А. Н. Идеология и внешность: взгляды Аввакума на изобразительное искусство // Труды отдела древнерусской литературы. Вып. 22. М.; Л. : Наука, 1966.

2. Аввакум. Беседа пятая. О внешней мудрости // Житие протопопа Аввакума. М., 1997. С. 217.

3. Там же. С. 216.

4. Аввакум. Беседа четвертая. Об иконном писании // Житие протопопа Аввакума. М., 1997. С. 210.

5. Там же. С. 211.

6. Там же. С. 211.

7. Там же. С. 212.

8. Там же. С. 212.

9. Никонов В. Староверие Латгалии. Очерки по истории староверческих обществ Режицкого и Люцинского уездов: 2-я половина XVII – 1-я половина XX вв. Изд. Резекненской кладбищ. старообряд. общины. 2008. С. 4.

10. Материалы для истории раскола за первое время его существования / под ред. Н. И. Субботина. Т. VI. М., 1887.

11. Поморские ответы. М.: Преображенская типография, 1909. С. 215.

12. Там же. С. 457.

13. Там же. С. 423.

14. Там же. С. 217.

15. Там же. С. 214.

16. Журавлев А. И. Полное историческое известие о древних стригольниках и новых раскольниках т. н. старообрядцах. Ч. II. М., 1855. С. 39.

17. Смирнов П. С. Споры и разделения в русском расколе в первой четверти XVIII века. СПб., 1909. С. 240.

18. Материалы для истории раскола за первое время его существования. Т. II / под ред. Н. И. Субботина. М., 1887. С. 234.

19. Материалы для истории раскола за первое время его существования. Т. IV / под ред. Н. И. Субботина. М., 1887. С. 135.

20. Там же. С. 137.
21. Отечественские заветания : рукоп. Владимир. семинарии. № 75. Л. 234.
22. Смирнов П. С. Споры и разделения в русском расколе в первой четверти XVIII века. СПб., 1909. С. 240.
23. Там же. С. 260.
24. Можно ли поклоняться четырехконечному кресту // Церковь. 1910. № 2. С. 8.
25. Смысл иконы // Церковь. 1912. № 9. С. 8.
26. Можно ли молиться на нестарообрядческие иконы // Златоструй. 1912. № 7. С. 3.
27. Фролов Г. Е. Святые Отцы о иконопочитании // Родная старина. 1928. № 5–6.
28. Андриан (еп. Казанский и Вятский). Похвала иконе // Остров веры. Екатеринбург, 2001.

Информация об авторах

Data on authors

Быкова Екатерина Васильевна – кандидат искусствоведения, доцент кафедры культурологии и журналистики ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 715115

E-mail: ev2_74@mail.ru

Bykova Ekaterina Vasilyevna – Candidate of Arts, Assistant Professor of the Department of Cultural Studies and Journalism, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 715115

E-mail: ev2_74@mail.ru

**РАЗЛИЧИЯ БРИТАНСКОГО
И АМЕРИКАНСКОГО СЛЕНГА**

**DIFFERENCES BETWEEN BRITISH
AND AMERICAN SLANG**

В статье показана важная роль сленга в англоговорящих странах, проанализированы общие и отличительные черты между компонентами американского и британского сленга. Особое внимание уделено различию между сферами использования и распространенностью сленга молодежи и студентов в Великобритании и Америке.

The article shows the important role of slang in English-speaking countries. Common and distinctive features between the components of the American and British slang are analyzed. Special attention is given to the distinction between the use and prevalence of student slang in the UK and America.

Ключевые слова: сленг, эмоционально-окрашенная лексика, студенческий сленг, общие черты, различия.

Keywords: slang, emotive language, student slang, common features, differences

Сленговая лексика уже давно является объектом внимания многих отечественных и зарубежных лингвистов, т. к. активно используется

носителями языка, пополняется новыми словами и выражениями, и, следовательно, может быть достоверным источником информации о языковых факторах.

Само понятие «сленг» в современной лингвистике неоднозначное и достаточно сложное для определения. Основная сложность связана с тем, что разные авторы по-своему предлагают решать вопрос об объеме понятия «сленг». В широком понимании сленг включает в себя разговорную лексику и жаргонизмы, но социальные и психологические сложности использования сленга делают этот термин трудным для определения. В лингвистических целях сленг нужно отличать от таких слоев лексики как региональные диалекты, жаргонизмы, нецензурные и вульгарные слова, хотя сленг имеет общие характеристики с каждым из этих слоев. Чаще всего сленг ограничен не географически, а локально и часто возникает внутри группы людей, объединенных одним занятием. Сленг используют для установления или укрепления социальной идентичности в пределах определенной группы или соответствия себя тенденции и моды в обществе в целом.

Сейчас сленг очень популярен в англоговорящих странах. Он используется в ежедневной речи, и даже можно встретить большое количество сленговых слов и выражений в журналах и литературных работах. С развитием общества на сленге говорят все больше людей, особенно в Америке, американцы очень положительно относятся к сленгу. Его принимает и высшее сословие, и низший класс, и особенно студенты колледжа, которые склонны использовать современные слова для формирования своего собственного стиля. Сленг играет важную роль в американском английском. Известно, что в среднем на сленг приходится одна десятая американского словаря.

Отношение к сленгу зависит от человека. Некоторые считают, что сленг нельзя использовать в формальных случаях, т. к. на нем говорят

только неграмотные люди, и сленговые слова очень грубы. Некоторые даже думают, что сленговая лексика относится к «похабной», и выступают за его запрещение. Однако сторонники противоположного мнения считают, что сленг играет важную роль в английском языке благодаря своему свежему живому юмору и соответствующим выражениям.

Если ты не знаешь определенных сленговых выражений, то не сможешь понять некоторые фразы в фильме или книгах и, что хуже, можешь ошибаться в общении с носителями языка. Например, фраза гида, «Anybody wants to take a leak?», что означает «Does anybody want to go to the restroom?», у туристов, не знающих значение данного сленгового выражения, может, по меньшей мере, вызвать удивление. Поэтому, нужно принять во внимание, что очень важно изучать язык в социокультурном контексте; ведь язык всегда существовал и развивался в тесном контакте с культурой. Неправильное использование сленга может привести к недоразумению в общении. Американцы говорят на красочном, идиоматическом английском, который может иметь мало общего с языком, который изучают в школе. Даже сам носитель языка может испытывать трудности в понимании англоговорящих носителей других культур.

Несмотря на трудность определения понятия «сленг», нужно отметить его некоторые особенности. Сленг, взятый в целом, эфемерен, он врывается и выходит из употребления намного быстрее, чем слова общего словаря. Такое быстрое изменение требует постоянного обновления лексических единиц, иногда заменяя их или добавляя что-то новое к уже существующим сленговым единицам. Например, *jambox*, *ghetto blaster*, или *Brixton suitcase* – для обозначения портативного кассетного плеера. Такие изменения вносят определенное новшество и свежесть в значительную часть сленга. Все же некоторые сленговые единицы живут очень долго. Например, *bones* – сленговое слово для обозначения игры в кости использовалось еще Чосером в 14 веке и до сих пор относится к

разряду сленга. Однако когда такие слова остаются в языке в течение многих лет, они часто теряют свой сленговый статус: например, бывшие когда-то сленговые слова *jeopardy* (азартная игра) и *crestfallen* (петушинные бои) приобрели сегодня даже научный оттенок.

Людям нравится использовать сленг в ежедневной речи. Фактически, значение большинства сленговых слов схоже со значением слов разговорного стиля. Иногда очень сложно отличить сленг от разговорного стиля. По мнению Флекснера, к сленгу нужно относить слова и выражения, которые часто используются или довольно понятны значительной части широкой публики, но которые не считаются «хорошими», и лишь формально используются большинством [1]. Куирк же считает, что на сленге говорят, чтобы показать яркое или игривое лексическое значение слова или выражение, характерное для обычной беседы в особой социальной группе [2]. Согласно Оксфордскому Лингвистическому Словарю [3], сленг используется внутри определенной группы людей (н-р, армейский сленг), людей одной профессии или определенным поколением (чаще всего молодежь и студенты).

Между компонентами американского и британского сленга существуют как общие, так и отличительные черты. Являясь подсистемой языка, сленг обладает достаточно четкой формальной структурой. Следует отметить, что как в британском, так и в американском сленге выделяются те же основные знаменательные части речи, что и в литературных вариантах языков: существительные, глаголы, прилагательные, причастия и наречия. Помимо этого, сленг включает в себя аббревиатуры и устойчивые единицы (устойчивые сочетания и сленговые предложения).

В разряд устойчивых единиц включены и «сленговые предложения». К подобным предложениям относятся такие, которые не создаются каждый раз в процессе общения, а воспроизводятся как готовые компоненты сленгового языка, что и позволяет считать их устойчивыми единицами [4].

Как в британском, так и в американском сленге подобные предложения принимают форму:

1) Экспрессивных высказываний (обращения, восклицания, междометия, которые могут менять свое значение в зависимости от контекста и того, кто его употребляет; негативно окрашенная лексика, т. е. ругательства, оскорбления, мат, табуированные слова).

а) Сленговые междометия:

Hey! Может быть использовано в качестве приветствия, оклика, упрёка (AmE).

Whoa, leave it. Выражает удивление или же отвращение (BrE).

Look at you, huh? Выражает полную растерянность. Посмотри-ка (BrE).

б) Ругательства:

bloody (BrE) наиболее частотно используемое ругательство, сравнительно невинное, ближе к американскому damn;

feck/ feck off [orig. Ireland] более мягкий синоним слова fuck/ fuck off; crap (AmE) дрянь, вранье, что-то бесполезное;

Holy crap!/ Holy cow! (AmE). Черт возьми!/ Офигеть!/Жесть!;

Bastard/dirty bastard (AmE/BrE). Обычно используется в случаях, когда мы бы сказали: «гад», «подонок» и т. д.

в) Обращения: ladies (BrE), dork (AmE) син. nerd, geek, bro (AmE/BrE).

г) Восклицания:

Get in! (BrE) Так держать! Blas(t)! (AmE) букв. удар, потрясение, шок;

Cool! (AmE/BrE) Здорово, клево, прикольно.

2) Побуждения к действию:

Go to blazes! – Иди к черту! (AmE);

Put a sock in it – to shut up (BrE);

blab (bla bla bla) (BrE/AmE) букв. пустой разговор, треп, болтовня.

3) Вопросы:

You guys bitching? Как дела? (AmE);

All right (mate)? (BrE) – "Hello, how are you"?

По форме образования американского и британского сленга можно выделить следующие типы:

1) словотворчество – изобретение новых слов, ранее прежде не существовавших: nerd (AmE), bovvered (BrE);

2) переосмысление уже существующих слов, т. е. наделение существующих слов или фраз новыми значениями: Bingo! (AmE), Footprint (BrE);

3) образование новых слов в результате перехода из одной части речи в другую: You are so Obama (AmE), napster (AmE);

4) конструирование нового слова из частей уже существующих – например, начала одного и окончания другого, или образование от одной фразы, состоящей из нескольких слов одного слова: bromance (brother + romance) (AmE), yummilicious (yummy+ delicious) very delicious (AmE), mandals (man+sandals) Men's sandals (BrE);

5) сокращения и аббревиатуры:

presch – сокращение от "precious";

bro сокращение от brother;

ta – thanks (AmE/BrE);

IOU – I owe you;

Phat – Pretty Hot and Tempting (AmE);

TTFN – "ta ta for now"– goodbye! (BrE);

б) суффиксация (-у прибавляется к основе слова): *pukey person that pukes every time they drink* – slang *puke* 'to vomit' (AmE), *Frenchy* a French kiss (BrE);

7) другой способ получения сленговых слов и выражений – заимствование их из других источников: *chick* n. (AmE), *feck* (BrE).

Однако есть определенные особенности, отличающие американский сленг от британского. Во-первых, американский сленг чаще всего представляет собой колкие, обидные, надменные высказывания. Особенность сленга заключается в его редком повиновении общепринятым правилам, и именно поэтому американский сленг является самым изменчивым и самым производительным. Например, красивая женщина для американца – *skirt*, *biscuit* или *swan*, непривлекательная – *silly duck*, *cloud*, *black monkey*.

Во-вторых, американский сленг очень известен своими творческими созидательными возможностями, благодаря таким мастерам литературы как *Artemus Ward*, *O. Henry*, *George Ade*, и *Walter Winchell*. Американский сленг чрезвычайно богат синонимами, самые плодородные из которых черпают начало в таких темах как *drinking*, *money*, *the sexual organs* и т. д. Например, в словаре жаргонной лексики [5] можно найти многочисленные синонимы для умеренного опьянения: "*beery*", "*bemused*", "*bosky*", "*buff*", "*corned*", "*elevated*", "*foggy*", "*fresh*", "*hazy*", "*kisky*" и т. д.

В-третьих, существует иерархия американского сленга согласно различию по вульгарности сленговых выражений. Чем ниже социальные классы, где появилось данное слово, тем более конкретное и точное значение оно передает.

Возможно, краткость не является главной характеристикой американского сленга, но это одна из главных его особенностей. Краткость достигается в основном при помощи усекания конца слова (*vamp* – *vampire*, *mutt* – *muttonhead*, *fan* – *fanatic*).

Что касается лингвистических особенностей американского сленга, то нужно отметить, что главными способами словообразования являются составление, аффиксация и сокращение. Составление – наиболее распространенный метод словообразования в американском сленге: *whatdyecallem*, *attaboy*, *booze-foundary* и т. д. Также американцы используют многие приставки и суффиксы: *permagross*, *permanerve*, *permagrim* появились от приставки *perma* «большое количество чего-либо». Американские слова, такие как *pro*, *mike*, *pix*, *photo and ad*, образовались путем сокращения, и такая тенденция постепенно расценивается как стандартный английский язык.

Из всех социальных групп молодежь является самой склонной к использованию и реконструкции сленга и нетрадиционного языка. Они социально наиболее динамичны и восприимчивы к изменениям в моде: в одежде, взглядах, стиле, и также в речи. В современных культурных обществах студенты составляют многочисленную подгруппу среди молодежи, которая заслуживает специального исследования, часто они являются создателями особого словаря.

Различия между сферами использования и распространенностью сленга молодежи и студентов в Великобритании и Америке заставляет задуматься о различии в их социальных средах. Понятно, что некоторые социальные группы являются более склонными к созданию и использованию сленга, чем другие. В целом считается, что американцы намного больше любят использовать неофициальный и нетрадиционный язык, чем британцы. Конечно, большая часть общего сленга итак заметно отличается от британцев, но в языке, используемом студентами, эти различия выражаются еще больше. Если считается, что сленг чаще всего развивается в малочисленных и несколько ограниченных группах, то можно утверждать, что повседневная жизнь многих студентов американского университетского городка помогает им вовлечься в

подобный стиль коммунальной жизни. А британский студент, который чаще всего живет в семье, склонен использовать более стандартный язык. С этой точки зрения можно также понять, например, недостаток студенческого сленга в такой стране как Испания, где вряд ли можно говорить о таком понятии как жизнь университетского городка.

Американский студенческий сленг вызывает значительные трудности в понимании. Это обусловлено стремлением молодежи установить контакт в общении часто с помощью фамильярности, интимности. Из-за неподготовленности, спонтанности речи, отсутствии детального продумывания содержания разговора, а также экспансии молодежного жаргона увеличивается разрыв между «академическим» языком, ориентированным на образцовый Oxford English, и тем, который используется в реальном повседневном общении.

С. Б. Флекснер считает молодежь наиболее активным элементом, формирующим американский сленг [6]. Значительную часть единиц студенческого сленга представляют те лексические единицы, которые фактически являются дублетами нейтральных или разговорных единиц. Установка на разговорность, непринужденность, знание друг друга, ситуации способствует проникновению в речь молодежи тех лексических единиц, формально-содержательные характеристики которых не нарушают обстановки непринужденности:

roaddog, dude, boogerhead – chap, pal, fellow, bud, guy, chum, mate, friend, associate (товарищ, приятель, друг, компаньон);

wench, gooeу – girlfriend (подружка, любимая девушка);

bank, yen, duckets, spent, bones, benjamin, loot – money (деньги; бабки, зеленые);

buzz crusher – killjoy (зануда, человек, отравляющий удовольствие другим, брюзга);

to lunch – to go crazy (свихнуться).

Особого внимания заслуживает та часть студенческого сленга, которая представляет собой эмоционально окрашенную лексику, чаще всего с насмешливой, иронической или пародийной коннотацией, что, в общем, характерно для любого профессионального жаргона. Например: *bason* и *police* – полицейские; *beef* и *problem* – разногласие, проблема; *buffalo chick* и *fat female* – толстая женщина; *mule with a broom* и *a very ugly girl* – очень некрасивая девушка; *fruit, a looser, stupid person* – дурак и многие другие. Как видно из вышеприведенных примеров, в образовании этих единиц значительную роль играет метафорический перенос.

Студенческий сленг проникает для лексики, заимствованной из других профессиональных групп и групповых жаргонов и, в свою очередь, служит источником заимствований для этих социальных диалектов. Студенческие коллективы черпают свои инновации в лексиконах, пользующихся популярностью групп, служащих для них поведенческим ориентиром; так, немало жаргонизмов было почерпнуто из лексикона наркоманов: *hooch, tree, buddak, cripps, doobie, hronik, smokey treat* – марихуана; *to get one's johnny, blaze(on), burn, pull tubes, play monopoly* – курить марихуану; *el, reefer* (из лексикона Black English), *spliff* – сигареты с марихуаной; *fiend* – находиться в зависимости от марихуаны; *blew out* – находящийся в состоянии опьянения или возбуждения под воздействием марихуаны.

Студенческая молодежь ввела около 30 % сленгизмов, которые представляют собой табуизированную лексику, относящуюся к сексуальной сфере. Большую группу студенческого сленга составляет лексика, связанная с употреблением алкоголя и вечеринками (*chill* – расслабиться; *have arms, chizzil* – устроить вечеринку; *raize da roof* – хорошо провести время и т. д.).

Итак, характеристикой американского студенческого сленга является негативная ценностная ориентация, общая для форм внутригруппового

общения и социальных ситуаций использования сленга. Этим, вероятно, объясняется преобладание сленгизмов с доминантами наркотики, алкоголь, секс, в то время как сленгизмы с доминантой «учеба» составляют незначительное число (1 %).

Аббревиатуры, акронимы и усеченные формы, которые широко используются в студенческом сленге, чаще всего употребляются в конспиративной функции, например, тогда, когда используется табуизированная лексика (B. D. S. – Big Dick Syndrome «самонадеянный»), также в целях языковой экономии (I. T. Z. – doing well «дела идут хорошо», I's – ID «водительские права»).

Немало сленгизмов образовано путем усечения: za – pizza, fam – family, fundas – fundamentals, basics – basic subjects.

Особое место среди единиц молодежного сленга занимает довольно обширная группа сленгизмов, представленная междометиями, которые придают экспрессивную окраску высказыванию и служат для непосредственного выражения чувств и волеизъявления. Чаще всего они представляют собой короткие выкрики или звукоподражание и выражают:

различные степени удивления: bonk!, chyaa!, eesh!, flip mode!, oh my goshness!, shnikies);

согласие: bet! dude! shoots for real!, ah... ja!;

несогласие: bet! dude!, negotary! ta huh!

Итак, сленг можно оценивать по-разному: считать его засоряющим язык слоем лексики, или, наоборот, подчеркивать его экспрессивную роль в обогащении словарного состава языка. Такое различие в подходах легко объясняется неоднородностью сленга, в который, наряду с яркими, образными выражениями, входят вульгарные и грубые слова. Сленг представляет собой интереснейший психолингвистический и культурологический феномен, являясь не только отражением жизни

отдельной языковой личности, но и коллектива (социума), его породившего.

В большинстве случаев американский сленг, в отличие от британского, является скользким по значению, характеризуется постоянным поиском новизны, изменчивостью и беззаботностью в силу стремления следовать влиянию моды. Главным источником пополнения лексики американского языка является студенческий сленг. Языковые процессы, развертывающиеся в студенческом сленге буквально на глазах, делают его естественной экспериментальной лабораторией для наблюдения над языковыми изменениями в социальном контексте.

Литература

1. Flexner S. B. Preface // Dictionary of American Slang. 1975. P. 3.
2. A Comprehension Grammar of the English Language /R. Quirk et al. New York: Longman Group Ltd., 1985. P. 76.
3. Oxford Essential Dictionary. Oxford : Oxford University Press, 2000.
4. Смирницкий А. И. Лексикология английского языка. М., 1956. С. 79.
5. De Klerk V. H. New Dictionary of American Slang. New York : Harper and Row, 1986. P. 139.
6. Flexner S. B. Preface // Dictionary of American Slang. 1975. P. 55.

Информация об авторах

Data on authors

Злобина Ирина Сергеевна – канд. филос. наук, доцент кафедры иностранных языков ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 381176

E-mail: zlo-irina@yandex.ru

Zlobina Irina Sergeevna – Cand. Sc. (Philosophy), Associate Prof. on Foreign Languages in FSBEI of HPE «VyatSHU».

Tel.: (8332) 381176

E-mail: zlo-irina@yandex.ru

АСПЕКТ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

THE ASPECT OF VISUAL PERCEPTION OF REALITY

В статье задается базисная задача объекта исследования, при решении которой точкой отчета становится деятельность светового анализатора – зрение в движении, зрение как процесс. Обозначается новая форма индивидуального и общественного сознаний, уточняется понятие ценности. При анализе зрительного восприятия конкретизируется стиль зрения, выявляются такие категории, как категории конформности, суггестии.

In the article there is a basic goal of the research object to solve where the work of the light analyser turns to be a starting point – the work of sight in motion, sight as process. The mark is given on a new form of individual and social consciousness, the term of value is here defined more precisely. Analysing visual perception, the type of sight is concretized, such categories as conformality, suggestion are brought out.

Ключевые слова: зрение, восприятие, ценности, сознание, язык, зрительная среда.

Keywords: sight, perception, values, consciousness, language, visual surroundings

Ключевым вопросом социальной философии остается вопрос о взаимосвязи человека и общества, индивидуального и общественного сознаний. Сделав шаг от племенного строя к гуманизму, а в дальнейшем к процессам информатизации, сетивизации и освоению нанотехнологий, общество в своей современной постиндустриальной форме стало тем, что в свое время Карл Поппер преувеличенно обозначил как «абстрактным» или «безличным» [10, 219], а Бодрийяр констатировал симулятивным в стадии общенности, вирусойдности, суррогата культуры. Размышляя в подобном направлении, автор «Открытого общества...» писал о редких непосредственных личных связях и возможности искусственного осеменения, об обезличивании на улицах и одиночестве. Совершенствуются технологии, но, к сожалению, болезни общества остаются или видоизменяются. Современное общественное сознание оперирует такими достаточно яркими эпитетами как «техногенное производство людей», «асексуальное размножение», существующая реальность культивирует вещевой фетишизм, новые тела, сталкивает человека с человеком, массой, с машиной, коммуникационным институтом. И здесь при анализе объекта исследования мы ставим своей задачей проследить процесс проникновения общества в человека и, как следствие, увидеть происходящие в языке изменения, с другой стороны, определить пути воздействия языкового уровня действительности на человека.

Отправным пунктом в анализируемом процессе в первую очередь послужила деятельность светового анализатора (зрение), восприятие, обусловленное практически и руководствующееся точкой зрения ценности – гартмановский феномен «проникновения внутрь» через наружное [3]. В отношении ценности, ее системы, связанной, например, у представителей баденской школы нормами или априорными принципами, существующими в человеческом сознании, одновременно оговаривается и ее вовлеченность в сферу социализации. Если Макс Вебер предлагает в

ценностях видеть выражения общих установок своего времени и соответственно темпоральные «абсолюты» [16], то наш интерес распространяется и на степень различия, статус, сводимые к потреблению, обесцениванию, дискредитации, к потере психологизированного измерения, к некоей оптимизации игры возможностей.

В том случае, когда нас никто и ничто не отвлекает, мы можем совершенно спокойно, беспрепятственно рассмотреть то, что привлекло наше внимание, подойти ближе к этому предмету, обойти и изучить его со всех сторон, поразмышлять секунду-две и пойти дальше. Такое зрение Джеймс Гибсон назвал «естественным», первым заговорив о зрении в движении [4]. У человека есть возможность встать и походить вокруг, то есть визуализировать информацию, которая задает, *что* предоставляют объекты/предметы окружающего мира, *что* представляет собой современный человек, общество, к чему оно склонно, привычно. Здесь множество субъектов, сознавая каждый самого себя и других, сознательно и свободно вступают в ассоциацию при существовании единства объекта и цели [13, 192].

Можно с определенной уверенностью сказать, что современное индивидуальное сознание обладает новой, видоизмененной формой, а общественное сознание – новыми формами, новым эквивалентом сходных вибраций и восприятий. Элементарная зрительная фиксация тел, лиц, объектов разной формы, размера или цвета и непосредственный перцептуальный опыт стимулируют появление привитого образного ряда, сам процесс восприятия окружающего мира. О зрении как процессе говорили гештальтпсихологи, в котором место и функция каждого отдельного элемента детерминированы структурой процесса в целом [17, 12]. Существует мнение, что этот мир представляет собой конечный результат многих сложных операций, происходящих в нервной системе наблюдателя, прежде чем тот придет к его осмыслению. Но наряду со

сложностью, которую выделяет не только Рудольф Арнхейм [14, 28], мы сталкиваемся с категориями конформности [Аш Соломон: 15] – пассивного принятия существующего порядка, господствующей идеологии и т. п., суггестии, основанной на образном психологическом воздействии, снижающем критичность восприятия – воздействие на чувства человека, а через них на всю волю и разум [Мокшанцев Р. И., Медведева Е. В.: 7; 6].

Важную роль для непрерывного суггестивного воздействия играет бесконечный поток рекламных текстов, изображений, названий. Реклама в своей новой версии становится эффектом некой всеобъемлющей видимости торговых брендов, социальных коммуникантов, достоинств коммуникации. Как отмечал Ролан Барт, «реклама сделалась *интегрированным жестом*», включенным в повседневность, получая «те или иные отличия лишь в рамках этой обретенной им универсальности» [2, 443]. Развивая свою мысль, Барт обращает внимание на жестуальную типологию, выделяя первым жестом «жест *погруженности*». Судя по всему, когда мы просматриваем газеты или журналы онлайн, смотрим телевизионный канал и принимаем рекламируемый объект – сообщение, то непрерывность нашего жеста никак не нарушается; нередко при просмотре-скольжении, при чтении иллюстрированного журнала нам трудно определить, где реклама, а где новостная информация, – это происходит оттого, что наш организм привыкает к новому жесту; наше зрение приучается к новому видению – более формальному, поскольку оно остается на поверхности образа, не различая его глубинных содержаний. Для такого обновленного зрения все сообщения уравниваются между собой благодаря функции эртертейнмента или досуга, сила которой обусловлена не сюжетом, а одним лишь искусством.

Сегодня обычным, например, для россиян является макдональдизированная форма восприятия и удовольствия; современное пространство обслуживают образы неогероя, отпечатанные на одежде,

отфабрикованные и существующие уже в виде игрового заменителя – детской игрушки или видеоигры, создавая иллюзию коммуникационного обмена, диалога с ним, который, впрочем, выдуман воображением автора; уже привычно для сознания увеличение и восстановление груди имплантантами, пересадка органов или удаление ребер для уменьшения объемов талии. Но если это привычно, тогда как ведет себя язык, на котором мы говорим сегодня, выражаем свои мысли? Приобретает ли или вынужден ли он приобретать усеченную форму? Наделяется ли он имплантанным качеством, и можем ли мы вести речь о силиконовом языке? Безусловно, ответы на эти вопросы мы будем искать и анализировать при дополнении и введении уже словесного регистра; что же касается зрительного восприятия действительности, в пространстве видения «реальные» формы физических объектов, лиц, исходя из размышлений Бертрана Рассела, представляют собой «вывод из видимого» [12, 36], а не то, что мы видим, в свою очередь, психологами вводится и определяется «видимый мир» как реализация «осознаваемого мира» в визуальной модальности. В процессе визуализации прослеживается общая закономерность нарушения покоя, активности, динамики, саккадического «схватывания» внешних границ объектов, очертаний в легко воспринимаемых формах прямоугольника, шара или конуса, когда речь идет о домах или кроне деревьев [1, 96]. Западный мир, как отмечал Ричард Грегори [5, 176–177], живет в зрительной среде, богатой признаками перспективы, указывающими на расстояние в отличие, к примеру, от зулуской «культуры круга». Стилль зрения, основанный на законах перспективы, скорее является стилем зрения урбанизированного человека.

В перспективе как модели пространственного восприятия Эрвин Пановский видел прежде всего форму мироощущения, пластичности развития тел и их мимического движения, растворение в свете и

дистанцированность человека от предметного мира, а вслед за Кассирером – как одну из «символических форм», через которые «духовно значимое содержание связано с конкретным чувственным знаком и этому знаку внутренне присуще» [9, 46], заключая при этом, что для отдельной художественной эпохи и области искусства значимо не наличие перспективы как таковой, а ее качество, заданная направленность; перспектива в искусстве открывала для Панофского сферу «визионерского», внутри которой чудо есть непосредственное переживание зрителем, когда сверхъестественное вторгается в его собственное, кажущееся естественным визуальное пространство, побуждая именно сверхъестественностью верить в себя. Заимствованное исследователем дюреровское «видение сквозь» в современном мире трансформировалось в истончающие и исчезающие границы естественного и сверхъестественного, подобно изглаживанию границ публичного и частного в некий род перформансного, общенно-растворимого, слишком видимого. Так, жизненная настроенность людей уже требует гигантских небоскребов (Бурдж Халиф), торговых центров массовой коммуникации (Бобур), мегаконструкций (гиперболоидная 610-метровая телебашня Гуанчжоу), мегакитча; а виртуальные переживания, самоощущения зрителя перешли в неререфлексируемое состояние.

В итоге, мы отмечаем, что неоархитектоника современного города, не подразумевая лишь мегаполис, переживается современным человеком «консуетально», как выразился бы Николай Носов [8], то есть привычно, естественно, чувственно-нейтрально, в рамках обычной жизни [11], точно также, как рекламированность среды, лишь сенсорный контакт и зрительный контроль в мире быта и труда.

Литература

1. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие / пер. с англ. В. Н. Самохина, общ. ред. и вст. ст. В. П. Шестакова. М. : Прогресс, 1974.
2. Барт Р. Общество. Воображение. Реклама // Система Моды. Статьи по семиотике культуры / пер. с фр., вступ. ст. и сост. С. Н. Зенкина. М. : Изд-во им. Сабашниковых, 2003. С. 443.
3. Гартман Н. Эстетика / пер. с нем. Т. С. Батищевой и др., под ред. А. С. Васильева. Киев : Ника-Центр, 2004. С. 59–62.
4. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию : пер. с англ. / общ. ред. и вступ. ст. А. Д. Логвиненко. М. : Прогресс, 1988.
5. Грегори Р. Л. Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия / предисл. и общ. ред. А. Р. Лурия и В. П. Зинченко. М. : Прогресс, 1970. С. 176–177.
6. Медведева Е. В. Рекламная коммуникация. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. С. 241.
7. Мокшанцев Р. И. Психология рекламы : учеб. пособие. М., 2001.
8. Носов Н. Виртуальная психология. М. : Аграф, 2000. С. 54–70, 111–131.
9. Панофский Э. Перспектива как «символическая форма» / пер. с нем. И. В. Хмелевских, Е. Ю. Козиной. СПб. : Азбука-классика, 2004. С. 30–97; 46.
10. Поппер К. Р. Открытое общество и его враги. Т. 1: Чары Платона / пер. с англ. под ред. В. Н. Садовского. М. : Феникс : Культурная инициатива, 1992. С. 219.
11. Раппапорт А. Г. Эмоции и профессиональное сознание архитектора // Архитектура и эмоциональный мир человека / Г. Б. Забельшанский и др. М. : Стройиздат, 1985. С. 3–54: с другой

стороны, А. Г. Раппапорт отмечал положительную сторону «привычного», обращая внимание на «глубину» восприятия сторожил.

12. Рассел Б. Избранные труды / вступит. статья В. А. Суровцева; пер с англ. В. В. Целищева, В. А. Суровцева. Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. С. 36.

13. Фулье А. Ж. Э. Современная наука об обществе : пер. с фр. Изд. 2-е, стер. М. : КомКнига, 2007. С. 164–201, 192.

14. Arnheim R. Art and Visual Perception. New version. Berkeley; Los Angeles : University of California Press, 1974. P. 28.

15. URL : <http://obote.livejournal.com/62631.html>

16. URL : <http://www.sociology2015.ru/index/0-28>

17. Kohler W. Gestalt Psychology. New York : Liveright, 1947. P. 12.

Информация об авторах

Data on authors

Ленина Светлана Вячеславовна – канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры иностранных языков гуманитарного факультета ВятГУ.

Тел.: 89823805137

E-mail: sv22len@yandex.ru

Lenina Svetlana Vyatcheslavovna – Ph. D., associate professor (academic title), associate professor of the department of foreign languages of the humanitarian faculty of the Vyatka State University (VSU).

Tel.: 89823805137

E-mail: sv22len@yandex.ru

СУЩНОСТЬ И ПРИЧИНЫ ЗАРОЖДЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ ЗОН

THE MATTER AND CAUSES OF THE ORIGIN OF AUTONOMOUS SOCIO-CULTURAL ZONES

В статье идет речь о сущности и причинах зарождения автономных социокультурных зон. Рассматриваются разнообразные подходы к пониманию данного феномена в гуманитарной науке.

In this article we investigate the matter and causes of the origin of autonomous socio-cultural zones. We examine a variety of approaches for understanding this phenomenon in the humanities.

Ключевые слова: субкультура, контркультура, доминирующая культура, автономная социокультурная зона, альтернативный социально-культурный центр.

Keywords: subculture, counterculture, dominant culture, autonomous sociocultural zone, alternative socio-cultural center

На протяжении своего существования человеческое общество не было единым. Люди, взаимодействуя друг с другом, создавали и создают сложную социальную структуру, которая с развитием культуры и цивилизации постепенно усложняется. При всей сложности структурного оформления в социуме всегда можно выделить доминирующую культуру,

ту, установкам которой следует большинство членов общества. Характерно, что в кризисные моменты истории определенная социальная группа, ценности, установки и традиции, в той или иной степени противоречащие доминирующей культуре, способны предложить свою контркультурную¹ парадигму развития. При этом контркультура не всегда имеет легитимный характер, а существует в «скрытом» виде, сохраняя, однако, свою автономность.

Во все исторические времена существовали и функционировали альтернативные лакуны культуры, которые находились в противоречии с доминирующей культурой. Автономные социокультурные зоны, то есть независимые от доминирующей культуры и противопоставляющие себя ей территориальные образования, в которых развивается социокультурная деятельность, – одни из форм существования альтернативных лакун культуры.

Начиная разговор об альтернативных социокультурных зонах (далее – АСЗ), заметим, что костяк этого субкультурного² образования практически всегда составляют «угнетенные» слои населения, так называемые «аутсайдеры», которые не могут устроить свою жизнь, исходя из собственных представлений о ней. В разные исторические эпохи они представлены такими социальными группами, как пролетариат, крестьянство, интеллигенция, мелкие служащие, маргинальные слои населения и пр.

Выделим неотъемлемые характеристики АСЗ:

- территориальная автономность существования;
- социальная общность;
- культурная обособленность.

Встает вопрос, как в процессе развития АСЗ в ней соотносятся такие составляющие, как социальная общность и культурная обособленность, в

¹ Под контркультурой мы понимаем те культурные установки, которые противоречат принципам доминирующей культуры.

² Субкультура понимается нами как «система норм и ценностей, выделяющая группу из большого сообщества» (Смелзер Н. Дж. Социология // Социологические исследования. М., 1990. № 12. С.131).

чем здесь взаимосвязь? Выстраивая ответ на этот вопрос, обратимся к исследованию Скрипачевой И. А. Она четко разграничивает эти понятия и подчеркивает, что социальная общность является субъектом жизнедеятельности, а культура (культурная обособленность) – объектом, тем, на что направлена деятельность субъектов [1, С. 144].

Для того, чтобы понять сущность АСЗ, в первую очередь нужно выяснить, какие причины ведут к появлению в обществе альтернативности вообще и к систематическому отделению человеческих сообществ от доминирующей культуры в любые периоды развития человечества, в частности. Характеризуя структуру различных АСЗ, можно заметить, что они могут иметь как профанные, так и сакральные основания деятельности. Причины их появления могут быть следующими: попытка уйти от обыденности; попытка переделать мир по своему подобию; попытка расширить свою культуру на большие пространства; удаление от мира для творческих практик и пр.

Типологизируя общество и изучая историческую динамику культуры и вопросы ее происхождения, нужно обратить внимание на то, что возникновение удаленных друг от друга автономных, территориально обособленных общностей – это естественный процесс, который наряду с появлением первых орудий труда, письменности, языка, религии, искусства, появляется в процессе длительного периода выделения человека из состояния животного. Хронологически первым возникает разделение на основе этноса (оно связано с возникновением племен, рас). Но это не единственная основа, так как «культурная локализация имеет не только этнический характер, <...>, но и социальный, религиозный, политический» [2], что и подтверждается появлением разнообразных АСЗ.

Итак, человечество не однородно и в любой период своего развития представляет собой многослойную субкультурную структуру. Общество изначально является дуальным (или бинарным), его однородность

противоречит самой природе человеческого существования. В абсолютно любом обществе, уже на ранних этапах его развития, как считает К. Леви-Стросс, обнаруживаются «бинарные оппозиции» [3]. Изучая мифологию первобытных сообществ, он выяснил, что мир происходит и ведет свое развитие по линии антиномичного двуединства: хорошее – плохое, добрый – злой, жизнь – смерть и т. д. Следовательно, если существует доминирующая культура, то существует и противостоящая ей контркультура, и интенция их сосуществования может приводить к столкновению и отделению контркультуры в территориально обособленные АСЗ.

Первым раскрыл механизм появления автономности в обществе (так называемый, феномен «аномии») Э. Дюркгейм. Он, рассматривая общество сквозь призму разделения труда и солидарности людей друг с другом, считает, что в обществе может произойти ситуация, при которой потребности больших социальных групп не могут удовлетворяться вследствие инертности и косности сложившейся социальной системы [5]. Естественное динамичное развитие общества ведет к его массовизации и дифференциации, что в свою очередь приводит к потере солидарности между его членами. В такой ситуации в социуме налицо «аномия» – когда отдельные люди не хотят соответствовать устоявшимся в обществе ценностям и отходят от них. Отойти от них можно различными способами. Э. Дюркгейм утверждает, что для того «чтобы аномия кончилась, нужно, стало быть, чтобы существовала или сформировалась группа, в которой могла бы возникнуть ныне отсутствующая система образцов [4, С. 9]. Этой группой и может стать АСЗ.

Сообщество, создающее АСЗ, всегда стремится вернуть чувство солидарности людей друг с другом, поскольку именно это и является для

них одной из причин ухода в альтернативную жизнь. Так, сквоттеры³ самостоятельно и коллективно ремонтируют свое здание, покупают еду, принимают решения консенсусом, совместно выступают в защиту своего сквота и сквотов других сквоттеров; английские диггеры в процессе создания своих поселений работают сообща и помогают друг другу в жилье, еде и т. д.

Какие же конкретные причины приводят к состоянию «аномии» в обществе, и какие способы существуют для того, чтобы выйти из нее?

Р. Мертон, изучая девиантное поведение, говорит о том, что социум в силу его неустроенности постоянно стремится к распаду и что «нарушение социального кодекса представляет собой “нормальный” ответ на возникающую ситуацию» [5, С. 299]. Человек в обществе не может достигнуть своей цели разрешенными ему средствами, и это ведет к вынужденному нарушению его норм.

Соотнося цели и средства достижения благ, Р. Мертон выделяет пять способов преодоления состояния «аномии»: подчинение, инновация (обновление), ритуализм, ретретизм (уход от жизни) и мятеж [5]. В нашем же случае институциональное функционирование АСЗ оформляется через использование ретретизма и мятежа. Ретретизм предполагает отказ от целей и средств доминирующей культуры, а мятеж – замену старых целей и средств новыми. В этом можно увидеть крайне важный элемент деятельности АСЗ – это наличие стратегии отделения от общества. Сообщества могут скрыться от доминирующей культуры и жить в своем замкнутом мире, а могут модель своего мира попытаться распространить на большие социокультурные пространства.

В соответствии с вышесказанным выделим две стратегии деятельности АСЗ: уход (ретретизм) и наступление (мятеж). С помощью

³ Сквоттеры – субкультура, деятельность которой заключается в заселении неиспользуемой жилой собственности для жизни в ней.

ретретизма образуются зоны, которые налаживают свою жизнь по направлению к наибольшему удалению, к изоляции от доминирующей культуры. Примерами могут служить иудейская секта ессеев, община амишей и т. д. С помощью мятежа же, наоборот, образовавшиеся зоны не только удаляются от мира, но и хотят привнести в мир свои культурные установки, иногда даже довольно-таки агрессивно. Таковыми группами, например, являются раннехристианские общины.

Силу народной жизни, ее способность к самостоятельности, к самоорганизации, к созданию своей собственной независимой культуры, и в целом, двойственность культуры любого исторического периода также осмысливал советский ученый М. М. Бахтин [6]. Он считает, что все общество делится на две большие части – официальную культуру и народную культуру. Причем эти части как бы дополняют друг друга, держат общество в равновесии. Деятельность АСЗ (альтернативных социокультурных зон), которые, несомненно, являются составляющей народной культуры, подтверждают его доводы.

Народная культура – это слой общества, требующий периодического обновления жизни. Это низовая, праздничная культура, в которой периодически осуществляется временное освобождение от доминирующих социальных норм. Эти официальные нормы отвергаются с помощью смеха, который приводит к переворачиванию мира, ломке иерархической системы статусов. Но, критикуя и ломая, народ выстраивает свою систему ценностей, можно сказать, что обновляет ее, исходя из своих потребностей, и выстраивает свою утопию «здесь и сейчас»: «Карнавал не знает разделения на исполнителей и зрителей <...> карнавал не созерцают, в нем живут, и живут все, потому что по идее своей он всенароден» [6, С. 15].

Сравнивая народную культуру раннего времени и АСЗ, нужно сказать, что создаются они всегда «снизу» и всегда основываются на доктрине изменения мира и построения утопии. Существует в народной

культуре и стремление к сохранению коллективной памяти. Сквоттер Роман из России рассказывает, что многие европейские активисты занимаются «жонглированием, фальшфейерами и шарами, играми на перкуссиях, на барабанах, различными акробатическими упражнениями, хождениям по канатам...» [7], что сближает их с деятельностью средневековых народных артистов. Но, естественно в наше время, это не единственный и отнюдь не основной вид деятельности активистов АСЗ.

Как уже было сказано, человеческая культура дуальна и она иногда «перегревается». Чтобы выйти из этого состояния, ей нужна «разрядка», которая заключается в отказе от подчинения официальной культуре, в отказе от подчинения диктату власти. Культура требует неизбежного обновления. И, как мы выяснили, тенденция эта существует с древних времен. Антрополог В. Тернер в работе «Символ и ритуал» [8], обращаясь к изучению первобытных сообществ и изучая ритуалы перехода людей из одного социального положения в другое, выделил понятия структуры и коммунитас и экстраполировал их на социокультурное развитие общества. Это два противоположных состояния, которые сопровождают общество перманентно на протяжении всей истории.

Структура – это жесткая, косная, устоявшаяся система, не приспособленная к изменениям и нововведениям. На ее фоне неизбежно вырастает коммунитас – открытая система, представляющая для людей свободу действия и мысли, где преобладают горизонтальные связи между людьми, сильно чувство коллективизма, а властные отношения сведены к минимуму. В. Тернер так описывает рассматриваемое различие: «структура стремится к прагматичности и посюсторонности, в то время как коммунитас созерцательна и порождает образность и философские идеи» [9, С. 202]. Известный антрополог находит признаки коммунитас не только в первобытных сообществах и разнообразных религиозных объединениях, но и в контркультуре середины XX века. Коммунитас – это

такая община, которую «можно прикрепить ко множеству разных утопических моделей обществ» [8, С. 202]. Изучаемые в работе АСЗ можно без сомнения отнести к коммунитас, так как все они стремятся к основанию утопического сообщества.

К понятию «коммунитас» обращался также М. Бубер. Называл он коммунитас просто общиной и говорил, что в общинах такого плана общение строится по схеме «Я и Ты», что означает живое духовное общение людей «на равных», то есть, основанное на доброте и взаимопомощи друг другу, а не «Я и Оно», обыденное, огрубленное и отчужденное общение, «безымянная, безликая толпа» [9, С. 207]. М. Бубер, изучая различные еврейские общины (община хасидов, еврейские кибуцы), выявлял в них подобного рода отношения людей друг с другом и даже определял такие отношения как «Сущностное Мы». Такая модель характерна и для АСЗ (автономных социокультурных зон).

Само собой разумеется, «Сущностное Мы» очень нестабильно. «Среди революционных групп легче всего обнаружить “Мы” там, где его составили люди, видящие свою задачу в мирной, шаг за шагом пробуждающей народ к просветительной деятельности; в религиозных группах там, где на первом месте стоит лишенное позы, жертвенное претворение веры в жизнь. Но в обоих случаях достаточно принять одного-единственного властолюбца, видящего в собратях лишь орудие для достижения личных целей и действующего напоказ, и ни о каком зарождении или сохранении “Мы” уже не может быть и речи» [9, С. 207]. Появление в коммунитас эгоистов – смерть для нее.

Люди, которые по разным причинам выпадают из структуры, становясь маргиналами, тянутся друг к другу, пытаются найти единомышленников. Это чувство поиска сродни древнему синкретичному религиозному чувству. В связи с этим в науке появляется понятие «божественное социальное», разработанное социологом М. Маффесоли.

Термин «Божественное социальное» понимается как некое стремление людей-аутсайдеров к консолидации друг с другом на основе общей идеи, которая цементирует их как социальную общность. Божественное социальное – это чувство единения, причем это чувство является априори трансцендентным и религиозным по своей сути, но не обязательно ведет к образованию именно религиозных общин. На этой основе возникают и светские субкультурные общности. Это чувство «не имеет ничего общего с какими бы то ни было догмами или официальными предписаниями и вновь затрагивает ту “языческую струну” в душе человека, которая, сколь бы ни было неприятно это слышать историку, никогда полностью не переставала звучать в народе» [10, С. 278].

Стремление к «божественному социальному» порождает в обществе разнообразные замкнутые субкультурные образования, а стремление к единой общности, к отделению, ведет, в том числе, и к территориальному объединению (то есть образование АСЗ). М. Маффесоли использует для обозначения таких общин термин «городские племена».

В своей деятельности АСЗ так или иначе стремятся уйти от цивилизации, хотят достичь духовной чистоты. Х. Бей (Питер Ламборн Уилсон) утверждает, что в современном, переполненном информацией обществом и вниманием со стороны СМИ и политических органов, за всевозможными оппозиционными группами, возникает потребность в маскировке, в том, чтобы быть невидимым и уже в таком положении вынашивать свои идеи. Американский политический писатель выделяет следующие характеристики АСЗ [11]: стремление к построению альтернативной экономики, карнавальное мироощущение. Важная составляющая – стремление возвратиться обратно к природе, к «живой земле», как он это называет.

Итак, выше мы выделили причины появления и сущность АСЗ как неотъемлемой составляющей мироустройства. Можно с уверенностью

сказать, что любая эпоха порождает подобные общественные образования с систематической регулярностью. Следовательно, можно сделать вывод, что этот процесс является естественным для культуры.

Перейдем к рассмотрению одной из разновидностей АСЗ, которая зародилась в середине XX века и развивалась на протяжении второй половины XX – начала XXI веков. Ее название – альтернативный социально-культурный центр⁴ (далее АСКЦ), под которым мы понимаем автономную социокультурную зону, сложившуюся в период второй половины XX – начала XXI вв. в рамках постмодернизма и развития молодежных субкультур. Нужно сказать, что АСКЦ генетически имеют корни в альтернативности, то есть они стоят в противовес и независимы от официальной культуры, а также то, что формировались они в особенных условиях массового общества эпохи постиндустриализма, которая наложила свой особый отпечаток, сильно отличающий АСКЦ от других исторических разновидностей АСЗ.

Какие же новые условия формирования предлагает новое историческое время – середина XX и начало XXI века? Во-первых, меняется сама суть общественных движений (к которым относятся АСКЦ). Они изменились по сравнению с движениями, которые существовали до середины XX века, и получили название «новые общественные движения». Социолог Е. А. Здравомыслова выделяет следующие их характеристики: «Ценности. Новые общественные движения ориентируются на проблемы экологии, территориальной общности, городской среды, условий жизни человека и выживания человечества, мира человека (его тело, сексуальность, здоровье) <...> Наиболее значимыми среди постиндустриальных ценностей являются индивидуальный стиль жизни, автономия и идентичность» [12, С. 113]; «организационная структура

⁴ Альтернативный социально-культурный центр – это независимое от доминирующей культуры территориальное пространство, в котором развивается социокультурная деятельность в виде разнообразных инициатив (мастерские, любительский театр, кинопоказы и пр.).

движений представляет собой внутренний способ функционирования новой идентичности. Структурная децентрализация, самоуправление, горизонтальная сеть коммуникаций являются организационными коррелятами ценностей – целей, которые исповедуют Новые движения. Они сознательно противопоставляют свое организационное строение иерархически-бюрократическим структурам институциональных организаций и старых движений. В соответствии с этими тенденциями Новые движения ориентированы на создание небольших неформальных групп, соединенных горизонтальными связями координации и информации» [12, С. 113]; «формы коллективных действий представляют внешний способ проявления идентичности. Они носят принципиально внеинституциональный характер» [12, С. 113].

Во-вторых, меняется структура самого общества. Основной принцип построения культуры эпохи постмодернизма – это принцип ризомы. Обратимся к данному принципу, разработанному Ж. Делезом и Ф. Гваттари [13], и спроецируем его на сущность АСКЦ. Основные характеристики ризомного строения культуры заключаются в следующем: в ней нет основы, центра, существует хаотичная коммуникация и связь элементов всех структур друг с другом. По сути, это нелинейная, крайне запутанная среда. По словам эстонского семиотика Е. Григорьевой, «модель ризомы в определенном смысле весьма адекватно описывает феномен и принцип функционирования множественных субкультур в обществе» [14, С. 89]. Для АСКЦ характерна такая особенная черта как неустойчивость, но способность к быстрому размножению и растворению в огромном социуме. Они то появляются, то исчезают; их может быть и не видно, но они есть везде, в разных точках земли; они тесно связаны друг с другом, можно сказать даже, что они состоят в глобальной сетевой связи друг с другом. С ними трудно бороться их противникам, потому что они встроены в миропорядок, являясь его неотъемлемой частью.

Стоит добавить, что огромную роль в этом отношении играет развитие и усовершенствовании глобальной сети Интернет. Подтверждает это утверждение Новозеландский исследователь А. Лейси. Изучая жизнедеятельность британских АСКЦ и их связь между собой, она пришла к выводу, что «сеть активистов, которые существуют вокруг социальных центров и инфошопов, в Великобритании проживают вне границ. Активисты связаны между собой в информационных сетях, которые в свою очередь переплетаются в сложную ризомную структуру, общаясь как живую, так и через виртуальное общение. Благодаря их участию в этих ризомных структурах, имеющих общий смысл и общее настроение, происходит сопротивление мировому капиталу, формы протеста активистов свободные, сообщества эти практически невидимы» [15, С. 289]. Необходимо добавить к словам А. Лейси то, что связь образуется не только между британскими АСКЦ, а связь эта является интернациональной и глобальной.

С проявлениями ризоматичного характера культуры и с деятельностью современных АСКЦ тесно связано проявление синергетики, развившейся как подход к пониманию культуры XX века. Синергетика описывает систему общества как открытую, густо-запутанную и нелинейную, неравновесную, спонтанную (перманентно рождающую и умертвляющую новые сообщества) и т. д. Синергетика понимает жизнь общества как постоянное перемешивание хаоса и порядка.

Рассматривая возможности деятельности молодежных субкультур в современном мире и применяя к их изучению синергетический подход, Н. И. Поспелова обращает внимание на то, что «молодежные субкультуры – это действующая модель кооперации по интересам, локусу места, выбору предпочтений в сфере духа, повседневности, коммуникации. Все субкультуры строятся на коллективном творчестве как форме кооперации, на ассимиляции, возможности ролевой перестановки и

миграции, на возможности перетекаемости в другую группу (или совмещение) – как членов группы, так и способов и форм коммуникации (заимствования и влияния)» [16, С. 134]. В этом плане интересен пример варшавского АСКЦ «Эльба». Два раза участники «Эльбы» подвергались эвикции⁵, а после второй эвикции государство предложило им использовать другое здание, которое активистам не подошло. Начались массовые забастовки. Сами сквоттеры же незаметно заселили здание бывшей музыкальной школы. Власти не поняли, что сквоттерами являются участники «Эльбы», и оставили этот центр в покое. Таким образом, мы видим, что для АСКЦ не важна привязка к какому-либо конкретному месту, активисты крайне мобильны, они готовы осваивать все большие и большие пространства, перетекать из одного состояния в другое, самоорганизовываться, готовы к постоянному нападению на себя, уничтожению и новому возрождению.

Еще одной концепцией, которая релевантно описывает состояние современного общества и АСКЦ, является концепция дисциплинарной власти, предложенная философом М. Фуко. Рассуждая о сущности современной власти (которая, по его мнению, начала зарождаться в начале XVIII века), М. Фуко утверждает, что власть эта стала иметь не запретительный характер («что не делать»), а указательный («что делать»), и что сущность современных властных отношений не ограничивается дихотомией «государство – народ». Власть, по его словам, находится везде и растворена в обществе и вездесуща она «не потому, что она охватывает все, но потому, что она исходит отовсюду» [17 С. 60]. Человека с самого детства дисциплинируют, стараются уложить его в строгие рамки традиций, воспитания, образования и т. д. У власти же нет лица, она не персонализируется ни в короле, ни в президенте, ни в представительных органах власти. Она анонимна, исходит из самих человеческих отношений,

⁵ Эвикция (от англ. Eviction) – выселение.

сами люди ее и воспроизводят. Этот «распад власти» также подтверждает тезис о ризоматическом характере культуры постмодернизма.

Становится ясным, что само сопротивление этой системе дисциплинарной власти тоже является частью этой системы. Поэтому люди, которые хотят изменить ее сущность, должны искать новые пути, они должны сломать эти цепи, которые сковывают их на протяжении всей жизни. Вполне адекватным ответом на «вызов» современной культуры и является создание в середине XX века АСКЦ, предлагающих альтернативный (в отличие от официального) ответ на происходящее, но не внедряющихся в парламентскую политическую борьбу. АСКЦ создают свой такой же дисциплинарный, рассыпанный, но только уже параллельный мир, со своими политическими, экономическими, социальными и культурными отношениями.

Итак, мы рассмотрели различные подходы к пониманию причин образования в обществе АСЗ. Эти зоны – не порождение какой-либо одной эпохи, а культурная универсалия человеческого общества. В этом контексте необходимо понимать, что АСКЦ второй половины XX века – начала XXI века не являются качественно-новыми социокультурными объектами, а стоят в ряду подобных социальных сообществ иных эпох.

Литература

1. Скрипачева, И. А. Современный город как культурная система: дис ... док. культ.: 24.00.01 / Скрипачева Ирина Александровна. М., 2010.

2. Флиер А. Я. Происхождение культуры: новая концепция культурогенеза // Знание. Понимание. Умение. 2012. № 4 (июль-август). URL : http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/4/Flier_The-Origin-of-Culture. (дата обращения: 07.03.2014).

3. Леви-Строс К. Структурная антропология. М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. 512 с.

4. Дюркгейм Э. О разделении общественного труда. Метод социологии. М.: Наука, 1991. 576 с.
5. Мертон Р. Социальная структура и аномия // Социология преступности (Современные буржуазные теории). М.: Прогресс, 1966.
6. Бахтин М. М. Собр. соч. : в 7 т. Т. 4 (2). Творчество Франсуа Рабле и народная культура Средневековья и Ренессанса (1965). Рабле и Гоголь (Искусство слова и народная смеховая культура) (1940, 1970 гг.). – М.: Языки славянских культур, 2010. 752 с.
7. Интервью автора данного исследования с Романом (участник европейского сквоттерского движения). 07.11.2012.
8. Тэрнер В. Символ и ритуал. М. : Наука, 1983. 277 с.
9. Бубер М. Два образа веры. М. : Республика, 1995. 464 с.
10. Маффесоли М. Околдованность мира или божественное социальное // СОЦИО-ЛОГОС. М.: Прогресс, 1991. С. 274–283.
11. Хакиm Б. Хаос и анархия. М. : Гилея, 2002. 176 с.
12. Здравомыслова Е. А. Парадигмы западной социологии общественных движений. СПб. : Наука, 1993. 172 с.
13. Делез Ж., Гваттари Ф. Тысяча плато. Капитализм и шизофрения. Екатеринбург: У-Фактория; М. : Астрель, 2010. 895 с.
14. Мельникова-Григорьева Е. Субкультура. Структурная антропология ризомы // Сквозь границы: культуролог. альм. Вып. 8. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2009. 244 с.
15. Lacey A. Britain Networked Communities: Social Centers and Activist Spaces in Contemporary // Space and Culture. 2005. Vol. 8. №. 3. P. 286–301.
16. Поспелова Н. И. К проблеме изучения молодежных субкультур: синергетический аспект // Вестник Вятского Государственного Гуманитарного Университета. Киров, 2010. № 4 (1). С. 129–135.

17. Сокулер З. А. Концепция «дисциплинарной власти» М. Фуко // Знание и власть: наука в обществе модерна. СПб. : РХГИ, 2001. С. 58–82.

Информация об авторах

Data on authors

Москвин Артем Сергеевич – аспирант кафедры культурологии и рекламы ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: 89536733305

E-mail: art.moskvin@gmail.com

Moskvin Artem Sergeevich – postgraduate student of the Department of Cultural Studies and Advertising, Vyatka State University of Humanities.

Tel.: 89536733305

E-mail: art.moskvin@gmail.com

АНТРОПОНИМЫ В АНГЛОЯЗЫЧНОЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

PROPER NAMES IN THE BELLES-LETTRES OF ENGLISH- SPEAKING COUNTRIES

В данной статье рассматриваются особенности функционирования антропонимов в англоязычной художественной литературе. Особое внимание уделяется роли имен собственных в создании художественного образа и использованию таких стилистических приемов, как аллюзия и антономазия.

This article deals with the peculiarities of anthroponyms used in the belles-lettres of English-speaking countries. The role of proper names in creating imagery and the use of such stylistic devices as allusion and antonomasia are paid much attention to.

Ключевые слова: антропонимы, художественная литература, аллюзия, антономазия.

Keywords: anthroponyms, belles-lettres, allusion, antonomasia, imagery

Имена собственные представляют особый интерес для научного исследования, так как содержат большое количество компонентов: исторический, лингвокультурный, лингвопсихологический, прагматический и т. д. Их функционирование в языке и обществе изучается не только

языкознанием (в частности, особым разделом – ономастикой), но и рядом других дисциплин: историей, этнографией, литературоведением, географией, генеалогией и т. д.

Наиболее яркими представителями имен собственных с лингвокультурологической точки зрения являются антропонимы – имена собственные, принадлежащие людям. Они имеют особый статус среди онимов вследствие своей тесной связи не только с историей и культурой народа, но и его отдельными представителями.

Имя собственное всегда «будет важным элементом становления личности, особым словом, индивидуализирующим и выделяющим каждого человека» [7, с. 20], поэтому ассоциации, связанные с личными именами, могут сделать одни имена популярными (например, количество новорожденных девочек с именем *Jennifer* резко увеличилось после выхода романа Э. Сигала «История любви», так как главную героиню звали Дженнифер Кавиллери), а другие исключить из именника (мальчикам в настоящее время не дают имя *Gordon* вследствие отрицательного отношения к Гордону Брауну, бывшему премьер-министру Великобритании).

Имена собственные играют особую роль в произведениях художественной литературы. В. М. Калинин подчеркивает тот факт, что лингвисты долгое время не вводили термин для отрасли лингвостилистики, которая изучает имена собственные в художественной литературе. Потом было предложено несколько (в чем-то, безусловно, похожих) именовании. К. Б. Зайцева и С. Гавор назвали данную науку стилистической ономастикой, потому что считали эту дисциплину лингвистической и являющейся прерогативой стилистики. М. В. Карпенко и Л. М. Щетинин применяли для обозначения того же самого явления термин «литературная ономастика», так как они рассматривали поэтику имен собственных исключительно в пределах художественной литературы.

Э. Магазаник ввел термин «поэтическая ономастика», который в настоящее время более или менее стабильно используется по крайней мере в русской ономастике. В «Словаре русской ономастической терминологии» Н. В. Подольской можно найти именно этот термин-словосочетание, а рядом с ним в круглых скобках предлагается термин «ономатопэтика» как его равноправный синоним. Некоторые лингвисты используют другой вариант написания этого термина – «ономапэтика». [4, с. 68–71].

Так как наука, изучающая функционирование имен собственных в художественной литературе, называется поэтической ономастикой (или ономапэтикой), логично назвать поэтической антропонимикой науку, изучающую особенности функционирования антропонимов в художественных произведениях.

Антропонимы используются для индивидуализации личности. Главной функцией у имен собственных является номинативная, так как в большинстве случаев имени собственному «сопутствует не какое-то значение, а ... содержание» [5, с. 12], тесно связанное с фоновыми знаниями. Иногда говорят, что онимы выполняют в языке дифференциальную функцию, а имена нарицательные – классификационную [6, с. 11]. У большинства имен собственных нет лексического значения. Считается, что «у личных имен отсутствует связь с сигнификатом, они имеют только своих референтов» [5, с. 10].

В художественном произведении антропонимы выполняют не только номинативную, но и концептуальную, стилистическую, эстетическую, эмоционально-оценочную и другие функции. Т. В. Волкодав утверждает, что художественное произведение является особой сферой функционирования имен собственных, потому что в тексте слова соотносятся с реальностью и изображаемой действительностью, с литературным языком на его современном этапе развития и языком

художественного произведения. Вследствие этого «читатель как бы заново воссоздает ассоциативные связи слова, что, в свою очередь, способствует переосмыслению его семантики, пониманию авторского замысла произведения: слова, как известно, обозначают одновременно объективную действительность и художественный мир, созданный писателем» [3].

Имена собственные являются одним из самых ценных компонентов в системе средств художественной выразительности, поэтому при выборе имени собственного писатель обращает внимание на его фонетику и морфетику, с помощью которых передаются экспрессивные оттенки. При подборе имен автор обычно ориентируется на реальный именник, ту общепринятую формулу, с помощью которой можно передать информацию о возрастном, социальном и национальном положении именуемого лица. Состав и сочетание антропонимов также зависит от следующих факторов: социальной и эстетической позиции автора художественного произведения, от его общей культуры и культуры среды, в которой живет персонаж.

Функционирование онимов в художественном тексте имеет свою специфику, потому что имена и названия являются неотъемлемой частью художественного произведения, элементом стиля писателя, одним из средств создания художественного образа. Имена собственные могут нести на себе значительную смысловую нагрузку, иметь необычное звучание, а также скрытый ассоциативный фон. Онимы должны быть стилистически верными и точными, соответствовать духу, идее и целям произведения, иметь характерный колорит, а иногда нести какой-то специальный смысл, который выражает идею автора. Имена главных героев произведения взаимодействуют с прилагательными, функционирующими в тексте, и создают особую тональность произведения, отражая авторскую позицию. Иногда имена могут играть роль вспомогательного стилистического

приема, применяющегося для усиления характера, интриги, коллизии, комизма ситуации или связанного с личными качествами, социальным положением персонажей. [3].

Н. В. Васильева предлагает рассматривать имя собственное в тексте с точки зрения его микротекстологии (принимая во внимание его ближайшее окружение) и макротекстологии (учитывая ономастические стратегии интродукции). Формула имени собственного в данном случае рассматривается как микротекст и может использоваться в качестве стилистического приема. [1, с. 90–99].

В. С. Виноградов подразделяет книжные имена, то есть имена героев художественных произведений, на две неравнозначные группы в зависимости от их функциональных особенностей, которые отражаются на внешней и внутренних формах онимов. К первой группе относятся имена собственные, созданные авторами в соответствии с существующими моделями (Alan Penn, Jennifer Parker, Frank Jackson и т. д.). Имена собственные этой группы сохраняют свою основную функцию, которая определяет их языковую сущность и своеобразие: они соотносятся с конкретным персонажем художественного произведения, локализуя его во времени и пространстве. Во вторую группу входят те книжные имена, которые обладают характеристиками собственного и нарицательного имен. Они выполняют функцию как называющего знака, так и означающего, потому что они не только указывают на персонаж, но и характеризуют его. Ядром группы являются значимые имена собственные.

Значимое имя является своеобразным тропом, равнозначным, в известной степени, метафоре и сравнению и используемым для характеристики персонажа. Такие имена придумываются автором для достижения определенных целей. [2, с. 160–161].

Не все лингвисты называют имена собственные, обладающие оценочно-характеристическим значением, значимыми. Недостаточная

изученность данного лингвистического явления привела к тому, что лингвисты оперируют разными терминами для обозначения таких имен собственных: смысловые антропонимы, смысловые имена собственные, имена собственные с семантическим значением, имена собственные с актуализированной семантикой, говорящие имена собственные.

Поиски автора художественного произведения, создающего имя собственное, определяются творческим замыслом, и основываются на критериях художественной целесообразности и стилистической функции имени. Например, такие имена, как *Miss Goody Two-shoes*, *Daddy-Long-Legs*, *Old Stony*, *Athelstane the Unready* выполняют экспрессивно-оценочную стилистическую функцию, указывая на определенные черты характера или внешности героев художественных произведений.

В литературе различных народов была замечена общая тенденция, заключающаяся в употреблении личных имен и названий, наделенных характеристическими и оценочными качествами различной силы и степени. Собственно фамилии и имена, выполняющие лишь номинативную функцию, оказываются менее выразительными в изобразительном отношении, чем прозвища и значимые имена. [2, с. 161–162].

Все говорящие имена собственные относятся к особому стилистическому приему – антономазии, которая означает использование собственных имен в значении нарицательных и, наоборот, нарицательных в значении собственных.

Превращение слова, раскрывающего суть характера персонажа или указывающего на особенности его внешности, поведения, происхождения и т. д., в имя собственное играет важную роль в создании художественного образа в произведении. Такое имя собственное отличается от других антропонимов своей значимостью, неслучайностью, мотивированностью.

В художественных произведениях встречаются прозвища известных исторических деятелей и говорящие имена собственные из других

произведений художественной литературы, которые относятся не только к антономазии, но и являются аллюзией. Большинство прозвищ исторических деятелей указывает на сферу их деятельности или заслуги этих личностей: King Hywel the Good, William the Conqueror, Alfred the Great, Richard the Lion-hearted, John of the Cross.

В художественном тексте содержание шире и сложнее, чем в текстах чисто логических, потому что для составляющей его информации характерна многоплановость: она является и интеллектуальной, и эмоциональной, и эстетической. В художественном тексте антропоним представляет собой не изолированный словесный знак, а часть мысли, образа, эмоции. Таким образом, имена собственные – это один из ценнейших компонентов в системе средств художественной выразительности, который принимает активное участие в создании художественного образа.

Литература

1. Васильева Н. В. Собственное имя в мире текста. М. : ЛИБРОКОМ, 2009. 224 с.
2. Виноградов В. С. Введение в переводоведение (общие и лексические вопросы). М.: Изд-во ин-та общ. сред. образования РАО, 2001. 224 с.
3. Волкодав Т. В. Вымышленные имена собственные в контексте фэнтезийного произведения [Электронный ресурс] // Relga. 2006. № 6 (128). URL : <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=922&level1=main&level2=articles>.
4. Калинин В. М. Поэтика онима. Донецк: Юго-Восток, 1999. 408 с.
5. Комова Т. А., Гарагуля С. И. Имя личное в англоязычном культурно-историческом пространстве. М. : ЛИБРОКОМ, 2012. 160 с.

6. Леонович О. А. Введение в англоязычную ономастику : учеб. пособие. М. : КДУ, 2012. 250 с.

7. Суперанская А. В. Имя – через века и страны. М. : КомКнига, 2010. 192 с.

Информация об авторах

Data on authors

Кропачева Ксения Игоревна – преподаватель кафедры иностранных языков ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332)381176

E-mail: kropachevak@yandex.ru

Kropacheva Ksenia Igorevna – Instructor of the Department of Foreign Languages in FSBEI HPE «VyatSU».

Tel.: (8332) 381176

E-mail: kropachevak@yandex.ru

**«ТЕЛЕВИДЕНИЕ КАК ТВОРЧЕСКОЕ МЕДИА»:
ИЗ ИСТОРИИ ВИДЕОАРТА**

**"TELEVISION AS A CREATIVE MEDIUM":
FROM THE HISTORY OF VIDEOART**

Впервые в отечественной науке предпринят анализ выставки «Телевидение как творческое медиа», прошедшей в Нью-Йорке в 1969 году. Анализируются технические, художественные, общекультурные предпосылки, обеспечившие развитие видеоарта во второй половине 1960-х, а также основные темы и тренды, представленные видеоработами на данной выставке.

This paper presents the analysis of the exhibition “TV as a creative medium”, which was held in New-York in 1969. Technical, artistic and cultural prerequisites for the development of videoart in the second half of the 1960s are analysed, as well as the general topics and trends, which were presented by the videoworks at this exhibition.

Ключевые слова: видеоарт, 1969 год, видеотехника, препарирование изображения.

Keywords: videoart, 1969 year, video-technology, image-processing

В развитии любого процесса (жизни человека, эволюции биовида, развитии определенного сегмента социального поля и т. д.) встречаются

события, которые становятся переломными моментами. В развитии видеоарта одним из таких важнейших событий стала выставка «Телевидение как творческое медиа» («Television as a Creative Medium»), прошедшая в Нью-Йорке с 17 мая по 14 июня 1969 года в галерее Ховарда Вайза. За рубежом давно признано высокое значение данного события для видеоарта [12; 14]. Однако в российской науке даже в серьезных научных исследованиях [3; 4] выставка не упоминается и соответственно не анализируется. Задача данной статьи – заполнить лакуну в отечественной науке, проанализировав главные работы, представленные на данной выставке, и причины, обусловившие успех этого события.

Согласно П. Бурдые, процесс автономизации любого вида искусства невозможен без последовательного развития трех групп агентов, действующего в данном поле: слоя социальных потребителей, «все более многочисленного и более диверсифицированного корпуса производителей и продавцов символических благ» и институций признания, включая институции по распространению [1, с. 49].

То, что местом выставки был Нью-Йорк – явление, безусловно, не случайное, и важную роль в этом сыграла конструктивная культурная политика. В 1961 г. власти Нью-Йорка (Сенат и Ассамблея – т. н. New York State Legislature) утверждают Нью-Йоркский государственный совет по искусству – NYSCA (New York State Council on the Art), функционирующий по сегодняшний день. Не без его поддержки Нью-Йорк 1960-х держит статус эпицентра развития культуры и искусства в США. Здесь проводилось самое большое количество разнообразных событий и фестивалей. Своеобразной гостеприимной лабораторией, открытой всему новому, стал ежегодный Нью-Йоркский фестиваль авангарда (1963–1980), организуемый Шарлот Мурман. Сюда смещается центр развития движения Флюксус, особенно после переезда в Нью-Йорк пионера видеоарта Нам Джун Пайка. Одним из поворотных событий, вошедших в историю, стали

«9 вечеров: театр и инженерия», прошедшие на 69-м военном заводе в октябре 1966 г. В городе функционирует множество галерей современного искусства, среди которых галерея Вайза – одна из главных.

Таким образом, Нью-Йорк 1960-х демонстрирует себя как чрезвычайно плодотворное пространство. В нем одновременно живут и действуют множество культурных агентов, выступающих в роли творцов (некоторые из них специально переехали в Нью-Йорк из других городов или даже стран); функционируют самые разные институции признания (от государственных агентств до независимых галерей и фестивалей). Одновременно Нью-Йорк – это и благодатная широкая публика, заинтересованно посещающая фестивали и выставки.

Среди вышеназванных трех слоев, участвующих в формировании культурного рынка, особую значимость представляет корпус производителей. В его становлении нужно выделить два мощных истока – круг агентов, работавших с техническим оборудованием (занимавшихся его разработкой, тестированием, использованием и пр.), и собственно круг художников, заинтересовавшихся данной аппаратурой для достижения своих целей. В 1960-е годы становление видеоарта состоялось во многом благодаря тому, что два этих круга начинают фактически совпадать: инженеры активно занимаются тестированием выразительных возможностей аппаратуры, а художники не просто используют оборудование, но и часто сами становятся техническими изобретателями.

Значимость инструментария в любом виде искусства достаточно велика: нередко именно виртуозность владения инструментом становится одним из важнейших критериев эстетической оценки. Датой рождения видеоарта принято считать 1965 г., когда японская фирма Sony вручает своему почти соотечественнику корейцу Наму Джуну Пайку (1932–2006) первую портативную камеру Sony Portapak. Однако история развития

видеоаппаратуры началась раньше – в 1950-е годы в Калифорнии (США) в стенах небольшой фирмы Ampex.

Данная фирма была основана в 1944 году бывшим русским царским полковником Александром Матвеевичем Понятовым, эмигрировавшим из России еще в 1920-е годы. В 1950-е годы в Ampex была изобретена поперечно-строчная видеозапись, а 14 апреля 1956 года на встрече Национальной ассоциации средств массового вещания (NAB) в Чикаго фирмой был представлен первый практически годный видеомэгнитофон, по системе с вращающимися головками – Ampex VRX-1000, позже переименованный в Mark IV [8; 11]. Этот технологический прорыв обеспечил дальнейшее развитие видеомэгнитофонов по всему миру. В результате скромная фирма, состоящая из четырех инженеров, в 1957 г. была награждена премией Emmy.

В 1961 году в Ampex изобрели спиральную запись (helical scan), использовавшуюся в аналоговых видеомэгнитофонах (VHS) на протяжении последующих сорока лет. Этот тип записи обеспечил увеличение плотности записи данных на единицу длины магнитной ленты, что позволило уменьшить мэгнитофонную «катушку»-бобину до привычных нам размеров аналоговой видеокассеты и тем самым проложить дорогу для дальнейшего развития Home-Video.

В 1964 г. Ampex представляет VR-2000 – первый в мире цветной видеомэгнитофон, за что в 1967 г. вновь получает премию Emmy. Казалось бы, именно американские видеомэгнитофоны должны были бы стоять у истоков видеоарта. Но это не так, поскольку фактически все устройства от Ampex – это полногабаритные и технически сложные устройства, которые было крайне затруднительно купить обыкновенному человеку. История фирмы Ampex – это история технологических прорывов, но прорыв на коммерческом рынке был все-таки совершен японской фирмой Sony.

Одними из первых Sony осознали перспективность тренда на создание портативных устройств. В 1960 г. фирма представляет первый полностью транзисторный V&W TV (черно-белый телевизор), а в 1961 – анонсирует первый в мире транзисторный видеомагнитофон (модель PV-100), бывший на тот момент самым маленьким и легким. В 1962 году этот видеомагнитофон поступил в продажу. Однако новинка не получила широкого распространения. В 1964 г. Sony разрабатывают альтернативный по отношению к Ampex однодюймовый формат видеокассет. Однако классическим потребительским форматом станет полудюймовый формат для CV-2000, запущенный Sony в 1965 г. Собственно в камере Sony Portapak, которая в 1965–66 гг. еще проходит тестирование, а в широкую продажу будет запущена только в 1967 г. были совмещены все лучшие достижения США и Японии на тот момент.

Наряду с промышленно выпускаемой видеоаппаратурой не менее значимыми были поиски техников-изобретателей, работавших индивидуально или в стенах маленьких фирм. С наибольшей интенсивностью эти поиски шли именно в Америке, что во многом предопределило факт того, что именно эта страна станет колыбелью видеоарта. Во второй половине 1960–1970-х гг. здесь было изобретено множество моделей колорайзеров, кийеров, видео или аудио-синтезаторов, имидж-процессоров. Многие из этих изобретений в дальнейшем легли в основу промышленно выпускаемых устройств. Значимость технических средств для исследования ими художественных возможностей была настолько велика, что феномен обработки изображения специальным процессором будет и самими художниками, и критикой назван особым жанром – image-processing [10]. Ряд таких устройств будет представлен на выставке «Телевидение как творческое медиа», о чем речь ниже.

Не менее важными для становления видеоарта были художественные предпосылки. Представляется неслучайным то, что до сих пор в развитии

видеоарта можно выделить две генеральных линии: работа с непрепарированным видеоизображением (условно назовем данную линию видео-документэри) и работа с препарированным изображением, часто тяготевающим к развитию абстрактной образности. Вторую линию с достаточной долей условности мы будем далее называть в узком смысле слова видео-артом. Именно развитие художественной образности интересует представителей данной линии в первую очередь, а не политически или идеологически окрашенные смыслы.

Художественными предпосылками для развития видео-документэри стало бурное развитие экспериментального кинематографа в 1950–60-е гг., использовавшего чаще всего любительскую камеру «Болекс» и 16-миллиметровую пленку. Не менее важными были и более широкие культурные предпосылки, в частности, мощное развитие контр-культуры в Америке 1960-х, что в итоге привело к развитию видеоактивизма, представленного деятельностью групп «Global Village», «People's Video Theater», «Raindance» и других. В своих работах они поднимали вопросы и показывали материал, который никогда не показали бы по официальному телевидению, и тем самым существенно расширили круг легитимированных общественным сознанием тем, что в дальнейшем расширит ограничения, принятые как на телевидении, так и в кино. Используя видео, они снимали реальность такой, как она есть, не вмешиваясь в изображение никакими процессорами, нередко придавая материалу политически окрашенное прочтение. Видеоактивизм проявился в создании сети независимых, часто оппозиционных государственной политике видеоканалов или отдельных видеоработ, демонстрировавшихся затем в клубах альтернативного кино или на выставках.

Работа с препарированным видеоизображением, нередко тяготеющим к абстракции, имела еще больше художественных предпосылок, причем более глубоко исторически укорененных. Это и развитие собственно

абстрактной живописи, шедшее на протяжении фактически всего XX века, и опыты в области экспериментальной абстрактной мультипликации (особенно Джона Уитни) и живописи действия (например, у Альфонса Шиллинга). В итоге именно эта зона станет в дальнейшем центральной для видеоарта, именно здесь будут получены наиболее интересные и богатые результаты. Видеоарт подключился к более широкому процессу эволюции нового, инакового видения, в итоге существенно обогатив его, в частности, благодаря использованию нового технического оборудования, позволявшего получать принципиально новые необычные визуальные результаты, которые трудно, а то и невозможно, получить без использования техники.

Формирование выше очерченных линий произошло еще во второй половине 1960-х. Так, самая первая работа, снятая Намом Джуном Пайком в 1965 году положила начало направлению видео-документэри. При всей простоте записи (это были съемки шествия папы Павла VI в Риме) работа обозначила принципиально новую точку зрения – видеофиксацию события рядовым зрителем, без каких бы то ни было дальнейших обработок, и тем самым открыла дорогу для развития как home-video, так и видеоактивизма.

Однако показательно, что на выставке «Телевидение как творческое медиа» такие работы не были представлены. Отбирая работы, Вайз целенаправленно формировал эстетику видеоарта в узком смысле слова, желая показать новые художественные, а не политические возможности видео.

Тем не менее на выставке присутствовали работы, развивавшие эстетику видео-документэри, – это инсталляция «Wipe cycle» Джилетта-Шнайдера перформанс «TV Bra For Living Sculpture» Пайка-Мурман.

«Wipe cycle» – это фактически первая полноценная инсталляция, развивавшая принципы ненарративного дискурса видеосообщений. В рамках данных инсталляций (или «ивентов», от англ. event – событие,

как тогда это принято было называть) видеокамера, как правило, снимала здесь и сейчас находящихся посетителей того или иного пространства и определенным образом трансформировала снятое изображение (данный принцип нередко используется и сегодня, хотя принципы трансформации изображения могут быть самыми разными, сегодня нередко интерактивными).

Инсталляция «Wire cycle» представляла собой полиэкранную композицию из девяти телевизоров, поставленных друг на друга в квадрат 3×3. При входе на выставку видеокамера снимала входящих в помещение посетителей, и в дальнейшем передавала эту запись с различными петлями задержки, а так же с некоторыми дополнительными трансформациями изображения на экраны установленных телевизоров.

Ядром итоговой композиции служил телевизор, находящийся в центре инсталляции. На нем показывался снятый материал с задержкой в четыре секунды, что соответствовало времени, необходимому, чтобы пройти от входа до пространства инсталляции. Верхний правый и нижний левый показывали материал с задержкой в восемь секунд. Верхний левый и нижний правый – демонстрировали материал с задержкой в шестнадцать секунд. Средние телевизоры верхней и нижней «строки» и правого и левого «столбцов» показывали материал с петлями задержки, задаваемыми двумя специальными программами, написанными Франко Джиллеттом (г. р. 1941) и Айрэ Шнайдером (г. р. 1939). Дополнительно к этому все телевизоры, кроме центрального, давали световой «пульс» с периодом в две секунды, шедший по телевизорам против часовой стрелки. В результате получалось мозаичное полиэкранное изображение, объединенное показываемым материалом, но распоточенное по времени.

Две главных темы поднимаются в данной инсталляции: рядовой посетитель как главный герой телеизображения, и более масштабная тема восприятия времени. Архивные изыскания не подтверждают знакомства

Джиллетта и Шнайдера с «кибернетической теорией человека» К. Смита, над которой американский ученый работал как раз в 1960-е годы. Согласно его исследованиям, любые нарушения обратной связи по отношению к временной стороне восприятия дают очень сильный разрушительный эффект для нашего понимания происходящего и соответствующей координации деятельности. Особенно сильным этот эффект является при использовании только слухового восприятия. Например, в случае задержанной слуховой обратной связи на 0,2–0,3 сек. возникают сильные речевые нарушения вплоть до полной утраты способности говорить, причем «долгий период практики и освоения с обстановкой опыта не устраняют эту неспособность» [2, с. 81]. Задержки на 4–8 секунд не столь разрушительны. Однако если сегодняшний читатель представит себя посетителем той выставки, то он легко поймет замешательство на уровне кинетики тела и интерес посетителей к тем «правилам игры», что предлагала инсталляция. Далекое не все могли вычислить алгоритм работы экранов, хотя наличие этого алгоритма (особенно за счет дублирования изображений с большими задержками) должно было улавливаться. К тому же в буклете выставке авторы пояснили основные закономерности, положенные в основу инсталляции.

Таким образом, данная работа обозначила становление важного тренда внутри видео-документэри – попытку прочувствовать и осмыслить (как самим художникам, так и публике) новые, как правило, связанные с философской или психологической проблематикой, вопросы.

Перформанс Нама Джуна Пайка (1932–2006) и Шарлот Мурман (1933–1991) «Телевизионный бюстгалтер для живой скульптуры» впервые был показан еще в 1964 г.: Шарлот Мурман играет на своей виолончели (по классу которой она получила классическое образование), при этом на ее обнаженную грудь действительно одет своеобразный «ТВ-бюстгалтер». Тогда на экраны передавалось заранее записанное изображение. Сам же

перформанс развивал обильно представленную в творчестве Пайка 1950–60-х гг. линию работ, в которых медиа-устройства (чаще всего большие и маленькие телевизоры, но это могли быть и радио, и другие приспособления для трансляции информации) встраиваются в некий контекст, образуя действительно некое подобие скульптуры.

Одноименный перформанс 1969 г. сделан уже с использованием видеоаппаратуры [15]. На мониторах, что укреплены на груди Шарлот, и на рядом стоящем большом телевизоре демонстрировалась запись, делаемая видеокамерой здесь и сейчас, без каких-либо «задержек». Однако изображение на лучевой трубке сильно трансформировалось магнитами (еще один любимый прием Пайка на рубеже 1950–60-х), что добавляет цветовые мутации изображению. Звук, извлекаемый на виолончели, и собственно видеоряд технически никак не связаны, они лишь комплементарно дополняют друг друга и тем самым создают общее настроение перформанса.

Данная работа продолжала поднимать гендерную тематику, одну из ведущих как для Мурман, так и для многих представительниц актуального искусства и контркультуры 1960–70-х. С другой стороны, косвенно перформанс поднимал и тему трактовки категории «музыка», хотя выхода на взаимосвязь видео и аудио в этой работе не происходило.

Зато эта тема была активно представлена в других работах выставки – «AC/TV (Audio controlled television)» и «Phychedelevision in Colour».

В работе «AC/TV (Audio controlled television)» Джо Вайнтрауба (род. 1943, бакалавр психологии, редактор «Electronic art review»), как явствует уже из названия, главным контролирующим фактором выступает аудио. Именно звук генерирует изображение на экране. Работа демонстрировала специально разработанное Вайнтраубом устройство (на которое ожидалось получение патента), с помощью которого музыка перекодировалась в сложное кинетическое цветное изображение на экране.

При этом выстраивались тесные связи между разными параметрами звука и изображения. Яркость изображения зависела от громкости; цветовое решение было привязано к звучащим высотам звуков. Длительности звука и сохранения изображения, видимо, не варьировались, но были непосредственно синхронизированы. Получающееся изображение (паттерн) зависело от комбинации громкости и мелодической линии.

В аннотации к выставке Вайнтрауб писал: *«Подобно ребенку мне хотелось закрыть глаза и увидеть музыку в виде цветных паттернов. Однажды, два года назад, я проснулся посреди сна с интенсивным желанием претворить этот опыт электронно. Это переросло в одержимость, и я создал дюжины световых эффектов, контролируемых звуком, что достигло кульминации в работе, в которой скорость движения контролируется музыкой.*

Как только я разобрался с цветной катодной лучевой трубкой, я осознал, что красный, зеленый и синий лучи в ней идеально подходят для воплощения звуков высокого, среднего и низкого регистров.

Я рассматриваю цветное телевидение как одно из наивысших достижений человечества, и тот факт, что он обычно используется для передачи неразумного материала, подчеркивает драматическое состояние отсутствия баланса между технологическим и социальным прогрессом. АС/TV – это радикальное искусство, поскольку позволяет зрителю отвернуться от бесконечного потока гнилья и использовать свой цветной телевизор для получения персонального эстетического удовлетворения» [13].

Данная обширная цитата, с одной стороны, прекрасно передает колорит эпохи и в частности протест против официального телевидения, обретшего яркий девиз «VT (video-tape) is not TV», а с другой, – внятно объясняет работу синтезатора Вайнтрауба.

Близкой по концепции, но не по техническому решению и итоговому видео-результату, была работа Томаса Тэдлока «Аркетрон». В ней материал, транслируемый (или записанный заранее) с каналов телевидения, пропускался через «Аркетрон» – авторскую модель синтезатора. В результате изображение менялось до неузнаваемости, превращаясь в фантастические калейдоскопические образы.

Важной особенностью этих ранних работ (Тэдлока, Вайнтрауба, и даже Джиллетта и Шнайдера) было то, что авторы выстраивали не итоговую композицию видеоработы, но лишь создавали определенные условия (устройства, программы) для генерирования видеопотока.

По другому пути пошел Эрик Сигель (г. р. 1944). «Phychedelevision in Colour» (что можно перевести как «Психоделическое цветное телевидение»), представленное на выставке в галерее Вайза – это не просто демонстрация цветного синтезатора, самостоятельно смонтированного Сигелем, но одна из первых в истории видеоарта целостных видеоконпозиций.

Инсталляция включала в себя три части: «Эйнштейна» на музыку Римского-Корсакова (чуть более пяти минут), «Симфонию планет» с музыкой Чайковского (почти одиннадцать минут) и «Будущего никто не знает» на музыку Битлз (около трех минут) [16]. Все три работы опираются на единые принципы: некое изображение обрабатывается с помощью музыки и режиссера-оператора, преобразовываясь вдвигающиеся цветные пятна. При этом вторая и третья части развивают эстетику абстрактного языка видео, тогда как в основе первой части лежит использование фотографии Эйнштейна, а также использование мотива круга. Как у Тэдлока, на уровне компоновки кадра у Сигеля изображение на протяжении всех трех частей разворачивается от центра, являющегося точкой своеобразного излучения активности. Именно это, как представляется, обусловило название центральной части «Симфония

планет»: частое использование подвижной цепи из кругов разного размера, действительно напоминает феномен парада планет, выстраивающийся время от времени на небе. Показательно, что при всех космических аллюзиях, особенно важных для второй и третьей частей триптиха и столь актуальных в 1960-е годы, остается ощущение, что мы воспринимаем этот «парад планет» или фантастическое будущее с земной точки зрения. Во многом это обусловлено тем, что Сигель, как и все остальные участники выставки, еще не использует препарирование звука, но наоборот сопровождает свою работу легко узнаваемыми музыкальными произведениями, выстраивающими связь данной работы не столько с космическим будущим, сколько с земным прошлым и настоящим.

Дальнейшее развитие темы взаимосвязи аудио и видео приведет в 1970-е годы к взаимному переходу аудио и видеосигналов друг в друга, когда аудио будет использоваться для генерирования изображения, но и видео начнет генерировать аудио, т. е. начнется все более активное препарирование звука в видеоарте. Одна из самых ранних работ в данном направлении – «Дистанционные активности» Штейны Васюлки (г. р. 1940). Показательно, что обращение к видео у Вуди и Штейна Васюлок произойдет именно в 1969 году, и анализируемая выставка сыграет в этом важнейшую роль. Штейна скажет позже: «Я пошла туда, увидела “Эйнштейна”, и все “взорвалось”, мои мозги “промыло”» [10, с. 13; 7].

Если у Вайнтрауба трансформацией цветных паттернов управляла только музыка, то Сигель добавляет организующую деятельность оператора. Таким образом, Сигель действует уже и как автор-драматург, обеспечивающий целостную драматургию развертывания формы во времени, способную удерживать внимание зрителя. Опираясь на собственное психологическое чувство времени, на изменения своего личного интереса, он режиссирует итоговую композицию, не позволяя ей

стать ни дробно-хаотичной, ни зянуто-монотонной. При этом управляющие функции музыки и оператора разведены: режиссерская работа оператора формирует произведение в его крупных разделах, музыка же выступает как дополнительный фактор, формируя и цветовую палитру, и множество мелких деталей, наполняющих форму.

Этот, казалось бы, маленький шаг на самом деле был очень значимым. Он свидетельствовал о начавшемся переходе от освоения технических возможностей видеоаппаратуры – не только к выявлению выразительных возможностей данных инструментов, все более трактуемых как художественные, но и к созданию целостной драматургии итоговой видеоформы. Образцы видеоарта, обладающие не просто исторической, но подлинно художественной ценностью, появятся уже в 1970-е годы. Однако, возможно, этого не случилось бы, если бы в 1969 году не прошла выставка «Телевидение как творческое медиа».

Мы проанализировали здесь не все работы, представленные на выставке, но прежде всего те, которые сыграли важнейшую роль в развитии видеоарта. Показательно, что в названии выставки «Телевидение как творческое медиа» еще нет слова «видео», настолько оно было новым. Однако выставка внятно подтвердила, что видеоарт как направление художественных практик, тогда преимущественно поисково-экспериментальных, уже сформировался и имеет как своих производителей, так и институции признания, и заинтересованную публику. Выставка во многом смогла стать одним из ключевых событий в истории видеоарта, поскольку именно она стала пространством интенсивного взаимодействия всех этих трех социальных слоев, без которых невозможна автономизация любой сферы культуры. Выставка смогла не только подытожить поиски, ведшиеся в предыдущие годы, но и способствовала рекрутированию в ряды видеоарта большого количества новых агентов – художников, техников-экспериментаторов, а также более

внятно обозначила перспективные направления для дальнейшего развития видеоарта.

Литература

1. Бурдьё П. Рынок символической продукции : пер. с фр. // Вопросы социологии. 1993. №1/2. URL : <http://bourdieu.name/content/burde-rynok-simvolicheskoj-produkcii> (дата обращения: 06.03.2014).

2. Восприятие пространства и времени. Л.: Наука, 1967. 135 с.

3. Деникин А. А. ВидеоАрт / Видеохудожники : альбом с текст. вставками и коммент. М. : Videoart digital std., 2013. 110 с.

4. Деникин А. А. Американское и европейское видеоискусство 1960–2005 гг. : диссертация ... кандидата культурологии : 24.00.01. М., 2008. 216 с.

5. Чащина С. В. Видеоарт: к проблеме дефиниции // Актуальные проблемы гуманитарных и экономических наук : сб. материалов XIII межрегион. Науч.-практ. конф. Киров, Кировский филиал МГЭИ, 2012. С. 170–173.

6. Чащина С. В. Штейна и Вуди Васюлки: у истоков творческого пути // Проблемы регионального искусствознания (Урало-Поволжье) : сб. науч. статей Первой заоч. регион. науч. конф., посвященной 40-летию УГАЭС. 16.05.2011. Уфа: Уфимская государственная академия экономики и сервиса, 2011. С. 134-142. URL : http://www.aica.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=2484:40-2&catid=229&Itemid=191&showall=&limitstart=8 (Дата обращения: 06.03.2014).

7. Чащина С. В. 1960-е годы в жизни и творчестве Штейны и Вуди Васюлок : к проблеме формирования творческого кредо видеохудожников // Человек и общество с противоречиях и согласии : сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. 25.11.2010. Н. Новгород: Гладкова О.В., 2010. С. 114–121.

8. Ampex history. URL : <http://www.ampex.com/l-corp-history.html?start=30>. (Дата обращения: 06.03.2014).

9. Furlong L. Notes Toward a History of Image-Processed Video: Eric Siegel, Stephen Beck, Dan Sandin, Steve Rutt, Bill and Louise Etra // Afterimage. 1983. Vol. 11. N. 1-2. URL : <http://www.experimentalvcenter.org/notes-toward-history-image-processed-video-eric-siegel-stephen-beck-dan-sandin-steve-rutt-bill-and-l>. (Дата обращения: 06.03.2014).

10. Furlong L. Notes Toward a History of Image-Processed Video: Steina and Woody Vasulka // Afterimage. 1983. Vol. 11. N. 5. P. 12-17. URL : http://www.experimentalvcenter.org/sites/default/files/history/pdf/furlongvasulka_350.pdf. (Дата обращения 5.09.2013).

11. Keeney M. Understanding Silicon Valley : the anatomy of an entrepreneurial region. Stanford university press. 2000. 304 p.

12. Sturken M. Howard Wise essay // Afterimage. 1984. May. URL : <http://www.experimentalvcenter.org/howard-wise-essay>. (Дата обращения: 06.03.2014).

13. TV as a Creative Medium / Howard Wise Gallery. NY. 1969. URL : <http://www.vasulka.org/archive/Artists8/Tadlock,ThomasCarter/general.pdf>. (Дата обращения: 06.03.2014).

14. Yalkut J. TV as a Creative Medium at Howard Wise. URL: http://eai.org/kinetic/ch1/creative/doc/Arts_Mag.html. (Дата обращения: 06.03.2014).

Источники:

15. Paik N. J., Murman S. TV Bra For Living Sculpture. URL : http://www.eai.org/kinetic/ch1/creative/video/paik_tvbra.html. (Дата обращения: 06.03.2014).

16. Siegel E. Einstein. URL : <http://mediaburn.org/video/color-composite-2/>. (Дата обращения: 06.03.2014).

Информация об авторах

Data on authors

Чащина Светлана Васильевна – канд. искусствоведения, доцент
кафедры культурологии и журналистики ФГБОУ ВПО «ВятГУ».

Тел.: (8332) 644010

E-mail: schashchina@yandex.ru

Chashchina Svetlana Vasilyevna – Candidate of Arts, Assistant Professor
of the Department of Cultural Studies and Journalism, Vyatka State University.

Tel.: (8332) 644010

E-mail: schashchina@yandex.ru

МИСТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: СТРУКТУРА И ФОРМЫ

MYSTICAL THINKING: THE STRUCTURE AND FORMS

В статье рассматриваются проблемы определения мистического познания, на материале восточного мировоззрения. Рассмотрена структура процессов познания и особенности мистического языка. Проведена интерпретация данных феноменов с точки зрения сетевой парадигмы.

The article deals with the problem of defining mystical knowledge based on the material of the eastern worldview. We examine the structure of cognitive processes and the features of the mystical language. We interpret these phenomena from the standpoint of a network paradigm.

Ключевые слова: Мистицизм, Познание, язык, сетевая парадигма.

Keywords: Mysticism, Knowledge, language, network paradigm

Профессор психологии Университета Невада-Рена (США) Р. Солсо великолепной метафорой описывает мышление как «королевский бриллиант среди когнитивных процессов» [1, с. 310]. Великие достижения как человечества в целом, так и особо одаренных и талантливых людей, обусловлены именно этим процессом. На протяжении всей истории философии мышление было ее приоритетным объектом исследования, что отражено в крылатых изречениях, известных даже неспециалистам в области философии: «Человек – это мыслящий тростник» (Б. Паскаль),

«Мыслю, следовательно, существую» (Р. Декарт). Какие особенности имеет мышление в духовном мире восточного мировоззрения?

Под мышлением можно понимать познавательную деятельность человека [2, с. 120], процесс формирования мысленной репрезентации, включающий преобразование информации в ходе сложного взаимодействия процессов суждения, абстрагирования, рассуждения, воображения и решения задач [1, с. 310]. Такой подход соответствует расширительной трактовке мышления. Мы склонны придерживаться более узкой трактовки и понимать под мышлением процессы постановки и решения проблем и задач. Такая трактовка обусловлена тем, что мы разграничиваем опыт и мышление. Если опыт напрямую связан с внешней реальностью, то мышление конструируется независимо от реальности и является автономным процессом.

Когнитивная психология выделяет три важных аспекта в феномене мышления: 1) мышление происходит в уме, оно когнитивно, т. е. внешне наблюдаемо только по средствам поведения; 2) это процесс, связанный с манипуляцией знаниями; 3) мышление интенционально, оно направлено на решение определенных проблем и задач. Человек мыслит только тогда, когда сталкивается с проблемой. Обычная повседневная деятельность не требует мышления, она подчинена привычкам и стандартам. Только сталкиваясь с ситуациями, которые человек может оценить как проблемные, он может начинать процесс мышления.

Любой организм можно представить как совокупность орудий, механизмов, позволяющих обеспечивать жизнедеятельность (взаимодействие с внешней средой, поддержание внутренней среды организма). Уровень сложности механизмов интеракции со средой и поддержания гомеостаза определяется биологической сложностью организации организма. В процессе эволюции уровень сложности биологической организации организмов коррелирует с условиями среды,

усложняясь или упрощаясь в зависимости от внешних обстоятельств. Подобная инструментальная организация биологических организмов «позволяет единицам жизни выстраивать необходимые отношения с внешней средой» [3, с. 33]. В. Ф. Юлов предлагает модель уровневой инструментальной организации. На нижнем уровне действует телесность, обеспечивающая биологические механизмы жизни. Следующим уровнем является психика (бытийственная и ментальная). Самым высоким уровнем, согласно автору, является интеллект, содержанием которого является знание. Принимая во внимание различия в языке описания, инструментально-техническом развитии и культурно-парадигмальном отличии, заметим, что классическое восточное мировоззрение, также имеет *подобные* представления о эволюционном развитии мира. Безусловно, сравнивать современные научные теории и идеи практико-ориентированной восточной философии необходимо с большой осторожностью. Например, концепция эволюционного развития «таттв» в философии санкхьи, рассматривающая эволюцию как последовательное развитие «пракрити» (материи) под влиянием и для целей «пуруши» (духа); в даосской традиции развивается идея о цикличности времени, развитии Вселенной из не проявленного, «сингулярного» состояния «уцзы» в проявленное состояние «тайцзы» и т. д. И в том и в другом случае рассматривается эволюционное развитие материи, однако разнятся причины данного развития. Основное отличие заключается в том, *что* берется за базис инструментальной адаптации (эволюции): или это материя и законы ее функционирования. В таком случае, например, необходимо из формулировки Антропного космологического принципа убрать слово «антропный», а появление Homo Sapiens признать спонтанным [4, с. 73]. Также сознание признается как второстепенное явление, или же базовое сознание как первопринцип, определяющий (хотя и не явным образом) эволюцию материи.

Продолжим анализ процесса мышления. Мы будем рассматривать организм как «инструмент» жизни, а интеллект – как самое изощренное из возможных орудий адаптации. Всякое орудие предполагает предмет воздействия, а знание также подразумевает метод воздействия. Например: «Допустим, предмет представлен эмпирическими образами, стало быть, методом может быть какая-то теория. Если предмет образован чувственными впечатлениями, то орудием их преобразования способны стать эмпирические представления» [3, с. 33]. Знание подразумевает деление знаний, обладающих двумя основными деятельностными функциями (знание «что» и знание «как»). При этом мышление «изнутри» можно понять как трехчастный процесс: 1) постановки проблемы (определение проблемного предмета, знание «что»); 2) нахождение метода (знание «как»); 3) применение метода к проблеме, дающее некоторый результат.

Каким образом функционирует трехчастный процесс мышления в исследуемой нами области? 1. Предметом мистического (направленного на постижение абсолюта) мышления является проблема преодоления иллюзорного существования в мире страдания «сансары» и постижение абсолюта. Рассматриваемые нами традиции выстраивают особое понимание материального мира как иллюзорного (санскр. «майя»), временного мира порождающего страдания. Опираясь на примат сознания, а точнее некоторого базового сознания, они наделяют именно данное духовное измерение высокой онтологической ценностью. Однако, даже данное измерение может выступать лишь частью иллюзорного мира, хотя и очень тонкой материи, в то время как высшей, абсолютной реальностью является снимающее все противоречия ничто (кит. «уцзы») или пустота (санскр. «шуньята»). Однако в отличие от европейской, умозрительной философии, так же ставящей вопросы о статусе бытия и небытия (ничто),

восточная философия подразумевает непосредственную практику переживания данных онтологических измерений.

2. Методом мистического мышления является интроспективная медитативная практика постепенного уменьшения хаоса бытийственной и ментальной психики. Вследствие чего формируется навык длительного сосредоточения на объекте или без объекта, ведущий к интуитивному прозрению. Выстраивая онтологическую и гносеологическую картину мира, рассматриваемые нами духовные традиции предлагают определенные пути развития, стратегии отношения к миру и способы мышления. В Йога-сутрах Патанджали описывается два возможных пути развития человека: «праврити-марга» («путь, ведущий вперед») и «ниврити-марга» («путь, ведущий назад»). В процессе развертывания мира, согласно философии санкхьи (на которой построена философия йоги), духовный принцип «пуруша» все больше вовлекается в материальный принцип «пракрити». «Пурушу» можно представить как источник света (базовый принцип сознания), освещающий все структуры психики и интеллекта, делающий их осознанным, однако без «пракрити» «пуруша» не имеет возможности функционировать. С. Радхакришнан приводит метафору безногого, но очень мудрого человека («пуруша»), сидящего на спине слепого, но очень сильного человека («пракрити»). Процесс вовлечения в материальный мир называется «путем, ведущим вперед», на данном пути индивид становится все более духовно дезинтегрированным, ассимилируется с физическим окружением [5, с. 125], грубыми желаниями и наслаждениями, происходит последовательное усложнение, дифференциация материального, социального, техногенного и других миров. В результате духовной дезинтеграции сознание (ум) индивида становится неустойчивым, что описывается метафорой «обезьяны, хватающей все, что попадет под руку», отсутствует понимание целей, смыслов и ценностей. Ценности

духовного развития подменяются множественными материальными ценностями, способными принести лишь временное удовлетворение. «Путь, ведущий назад» индивид отделяет себя от материальных и временных интересов, интегрирует ментальные и духовные силы, «уточняет» свое восприятие в поиске и реализации духовной, истинной природы. Этот *путь упрощения* как внешнего, так и внутреннего миров (практика аскезы), принятие внутреннего локуса контроля, усердная духовная практика саморазвития («тапас», первые ступени восьмеричного пути в йоге и буддизме), стремление к уменьшению хаоса бытийственной и ментальной психики [5, с. 126–127], медитативная практика «однонаправленного сознания» («экаграта»), вхождение в высшие медитативные состояния («самадхи»), растворение в великом ничто или прекращение всякой ментальной деятельности. Как видим, «нивритти-марга» есть путь, *противонаправленный жизни*. Однако, подобное отношение к духовному пути свойственно классической йоге, раннему буддизму. В позднем буддизме, идеал уходящего в «нирвану» «архата» заменяется на остающегося в мире «сансары» «бодхисаттву», помогающему и поддерживающему всех живых существ в мире страдания. В китайском даосизме на первый план выходит не конечное «растворение» в абсолюте, а постижение законов мироздания, ведущих к бессмертному существованию наравне со всей вселенной.

3. Результатом же мистического мышления является невербализируемые специфические состояния сознания (паттерны феноменального содержания сознания), называемые «самадхи», «сатори», «ригпа».

Мышление в традиционном восточном мировоззрении не является самоцелью, оно есть средство достижения особого состояния сознания человека, понимание им своей духовной природы, растворение или отождествление с высшей реальностью. В связи с этой особенностью

мистическое мышление не боится противоречий, и даже наоборот может стремиться к ним, что отличает его от норм научного мышления. Так, например, в Индии развитие логики шло в русле религиозного знания, в результате чего для европейского исследователя индийская «религиозность излишне логична, а их логика не имеет признаков чистой формальности» [6, с. 12]. Парадоксальность может выступать в духовной традиции как способ обучения. В традиции Дзен-буддизма обучение строится двумя путями, в зависимости от склонностей и интересов ученика: путем размышления и медитации над сутрами, или путем «решения» парадоксальных задач – «коанов» [7]. Ученик при решении «коана» лишен всяких ориентиров в своем мышлении, каждый раз он вынужден искать ответ на неизвестной ему смысловой «территории». Такое обучение может казаться «движением вслепую» [8, с. 67], но в то же время именно оно позволяет ученику обрести свое понимание и личностный опыт переживания состояний медитации и просветления – «сатори».

Язык духовных учений как символическая репрезентация

Важным аспектом мыслительной деятельности является язык. Тендзин Вангьял Ринпоче отмечает, что объяснение с помощью символов и метафор – самый действенный метод передачи духовного знания и учения средствами языка. Для передачи духовного знания мало подходит абстрактный язык сложных философских систем и т. п., для этой цели обычно применяется язык, возбуждающий чувственные переживания. Опыт невозможно передать вербальными средствами, но возможно создать образы, способствующие необходимому переживанию. «Эти метафоры, как и поэтические образы, необходимо переживать. Нужно их обдумывать, размышлять над ними, экспериментировать с ними и включать в свои переживания» [9, с. 43]. Далай-лама XIV отмечает, что язык духовных наставлений многомерен. Так, в учении Калачакра-тантры говорится об

устройстве космоса, что можно понимать как а) буквальное описание устройства космоса, б) буквальное описание устройства человеческого тела, в) символическое описание космоса, г) символическое описание тела.

Интересными для понимания языка духовных и мистических учений являются идеи Г. Бэйтсона. Автор, исходя из утверждения Л. Витгенштейна, что шизофреник – это человек, путающий логические типы в высказывании, развивает теорию «двойного послания». Двойное послание – одновременная передача на разных уровнях коммуникации противоречащих друг другу указаний. Если человек, особенно в детстве, часто был поставлен в ситуацию двойного послания, он неспособен отличить метафору от прямого смысла. Похожей методологией пользуется дзен-буддизм. Учитель может занести палку над головой ученика и свирепо сказать: «Если ты скажешь, что эта палка реальна, я ударю тебя. Если ты скажешь, что эта палка нереальна, я тоже ударю тебя. Если ты ничего не скажешь, я тоже ударю тебя» [10]. Таким образом, ученик оказывается в ситуации двойного послания. В случае ученика возможно нахождение альтернативного варианта поведения (например, выхватить палку из рук учителя), в случае же шизофреника такого выбора нет. Более того, в случае ученика двойное послание ведет к поиску решения, лежащего за пределами привычного действия, то шизофреник оказывается дезориентирован, его система сообщений по поводу коммуникации (мета-коммуникативная система) нарушена. Г. Бэйтсон любит повторять фразу польского и американского философа, основателя семантики А. Кожибски «карта – это не территория». Отталкиваясь от идей К. Г. Юнга, Г. Бэйтсон рассуждает о функционировании информации («разница, производящая разницу») в терминах «Плерома» и «Креатура». Плерома – мир неживой материи, описанный естественными науками, но сам не содержащий в себе своего описания. «Креатура» используется для мира объяснений, «в котором сами подлежащие объяснению явления управляют внутри себя

и определяются различием, отличительными признаками и информацией» [11]. Дихотомия Креатуры и Плеромы существует только с точки зрения уровней описания. Креатура существует через Плерому, подразумевая наличие нематериальных организационных и коммуникативных черт. В то же время Креатура и Плерома не тождественны декартовской дихотомии разума и материи, это нераздельные субстанции, где мыслительные процессы (Креатура) требуют материального воплощения (Плерома). Будучи этнографом, Г. Бэйтсон экстраполирует принципы данной науки на информационные процессы. Антрополог вынужден практиковать более одного способа мышления и наблюдения: с одной стороны, это объективные инструменты фиксирования конкретного этнографического материала, а с другой, *особая реальность* языка и мировоззрения исследуемого им этноса. Полностью разделить реальное стечение объективных обстоятельств во время охоты и проведенный перед охотой ритуал, имевший субъективное влияние, нельзя, – и то и другое включено в причинность наблюдаемого поведения. С точки зрения человека реальным может быть как раз культурная составляющая Креатуры (ритуал), нежели физические детерминативы или случайность Плеромы. Согласно Г. Бэйтсону, необходимость мыслить в терминах *стыка* Креатуры и Плеромы, *встречи* умственного и физического, то есть находиться в движении между созданным человеком тем или иным значением (Креатура) и физической реальностью (Плерома) имеется. В свете этой идеи можно рассмотреть тонко-энергетическое представление тела, принятое в йоге, даосизме, в индийской и тибетской тантре. Тендзин Вангьял Римпоче, описывая механизм действия визуализации элементов тонкого тела в йоге сновидений, пишет: «Что имеют в виду, говоря, что нужно направить ум в какую-то чакру, например, в сердечную? Что значит, что ум находится в каком-то месте? Ведь ум не есть нечто такое, что бы можно было ограничить каким-то местом, небольшим

пространством. «Направляя» ум в какую-то точку, мы прилагаем внимание: создаем в уме образы или направляем внимание на объект чувств. Когда мы сосредоточиваем ум на чем-то, объект сосредоточения влияет на качество сознания и в теле происходят соответствующие изменения» [9, с. 36]. Визуализация – это практика сенсорной чувственности ментальной психики в процессе духовного мышления в терминах стыка Креатуры и Плеромы. Визуализируя элементы тонкого тела практик «запускает» необходимые ему физиологические изменения биологического тела. «На самом деле чакры не похожи на то, как их изображают: на лотосы, которые раскрываются и закрываются, имеют определенное количество лепестков и определенные цвета. Эти изображения – всего лишь символическая опора ума, нечто вроде схемы, которую мы используем, чтобы сосредоточить внимание на энергетических узлах, которые существуют в местах расположения чакр» [9, с. 37]. Для описания ощущений, возникающих в ходе практики, был придуман символический язык, использующий зрительные метафоры, обычные для жителей Индии: изображения цветов лотоса. Поскольку ощущения в разных центрах отличаются, были использованы образы разного количества лепестков у цветов, ощущения расширения и уменьшения энергии описываются как раскрытие и закрытие цветов и т. д. «Если начинающий практик представляет нужное количество лепестков нужного цвета в нужной точке тела, энергия ума воздействует на эту конкретную энергетическую точку и сама испытывает ее воздействие. Когда это происходит, мы говорим, что в этой точке соединяются ум и прана» [9, с. 38]. Однако, как замечает Тендзин Вангьял Римпоче, практика визуализации должна опираться на некоторый теоретический или доктринальный базис. Обычно, практики мышления в терминах стыка Креатуры и Плеромы, в духовных традициях востока является малодоступными для непосвященных. Указывается на высокую

сложность, опасность, но в то же время эффективность таких практик. Отметим, что современная академическая наука предпочитает не обращать внимания на процессы интеракции между сознанием и телом, отдавая приоритет изучению и воздействию при лечении заболеваний на физиологические, биохимические и прочие механизмы. Однако психофизиологический аспект является крайне важным. Особое внимание, на наш взгляд, необходимо уделить изучению эффекта плацебо и подобных ему. Более подробно вопросы изучения интроспективных методов лечения мы рассматривали выше.

Г. Бэйтсон предлагает отказаться от картезианского механического мировоззрения, в пользу идеи неразрывного холистического единства всех составляющих мира. «Центр тяжести» переносится с составных частей на *связи и отношения* между частями целого. Автор предлагает рассматривать мир через концепцию сетевой парадигмы – бесконечную сеть петель обратной связи. Петлей обратной связи является такая структура, в которой первое звено подвергается воздействию последнего звена. «Наблюдатель должен быть включен в фокус наблюдения, а то, что можно изучать – это всегда либо отношение, либо бесконечная регрессия отношений. И никогда не "вещь"» [10, с. 269–270]. Это первая отличительная черта сетевой парадигмы: *наличие петель обратной связи*. Поскольку карта не есть территория, а способ описания территории всегда есть уже определенная карта, то любое описание есть регрессия к бесконечности. Плерома оказывается кантовской вещью-в-себе, недоступной для восприятия. На первое место выходит акт восприятия, в то время как воспринимаемое остается за скобками, коммуникация и мета-коммуникация о этом восприятии. Границы разума как целостной саморегулирующейся и самокорректирующейся системы выходят за рамки человеческого тела, сознания или Я. Это вторая отличительная черта системной парадигмы: *понятие «человеческое сознание» соотносится с*

более широким понятием «системный разум». Третьей же чертой системной парадигмы является *отождествление разума системы со способностью к самообучению*. Г. Бэйтсон приходит к выводу, что сложные системы (например, социум) не могут функционировать без целевой причины, заложенной в мета-коммуникации, иначе они бы приходили к самоуничтожению. Недостаток же системной мудрости приводит к печальным последствиям [10, с. 399]. Именно для компенсации системной мудрости была создана идея богов [12]. Автор приходит к выводу, что если сетевая модель соответствует действительности, то человек несет ответственность не только за свои действия, но и слова и мысли, которые через петли обратной связи изменяют его и мир [13, с. 83]. К подобным выводам приходит и чилийский биолог У. Р. Матурана.

Подведем краткий итог: язык мистика, так же как и любой другой язык, является способом описания холистических связей на стыке Креатура (Пуруша) – Плерома (Пракрити). В этом свете решается спор о влиянии культурной детерминации или наличии неизменного ядра мистического опыта: язык описания фиксирует опыт, в то время как опыт детерминирует язык. Сетевая парадигма, в противовес смысловой пустоте капиталистической системы симулякров (Ж. Бодрийар, Ж. Делез), основывается на символической нагрузке в процессе обмена информации как в форме, так и в содержании. Общества, построенные по принципу символического обмена более реальны и жизнеспособны. Язык духовных учений, изначально ориентированный на символическое содержание, с одной стороны, описывает способы взаимодействия между Креатурой и Плеромой, с другой, детерминирует эти взаимодействия. Как было указано выше, характерной чертой рассматриваемых нами традиций является не теоретизирование, а практическое применение элементов учения. Усвоения языка духовного учения есть усвоение способа мышления, который, с одной стороны, задан опытом предыдущих поколений

мистиков, а с другой стороны, определяет опыт последующих поколений. Однако такое определение носит лишь частичный характер, т. к. язык структурирует практику достижения определенного состояния или переживания, в то время как качественный аспект данного переживания всегда субъективен. Именно из-за фундаментальной субъективности любого духовного опыта невозможно построение единой универсальной методологии достижения этого опыта.

Литература

1. Солсо Р. Когнитивная психология. 6-е изд. СПб. : Питер, 2006. 589 с.
2. Рубинштейн С. Бытие и сознание. Человек и мир. СПб. : Питер, 2003. 512 с.
3. Юлов В. Научное мышление. Киров, 2007. 250 с.
4. Ненашев М. Антропный принцип и проблема наблюдателя // Вопросы философии. 2012. № 4. С. 64–74.
5. Таймини И. Введение в психологию йоги. М. : Шечен, 2005. 368 с.
6. Аналитика Мистицизма / под ред. Е. Г. Балагушкина. М. : Канон+, 2011. 432 с.
7. Майданов А. Коаны: стиль и смысл // Противоположности и парадоксы (Методологический анализ). М. : Канон+, 2008. 432 с.
8. Лури Дж. Восемь Врат Дзэн. Программа практики дзэн: пер. с англ. М. : София, 2007. 320 с.
9. Тендзин В. Р. Тибетская йога сна и сноведений : фонд буддийских изданий и переводов. СПб., 1999. 163 с.
10. Бэйтсон Г. Экология разума : избр. статьи по антропологии, психиатрии и эпистемологии. 1969–1972: пер. с англ. М. : Смысл. 2000. 476 с.
11. Бэйтсон Г., Бейтсон М. Ангелы Страшатся: к эпистемологии священного. М. : Технологическая школа бизнеса, 1992. 216 с.

12. Пигалев А. Бог и обратная связь в сетевой парадигме Грегори Бейтсона // Вопросы философии. 2004. № 6. С. 148–159.

13. Сухович Е. Иерархия, сеть и ризома: сравнительный анализ // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 7. Философия. 2011. № 3 (15). С. 80–84.

Информация об авторах

Date on authors

Шашин Захар Сергеевич – аспирант кафедры философии и социологии ФГБОУ ВПО «ВятГГУ». E-mail: za.shashin@gmail.com.

Shashin Zakhar Sergeevich – postgraduate student of the Department of Philosophy and Sociology, Vyatka State University of the Humanities. E-mail: za.shashin@gmail.com.

Advanced science

Научный журнал

№ 1 (4)

«Вятский государственный университет» ПРИП ФГБОУ ВПО «ВятГУ»
610000, г. Киров, ул. Московская, 36 Тел.: (8332) 64-23-56, <http://vyatsu.ru>