

Министерство образования и науки Российской Федерации

ВЕСТНИК

**КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Рецензируемый периодический научный журнал

№ 1(26)

Кострома

ИЗДАТЕЛЬСТВО


2011

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

П.Н. Рудовский, доктор технических наук, профессор, главный редактор
Л.А. Секованова, доктор технических наук, профессор, ответственный редактор

А.Б. Брут-Бруляко, доктор технических наук, профессор
Г.К. Букалов, доктор технических наук, профессор
С.И. Галанин, доктор технических наук, профессор
В.А. Гусев, доктор технических наук, профессор
В.П. Дудяшова, доктор экономических наук, профессор
В.И. Жуков, доктор технических наук, профессор
В.М. Каравайков, доктор технических наук, профессор
М.В. Киселев, доктор технических наук, профессор
Ж.Ю. Койтова, доктор технических наук, профессор
А.Р. Корабельников, доктор технических наук, профессор
В.Р. Крутикова, доктор технических наук, профессор
Е.Л. Пашин, доктор технических наук, профессор
В.С. Петровский, доктор технических наук, профессор
А.В. Подъячев, доктор технических наук, профессор
С.Е. Прогалинский, доктор технических наук, профессор
В.М. Репин, кандидат технических наук, профессор
Г.Г. Сокова, доктор технических наук, профессор
А.П. Соркин, доктор технических наук, профессор
Н.А. Смирнова, доктор технических наук, профессор
Б.А. Староверов, доктор технических наук, профессор
А.А. Телицын, доктор технических наук, профессор
С.Н. Титов, доктор технических наук, профессор
С.А. Угрюмов, доктор технических наук, профессор
В.Н. Шведенко, доктор технических наук, профессор
А.В. Соколова, доцент, консультант редакции
О.В. Тройченко, начальник РИО
А.В. Анохова, секретарь
С.В. Серова, технический секретарь

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.3.01

КОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ И БАЗЫ ЗНАНИЙ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИИ

В.П. Дудяшова, Н.А. Кипень, Е.В. Смирнова

В статье рассматриваются вопросы актуальности и необходимости создания, структурирования, расширения и обновления базы данных и базы знаний для самообучающейся организации. Представлены их содержание и отличия. Разработаны оценочные показатели по работе сотрудников со знаниями для их использования в системе стимулирования.

Самообучающаяся организация, база данных, база знаний, приращение.

Эффективное управление и развитие самообучающейся организации (СОО) основано на постоянном приращении организационных знаний. В ходе деятельности СОО увеличиваются объемы информации, приобретаемых знаний, количество осуществляемых проектов и т.п. Для такой организации важны процессы, связанные не только с систематизацией, использованием, хранением информации, но и с распространением накопленных, а также созданием новых знаний. Таким образом, вопрос о создании баз данных и знаний в СОО является весьма актуальным, т.к. эти базы позволяют аккумулировать внутренние и внешние

данные и знания, способствуют их преобразованию в организационные [2]. При этом встает проблема материального стимулирования когнитивного фактора приращения организационных знаний.

Подробное изучение данного вопроса показало, что довольно часто понятия «база данных» и «база знаний» подменяют друг друга в работах разных исследователей. Однако, на наш взгляд, следует отличать их по ряду признаков (табл. 1). Обобщение материалов по этому вопросу позволяет нам сформулировать особенности работы персонала с базами данных и знаний при различных формах СОО.

Таблица 1

Различия между базами данных и знаний

Отличительный признак	База данных	База знаний
Содержание	Данные — это полученные эмпирическим путем и зафиксированные факты, характеризующие отдельные свойства объектов, процессов или явлений	Знания — это результаты обобщения фактов и установления определенных закономерностей в какой-либо предметной области, которые позволяют ставить и решать задачи в этой области
Форма проявления	Совокупность самостоятельных материалов (статей, расчетов, нормативных актов и иных подобных материалов)	Уникальные знания, полученные у экспертов высокой квалификации; программные продукты
Ценность	Информация более скудная, содержит в основном количественные данные	Ориентирована в большей степени на качественные знания. Ценность содержания высокая
Отличительная особенность	Предусматривает общие принципы описания, хранения и обработки данных	Содержит связи между объектами в явной форме. Является источником новых решений. Ее отличает внутренняя интерпретируемость, структуризация, связность, введена семантическая мера и обеспечена активность знаний
Назначение	Оперативное отражение ежедневных производственно-хозяйственных, финансовых и других операций предприятия. Предоставление информации по запросу сотрудников организации	Управление знаниями, т.е. сбором, хранением и выдачей знаний. Создание средств, позволяющих решать задачи, традиционно считающиеся интеллектуальными. Обучение персонала, визуализация тенденций, многофакторный анализ и прогнозирование

Таким образом, опираясь на основные различия между базами данных и знаний, будем придерживаться следующих определений: **база данных (БД)** – единая система данных, организованная по определенным правилам, которые предусматривают общие принципы описания, хранения и обработки данных, используемая для удовлетворения информационных потребностей пользователей; **база знаний (БЗ)** – формализованная система сведений о некоторой предметной области, содержащая данные о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений и правила использования в задаваемых ситуациях этих данных для принятия новых решений [3].

Что касается БД, то, как правило, она имеется в каждой организации. Однако на практике неограниченный доступ отсутствует, например, по причине конфиденциальности содержащейся в ней информации, предназначенной для узкого круга специалистов. Соответственно для эффективного создания и распространения знаний в СОО нами предлагается, помимо основной БД, разработка такой версии БД, которой смогут пользоваться все работники организации. Более ограниченным ресурсом является БЗ. Доступ к БЗ должен учитывать квалификационный уровень сотрудника, т.е. не все работники способны ее использовать в полной мере и пополнять ценными знаниями.

Формирование рассмотренных ресурсов необходимо для СОО с момента образования, т.к. ее ключевой особенностью является создание условий для приращения организационных знаний. Однако необходимо отметить, что формирование БД и БЗ должно быть постепенным, а сами ресурсы будут отличаться по формам СОО объемом и видами данных и знаний, количеством пользователей и т.д. Необходимо отметить, что различия БД и БЗ по формам СОО будет связано с особенностями усвоения и приращения знаний на каждой из них [1]. Также наличие БЗ целесообразно, по нашему мнению, только при более развитых формах СОО, в том числе по причине их высокой стоимости и сложности обслуживания. Таким образом, для первой формы СОО – заимствующей организации – характерным является формирование БД, которая позволит систематизировать необходимую и ценную для деятельности организации информацию, приобретаемую на данном этапе извне. В когнитивно-трансформирующейся организации база данных расширяется,

увеличивается число пользователей. Изучающую организацию отличает наличие опыта применения сторонних знаний, формирование собственных организационных знаний, поэтому становится возможным обновление содержания БД, отказ от устаревшей информации, а также создание БЗ, основанной на осуществленных организацией проектах. Приобретая форму научающейся организации, СОО не только эффективно развивает БД, но и активизирует работу персонала с БЗ. Фрагмент характеристик БД и БЗ по заимствующей и изучающей формам СОО представлен в табл. 2.

С целью максимизации процессов приращения знаний за счет использования БД и БЗ необходимо, на наш взгляд, разработать и внедрить системы мотивации и оценки, стимулирующие работников и учитывающие вклад каждого в организационные знания. Участие в работе с БД и БЗ можно рассчитать в общем виде по аналогии с определением коэффициента трудового участия (КТУ). Нами разработана шкала для расчета коэффициента участия в работе с БД и БЗ (коэффициента когнитивного участия – ККУ), представленная в табл. 3.

Таким образом, ККУ j -го работника рассчитывается в зависимости от весомости достижений (+) и упущений (-) (см. табл. 3) по формуле (1):

$$KKU_j = 1 + \sum_{i=1}^n W_i, \quad (1)$$

где W_i – весомость i -го достижения или упущения в работе с БД и БЗ ($i = 1, 2, \dots, n$);
 n – число показателей в шкале, ед.

С учетом ККУ также может быть рассчитан размер премии каждого работника за работу с данными или знаниями по формуле (2):

$$П_j = ФПЗ \frac{KKU_j}{\sum_{i=j}^m KKU_j}, \quad (2)$$

где $ФПЗ$ – общий размер средств, выделенных на премирование подразделения за работу с данными, знаниями, тыс. руб.;

KKU_j – коэффициент когнитивного участия j -го работника;

m – количество штатных работников, чел.

Оригинальностью предложенного подхода к материальному стимулированию работы персонала с БД и БЗ является использова-

ние оценочных критериев активности сотрудников СОО по работе с данными ресурсами, а также способов их формализации. Рассмотренный в статье методический подход предложен в литературе впервые.

Таким образом, необходимо отметить, что создание и управление БД и БЗ в СОО яв-

ляется неотъемлемой частью процессов ее формирования и развития. Данные ресурсы являются незаменимыми инструментами и уникальны для каждой организации, т.к. их построение учитывает условия, особенности и требования конкретного предприятия.

Таблица 2

Фрагмент характеристики БД и БЗ по формам СОО

Вид ресурса	Специалисты, формирующие базу	Процессы по формированию базы	Источники пополнения	Содержание	Активные пользователи
<i>Заемствующая организация</i>					
База данных	Отдел системного администрирования, служба управления персоналом, ведущие специалисты, наиболее активные, творческие сотрудники	Сбор ценной для деятельности организации информации, определение области данных и информации, которые будут систематизироваться, установка соответствующего программного обеспечения	Сторонний практический опыт, информация с выставок и других предприятий, от агентов рынка, потребителей и поставщиков, внешние консультационные услуги, конференции	Информация об организации, ее поставщиках, потребителях, конкурентах, партнерах, маркетинговые обзоры, публикации о современных технологиях	Отдельные специалисты и работники предприятия
База знаний	–	–	–	–	–
<i>Изучающая организация</i>					
База данных	Отдел системного администрирования, специалист по формированию БД, служба управления персоналом	Программирование работы с базой, чтение и обновление данных в базе, ведение БД, подготовка и тестирование заявок на автоматизацию бизнес-процессов	Нормативно-правовая информация, бизнес-правила, описание производственных технологий и бизнес-процессов, web-страницы (внешние и внутренние), электронная библиотека общего доступа, портал в системе Интранет (внутренний сайт компании)	Данные о структуре проектов с паспортами, документы, обобщающие опыт деятельности: описание проектных решений, инструкции, методики	Все сотрудники предприятия за редким исключением
База знаний	Отдел системного администрирования, эксперт, инженер по знаниям – когнитолог	Извлечение, структурирование и формализация знаний (инженерия знаний). Определение задач, которые подлежат решению, выявление целей разработки, определение экспертов и типов пользователей. Проведение содержательного анализа проблемной области, выявление используемых понятий и их взаимосвязей, определение методов решения задач	Организационная оценка, корпоративная экспертиза, моделирование процессов, мероприятия по совершенствованию и инициативы по развитию, практический опыт и анализ работ после внедрения новых разработок, данные о дискуссиях, новых идеях, результатах обучения, практический опыт работы, корпоративное управление, нормативно-правовая информация, Интранет, БД, системы поддержки принятия решений, системы управления проектами, «знания в головах» и др.	Руководства, правила проектирования и спецификации, информация о выполненных и перспективных проектах	Сотрудники предприятия, имеющие право доступа к БЗ

Таблица 3

Шкала расчета ККУ

№ п/п	Показатель	Весомость достижений (+) и упущений (-)
<i>1. Перечень достижений в работе с БД и БЗ</i>		
1.1	Периодическое ознакомление с новыми поступлениями и обновлениями в БД и БЗ	+ 0,03
1.2	Большое число просмотров документов, текстов, медиафайлов в БД и БЗ	+ 0,07
1.3	Передача администратору документов для их размещения в БД и БЗ	+ 0,1
1.4	Активный сбор информации, имеющей для организации большое значение	+ 0,05
1.5	Большое количество материалов, предоставленных для размещения в БД и БЗ	+ 0,05
1.6	Высокая ценность и качество материалов, предоставленных для размещения в БД и БЗ	+ 0,15
1.7	Практическое применение в своей деятельности информации и знаний, полученных из БД и БЗ	+ 0,15
1.8	Редактирование материалов, предназначенных для размещения в БД и БЗ	+ 0,2
1.9	Проявление творческого подхода, инициативы в расширении, обновлении БД и БЗ	+ 0,1
1.10	Соблюдение конфиденциальности и неразглашение за пределами организации информации, получаемой из корпоративных источников	+ 0,1
<i>2. Перечень упущений в работе с БД и БЗ</i>		
2.1	Игнорирование сотрудником новых поступлений и обновлений в БД и БЗ	- 0,03
2.2	Небольшое число просмотров документов, текстов, медиафайлов в БД и БЗ	- 0,07
2.3	Отсутствие работы с администратором по передаче ему документов для их размещения в БД и БЗ	- 0,1
2.4	Бездействие по сбору информации, имеющей для организации большое значение	- 0,05
2.5	Небольшое количество материалов, предоставленных для размещения в БД и БЗ	- 0,05
2.6	Низкая ценность и качество материалов, предоставленных для размещения в БД и БЗ	- 0,15
2.7	Отсутствие применения в своей практической деятельности информации и знаний, полученных из БД и БЗ	- 0,15
2.8	Плохое качество или небольшое число отредактированных материалов, предназначенных для размещения в БД и БЗ	- 0,2
2.9	Отсутствие творческого подхода, инициативы в расширении, обновлении БД и БЗ	- 0,1
2.10	Нарушения конфиденциальности и неразглашения за пределами организации информации, получаемой из корпоративных источников	- 0,1

Выводы

Использование БД и БЗ позволяет повысить качество управленческих решений, ускорить адаптацию вновь прибывающего персонала, упростить процедуры разработки и применения нормативной документации, создают условия для приращения организационных

знаний. Поддержание активного состояния и актуальности БД и БЗ, вовлечение сотрудников в этот процесс является важной стратегической задачей для СОО, что не только дает существенные конкурентные преимущества, но и, являясь нематериальным активом, повышает рыночную стоимость предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кипень Н.А. Формирование и развитие самообучающейся организации : монография / Н. А. Кипень, В. П. Дудяшова, А. В. Денисова. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2008. – 199 с.
2. Нонака И. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах : пер. с англ. / И. Нонака, Х. Такеучи. – М. : Олимп Бизнес, 2003. – 384 с.
3. Дистанционное обучение в БГТУ им. В.Г. Шухова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://des.bstu.ru/specify/glossary.html>.

**KOGNITIV ASPECTS OF DATABASE AND KNOWLEDGEBASE FORMATION
OF SELF-TRAINING ORGANIZATION**

V.P. Dudayshova, N.A. Kipen, E.V. Smirnova

In article actuality problems and creation need, structuring, database and knowledgebase expansions and renovations for self-training organization are considered. Their contents and differences are presented. Merit factors of employee work with knowledge for its use in stimulation system are designed.

Keywords: Data, knowledge, database, knowledgebase, increment.

Рекомендована кафедрой экономики отраслей КГТУ
Поступила 22.02.2011

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНОГО СЫРЬЯ

УДК 677.021

СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ПРЯДИ В ХОДЕ ПРОЦЕССА ТРЕПАНИЯ

В.Н. Голубев, В.Г. Дроздов¹

В статье освещаются вопросы выбора рабочих режимов для процесса первичной обработки льнотресты с целью минимизации потерь сырья при трепании с учетом параметров льнотресты и на основе использования новейшей математической модели, описывающей прядь льнотресты при трепании. Содержится общее описание алгоритма выбора рабочих режимов для мяльно-трепального агрегата (МТА).

Обработка льнотресты, оптимальный рабочий режим, математическая модель движения и натяжения пряжи.

В современной отечественной льноперерабатывающей отрасли одной из основных задач повышения качества производственного процесса является снижение потерь используемого сырья (льнотресты) при трепании. Трепание является основной операцией в цепочке технологического процесса первичной обработки льняной тресты. Качество процесса трепания существенно зависит от успешного прохождения подготовительных этапов, предшествующих трепанию (слоеформирование, мятье), и от параметров самой льнотресты (степень вылежки, длина стеблей в слое, ориентация (дезориентация) стеблей в слое, угол наклона стеблей в слое). Основная часть потерь льнотресты в процессе обработки связана с непопаданием стеблей под зажимной транспортер и с обрывом (обсечением) прядей льнотресты при трепании. Вопросы выбора оптимального положения слоя и ориентации поступающего слоя льнотресты перед обработкой решались А.А. Бариновым [1], ряд ценных сведений был получен в работах [2; 3]. Вопрос же регулирования нагружения пряжи в процессе трепания нельзя считать окончательно решенным. В ряде исследований [4; 5] изучалась возможность управления частотой вращения трепальных барабанов в зависимости от какого-либо параметра льнотресты. Эффективность данного подхода весьма спорна, т.к. для выбора режима обработки необходимо учитывать весь комплекс параметров льнотресты и структурных параметров слоя, а также скорость

движения зажимного транспортера и конструктивные параметры трепальных барабанов. Для реализации подобного комплексного подхода необходима достоверная и полная математическая модель процесса обработки льняной пряжи в процессе трепания с минимальным количеством допущений.

В ходе анализа существующих моделей особое внимание нами было уделено рассмотрению работы С.В. Бойко [6], в которой проанализированы имеющиеся математические модели для описания пряжи и ее взаимодействия с рабочими органами в процессе трепания. В ходе анализа были выявлены значительные недостатки существующих моделей, связанные в основном с некорректными допущениями при описании взаимодействия и движения пряжи. Был сделан вывод, что ни одна из известных моделей не может адекватно описать процесс движения и нагружения всей пряжи волокна. Поэтому они не могут быть использованы для решения задач об установлении причин «обсечки» концевых участков пряжи волокна, повышенного содержания кистры в средней части горсти, повреждаемости и «стаскивания» волокна от зоны зажима к свободному концу пряжи при трепании.

В работе С.В. Бойко [6] предложена математическая модель нагружения и движения пряжи в процессе трепания, основанная на представлении пряжи в виде дискретной модели нити. В работе была принята модель **растяжимой нити**. Учитывая незначительную жесткость на изгиб обработанной трепанием пряжи, волокнистую прядь считали **идеально гибкой нитью**. Так как по длине прядь имеет

¹ Научная работа проводилась при непосредственном участии доктора технических наук, проф. Е.Л. Пашина.

различные свойства, была принята модель **неоднородной нити**. Считая, что прядь движется в вертикальной плоскости поперечного сечения трепальных барабанов, использовалась **плоская модель нити**.

Таким образом, прядь волокна при трепании представили дискретной цепочкой системы $N+1$ материальных точек различной массы, соединенных N невесомыми растяжимыми стержнями-пружинами (рис. 1).



Рис. 1. Дискретная модель нити

Координаты каждой i -й точки дискретной модели нити M_i в момент времени $t+1$ определялись на основе разностной системы уравнений (1),

$$\overline{OM}_i^{t+1} = \overline{OM}_i^t + \overline{V}_i^t \cdot \Delta t + \frac{\overline{F}_{\Sigma i}^t \cdot \Delta t^2 + (\overline{I}_{ni} + \overline{I}_{\alpha i}) \cdot \Delta t}{m_i}, \quad (1)$$

где \overline{V}_i^t – вектор скорости точки в момент времени t ;

$\overline{F}_{\Sigma i}^t$ – равнодействующая всех сил, действующих на точку, включая силы сопротивления движению;

\overline{I}_{ni} – нормальная составляющая ударного импульса силы взаимодействия с билом;

$\overline{I}_{\alpha i}$ – вектор ударного импульса сил трения.

Произведение $\overline{V}_i^t \cdot \Delta t$ – приращение радиуса-вектора точки M_i за время Δt :

$$\overline{V}_i^t \cdot \Delta t = \overline{OM}_i^t - \overline{OM}_i^{t-1}.$$

С учетом этого было предложено на каждом временном шаге определять условия взаимодействия i -й точки дискретной модели нити и била. Вначале определялись скорости и значения ударных импульсов \overline{I}_{ni} , $\overline{I}_{\alpha i}$, затем равнодействующая сил $\overline{F}_{\Sigma i}^t$, действующих на i -ю массовую точку дискретной модели нити (2).

$$\overline{F}_{\Sigma i}^t = \overline{F}_{нат i}^t + \overline{F}_{g i}^t + \overline{F}_{B i}^t + \overline{R}_i^t + \overline{F}_{T i}^t. \quad (2)$$

Она представляет собой сумму сил упругих связей $\overline{F}_{нат i}^t$ с соседними точками: $i - 1$ и $i + 1$, силы тяжести $\overline{F}_{g i}^t$, сил сопротивления воздуха $\overline{F}_{B i}^t$, сил внутреннего трения \overline{R}_i^t , сил трения о поверхность била $\overline{F}_{T i}^t$.

Количество дискретных элементов модели N выбиралось таким образом, чтобы как минимум одна массовая точка пряди контактировала с билом. При радиусе кромки била R_B и длине нити l : $N \geq \frac{l}{2R_B}$. Таким образом, минимальное количество дискретных элементов при моделировании взаимодействия с билом определяется величиной радиуса кромки била.

Данный алгоритм расчета взаимодействия пряди волокна и била позволил проанализировать движение пряди и натяжение каждого ее участка с учетом конструктивных параметров трепального барабана: вылета рабочей кромки била; ширины планки подбильной решетки, расстояния между планками подбильной решетки и их формы, радиуса трепального барабана, а также частоты вращения барабана и параметров льнотресты – длины стеблей в слое, их степени вылежки и т.д.

Также были проведены исследования степени и характера влияния основных параметров процесса (частоты вращения трепальных барабанов n , числа бил z и длины обрабатываемой пряди l) на изменение натяжения пряди. Скорость вращения барабанов имеет наибольшую степень влияния на изменение натяжения пряди в ходе процесса трепания. Далее по степени влияния следует такой фактор, как число бил на барабане. Наименьшее, но статистически значимое влияние оказывает длина пряди. То есть по результатам С.В. Бойко следует, что, изменяя число оборотов трепальных барабанов, можно обеспечивать выравнивание кинетической энергии и сил натяжения разных участков по длине обрабатываемого слоя.

Помимо изменения частоты вращения трепальных барабанов, на новейшем агрегате МТА-3 предусмотрена возможность регулирования толщины слоя льнотресты, поступающего на обработку [7]. В работе С.В. Бойко толщина обрабатываемого слоя принята как нерегулируемый расчетный параметр.

Итак, на основе исследований [1; 2; 4; 7] нами предлагается следующий алгоритм вы-

бора и настройки оптимальных режимов для переработки льнотресты с целью минимизации потерь льнотресты при трепании.

1. При поступлении на обработку определяется весь комплекс параметров льнотресты и структурных параметров слоя (степень вылежки, длина стеблей в слое, угол разворота и дезориентация стеблей в слое, смещение слоя относительно оптимального положения приблизительно данные о диаметре стеблей). Все данные определяются с помощью системы технического зрения.

2. Вычисляется разница между оптимальным положением для данного слоя и реальным и с помощью механизма смещения [1] производится сдвиг слоя на оптимальное положение.

3. На основе данных о дезориентации стеблей в слое и ширине самого слоя льнотресты вычисляются показатель пригодности слоя к обработке трепанием и возможная степень влияния процесса слоеутонаения на дальнейший разворот стеблей и снижение показателя пригодности [2; 3]. Итогом вычисления должна явиться рекомендуемая толщина слоя, при которой достигается минимальное снижение пригодности слоя к дальнейшей обработке.

4. Для полученной рекомендуемой толщины слоя производится расчет процесса трепания с учетом известных параметров сырья и конструктивных параметров машины на основе математической модели движения и нагружения пряжи в процессе трепания [6]. В ходе расчета изменяется единственный параметр – частота вращения трепальных барабанов от 200 до 400 мин⁻¹ шагом 10 мин⁻¹. Для снижения времени расчетов нами предлагается использовать многопоточное вычисление, т.е. для каждого значения частоты вращения трепальных барабанов создавать отдельный поток вычислений. Подобный метод может использоваться при программировании предлагаемого алгоритма, например в ОС Linux/UNIX, и является пригодным для реализации на промышленных контроллерах. Для каждого вычисления производится анализ сил натяжения, в том числе при пиковых нагрузках, и производится выбор той частоты вращения трепальных барабанов для которой данные силы *находятся в допустимых пределах*, т.е. подобные нагружения не приведут к *обрыву пряжи*, но в то же время достигаемые *силы натяжения обеспечат качественную обработку прядей*. Если для данной толщины слоя невозможно

подобрать вариант, удовлетворяющий условию требуемых значений сил натяжения, то необходимо произвести корректировку толщины слоя на минимальную величину (1 стебель) и снова повторить вычисления п. 4. Расчет для каждой толщины слоя благодаря использованию потоковых вычислений занимает не более 0,2 с. Данное быстроедействие достаточно для рассматриваемой задачи.

5. Заключительным этапом является расчет рабочих параметров для различных рабочих органов МТА. То есть на данном этапе определяются необходимые управляющие воздействия для установки выбранных частот вращения трепальных барабанов, а также частоты вращения слоеутонающих дисков и количество задействованных зон слоеутонаения для достижения выбранной толщины слоя.

Данный алгоритм позволит полностью адаптировать режимы работы МТА под параметры льнотресты и структурные параметры слоя для достижения минимальных потерь сырья при обработке. Реализация подобного алгоритма является возможной при наличии на МТА системы управления, предложенной в работе [8].

По мнению И.Н. Левитского [9], трепание может быть реализовано только в том случае, когда есть захлестывание и натяжение прядей. То есть достаточные силы натяжения, возникающие в пряди, являются необходимым условием для эффективной очистки волокон от костры. Данное утверждение используется нами в п. 4 при выборе частоты вращения трепальных барабанов. Но при выборе режимов также особое внимание стоит уделить и образованию недоработки, т.к. малое натяжение прядей в ходе процесса трепания или большая толщина слоя непосредственно сказываются на эффективности процесса трепания. Недоработку возможно уменьшить за счет интенсификации процесса трепания, но при этом возрастут потери льняного волокна, что для производства недопустимо. Поэтому процент образующейся недоработки нами решено не уменьшать, а в дальнейшем при модернизации предлагаемого способа регулирования натяжения пряжи лишь вести прогнозирование образующегося процента недоработки и информировать об этом оператора, управляющего линией.

Выводы

1. Для определения натяжения в любой точке пряжи в ходе процесса трепания предлагается применять модель С.В. Бойко [6].

2. Предложен алгоритм выбора и настройки оптимальных режимов переработки льнотресты, который целесообразно использо-

вать на модернизированном оборудовании для управления частотой вращения трепальных барабанов и толщиной слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баринов А.А., Разработка параметров системы управления расположением слоя стеблей при получении трепаного льняного волокна : дис. ... канд. техн. наук / Баринов А.А. – Кострома, 2009.
2. Пашин Е.Л. Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования) : монография / Е. Л. Пашин, А. Б. Лапшин, С. Е. Маянский. – Кострома : ВНИИЛК, 2006. – 212 с.
3. Лапшин А.Б. Влияние разворота слоя на пригодность стеблей к трепанию / А. Б. Лапшин, Е. Л. Пашин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001. – № 2. – С. 33–35.
4. Петров С.С. Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата по показателю отделяемости льнотресты : дис. ... канд. техн. наук / Петров С.С. – Кострома, 2007.
5. Катков А.А. Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата в зависимости от влажности льнотресты : дис. ... канд. техн. наук / Катков А.А. – Кострома, 2008.
6. Бойко С.В. Теоретические и технические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна : дис. ... д-ра техн. наук / Бойко Светлана Вадимовна. – Кострома, 2008.
7. Дроздов В.Г. Управление степенью слоеутонения на основе данных о дезориентации стеблей в слое / В. Г. Дроздов, В. Н. Голубев // Сборник трудов молодых ученых КГТУ. – Кострома, 2010.
8. Голубев В.Н. Система автоматического управления работой агрегата по переработке льнотресты в зависимости от ее свойств [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ : электронный журнал. 2010. №2. – Режим доступа : <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-5.pdf>.
9. Левитский И.Н. Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов : в 2 т. / И.Н. Левитский. – Кострома, 1994.

GRAND TENSION REGULATION METHOD IN SCUTCHING PROCESS MOVEMENT

V.N. Golubev, V.G. Drozdov

In article problems of operating regimes for process flax stock pretreatment process in order raw material loss minimization during scutching accounting flax stock parameters and on the most modern mathematical model usage explain flax stock strand during scutching are described. Article contains common description of calculation algorithm of operating regimes choice BSU (break-scutching unit).

Flax stock treatment, optimal operating regime, mathematical model of strand movement and tension.

Рекомендована кафедрой ТПЛВ КГТУ
Поступила 22.02.2011

УДК 677.051

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ НЕРАЗВОРОТА СТЕБЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ СЛОЕУТОНЕНИЯ

С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин, М.С. Енин¹

С использованием разработанной ранее усовершенствованной вероятностной модели слоеутонения создан алгоритм расчета вероятности неразворота слоя стеблей в процессе слоеутонения. Проведено моделирование слоеутонения в зависимости от основных конструктивно-режимных параметров этого процесса. Выявлено влияние этих параметров на изменение вероятности.

Слоеутонение, вероятность неразворота стеблей в слое, зоны утонения, угловая дезориентация, сила связи между стеблями, расстояние между дисками, моделирование, ранжирование.

В современных условиях поступления на льнозаводы льняной тресты с повышенным

уровнем вариации основных свойств актуальной проблемой является адаптация работы мяльно-трепальных агрегатов к переработке такой тресты. Она позволяет повысить рациональное использование тресты и улучшить эффективность технологии ее переработки.

¹ Работа выполнена при активном участии Е.В. Туренкова, студента 5 курса КГТУ спец. «Технология и оборудование производства натуральных волокон».

В этой связи целью настоящей работы является выявление причинно-следственных связей результатов процесса утонения слоя в зависимости от его угловой дезориентации.

В работе [1] предложена усовершенствованная вероятностная модель формирования угловой дезориентации стеблей, учитывающая различия в межстеблевых связях при слоеутонении. Эта модель, в отличие от варианта модели, предложенной ранее [2], позволяет впервые учитывать влияние на процесс слоеутонения режимно-конструктивных параметров слоеутоняющей машины. Возможность анализа и учет этих параметров важен с практической точки зрения, связанной с усовершенст-

вованием конструкции этой машины и решением задач по оптимизации ее работы.

Усовершенствованная вероятностная модель формирования угловой дезориентации в процессе утонения слоя позволяет провести анализ изменения вероятностной оценки P эффективности слоеутонения по зонам утонения слоеформирующей машины с учетом возможной изменчивости параметров, определяющих ее величину.

Указанный выше анализ возможен на основе моделирования процесса формирования вероятности P . С этой целью создан алгоритм расчета величины P по математическим зависимостям [1] (рис. 1).

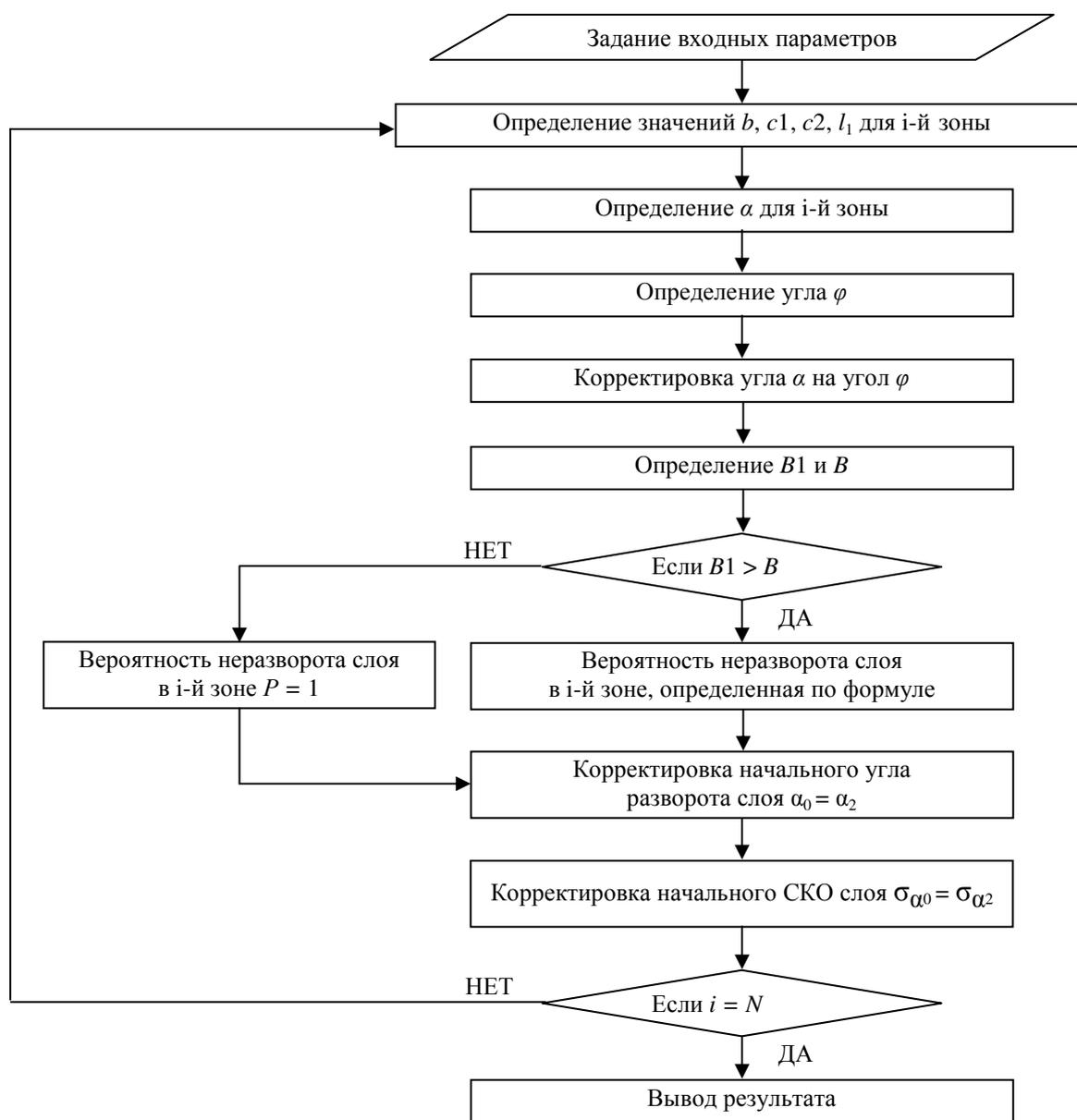


Рис. 1. Алгоритм расчета вероятности неразворота слоя при слоеутонении

В основу алгоритма положена оригинальная методика определения углов разворота слоя α_i и угла дезориентации стеблей β_i в нем с учетом сил взаимосвязи между стеблями. Она заключается в следующем. Сначала для i -й зоны утонения по формуле (1) [1] определяется вероятность попадания стеблей в смежные впадины зубчатых дисков. Затем определяются промежуточные значения угла разворота $\bar{\alpha}_i$ и угла дезориентации $\bar{\beta}_i$ по формулам (4.14–4.16) [2]. В результате, для i -й зоны утонения имеем:

$$\begin{aligned} \alpha_i &= \alpha_{i-1} + \varphi_i; \\ \beta_i &= \beta_{i-1}P + (\bar{\beta}_i + \varphi_i)(1-P), \end{aligned} \quad (1)$$

где φ_i – угол разворота слоя от наличия связей между стеблями в данной зоне утонения, определяется по формуле (7) или (8) [1];
 $i = 1, \dots, n$ – число зон утонения;
 n – число пар утоняющих дисков.

Заметим, что углы $\bar{\alpha}_i$ и $\bar{\beta}_i$ зависят от конструктивно-технологических параметров зоны слоеутонения.

Для нулевой зоны утонения принимаются значения углов разворота слоя α_0 и угла дезориентации стеблей в нем β_0 .

С использованием предложенного алгоритма расчета вероятности неразворота слоя стеблей льна при слоеутонении проведено моделирование процесса слоеутонения с использованием многомерного анализа, с применением пакета прикладных программ «Statistica». Для этого была составлена матрица различных комбинаций сочетания параметров, определяющих вероятность неразворота стеблей при слоеутонении. К числу изменяющихся параметров были отнесены: i – число зон утонения, d – расстояние между линиями слоеутонения в парах дисков, KC – параметр силы связи между стеблями, S_a – начальная угловая дезориентация стеблей, AO – начальный общий угол наклона стеблей в слое. Статистическую оценку значимости параметров осуществляли при уровне доверительной вероятности 0,9.

Моделирование производили по этапам.

На первом было осуществлено ранжирование исследуемых параметров и их сочетаний по силе их влияния на величину вероятности P . Полученные данные расчетов позволяют считать значимыми все исследуемые факторы, но сила их влияния различна. В наибольшей

степени оказывают влияние на величину P число зон утонения, начальная угловая дезориентация и начальный угол разворота стеблей. В меньшей степени влияет сила взаимосвязи между стеблями и расстояние между линиями слоеутонения в парах дисков.

На втором этапе моделирования был проведен анализ влияния исследуемых параметров на изменение P . Его результаты представлены на рис. 2–6.

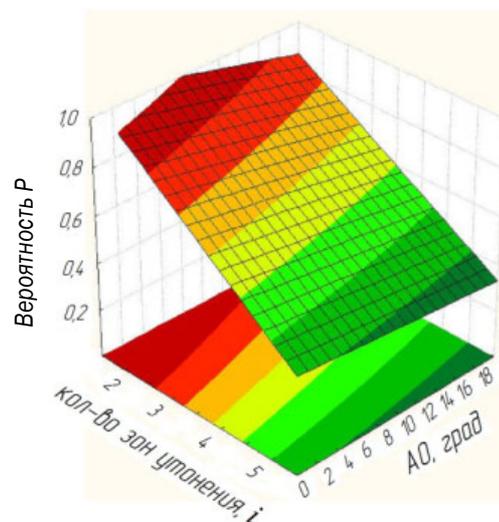


Рис. 2. Зависимость вероятности P от количества зон утонения i и начального угла наклона стеблей AO

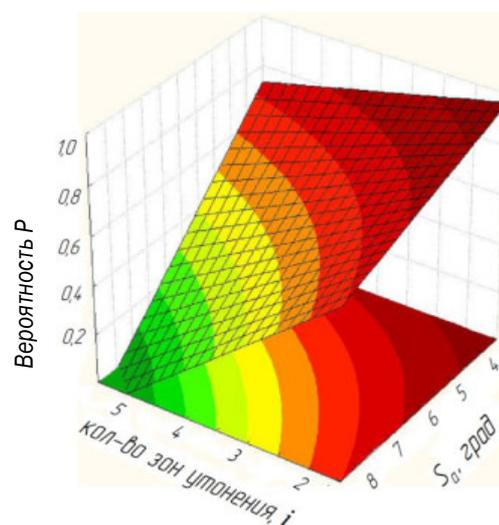


Рис. 3. Зависимость вероятности P от количества зон утонения i и начальной угловой дезориентации S_a

Изменение вероятности P в зависимости от параметров процесса слоеформирования позволило подтвердить ранее сформулированные выводы [2] о доминирующем влиянии

числа зон утонения на изменчивость угловой дезориентации стеблей. Именно поэтому в качестве основной практической рекомендации по улучшению процесса слоеутонения изначально дезориентированного слоя была предложена необходимость уменьшения степени утонения, что следует из рис. 4.

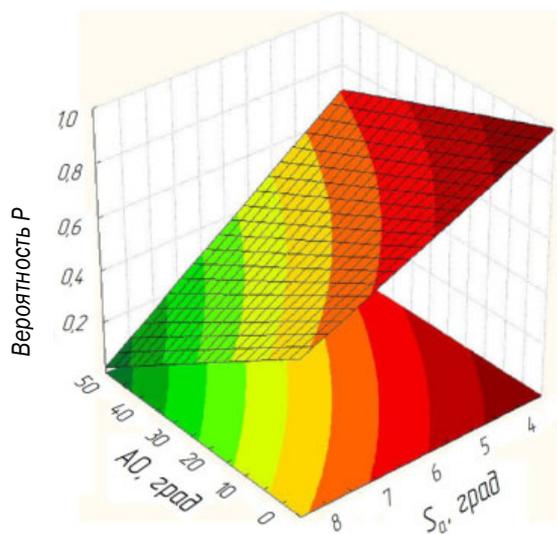


Рис. 4. Зависимость вероятности P от начального угла наклона стеблей AO и начальной угловой дезориентации S_a

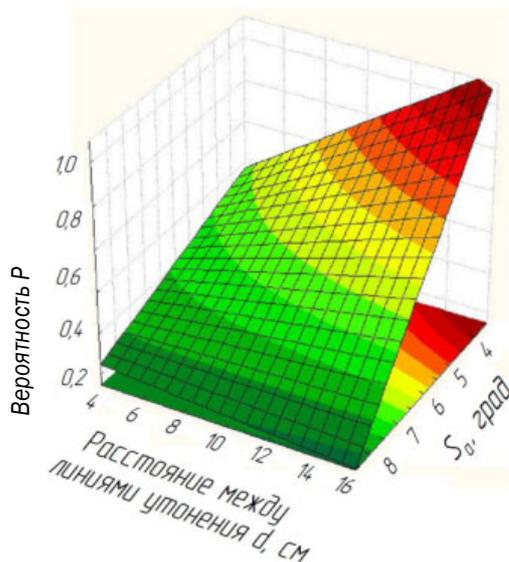


Рис. 5. Зависимость вероятности P от начальной угловой дезориентации S_a и расстояния между линиями слоеутонения d в парах дисков

Интересна с практической точки зрения информация, вытекающая из анализа рис. 5. Подтверждается известный факт о целесообразности изменения расстояния между линиями утонения слоя [2]. При значительной угло-

вой дезориентации ($S_a = 8,5^\circ$) вероятность неувеличения угловой дезориентации в процессе слоеутонения возрастает. При малых величинах S_a целесообразно значение d иметь пониженным.

Особый интерес представляет, по нашему мнению, графическая информация, представленная на рис. 6. Оказывается, что на вероятность неразворота стеблей P существенно влияет степень их взаимосвязи в вершинных и комлевых участках слоя, которую предложено определять параметром KC . Степень указанного влияния зависит от расстояния d : чем меньше d , тем на большую величину уменьшается P . Например, при изменении KC от 0,8 до 3,2 уменьшение P может составлять 15%. Такое снижение может негативно сказываться на протекании процесса переработки льняной тресты.

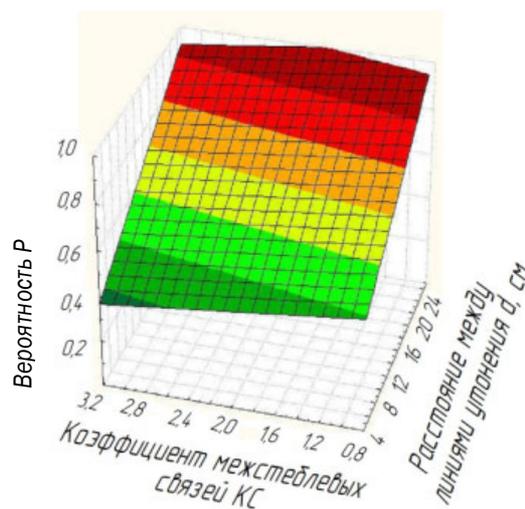


Рис. 6. Зависимость вероятности P от расстояния между линиями слоеутонения в парах дисков d и параметра силы связи между стеблями KC

Особо контрастно это проявляется в условиях использования большого количества зон утонения (рис. 7). При пяти зонах утонения применительно к конструкции типового питателя марки ПЛ ($d = 14$ см) повышение сил межстеблевых связей может вызывать снижение вероятности неразворота примерно на 20%. Такая величина будет приводить к ухудшению технологической эффективности обработки льна. Поэтому целесообразно применение каких-либо решений, позволяющих снизить величину стеблевых взаимосвязей в вершинных и комлевых зонах слоя.

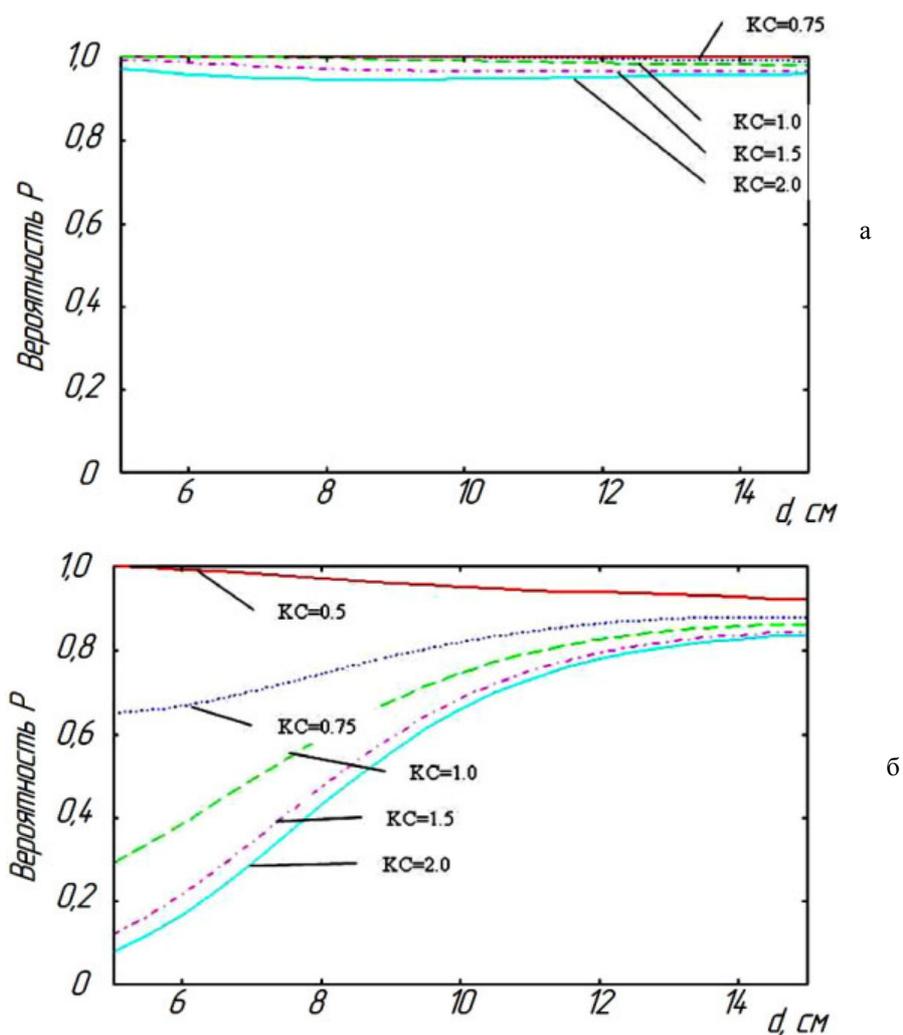


Рис. 7. Зависимость вероятности P от расстояния между линиями утонения d и параметра силы межстеблевых связей KC при различном числе зон утонения n : а – $n = 3$; б – $n = 4$

Выводы

1. С использованием ранее предложенной [1; 2] вероятностной модели формирования угловой дезориентации стеблей при слоеутонении впервые создан алгоритм расчета и проведено моделирование процесса формирования угловой дезориентации слоя при слоеутонении в зависимости от режимно-конструктивных параметров слоеутоняющей машины и параметров стеблевого слоя. Выполненные исследования связаны с необходимостью усовершенствования конструкции слоеутоняющей машины и могут быть использованы для решения задач по оптимизации ее работы.

2. Показано, что на вероятность неконтролируемого неразворота стеблей существенно влияет величина их взаимосвязи в верши-

ночных и комлевых участках слоя, определяемых параметром KC . Причем степень проявления KC зависит от расстояния d . Повышение сил межстеблевых связей может вызывать снижение вероятности неразворота слоя примерно на 20%.

3. Из результатов проведенного теоретического анализа и их интерпретации, в дополнение к ранее известным рекомендациям по повышению эффективности слоеутонения, вытекает целесообразность применения каких-либо решений, позволяющих снизить величину стеблевых взаимосвязей в вершинных и комлевых участках слоя до или (и) в процессе слоеутонения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маянский С.Е. Вероятностная оценка угловой дезориентации стеблей при слоеутонении / С. Е. Маянский, Е. Л. Пашин, А. В. Смирнов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – №5. – С. 32–36.
2. Пашин Е.Л. Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования) : монография / Е. Л. Пашин, А. Б. Лапшин, С. Е. Маянский. – Кострома : ВНИИЛК, 2006. – 212 с.

**PARAMETRICAL RESEARCH OF STALK UNROLLING PROBABILITY
IN THEIR LAYER THINNING
S.E. Mayanskey, E.L. Pashin, M.S. Enin**

Algorithm of calculation of stalk layer unrolling probability in layer thinning process has been created with using before developed improved probabilistic layer thinning model. Layer thinning modeling depending on main constructive-regime parameters of this process has been done. Influence of these parameters on probability change is disclosed. **Layer thinning, probability of stalk unrolling in layer, thinning zone, corner disorientation, link force between disks, modeling, rangement.**

Рекомендована кафедрой ТПЛВ КГТУ
Поступила 25.02. 2011

ПОДПИШИТЕСЬ!

Подписку
на «**Вестник Костромского государственного
технологического университета**»
можно оформить по каталогу
«**Пресса России**»

Подписной

42128

индекс

Издательский дом «**Экономическая газета**»

Контактный телефон: (495) 661-2030
Электронная поста: izdatcat@eg-online.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 677.072.49

ВЛИЯНИЕ ЗАПРАВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН С ЭЛАСТОМЕРОМ

И.А. Делекторская, А.А. Телицын

В статье рассматривается влияние заправочных параметров, места ввода эластомера, и давления в сопловых каналах АКУ на формирование высокорастяжимой комбинированной нити из натуральных волокон.

Чистольняные ткани «стрейч», комбинированная самокрученная пряжа, метод самокруточного прядения.

Эластановые нити (Lycra, Dorlastan, Spandex) обладают замечательной способностью переносить многократные циклы растяжения (до 400–700 %) от первоначальной длины и сокращаться до исходного состояния после снятия нагрузки. Присутствие эластана в ткани или трикотажном полотне повышает способность изделия восстанавливать первоначальную форму и создает условие для быстрого разглаживания и исчезновения складок. Однако использовать эластановую нить без предварительного покрытия другими нитями или волокнами не позволяет технологический процесс ткацкого производства.

Известны способы получения смесовой пряжи с эластановыми нитями на прядильных кольцевых, прядильно-крутильных и крутильных машинах. Все они реализуют обкруточный метод при относительно невысокой скорости выпуска (8–15 м/мин). Наиболее производительным является пневматический метод формирования, позволяющий получать пряжу со скоростью до 600 м/мин. При этом пневмосплетенная пряжа обладает существенным структурным недостатком в виде значительных по размеру петель, образованных полиамидными волокнами, что накладывает серьезные ограничения по ее применению. Пряжа, полученная методом обкручивания, лишена этого недостатка, однако ее рыночная цена в 2–3 раза выше, чем у пневмосплетенной.

Самокруточный способ прядения представляется наиболее подходящим для формирования комбинированной нити с эластомером. Он может сочетать высокую скорость выпуска (от 100 до 250 м/мин) и дает возмож-

ность формировать комбинированную пряжу за счет скручивания ее компонентов.

В нашем случае, когда мы получаем двоячную СК-структуру из готовой пряжи, имеющей действительную крутку, можно предположить, что такой готовый продукт в нулевых зонах будет обладать большей прочностью, чем сформированный из вытянутых мышек. Оценим влияние заправочных параметров машины на прочность комбинированной нити с эластомером. Известно, что наибольшее влияние на прочность самокрученной структуры, сформированной из волокнистой мышки, оказывают нагон в зоне формирования и длина периода крутки [1].

Правильно выбранный нагон обеспечивает стабильность протекания процесса формирования СК-продукта. Нагон устанавливается в зависимости от ассортимента назначения пряжи. Длина периода крутки определяет длину пряжи, на которой происходит полное циклическое изменение текущего значения крутки.

При увеличении длины периода крутки будет увеличиваться не только длина участков S- и Z-крутки, но и нулевая зона. Нашей задачей является получение комбинированной нити с эластомером, характеризующейся относительно небольшими по размеру петлями, поэтому, на первый взгляд, логично попытаться уменьшить длину периода. Но при уменьшении длины периода крутки повышается количество переключений выворка в единицу времени при подаче воздуха в сопловые каналы, что, как показывает опыт, снижает крутильную способность АКУ.

Экспериментально установлено [2], что длина периода крутки и нагон **не оказывают** значительного влияния на прочность СК-структуры, сформированной из **готовых нитей**. Кроме того, как и в случае формирования самокрученной структуры из вытянутых мычек (промышленно освоенный вариант), лучшие качественные показатели комбинированной нити достигаются при значении длины периода крутки 180 мм.

Определим влияние места ввода эластомера в несимметричное крутильное устройство [3]. Это имеет большое значение для понимания влияния предварительно натянутого эластомера на процесс формирования первичной крутки в компонентах и крутки в сдвоенном продукте. На первый взгляд, ответ казался очевидным: поскольку несимметричное крутильное устройство обеспечивает больший уровень первичной крутки правым выюрком [3], то вытянутый эластомер должен подаваться вместе с компонентом II (рис. 1).

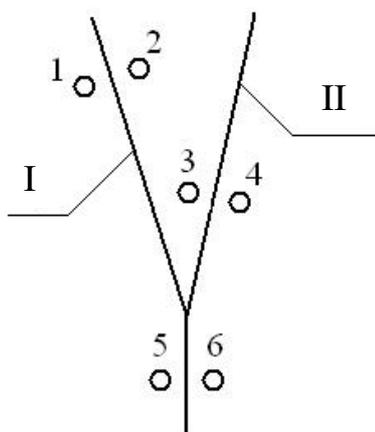


Рис. 1. Схема подачи компонентов I и II в АКУ:
1–6 – сопловые каналы выюрков [5]

Для проверки этого тезиса был проведен следующий эксперимент. В АКУ вместе с пряжей из натуральных волокон подавался предварительно вытянутый эластомер. Исходные компоненты имели следующие характеристики: 1 и 2 – пряжа из 100% хлопчатобумажных волокон, имеющая действительную Z-крутку 955 кр./м при коэффициенте вариации по крутке 8,3 %. Линейная плотность компонента – 26 текс.

Заправочные параметры машины приведены в таблице 1.

Далее была произведена наработка образцов комбинированной нити по двум вариантам:

- вариант 1: предварительно вытянутый эластомер подается в зону кручения-формирования вместе с компонентом II;

- вариант 2: предварительно вытянутый эластомер подается в зону кручения-формирования вместе с компонентом I.

Результаты определения показателей комбинированной нити по вариантам 1 и 2 приведены в таблице 2.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Нагон в зоне формирования, %	20
Давление сжатого воздуха в сопловом канале 1, 3, 5, МПа	0,16
Давление сжатого воздуха в сопловом канале 2, 4, 6, МПа	0,28
Предварительная вытяжка эластомера (кинематическая), %	50
Скорость формирования комбинированной нити, м/мин	150

Таблица 2

Наименование показателей	Значение показателей	
	по вар. 1	по вар. 2
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	8,2	8,4
Среднее количество Z-кручений строенной структуры на длине полупериода	13,2	16,6
Среднее количество S-кручений строенной структуры на длине полупериода	12,8	16,0
Среднее значение Z- и S-крутки на 1 м длины комбинированной нити	144	181
Средняя длина «нулевой» зоны, мм	14	11

Из таблицы 2 видно, что предварительный прогноз не подтверждается результатом эксперимента. Это можно объяснить следующим образом.

Согласно модели формирования СК-продукта в статике, компоненты самораскручиваются друг на друга, «обкатываясь» один по другому. Предварительно вытянутый эластомер, вероятно, создает серьезное препятствие «обкатыванию» «своего» компонента и может в первом приближении моделироваться как некая гибкая ось, установленная в подшипниковых опорах. Поэтому можно сделать вывод о целесообразности подачи предварительно вытянутого эластомера в АКУ вместе с

компонентом I, поскольку при этом удается при таком же расходе сжатого воздуха увеличить на 26 % крутильную способность АКУ, уменьшив при этом и длину «нулевых» зон.

Для разработки **максимально экономичного** технологического процесса логичной выглядит попытка снижения давления сжатого воздуха в «неэффективном» левом вьюрке или полное его отключение. При этом эластомер подается в АКУ вместе с компонентом I. Показатели комбинированной нити, полученные при отключенном левом вьюрке, для этих условий приведены ниже:

Относительная разрывная нагрузка, сН /текс	8,6
Среднее количество Z-кручений строенной структуры на длине полупериода	15,8
Среднее количество S-кручений строенной структуры на длине полупериода	16,1
Среднее значение Z- и S-крутки на 1 м длины комбинированной нити	177
Средняя длина «нулевой» зоны, мм	11

Как видно, отключение левого вьюрка практически не повлияло на значимые качественные показатели комбинированной нити с эластомером.

Выводы

1. Установлено, что предварительно вытянутый эластомер должен подаваться в несимметричное крутильное устройство вместе с левым компонентом, поскольку при том же расходе сжатого воздуха удается увеличить крутильную способность АКУ на 26%, уменьшив при этом длину «нулевых» зон.

2. Установлено, что отключение аэродинамического вьюрка, сообщающего первичную крутку компоненту готовой пряжи, подающемуся в зону кручения вместе с предварительно вытянутым эластомером, практически не влияет на значимые качественные показатели готовой комбинированной нити.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мовшович П.М. Самокруточное прядение / П. М. Мовшович. – М. : Легпромбытиздат, 1985. – 248 с.
2. Делекторская И.А. Определение скоростных параметров процесса формирования комбинированных нитей с эластомером самокруточным способом / И. А. Делекторская, А. А. Телицын, С. В. Новиков // Вестник КГТУ. – 2006. – № 13.
3. Делекторская И.А. Несимметричные аэродинамические крутильные устройства / И. А. Делекторская, А. А. Телицын // Вестник КГТУ. – 2003. – №7.
4. Телицын А.А. Особенности формирования самокрученной структуры из готовых нитей / А. А. Телицын, И. А. Делекторская, С. В. Новиков // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004. – №3.
5. Патент 2262477 Российская Федерация. Устройство для формирования композитных нитей аэродинамическим способом / Телицын А.А., Королев М.В., Делекторская И.А. – 2004.

MACHINE FILLING PARAMETERS INFLUENCE ON FORMATION OF COMBINED THREADS MADE FROM NATURAL FIBRES WITH ELASTOMER

I.A. Delektorskaya, A.A. Telizin

In article machine filling parameters, elastomer input place and pressure in nozzle passages of the aerodynamic twist unit (ATU) on formation of highly tensile combined thread from natural fibres are discussed.

Purely linen “stretch” fabrics, combined self-twisted yarn, self-twisted spinning method.

Рекомендована кафедрой ТММ, ДМиПТМ КГТУ
Поступила 11.11.2010

УДК 658:562:677.21.02

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

П.Н. Рудовский, Х.М. Назиров

На основе анализа стандартов на хлопковое волокно поставлена задача выбора рационального направления для разработки методов управления качеством продукции прядильного производства в условиях переходного периода, характеризующегося одновременным действием нескольких разноплановых стандартов на хлопковое волокно, производимое в Республике Таджикистан.

Хлопковое волокно, качество продукции хлопкопрядильного производства, сорт, тип, система HVI, пряжа, прочность, неровнота.

Республика Таджикистан производит хлопковое волокно на экспорт и для собственной текстильной промышленности. В связи с этим текстильные фабрики республики работают исключительно на отечественном сырье.

После распада СССР на постсоветском пространстве несколько раз менялась нормативная база, используемая для оценки качества хлопкового волокна. И в настоящее время отсутствуют единые нормы.

Так, Россия использует ГОСТ 3279–76, согласно которому хлопковое волокно в зависимости от разрывной нагрузки и степени зрелости подразделяют на семь сортов: О (отборный), I (первый), II (второй), III (третий), IV (четвертый), V (пятый), VI (шестой) и семь типов: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Хлопковое волокно 1–3 типов относят к тонковолокнистым сортам хлопчатника, 4–7 типов – к средневолокнистым сортам хлопчатника.

В Узбекистане разработан собственный стандарт ГОСТ 3279–95 (РСТ Уз 60–93) на хлопковое волокно, который признан большинством стран СНГ, действующий в том числе и на территории Таджикистана.

Тип хлопкового волокна по ГОСТ 3279–95 определяется по показателям линейной плотности и штапельной массодлины. Существует девять типов: 1а, 1б, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Согласно типам 1а, 1б, 1, 2 и 3 хлопковое волокно относят к длиноволокнистому, а по типам 4, 5, 6 и 7 – к средневолокнистому.

Определение типа хлопкового волокна может производиться разными методами (классерским, по ГОСТ, по системе HVI). При классерском методе оценки за основу принята штапельная (классерская) длина, измеренная в кодах; при оценке по ГОСТ – штапельная массодлина и или другие стандартизованные показатели, выраженные в мм; при оценке по результатам измерения в системе HVI – верх-

няя средняя длина, измеренная в мм или дюймах. Тип хлопкового волокна определяется по наихудшему показателю.

Хлопковое волокно каждого типа в зависимости от внешнего вида, цвета и наличия пятен подразделяют на пять сортов: Биринчи (I), Иккинчи (II), Учтинчи (III), Туртинчи (IV) и Бешинчи (V) в соответствии с образцами внешнего вида, утвержденными в установленном порядке. Сорт хлопкового волокна определяется по наихудшему показателю.

По содержанию пороков и сорных примесей хлопковое волокно подразделяют на классы: Олий (высший), Яхши (хороший), Урта (средний), Оддий (обычный) и Ифлос (сорный) в зависимости от сорта в соответствии с образцами внешнего вида, утвержденными в установленном порядке. Для хлопкового волокна сортов Биринчи (I) и Иккинчи (II) дополнительно нормируются такие показатели, как удельная разрывная нагрузка и базовый диапазон показателя микронейр, установленный в системе HVI.

Кроме ГОСТ 3279–95, в Таджикистане используется собственный стандарт СТ РТ ДСХ США 1079–2007 – СТ РТ ДСХ США 1085–2007, который является аналогом стандарта Департамента сельского хозяйства США. Некоторые хлопкозаводы оборудованы системой HVI и производят покипую оценку качества для сертификации волокна, поставляемого на внешний рынок.

Классификация хлопкового волокна по стандартам СТ РТ ДСХ США 1079–2007 – СТ РТ ДСХ США 1085–2007 осуществляется по внешнему виду, в зависимости от цвета и содержания сорных примесей. В соответствии с ними хлопковое волокно подразделяют на сорта. В них же отражены требования к сортам и качеству дженирования.

По цвету средневолокнистое хлопковое волокно должно быть белым. Различная насыщенность желтизны учитывается при разделении хлопкового волокна на группы по цвету:

– **White (белый)** (Good Middling, Strict Middling, Middling, Strict Low Middling, Low Middling, Strict Good Ordinary, Good Ordinary, Below Grades);

– **Light Spotted (слабо пятнистый)** (Good Middling, Strict Middling, Middling, Strict Low Middling, Low Middling, Strict Good Ordinary, Below Grades);

– **Spotted (пятнистый)** (Good Middling, Strict Middling, Middling Strict Low Middling, Low Middling, Strict Good Ordinary, Below Grades);

– **Tigged (желтоватый)** (Strict Middling, Middling, Strict Low Middling, Low Middling, Below Grades);

– **Yellow Stained (желтый)** (Strict Middling, Middling, Below Grades).

Внутри каждой группы по цвету сорта отличаются нарастанием засоренности и степенью потемнения, что отражается снижением коэффициента отражения света (например, от ярко-белого до кремоватого).

Рекомендации по переработке хлопкового волокна, разработанные в СССР, базировались на требованиях ГОСТ 3279–76, который в настоящее время применяется только в России. Эти же показатели используются на прядильных фабриках Таджикистана, поскольку специалисты, работающие на этих предприятиях, получили образование в вузах СССР.

Несоответствие стандартов, по которым оценивается хлопковое волокно, и рекомендаций по его переработке является одной из причин неэффективной его переработки на предприятиях Таджикистана. Как следствие, снизилось качество выпускаемой продукции, стало невозможным применение нормативной документации, регламентирующей порядок составления смесок (типовые сортировки) и организации контроля над процессом прядения (нормы выходов пряжи, полуфабрикатов и отходов). Это не относится к ряду предприятий, использующих современное европейское оборудование и соответствующую организацию производства.

Система разработки типовых норм, существовавшая в СССР и основанная на работах А.Н. Соловьева [1] и А.Г. Севостьянова [2], разрушена, поэтому разработкой норм каждое прядильное предприятие вынуждено заниматься самостоятельно.

Вывод

В условиях одновременного действия двух стандартов на хлопковое волокно в Республике Таджикистан и отсутствии практических рекомендаций по управлению качеством пряжи представляется обоснованным создание на предприятии собственных моделей зависимости качественных параметров пряжи от свойств исходного волокна, учитывающих особенности местных селекционных сортов и технологии производства на конкретном предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев А.Н. Проектирование свойств пряжи в хлопкопрядильном производстве : дис. ... д-ра техн. наук / Соловьев А.Н. – М. : МТИ, 1951.
2. Севостьянов А.Г. Составление смесок и смешивание в хлопкопрядильном производстве / А.Г. Севостьянов. – М. : Гизлегпром, 1954. – 25 с.
3. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков, В. М. Владимиров, Д. А. Полякова [и др.]. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1985.

STUDY OF NECESSITY DEVELOPMENT OF PRODUCT QUALITY MANAGEMENT METHODS OF COTTON-SPINNING PRODUCTION IN TADZHIKISTAN

P.N. Rudovskiy, H.M. Nazirov

On cotton fibre standard analysis task of rational of rational trend for development of spinning production article quality management methods in transmission period conditions characterizing simultaneous action of several different-typed standards on cotton fibre made in Tadzhikistan is put.

Cotton fibre, cotton spinning production output quality, sort, type, yarn, strength, irregularity.

Рекомендована кафедрой ТМиСМ КГТУ
Поступила 23.04.2011

УДК 677.024

ОЦЕНКА НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ СТБ*А.П. Болотный, А.Б. Брут-Бруляко, М.Н. Ерохова*

Проведен аналитический и экспериментальный анализ натяжения нитей основы при выработке ткани полотняного переплетения на ткацком станке СТБ.

Тензограмма, натяжение нитей при прибое и зевобразовании.

Нормализация процесса выработки тканей на ткацких станках основана на выборе оптимальных технологических параметров его работы, которые позволяют работать ткацким станкам с минимальной обрывностью [1]. Основным технологическим параметром при выработке тканей на ткацком станке является натяжение основных нитей [2; 3]. В процессе работы ткацкого станка натяжение основных нитей циклически изменяется в зависимости от работы отдельных механизмов станка при прокладывании и прибое уточной нити.

Минимальное натяжение основных нитей в цикле работы станка соответствует расположению нитей в заступе и его можно рассчитать исходя их статического нагружения подвижной системы скала.

Натяжение основы при зевобразовании во время прокладывания утка при выработке тканей средней поверхностной плотности и работе с основным регулятором всегда ниже натяжения основных нитей в момент прибоя утка к опушке ткани.

Чаще всего при выработке массового ассортимента бытовых тканей натяжение основных нитей в момент прибоя достигает максимального значения, и именно эта величина натяжения нитей влияет на обрывность основных нитей [1; 2].

Для аналитического расчета величины натяжения основных нитей при прибое существует много различных формул [1; 2; 4; 5].

Воспользуемся зависимостью для определения натяжения основной нити в момент прибоя [5]:

$$F_{np} = F_o + \frac{C_o}{L_o} l_n + \frac{2\sqrt{C_o T_o}}{n} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} \sin 2\pi n \frac{l_n v_{зг}}{L_o v_o}, \quad (1)$$

где F_o – заправочное натяжение основы, сН;

C_o – коэффициент жесткости метрового отрезка нити, сН/м;

T_o – линейная плотность пряжи, текс;

L_o – длина нитей основы в заправке ткацкого станка, м;

l_n – величина приборной полоски, м;

n – натуральный ряд чисел, $n = 1, 2, \dots$;

$v_{зг}$ – скорость распространения звука, м/с;

v_o – скорость встречи берда с опушкой ткани, м/с.

Проведен расчет натяжения по уравнению (1) при выработке простынной ткани на ткацком станке СТБ2-175 при следующих исходных данных: $F_o = 15$ сН/нить; $C_o = 9900$ сН/м; $L_o = 2,54$ м; $l_n = 0,003$ м; $T_o = 29$ текс; $v_{зг} = 1340$ м/с; $v_o = 1,58$ м/с.

В результате расчета получена величина натяжения нити основы при прибое $F_o = 27,86$ сН/нить. Данная величина является ориентировочной, т.к. уравнение (1) не учитывает все условия работы нити на станке.

Экспериментальные исследования натяжения основных нитей в процессе выработки хлопчатобумажной ткани полотняного переплетения были проведены на ткацком станке СТБ2-175 в лаборатории кафедры ткачества КГТУ. Вырабатываемая ткань имеет ширину $B_c = 158$ см, число нитей в основе $m_o = 3476$, линейная плотность нитей основы и утка $T_o = 29$ текс, $T_y = 29$ текс, плотность ткани по основе и по утку $P_o = 22$ нит./см, $P_y = 16$ нит./см. Частота вращения главного вала станка составляет $n = 224$ мин⁻¹. Выработка ткани производится с использованием четырех ремиз, которые двигаются попарно. Проборка нитей основы в ремизы рассыпная. Скало установлено выше ложной грудницы на 30 мм.

Контроль натяжения основных нитей проводился с помощью аппаратного комплекса «Тумаг», разработанного на кафедре ткачества КГТУ [6]. В качестве датчика использовалась балочка системы ЦННИХБИ. В балочку заправляли по 10 нитей.

На первом этапе в центре заправки станка было заправлено в балочку по пять нитей с первой и третьей ремизы. Тензограмма натяжения представлена на рис. 1.

На тензограмме отмечено: по оси абсцисс – обороты главного вала n ; по оси орди-

нат – натяжение основных нитей F , сН; F_n – натяжение прибора в цикле работы ткацкого станка, сН; $F_{зев}$ – натяжение зевобразования, сН; F_{min} – минимальное натяжение нитей в застуге, сН.

Из тензограммы определяем натяжение основной нити при приборе $F_n = 24,7$ сН/нить, натяжение нити при зевобразовании составляет $F_{зев} = 15,1$ сН/нить. Величина натяжения нити основы при приборе, полученная в ходе эксперимента, меньше величины, рассчитанной по формуле (1), на 12,8%.

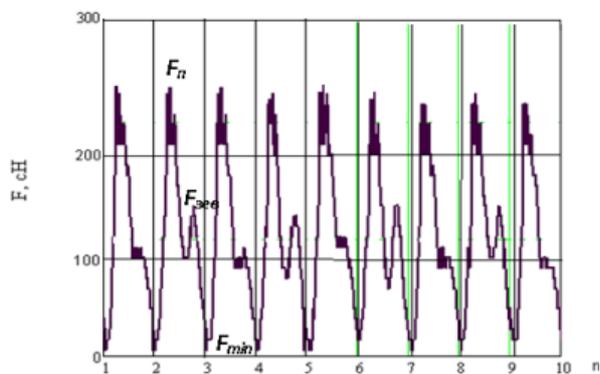


Рис. 1. Тензограмма натяжения основных нитей с двух ремиз

На втором этапе экспериментов проведен контроль натяжения основных нитей, пробранных только в первую ремизу. На балочке было заправлено 10 нитей. Тензограмма натяжения нитей с первой ремизы представлена на рис. 2.

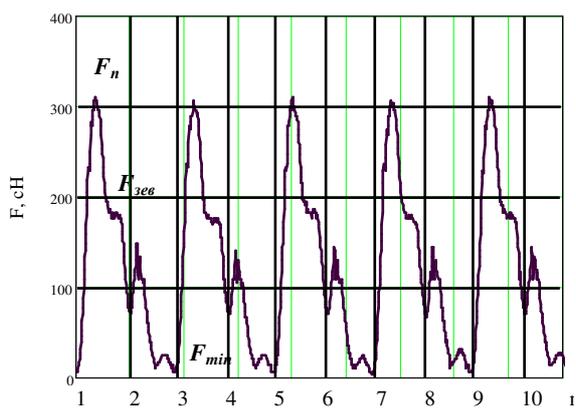


Рис. 2. Тензограмма натяжения основных нитей с первой ремизы

Из тензограммы определяем максимальное натяжение основных нитей в момент прибора, когда передняя ремиза находится в нижнем положении. Натяжение при приборе составляет $F_n = 31,2$ сН/нить, а натяжение при зевобразо-

вании для нижнего положения нитей – $F_{зев} = 18,4$ сН/нить. В данном случае натяжение при приборе у основных нитей с передней ремизы выше расчетной величины на 12%. При этом натяжение при приборе у основных нитей с передней ремизы выше натяжения нитей при приборе, заправленных с первой и третьей ремизы, на 26,3%. Следовательно, величина натяжения основных нитей при приборе с одной ремизы значительно выше натяжения при приборе основных нитей, заправленных с двух ремиз.

На третьем этапе проведено исследование величины натяжения нитей основы только с третьей ремизы. Тензограмма натяжения представлена на рис. 3.

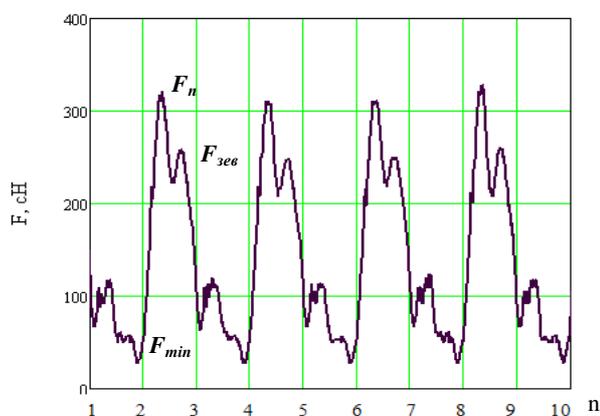


Рис. 3. Тензограмма натяжения основных нитей с третьей ремизы

Из тензограммы определяем максимальное натяжение основных нитей в момент прибора. Натяжение при приборе составляет $F_n = 32,8$ сН/нить, а натяжение при зевобразовании – $F_{зев} = 26,2$ сН/нить. Натяжение при приборе выше расчетной величины на 17,7%. При этом натяжение при приборе у основных нитей с третьей ремизы выше натяжения нитей при приборе, заправленных с первой и третьей ремизы, на 32,8%.

Разрывная нагрузка ошлихтованной хлопчатобумажной пряжи 29 текс составляет 338 сН. Натяжение основных нитей при приборе в третьем варианте составляет 9,7% от разрывной нагрузки.

В результате проведенных исследований установлено, что натяжение при приборе у основных нитей, заправленных в третью ремизу, гораздо выше натяжения при замерах с двух ремиз. Установлено, что при установке скала выше уровня грудницы уменьшается удлине-

ние нитей верхней ветви зева и их натяжение. В нижней ветви зева при этом происходит увеличение удлинения нитей и их натяжения [1]. Кроме этого, передняя ремиза для обеспечения чистого зева поднимается на меньшую высоту, чем дальние ремизы. Этим и объясняется различие величин натяжения при приборе у передней и задней ремиз.

Наименьшее натяжение основных нитей при приборе в случае замера натяжения с двух ремиз, работающих в противофазе, объясняется суммой разнонаправленных векторов натяжения.

Выводы

1. Аналитические расчеты величины натяжения основных нитей при приборе дают приближительные результаты.

2. Оценка натяжения основных нитей при заправке нитей с разных ремиз дает заниженные результаты.

3. Объективная оценка максимальных величин натяжения в цикле работы ткацкого станка достигается при замере натяжения нитей основы, заправленных в последнюю ремизу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов П.В. Нормализация процесса ткачества / П. В. Власов. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 296 с.
2. Теория процессов, технология и оборудование ткацкого производства / С. Д. Николаев, П. В. Власов, Р. И. Сумарукова, С. С. Юхин. – М. : Легпромбытиздат, 1995. – 256 с.
3. Брут-Бруляко А.Б. Влияние заправочных параметров ткацкого станка на обрывность льняной оческовой пряжи / А. Б. Брут-Бруляко, Н. С. Крылова, С. М. Миновская // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – №4С. – С. 78–81.
4. Гордеев В.А. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков / В. А. Гордеев. – М. : Легкая индустрия, 1965. – 228 с.
5. Терентьев В.И. Определение натяжения основы в процессе прибора / В. И. Терентьев, И. Ю. Казанская // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – №2С. – С. 37–39.
6. Патент № 2128326 РФ. Устройство для оперативной записи информации / В. Г. Кравченко, А. Н. Ступников, А. Б. Брут-Бруляко. – Оpubл. 27.03.1999. Бюлл. № 4.

ESTIMATION OF WARP TENSION ON LOOM STB

A.P. Bolotny, A.B. Brut-Brulyako, M.N. Erokhova

Analytical and experimental analysis of warp tension during linen weave cloth manufacture on loom STB is carried out.

Tenzogramma, thread tension during and shedding.

Рекомендована кафедрой ткачества КГТУ
Поступила 16.02.2011

УДК 677.027.4

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КОНТРОЛЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПАКОВОК В ПРОЦЕССЕ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

С.Ю. Тимусьяк, М.Н. Нуриев¹

Одним из основных условий, выполнение которого необходимо для обеспечения равномерного окрашивания пряжи, намотанной в бобины, является стабильное значение гидравлического сопротивления паковок в партии, загружаемой в красильный аппарат. Для обеспечения этого условия предлагается контролировать проницаемость в ходе формирования паковок.

Намотка, контроль проницаемости, равномерность окрашивания, плотность намотки.

В исследовании Н.В. Киселева [1] проведен анализ влияния неравномерности удель-

ной скорости циркуляции на качество обработки пряжи растворами. Отмечается, что основными показателями качества крашения для отдельной паковки являются среднее содержание красителя на материале и коэффи-

¹ Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора П.Н. Рудовского.

циент вариации распределения его по массе материала. Оба эти показателя зависят от количества рабочего раствора, проходящего через единицу массы материала в единицу времени, т.е. от удельной скорости циркуляции.

В работе [2] изучалась интенсификация процесса крашения при помощи повышенной скорости циркуляции. При крашении бобин льняной оческовой пряжи с плотностью намотки 0,37–0,39 г/см³ кубовым золотисто-желтым ЖХ красителем увеличение скорости циркуляции с 25 до 80 л/(кг·мин) приводит к росту содержания красителя в пряже с 0,68 до 1,26%. В этой же работе имеются данные о зависимости неравномерности окрашивания паковки от скорости циркуляции, полученные при кубовом крашении льняной и хлопчатобумажной пряжи с применением вакуумирования. Результаты получены при длительности крашения 60 мин для хлопчатобумажной и 90 мин для льняной пряжи, однако отмечается, что даже увеличение времени крашения соответственно до 90 и 150 мин не оказывает существенного влияния на равномерность окраски.

Эти данные подтверждаются экспериментальными исследованиями [3], согласно которым при повышении скорости циркуляции с 10 до 23 л/(кг·мин) время половинного накрашивания снижается с 10 до 7 мин, а при 44 л/(кг·мин) составляет уже 3,8 мин.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что равномерное распределение рабочего раствора между паковками текстильного материала при жидкостной обработке, заключающееся в равенстве скоростей циркуляции для всех паковок партии, является необходимым условием качественной обработки материала.

Аналогичное явление наблюдается и при конвективной сушке пряжи в бобинах. В этом случае неодновременность высыхания паковок приводит к тому, что во время досушивания небольшого числа паковок большая часть партии находится при температуре горячего теплоносителя 110–120 °С. Такое воздействие отрицательно влияет на качество текстильного материала, вызывая снижение разрывной нагрузки и удлинения, ухудшение многоцикловых характеристик [4, с. 70].

Для уточнения степени влияния разброса паковок по проницаемости на время сушки, производились вычислительные эксперименты [1]. Полагалось, что коэффициенты сопро-

тивления паковок столба распределены по нормальному закону с заданным математическим ожиданием и коэффициентом вариации. По результатам вычислительного эксперимента оценивалось относительное время сушки, представляющее отношение расчетного времени сушки при заданном значении коэффициента вариации по проницаемости к времени сушки при нулевом значении данного коэффициента.

В результате моделирования установлено, что при коэффициенте вариации по проницаемости 20–35% среднее время сушки пряжи увеличивается в 1,2–1,8 раза. Кроме того, расчетами установлено, что повышение температуры сушильного агента при наличии разброса паковок по проницаемости приводит к увеличению относительного времени сушки.

Это можно объяснить тем, что при повышении скорости сушки увеличивается и неравномерность ее. Например, при коэффициенте вариации по проницаемости 30% для льняной пряжи максимальная разность по влажности среди паковок столба при температуре сушки 95 °С достигает 121% абс., а при 115 °С – 124%. Можно также отметить, что рост относительного времени сушки при увеличении разброса паковок по проницаемости более выражен для хлопчатобумажной пряжи, что объясняется более сильной зависимостью проницаемости паковки от влажности.

Таким образом, для обеспечения эффективного протекания процессов крашения и сушки пряжи в паковках необходимо обеспечить равенство скоростей циркуляции для всех паковок в партии.

Обеспечить выполнение этого условия можно за счет совершенствования конструкции красильных аппаратов, например с помощью мероприятий, предлагаемых Н.В. Киселевым [1]. Однако при этом предполагается, что паковки с партии имеют стабильное значение проницаемости.

В настоящее время для снижения разброса паковок по проницаемости производится контроль их веса и наружного диаметра. Даже в том случае, когда оба эти параметра находятся в пределах нормы, гарантировать определенное значение проницаемости паковки невозможно. Это объясняется тем, что паковки, намотанные даже на одной мотальной машине, имеют разную форму торца. Кроме того, существенное влияние на прони-

цаемость имеет распределение плотности намотки вдоль радиуса и по образующей и наличие дефектов структуры намотки, которые можно обнаружить инструментальными методами [5]. Однако оперативный контроль этих параметров связан с определенными трудностями [6]. При намотке х/б пряжи с машин ММ-150 коэффициент корреляции между весом паковки и ее проницаемостью составляет лишь 0,18 [1], т.е. связь между этими величинами нельзя признать существенной.

Как видно, существующие способы контроля и отбраковки перед жидкостной обработкой неэффективны и сохраняются лишь ввиду отсутствия на предприятиях инструментальных средств контроля проницаемости

Более эффективным средством для подбора бобин в партию, предназначенную для жидкостной обработки, является непосредственный контроль проницаемости.

Для оценки проницаемости паковок В.Б. Кленовым [7, с. 29] введен коэффициент сопротивления паковки

$$a = \frac{\Delta p h}{Q}, \quad (1)$$

где Δp – потеря давления среды при прохождении воздуха через паковку;

h – высота паковки;

Q – расход среды,

$$Q = \frac{V}{t}, \quad (2)$$

V – объем среды, проходящей через паковку за время t .

Для контроля проницаемости в качестве среды используется воздух. Высота паковки для патронов одного типоразмера является постоянной. Если в процессе измерения зафиксировать потерю давления Δp и объем среды V , то коэффициент сопротивления паковки окажется обратно пропорциональным времени прохождения заданного объема воздуха через паковку.

На этом принципе работает прибор, предназначенный для разбраковки паковок перед жидкостными обработками, так называемые текстильные часы Кречмера [8] (рис. 1). При подъеме рукояток 4 вверх меха 2 сжимаются. При этом пластина 3 фиксируется в верхнем положении с помощью фиксатора (на рис. не

показан). После этого на верхнюю плиту основания устанавливается перфорированный патрон 6 с контролируемой намоткой 7. Патрон герметично фиксируется с помощью винта 9 и крышки 8. После установки патрона оператор включает спусковой механизм (на схеме не показан). Он освобождает пластину 3 и запускает устройство отсчета времени. Пластина 3 своим весом растягивает меха, создавая стабильное в течение всего времени испытания разрежение в полости патрона. Объем воздуха, который пройдет сквозь намотку за время испытания, определяется объемом мехов и является константой прибора. По мере прохождения воздуха через паковку пластина 3 опускается, и, когда она достигнет нижнего положения, автоматически отключится отсчет времени. Шкала прибора проградуирована в единицах коэффициента проницаемости.

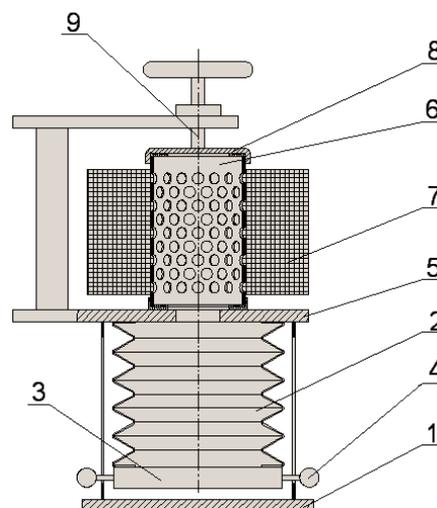


Рис. 1. Текстильные часы Кречмера:

1 – основание; 2 – меха; 3 – пластина-груз; 4 – рукоятки; 5 – верхняя плита основания; 6 – перфорированный патрон; 7 – намотка; 8 – крышка; 9 – винт

В более совершенном устройстве для разбраковки бобин по проницаемости (рис. 2) в качестве воздуходувки использован бытовой пылесос, для измерения расхода воздуха применено сужающее устройство в виде диафрагмы, проградуированное при помощи термоанемометра [1]. Датчики дифференциального давления MPX 5010DP фирмы «Motorola» (США) преобразуют давление в пределах 0–10 кПа в напряжение 0,2–4,8 В, которое поступает на 12-разрядный АЦП устройства сбора данных USB-6008 фирмы «National In-

struments» (США). Затем через USB-интерфейс сигналы вводятся в ноутбук или настольный компьютер и обрабатываются программой, разработанной в среде LabView 8.5. Процесс измерения инициируется нажатием кнопки 7 и занимает не более 2 с. С учетом времени на установку, снятие и укладку паковок в тележки разбраковка партии (420 шт.) занимает не более 1,5 ч.

Общим недостатком устройств для подбора бобин в партии, предназначенные для жидкостной обработки, является то, что бобины, не обладающие требуемой проницаемостью, должны перематываться. На это необходимы дополнительные трудовые ресурсы и оборудование. Избежать этого можно, если производить контроль проницаемости на мотальной машине непосредственно в ходе формирования паковок [9].

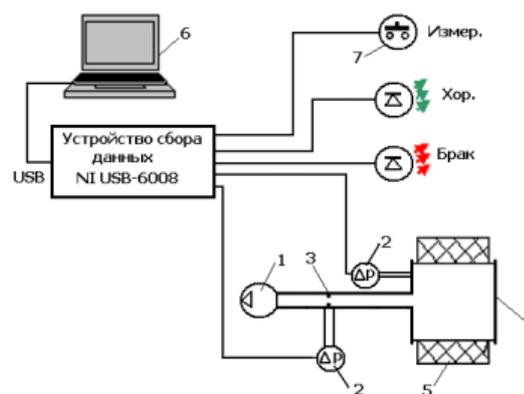


Рис. 2. Схема и внешний вид устройства для измерения коэффициента сопротивления паковок:

1 – воздуходувка; 2 – датчик дифференциального давления MPX 5010 DP; 3 – диафрагма; 4 – крышка; 5 – паковка; 6 – ноутбук; 7 – кнопка «Измерение»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев Н.В. Развитие теории процессов распределения рабочих сред и совершенствование аппаратов для жидкостной обработки и сушки текстильных паковок : дис. ... д-ра техн. наук / Киселев Николай Владимирович. – Кострома, 2008.
2. Крашение пряжи из целлюлозных волокон кубовыми красителями с использованием вакуума / Льянная промышленность: обзорная информация. – М. : ЦНИИТЭИЛегпром, 1981. – С. 41–42.
3. Каравайков В.М. Исследование процессов предварительного обезвоживания льняной пряжи в бобинах и последующей сушки ее в аппаратах с избыточным давлением воздуха : дис. ... канд. техн. наук / Каравайков Владимир Михайлович. – Кострома, 1977.
5. Rudowskij P.N. Kontrolle des Spulenaufbau bei wilder Wicklung / P. N. Rudowskij // Melliand Textilberichte (ФРГ). – 1997. – №3. – S. 138–141.
6. Палочкин С.В. Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок / С. В. Палочкин, П. Н. Рудовский, М. Н. Нуриев. – М. : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. – 240 с.
7. Крашение пряжи в паковках / В. Ф. Андросов, С. А. Александров, М. И. Артым, В. Б. Кленов [и др.]. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 152 с.
8. Krestchmer A. Methoden zum Messen und Ueberprtuefen der radialen Wickeldichteverteilung in Garnspulen nach dem Spulen, Farben, Aviviren usw // Textil praxis International. – 1988. – №4. – S. 391–396.
9. Способ формирования партии бобин и устройство для его осуществления : патент РФ № 2375292 / П. Н. Рудовский, Н. В. Киселев. – Опубл. 10.12.2009 ; Бюл. №34.

STUDY OF CONTROL NECESSITY OF PACKAGE PENETRABILITY DURING THEIR FORMATION PROCESS

S.Yu. Timursyak, M.N. Nuriev

One of main conditions fulfilling of which it's necessary for supply of uniform coloring of reeled yarn on bobbin is stability value of pressure loss of packages in lot being loaded in dyeing machine. For supplying of this condition author suggest to control penetrability during package formation process.

Reeling, penetrability control. Color uniformity, reeling plane.

Рекомендована кафедрой ТМиСМ КГТУ
Поступила 22.02.2011

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

УДК 677.054.823

РАСЧЕТ АСИММЕТРИЧНОГО ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ РЕМИЗ ТКАЦКОГО СТАНКА

Е.Е. Мазник, Ю.В. Кулемкин, С.Е. Проталинский

В статье предлагается совместно с реставрацией деталей конструкции зевобразовательного механизма производить его модернизацию. Рассмотрена математическая модель дезаксиального закона движения ремиз. Представлен графический результат расчета.

Ткацкий станок, зевобразовательный механизм, дезаксиальный закон, ремиза.

На ткацких предприятиях в настоящее время работает большое количество устаревших ткацких станков, которые физически еще способны выполнять свои функции. Это, с одной стороны, обуславливает частые простои станков на ремонт, замену и реставрацию изношенных деталей, с другой – повышаются требования к надежности функционирования технологического процесса ткачества и качеству вырабатываемых тканей.

Очень часто технологами выдвигаются требования, которые не могут обеспечить конструктивные особенности станка, поэтому они обращаются к конструкторским и машиностроительным предприятиям с предложениями не только реставрировать механизмы станка, но и производить их модернизацию [1].

Одним из механизмов ткацких станков СТБ, который имеет относительно низкие показатели надежности, является зевобразовательный механизм. В этом механизме происходит износ зевобразовательных кулачков, что приводит к повышению динамических нагрузок на детали передаточного рычажно-кулисного механизма и ремизных рам. Реставрацию кулачков производят методами наплавления и плазменного напыления с последующим воспроизведением профиля кулачков шлифованием.

При восстановлении кулачков можно в определенных пределах изменять закон движения ремиз с целью улучшения процесса зевобразования в соответствии с новыми требованиями к технологическим функциям механизма.

На заводах-изготовителях станков СТБ в конструкцию кулачкового механизма был

заложен закон движения симметричной модифицированной трапеции [2]. Фирма «Пиканоль» на ткацкие станки стала ставить зевобразовательные кулачки с асимметричным законом движения ремиз. Преимущество асимметричного закона заключается в увеличении времени открытия зева за счет уменьшения времени закрытия [3], что позволяет снизить обрывность основы.

Нами разработана математическая модель инвариантов обобщенного закона модифицированной трапеции движения ремиз на ткацком станке СТБ, позволяющая правильно модернизировать зевобразовательные кулачки с учетом асимметрии.

Закон модифицированной трапеции ускорения ремиз образуется сочетанием кривых параболического и синусоидального законов движения. В фазе движения аналог ускорения a формируется из синусоид A_1 и A_2 , а также участком трапецеидального закона T_{mp} (рис. 1).

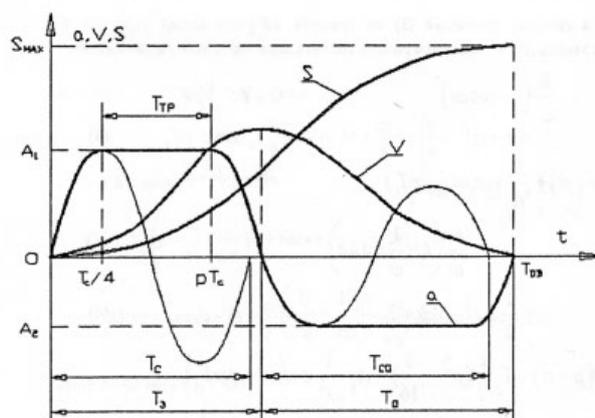


Рис. 1. Асимметричный модифицированный трапецеидальный закон по участкам

По участкам аналог ускорения описывается следующей системой уравнений:

$$a = \begin{cases} A_1 \sin \omega t - & 0 \leq t \leq \frac{1}{4} T_c; \\ A_1 & \frac{1}{4} T_c \leq t \leq p T_c; \\ A_1 \cos(\omega t - \omega p T_c) & p T_c \leq t \leq T_3, \end{cases} \quad (1)$$

где t – текущее время;

$\omega = 2\pi/T_c = \pi/T_3 (1 - b)$ – круговая частота синусоиды.

Здесь коэффициент

$$p T_c = T_3 - T_{mp} / 4 = T_c (1 + b) / 4 (1 - b) \quad (2)$$

выражен через период базовой синусоиды T_c и коэффициент трапецеидальности b :

$$T_c = 2(T_3 - T_{mp}) = 2T_3(1 - b) = 2kT_{\delta\theta}(1 - b),$$

$$b = T_{mp} / T_3.$$

Фазы движения ремиз при несимметричном законе определяются по времени одного оборота главного вала станка

$$T = 60/n,$$

где n – частота вращения главного вала, мин⁻¹.

Время выстоя

$$T_g = T \alpha_g / 360,$$

где α_g – выстой ремиз, в градусах поворота главного вала станка

Время движения $T_{\delta\theta} = T - T_g$,

время закрытия зева $T_3 = kT_{\delta\theta}$,

время открытия зева $T_o = (1 - k) T_{\delta\theta}$.

Здесь коэффициент асимметрии $k = T_3 / T_{\delta\theta}$.

Интегрируя систему уравнений (2) по времени, получим инвариант скорости и ускорения закона движения центра ролика толкателя на интервале закрытия зева:

$$V = \begin{cases} \frac{A_1}{\omega} (1 - \cos \omega t) & 0 \leq t \leq \frac{1}{4} T_c; \\ A_1 t - cd - & \frac{1}{4} T_c \leq t \leq p T_c; \\ c(p - d) + \frac{A_1 \sin(\omega t - \omega p T_c)}{\omega} & p T_c \leq t \leq T_3; \end{cases} \quad (3)$$

$$S = \begin{cases} A_1 (1 - \sin \omega t / \omega); \\ A_1 \frac{t^2}{2} - cdt + T_c \frac{c}{4} \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{p^2} \right); \\ ct(p - d) - T_c \frac{c}{2} \left(p^2 - \frac{1}{16} \right) - \frac{A_1 \cos(\omega t - \omega p T_c)}{\omega^2}, \end{cases} \quad (4)$$

где $c = A_1 T_c$; $d = (\pi - 2) / 4\pi$.

Граничные условия системы (4) соответствуют граничным условиям системы (3).

Решая задачу для симметричного закона движения (при $k = 0,5$), потребуем, чтобы при $t = T_3$ ремизки достигли положения заступа, тогда их перемещение при симметричном зеве

$$S_3 = H / 2,$$

где H – максимальное перемещение (max) ремиз.

Из третьего уравнения системы (4)

$$A_1 = \frac{S_3}{T_c T_3 (p - d) - 0,5 T_c^2 (p^2 - \frac{1}{16})}. \quad (5)$$

Производя аналогичный вывод уравнений для инварианта закона движения ремизной рамки во время открытия зева (T_o), т.е. для отрицательной части инварианта ускорений (см. рис. 1) и принимая $T_{co} = 2T_o(1 - b)$, определим амплитудное ускорение

$$A_2 = \frac{S_0}{T_{co} T_o (p - d) - 0,5 T_{co}^2 (p^2 - \frac{1}{16})}. \quad (6)$$

Расчет точек для инвариантов закона движения во время открытия зева можно производить используя системы уравнений (3) и (4), перенеся начало координат (см. рис. 1) в точку O_1 с координатами $(T_{\delta\theta}, H)$ и заменяя в них A_1 на максимальное значение ускорения A_2 .

Пример расчета закона движения ремиз в системе MathCAD для входных данных:

- тип станка – СТБ-180;
- частота вращения главного вала $n = 200$ мин⁻¹;
- максимальное перемещение ремиз $H = 0,05$ м;
- выстой ремиз $\alpha_g = 100^\circ$;
- коэффициент асимметрии $k = 0,4$;
- коэффициент трапецеидальности $b = 0,3$.

Результаты расчета представлены на рис. 2.

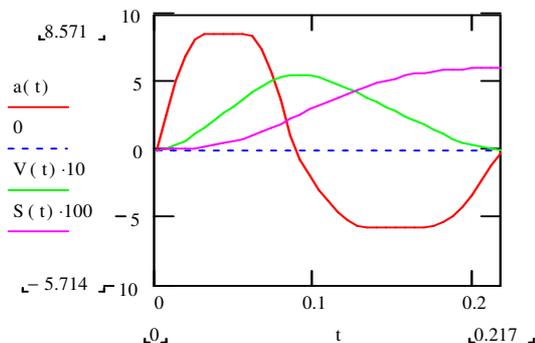


Рис. 2. Расчетный закон движения ремиз

По результатам расчетов строится профиль зевобразовательного кулачка и разрабатывается программа для станков с ЧПУ.

Выводы

1. Возможно сочетание реставрации кулачков зевобразовательных механизмов с

модернизацией закона движения толкателя и ремиз.

2. Целесообразно для движения ремиз использовать асимметричный закон модифицированной трапеции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров В.Ю. Модернизация ткацких станков СТБ / В. Ю. Сидоров, В. Д. Пищаков, А. Н. Мокачев // Текстильная промышленность. – 2004. – №7–8.
2. Седель О.Я. Исследование механизма зевобразования станков СТБ : дис. ... канд. техн. наук / Седель Олег Яковлевич ; Московский текстильный ин-т. – М., 1974.
3. Ульянов В.И. Расчет и конструирование зевобразовательных механизмов ткацких станков / В. И. Ульянов, В. Н. Грушин, С. Е. Проталинский. – Ярославль, 1985.

CALCULATION OF ASYMMETRIC LAW OF LOOM HARNESS MOVEMENT

E.E. Maznik, Yu.V. Kulemkin, S.E. Protalinsky

In article authors suggest alongside r with restoration of construction pieces of shedding mechanism to do its modernization. Mathematical model of disaxial shaft movement law is examined. Calculation graphic result is presented.
Loom, shedding mechanism, disaxial shaft law.

Рекомендована кафедрой ТММ, ДМиПТМ КГТУ
Поступила 5.04.2011

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 677.07.017

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В.В. Латшин, Н.А. Смирнова

В статье рассмотрены новые статический и динамический методы оценки свойств материалов при изгибе, направленные на повышение информативности испытаний за счет предложенных новых показателей. **Текстильные материалы, качество, метод, устройство.**

Выпуск высококачественных и конкурентоспособных текстильных изделий возможен при использовании в производстве последних отечественных и мировых научных достижений в области проектирования технологии и материаловедения. Разработка и производство материалов с требуемыми технологическими и потребительскими свойствами возможны при наличии информации о поведении материала при его переработке и эксплуатации.

Способность материалов к изгибу остается мало изученной в силу сложности самого явления, широкого ассортимента материалов, используемых в швейном производстве, несовершенства существующих методов оценки и исследования. С другой стороны, изучение изгиба позволит учитывать его влияние еще на этапах проектирования материалов и одежды.

Существующие стандартные методы определения оценки деформации изгиба не соответствуют современному уровню развития техники. Характер испытаний не позволяет проследить кинетику изгиба, технические средства проведения испытаний не дают точности результатов, нужной для практики.

С целью приближения условий испытаний к условиям их переработки и эксплуатации в одежде предложены новые методы, реализуемые с помощью автоматизированных устройств и специально разработанного программного обеспечения.

Метод оценки показателей качества при изгибе [1] (табл.), направленный на повышение информативности испытаний и получение новых характеристик изучаемых объектов, соответствует современным тенденциям развития техники, позволяет оценить жесткость и упругость материалов при изгибе по характеристикам: условная жесткость; зависимость жестко-

сти материала от времени; зависимость жесткости материала от величины прогиба образца; работа при изгибе; условная упругость.

Разработанный метод позволяет количественно оценить способность материала к изгибу в условиях реальной сложности этого явления, имеющего место при изготовлении и эксплуатации швейных изделий.

Для реализации метода разработано программно-управляемое автоматизированное устройство [2], благодаря использованию которого сокращается время подготовительных процедур, проведения испытаний и анализа результатов, уменьшаются трудозатраты и продолжительность обучения.

Однако статический характер испытаний не позволяет прогнозировать поведение материалов в условиях эксплуатации. Не раскрыта кинетика процессов изгиба материалов и последующего восстановления. Все это ограничивает возможности оценки технологичности и надежности материалов и изделий при эксплуатации.

Для получения сведений о времени и степени восстановления материала после снятия изгибающего усилия предложен метод [3] с динамическим характером испытаний (см. табл.).

Метод моделирует реальный процесс деформирования материалов при выполнении технологических операций изготовления одежды (изгиб деталей и швейных изделий) и ее эксплуатации (неопорные участки одежды), т.к. позволяет оценить кинетику распрямления пробы после изгиба.

Метод реализуется с помощью автоматизированного устройства, где после снятия изгибающего усилия определяются характеристики: время распрямления изогнутой пробы в вертикальной плоскости; показатели последующих свободных затухающих колебаний пробы – же-

сткости, периода колебаний, времени и коэффициента затухания свободных колебаний. Кроме этого, определяется остаточный угол наклона пробы от исходного состояния после завершения затухающих колебаний.

Информация о комплексе характеристик – упругости материалов, жесткости и остаточной деформации после изгиба – позволяет прогнозировать поведение швейных изделий в эксплуатации.

Для оценки свойств материалов при изгибе в условиях технологической переработки и эксплуатации предложен показатель, учитывающий действие влаги [4].

Сравнение показателей качества при изгибе, полученных расчетным [5] и экспериментальным [3; 4] методами, показало сходимость результатов.

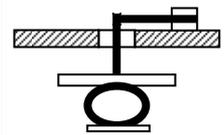
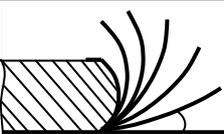
Выводы

1. Комплекс показателей качества при изгибе, полученный с помощью автоматизированных методов, позволяет оценить основные технологические и эксплуатационные свойства текстильных материалов.

2. Достоверность и объективность экспериментальных показателей подтверждается расчетным методом.

Таблица

Характеристики методов оценки показателей качества материалов при изгибе

Характер испытаний	Объект исследования	Форма, размер проб и направление измерения образца	Критерии оценки	Разработанный прибор	Схема испытания
Статический [1]	Текстильные материалы, швы и пакеты одежды	20×95 мм прямоугольные и крестообразные 0°–345°	Жесткость Р, гс или сН; Упругость У, % Работа изгиба А, Дж	Автоматизированное устройство с программным обеспечением	
Динамический [3]	Текстильные материалы, швы и пакеты одежды	10×20 мм; Круг d = 20 мм. 0°–345°	Коэффициент жесткости С, Н/м. Упругость t, с Остаточная деформация α, град	Автоматизированное устройство с программным обеспечением	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ на изобретение №2267784 от 10.01.2006 г. Способ определения свойств материалов текстильной и легкой промышленности при изгибе / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Козловский Д.А. [и др.]. – Оpubл. 10.01.2006, Бюл. № 01.
2. Лапшин В.В. Автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости материалов и пакетов материалов / В. В. Лапшин, Н. А. Смирнова, Д. А. Козловский // Вестник КГТУ. – 2004. – № 9. – С. 32–34.
3. Патент РФ на изобретение №2217747 от 27.11.2003. Способ определения релаксационных характеристик текстильных материалов после изгиба / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Воронова Л.В. [и др.]. – Оpubл. 27.11.2003, Бюл. № 33.
4. Заявка №2009128003/15(038937) от 20.07.2009. Способ определения эксплуатационных свойств текстильных материалов после изгиба / Лапшин В.В., Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Бойко С.В.
5. Моделирование процесса восстановления ткани после изгиба / С. В. Бойко, Н. А. Смирнова, В. В. Замышляева, В. В. Лапшин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 2. – С. 25–27.

ESTIMATION OF QUALITY PARAMETERS OF TEXTILE MATERIALS IN STATIC AND DYNAMIC CONDITIONS V.V. Lapshin, N.A. Smirnova

In article new static and dynamic methods of material property estimation at bending, directed on increase informativity tests due to offered (suggested) new parameters are considered.

Textile materials, quality, method, unit.

Рекомендована кафедрой АМТ КГТУ
Поступила 20.02.2011

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

УДК 687.17:537.531

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

М.Л. Погорелова, О.И. Денисова, Ю.М. Фельдшерова

В статье показана актуальность и представлены результаты исследования направлений снижения негативно-го воздействия электромагнитного поля на человека, а также рекомендации по проектированию швейных изделий с элементами защиты.

Электромагнитное поле, защитные функции, металлизация, проектирование, швейные изделия.

С развитием промышленности существующие естественные электромагнитные поля (ЭМП) дополнились различными полями и излучениями антропогенного происхождения. Современные средства связи, бытовая и вычислительная техника находятся в непосредственной близости от человека, и их электромагнитные излучения оказывают воздействие на организм человека. Дальнейшее развитие аппаратов сотовой связи (беспроводные гарнитуры) приводит к дополнительному негативному влиянию источников излучения на человека.

В настоящее время для описания воздействия ЭМП на человека уже используются такие термины, как электромагнитная совместимость, электромагнитный и биоэлектромагнитный терроризм, электромагнитная безопасность.

Результаты исследований, проводимых в разных странах, показали, что при длительном облучении человека ЭМП в тканях его организма происходят сложнейшие физико-биологические процессы, которые могут явиться причиной нарушения нормального функционирования как отдельных органов, так и организма в целом.

Защита человека от неблагоприятного биологического действия ЭМП строится по следующим основным направлениям:

- организационные мероприятия;
- инженерно-технические мероприятия;
- лечебно-профилактические мероприятия.

Организационные мероприятия предполагают выбор режимов работы излучающего оборудования, обеспечивающего уровень излучения, не превышающий предельно допустимый, ограничение места и времени нахождения человека в зоне действия ЭМП, обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМП.

Лечебно-профилактические мероприятия – это разработка мер по улучшению условий труда и быта персонала, повышению устойчивости организма к воздействиям неблагоприятных факторов среды.

Инженерно-технические защитные мероприятия строятся на использовании явления экранирования ЭМП непосредственно в местах пребывания человека, либо на ограничении эмиссионных параметров источника поля, что обычно осуществляется на стадии разработки изделия, служащего источником ЭМП. При экранировании ЭМП в радиочастотных диапазонах используются разнообразные радиоотражающие и радиопоглощающие материалы. К радиоотражающим материалам относятся различные металлы (железо, сталь, латунь, медь, алюминий). Более эффективными и удобными для экранирования являются радиопоглощающие материалы, представляющие собой одно- или многослойный материал или покрытие. Такие материалы используются в качестве строительных конструкций, изделий, отделочных материалов. В последнее годы в качестве радиоэкранирующих материалов получили распространение металлизированные ткани на основе синтетических волокон. Экранирующие текстильные материалы обладают малой толщиной, легкостью, гибкостью, что позволяет эффективно использовать их в качестве элементов изделий или самостоятельных швейных изделий.

Выбор радиоэкранирующих материалов осуществляется по двум основным направлениям: создание металлизированных материалов и изготовление тканей, включающих металлические нити. Существуют различные методы получения металлизированных тканей: электрохимический из растворов электролитов, ваку-

умтермического испарения, ионно-плазменного (магнетронного) распыления. Технология производства позволяет регулировать количество наносимого металла и изменять поверхностное удельное сопротивление тканей.

Выбранный способ металлизации позволяет получить материал с различной толщиной слоя металла: метод ионно-плазменного распыления металлов – до 0,1 мкм; химико-гальванический – от 1 до 12 мкм.

Ткани, включающие металлические нити в сочетании с другими, имеют устойчивые защитные свойства, а их обработка производится так же, как и обычных материалов, – они могут дополнительно окрашиваться и подвергаться заключительной отделке.

На сегодняшний день самыми распространенными производителями металлизированных тканей в России являются предприятия:

- «Ивтехномаш» – металлизированные синтетические материалы, получаемые методом ионно-плазменного (магнетронного) распыления;
- ООО «НПП Техностиль», – металлизированная электропроводящая ткань метакрон – методом гальванического нанесения металлического покрытия на синтетические ткани;
- ООО «Текс-Центр» – металлизированные материалы «нанотекс» – методом ионно-плазменной обработки; ткань «экотекс», включающая металлические нити в сочетании с другими.

Последние несколько лет характеризуются интенсивным развитием системы сотовой телефонной радиосвязи. Широкий выбор и качество предлагаемых телекоммуникационных услуг, доступная цена привели к тому, что на сегодняшний день в мире насчитывается более 350 млн пользователей сотовой связи, из них более 20 млн – в России. Следствием этого является тотальное распространение новых функциональных источников ЭМП радиочастотного диапазона – базовых станций и мобильных радиотелефонов. Таким образом, проблема санитарно-гигиенического надзора становится особенно актуальной и социально важной.

Проблемой снижения влияния ЭМП от средств сотовой связи с помощью одежды занимаются многие ведущие производители. На сегодняшний день ассортимент таких изделий включает предметы белья, головные уборы, верхнюю одежду, мужские костюмы, школьную форму.

Особое место занимает одежда для детей и беременных женщин. Для этой группы потребителей необходимо максимальное снижение воздействия ЭМП от мобильного телефона. При confeccionировании необходимо использовать материалы с металлизированным покрытием или элементы одежды, детали и узлы, блокирующие ЭМП.

Для проведения эксперимента взяты образцы смесовой ткани с разными видами отделки, а также различными характеристиками поверхностной плотности, плотности по основе и утку. На материал нанесено алюминиевое покрытие. Металлизация ткани выполнялась на установке кафедры ТХОМ, ХПиТС КГТУ. Плотность покрытия 40 г/м².

Испытания проводились с использованием средства сотовой связи, работающего по стандарту GSM-900. Схема проведения эксперимента представлена на рисунке.

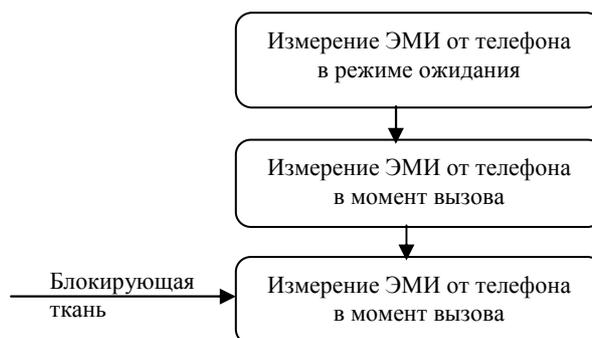


Рис. Схема проведения эксперимента

Измерения проводились на комплексе приборов «Циклон-05», включающем приборы для измерения уровня напряженности электрического поля – ИЭП-05 и уровня магнитного поля – ИМП-05.

Результаты исследований приведены в таблице.

Анализ результатов показал:

- нанесение металлизированного покрытия на изнаночную сторону ткани не вызывает изменения внешнего вида материала и не ухудшает его эстетических свойств;
- использование блокирующей ткани не ограничивает работу средства связи, не препятствует прохождению сигнала и вызова телефона;
- величина напряженности переменного электрического поля в диапазоне 2–400 кГц с применением блокирующей ткани снизилась на 53%;

- использование блокирующей ткани способствовало снижению плотности магнитного потока на 67%.

На основе результатов экспериментальных исследований выполнено проектирование

коллекции курток для беременных женщин с элементами защиты от ЭМП в виде подкладки прорезного и накладного карманов, дополнительных притачных кокеток.

Таблица

Значения параметров низкочастотных электрических и магнитных полей, излучаемых средством сотовой связи в диапазоне 5–2000 Гц / 2–400 кГц

Параметры поля	Режим работы мобильного телефона			$\delta_{\text{ср}}, \%$
	Ожидание	Момент вызова без защитного фактора	Момент вызова с защитным фактором	
Напряженность переменного электрического поля, В/м	0,1 / 0	1,2–1,7 / 0	0,7–0,9 / 0	53 / -
Плотность магнитного потока, нТл	3 / 80	6–12 / 100–140	4–8 / 70–100	67 / 71

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кольчугин Ю.И. Система защиты окружающей среды и человека от воздействия электромагнитных полей / Ю. И. Кольчугин // Вестник СОНИИР. – 2005. – № 2(8). – С. 45–46.
- Курик М.В. Электромагнитная экология человека / М. В. Курик // Трибуна. – 2001. – №4. – С. 17–20.

RESEARCH OF DIRECTIONS OF DESIGNING OF PRODUCTS WITH ELEMENTS OF PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC RADIATIONS

M.L. Pogorelova, O.I. Denisova, Y.M. Feldsherova

In article urgency is shown and results of research of directions of decrease of negative influence of electromagnetic field on a person, and also recommendations about designing of garments with protection elements are presented.

Electromagnetic field, protective functions, metallization, designing, garments.

Рекомендована кафедрой ТМШП КГТУ
Поступила 25.02.2011

ДИЗАЙН

УДК 687.16

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕАТРАЛЬНОГО КОСТЮМА

Ю.А. Костюкова, А.С. Захарова, Л.Л. Чагина

В статье сформулированы основные требования к проектированию театрального костюма, изучены особенности деформирования тела актера посредством костюма, разработаны рекомендации по изготовлению театрального костюма.

Театр, актер, образ, театральный костюм, форма, проектирование, технология изготовления.

Театр – это такой вид искусства, где все рассчитано на внешний эффект. И роль костюма как «двигающейся» декорации всегда была и остается главенствующей. Театральный костюм – это средство преображения актера, элемент игры. Но это еще и объект проектирования, швейное (и не только) изделие, над созданием которого трудятся немало специалистов. Режиссер спектакля совместно с актерами и художником по костюмам формирует образ будущего костюма; конструктор, конфекционер, закройщик, технолог, специалист по бутафории воплощают задуманное в материалах.

Требования, предъявляемые к проектированию театрального костюма, имеют свои особенности, связанные с эстетикой, изготовлением и эксплуатацией театрального костюма. Так, наиболее значимыми являются *функциональные требования*, определяющие степень соответствия костюма основной целевой функции – раскрытие образа, характера и привлекательности героя. Не менее важны *эстетические требования* – требования художественной выразительности, гармонии, стилевого единства с эпохой спектакля. Костюм должен не только эффектно смотреться со сцены, но и гармонично вписываться в общую визуальную концепцию спектакля. При проектировании театрального костюма необходимо учитывать *эргономические требования*, которые характеризуют степень приспособленности изделия (костюма) к человеку (актеру). Театральный костюм – это своего рода рабочая одежда актера, и потому он должен быть по возможности удобным и комфортным. Костюм должен «обжиться» на актере и не причинять ему дискомфорт во время игры. Большую значимость имеют *эксплуатационные требования* (требования

надежности), учет которых обеспечит должную сохранность внешнего вида изделия, долговечность и ремонтпригодность. Это особенно важно, когда театральный костюм на сцене подвержен разного рода воздействиям или неоднократно используется в нескольких спектаклях.

В процессе проектирования театрального костюма необходимо учитывать *требования технологичности и экономичности*, которые обеспечивают эффективность конструкторско-технологических решений, высокую производительность труда и экономное расходование материалов. В швейных цехах театра костюм выполняется на конкретную фигуру; при «стилизации» облика персонажа используются недорогие современные материалы, приведенный к современному крой и способы изготовления костюма, упрощенный подход к отделке и декорированию.

Особое место в проектировании театрального костюма отводится искусству «бутафории тела» с помощью так называемых «толщинок», которые благодаря умелым рукам костюмеров становятся плотью персонажа. Толщинки выполняются с применением материалов типа синтепон, поролон и т.п. Их смысловая нагрузка во многом обусловлена формой, размерами и местоположением на теле актера: на грудь и плечи (молодость, сила), на живот (полнота, старость, обрюзглость), на спину (сутуловатость, дряхлость, горб), на одно плечо (уродство, болезненность фигуры), несколько толщинок для общей полноты (тучность, грузность). Изменив конфигурацию тела, толщинки меняют манеру движения актера, становятся нормой его физического, а затем и психологического состояния.

Помимо толщинок, используются *ватоны* – необходимая и незаменимая вещь как для актеров, так и для актрис, имеющих определенные дефекты телосложения. Ватоны употребляются, главным образом, в костюмных пьесах, где актеру или актрисе приходится надевать трико. Главной задачей ватонов является придание фигуре актера анатомически правильной формы. Хорошо и правильно сделанные ватоны, благодаря своей эластичности, совершенно не стесняют движений актера и, главное, сохраняют естественные линии мускулов.

Деформация тела актера может осуществляться за счет особого кроя костюма, изменяющего пропорциональные соотношения основных линий фигуры в угоду образу, возрасту и моде. Наиболее простым, исторически узаконенным средством деформации тела актера является *корсет*. Он четко корректирует силуэт костюма, определяет посадку головы, движение рук и корпуса, формирует походку актера. Такая «деспотичность» корсета помогает актеру вживаться в образ, в буквальном смысле быть подтянутым, стройным и сдержанным. В случаях, где применение корсета не допустимо (например, греческий стиль и другие открытые костюмы), используют эластичные грудные повязки.

Другим известным средством преобразования формы являются приспособления, меняющие силуэт и объем бедер, в русском языке укрепившиеся под названием *фижмы* (от нем. Fischbein – рыбная кость, китовый ус), *панье*, *кринолин* и *турнюр*.

Как и корсет, они служат цели видоизменения облика и утверждения нового эстетического идеала. И в то же время, как сооружения громоздкие, затрудняющие всякую деятельность и дорого стоящие, они являются средством выражения социальной дистанции, укрепления социального престижа. В театре фижмы несут ту же функцию, только техническая сторона их исполнения подвергается модернизации. В зависимости от характера драматургии и художественной трактовки спектакля эти искусственные формы получают индивидуальное решение.

Ниже представлены рекомендации по технологии изготовления театрального костюма, полученные в результате проектирования женских костюмов (юбок и корсетов) к спектаклю «Ночь ошибок». Работа велась на базе

швейного цеха Камерного драматического театра под руководством Б.И. Голодницкого (г. Кострома) совместно с художником по костюмам Б.И. Голодницким.

- В театральном костюме юбка и лиф (корсет) следует изготавливать отдельно друг от друга. Это необходимо для того, чтобы актриса во время антракта быстро переодевалась. Также это связано с удобством чистки костюма.

- Для обеспечения необходимой жесткости корсета рекомендуется использовать ригелин, который может крепиться к рельефным швам различными способами. Если строчек не должно быть видно с лицевой стороны изделия (в соответствии с исторической эпохой), то на разутюженные рельефные швы настрачиваются «кармашки» для ригелина. Если «косточек» требуется больше, то «кармашки» дополнительно настрачиваются на детали подкладки между рельефными швами.

- Верхний и нижний срезы корсета рекомендуется окантовывать косой полоской ткани из основного материала или косой бейкой в цвет костюма. Чтобы корсет плотнее сидел на фигуре, вырез декольте, а иногда и низ изделия обрабатываются кантом со шнуром.

- Для регулировки размера в корсетных изделиях наиболее рационально использовать застежку на шнуровке с притачной планкой. Зачастую юбки также имеют регулируемый пояс, на котором обработано несколько петель и пуговиц для разных обхватов талии, при этом боковые швы юбки не стачиваются на расстоянии 25–35 см ниже уровня талии.

- В театральных корсетных изделиях особым образом обрабатывается узел «пройма – окат рукава». Корсет не должен сковывать движения рук и «подпрыгивать» вверх, должен «дышать», поэтому в области подмышечных впадин необходимо оставлять отверстие 14–15 см; пройма и окат рукава обрабатываются отдельно, например, кантом в тон основного материала.

- Для создания объемных элементов формы театрального костюма (например, фантазийных рукавов типа «фонарик», пышных многослойных юбок и элементов отделки) рекомендуется использовать капроновую сетку или фатин разной жесткости, проволоку, леску и другие формоустойчивые материалы.

• В декоративном решении театрального костюма, особенно исторического, трудоемкие ручные операции (например, декоративную вышивку) можно заменить готовыми аппликациями, машинным кружевом, авторскими фактурами, рисунком на ткани и др.

• Театральные корсетные изделия рекомендуется обрабатывать на сменной подкладке, которая выполняет скорее гигиеническую, чем эстетическую функцию. По мере загряз-

нения (актер во время спектакля сильно потеет) подкладка должна без особых затруднений меняться на чистую. В связи с этим подкладка крепится к изделию вручную потайными стежками, внутренние припуски швов и внешние срезы подкладки обметываются.

Эскизы театральных костюмов, изготовленных с учетом разработанных рекомендаций, представлены на рисунке.



Рис. Эскизы театральных костюмов к спектаклю «Ночь ошибок» Камерного драматического театра под руководством Б.И. Голодницкого

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаржевская Р. В. История костюма. От античности до современности / Р. В. Захаржевская. – 3-е изд., доп. – М. : РИПОЛ-классик, 2007. – 288 с.
2. Захаржевская Р. В. Костюм для сцены / Р. В. Захаржевская. – М. : Советская Россия, 1967. – 215 с.

DESIGN FEATURES OF THEATRICAL COSTUME

Yu.A. Kostyukova, A.S. Zakharova, L.L. Chagina

In article basic requirements for theatrical costume design are formulated, peculiarities of body deformation through actor costume are studied, recommendations for theatrical costume production are developed.

Theater, actor, image, theater costumes, form, design, manufacturing.

Рекомендована кафедрой ТМШП КГТУ
Поступила 25.02.2011

УДК 339.139:671.12

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЮВЕЛИРНЫХ БРЕНДОВ*И.Б. Усина, Ю.Н. Дигунова, В.М. Журавков*

Статья посвящена анализу современных российских и зарубежных ювелирных брендов. Определены предпочтения покупателей, которыми они руководствуются при выборе ювелирных изделий. Бренд, эксклюзивные ювелирные украшения, дизайн ювелирных украшений.

В последние годы во многих отраслях промышленности России, стали звучать слова «бренд», «брендинг», под которыми можно понимать имена ведущих фирм-производителей ювелирных изделий и их репутацию как самых продаваемых в России.

На отечественном ювелирном рынке неуклонно растет число зарубежных производителей, что существенно обострило конкурентную борьбу в ювелирной отрасли. Для чего же российскому предприятию нужен бренд? Бренд нужен предприятию, прежде всего, как возможность назначить более высокую цену за свои товары и услуги, это также позволяет развивать долговременную программу по созданию и закреплению образа предприятия на ювелирном рынке [1, 2009, №5; 2010, №8]. Наиболее яркий пример – компания «Алмаз-Холдинг». Пожалуй, единственная отечественная ювелирная компания, добившаяся синергетического эффекта в технологиях «бренд – промоушен». Продвижение ювелирных изделий собственной торговой сети в России и за рубежом выводит эту компанию далеко вперед. Рейтинг «Алмаз-Холдинга» среди прочих предприятий-производителей ювелирных изделий последние четыре-пять лет практически недостижим для его конкурентов.

В настоящее время заметной тенденцией развития ювелирных украшений стало увеличение производства их эксклюзивных образцов. Ушла в прошлое «эмоциональная усталость» двадцатого столетия. И вместе с тем на арену вышли новые формы, образцы и идеи, поддерживаемые новейшими технологиями изготовления. Что раньше казалось немыслимым, сегодня дизайнеры смело воплощают в жизнь.

Следует отметить, что современные ювелирные технологии достигли значительно прогресса не только в сфере разработки и производства новых сплавов, но и в разработке новых технологических процессов. В дизайне модных ювелирных украшений XXI века прослеживается богатая палитра сочетания различных камней, комбинации сплавов благородных металлов. Изделия могут отличаться

необычными, непредсказуемыми сочетаниями материалов и технологий. Нельзя не отметить новые возможности ограночного производства. Если еще несколько лет назад можно было назвать 30 видов огранки, то сейчас производитель предлагает великое множество ограненных вставок, где подчеркивается яркость, блеск, красота природных качеств камней, что значительно повышает визуальный эффект эксклюзивного изделия [2, 2011, №1].

В последнее время в ювелирной России большое внимание стало уделяться брендингу. Компании-производители понимают, что не каждая торговая марка может стать образцом, вызывающим в сознании покупателя доверие, обеспечивающее долгосрочное покупательское предпочтение. Как считает директор по маркетингу ювелирного центра «Кристалл» Олег Корнилов, «создание ювелирного бренда и его продвижение в России – совершенно самостоятельное направление бизнеса, кропотливое и дорогостоящее, стоимостная оценка которого измеряется степенью известности, неповторимым дизайном и традиционным качеством изделия» [3, 2010, №3, 5; 2011, №1, 2].

Минимализм в производстве ювелирных изделий давно себя исчерпал. Сейчас время новых направлений в ювелирной моде. Все больше внимания производители ювелирных изделий уделяют личному чувству покупателя, поэтому в эксклюзивных украшениях рождаются всевозможные формы, образы, сочетания. Как уникален каждый человек, так и ювелирное украшение не имеет себе подобного.

Как показывают исследования, наиболее востребованными в магазинах регионов являются ювелирные изделия с полудрагоценными камнями. Растет также спрос на изделия из белого золота и серебра. Продолжают удерживать лидерство по популярности у населения ювелирные изделия из золота 585 пробы (рис. 1). Из рис. 1 видно, что устойчивый спрос наблюдается среди 31% респондентов, тогда как остальные 69% покупают ювелирные изделия реже одного раза в год или вообще не покупают.

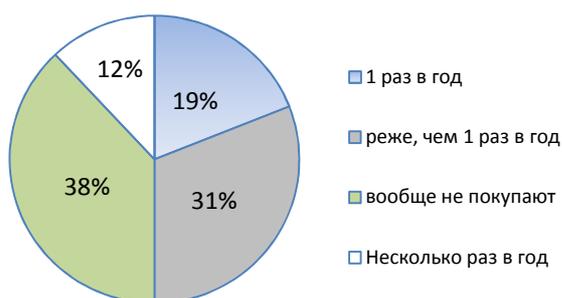


Рис. 1. Диаграмма покупательского спроса

В процессе опроса респондентов, инициированного всероссийским фондом изучения общественного мнения, по заказу руководства ювелирной компании «Алмаз-Холдинг» [3, 2011, №1, 2; 2010, №2–6], выяснилось, что основным приоритетным критерием выбора ювелирных украшений является дизайн изделия 53% (рис. 2).

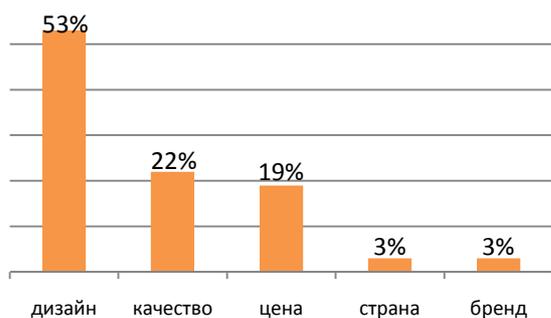


Рис. 2. Критерии выбора ювелирных изделий

Необходимо отметить несомненные концептуальные достижения в области продаж золотых и серебряных украшений отечественного производства. Хотя и идет тенденция «осторожного оптимизма» по выпуску и продажам 2009 года, каждое изделие, каждый новый вид украшений находят своего покупателя.

В связи с экономическим кризисом и последовавшим за ним неизбежным уменьшением спроса на изделия из золота и платины, на ювелирном рынке России произошло смещение потребительского спроса в пользу изделий из серебра, на что указывают данные табл. 1 и 2.

Рынок ювелирных изделий несомненно растет. С ювелирами из Европы достойно конкурируют отечественные производители, а также производители из стран СНГ. В последние годы заметной тенденцией развития рынка ювелирных изделий стал активный рост сектора брендовых украшений.

Таблица 1
Объем производства изделий из золота фирмами-производителями ювелирных изделий за 1 полугодие 2010 года

Фирма-производитель	Выпуск, кг
«Адамас»	2117,1
«Красцветмет»	1508,2
«Диамант» (г. Кострома)	1143,2
«Броиницкий ювелир»	983,1
«Эстет»	804
«Топаз» (г. Кострома)	682,2
«Платина» (г. Кострома)	609,8
«Камея»	607,6
«Красносельский Ювелирпром»	558,9
«Адамант»	472,0

Таблица 2
Объем производства изделий из серебра фирмами-производителями ювелирных изделий за 1 полугодие 2010 года

Фирма-производитель	Выпуск, кг
«Красносельский Ювелирпром»	9884,1
«Красная пресня»	5117,8
«Северная чернь»	3171,3
«Сидан-М»	2785,9
«Русские самоцветы» (г. С.-Петербург)	2494,2
«Метерский ювелир»	2205,4
«Адамант»	1740,5
«Броиницкий ювелир»	1516,5
«Топаз» (г. Владимир)	1384,1

В первую очередь следует отметить один из исторических брендов, изделия которого до сегодняшнего дня остаются популярными и очень дорогостоящими, – это ювелирная фабрика Карла Фаберже. Ювелирные изделия основанного в XVIII веке бренда «Фаберже» до сих пор являются эксклюзивными украшениями и служат своеобразным показателем благосостояния владельца. Одним из преемников торговой марки Фаберже является фирма «Юнивелер» (обладатель товарного знака) – ювелирный завод «Альфа» (г. Санкт-Петербург) [1, 2009, № 7; 2010, № 1].

Большой спрос у покупателей имеют брендовые изделия компаний «Laurentia» и «FIBO» (Италия). Итальянские ювелиры считаются в мире законодателями моды в дизайне украшений. Отличительная черта изделий фирмы «Laurentia» – это гармоничное сочетание европейской элегантности и восточного колорита. Изделия этой фирмы имеют большой успех как в России, США, Чехии, так и в Индии, Японии и странах Ближнего Востока. Дизайнеры фирмы «FIBO» отошли от стан-

дартных золотых украшений. Сегодня торговая марка «FIBO» представляет линию украшений и аксессуаров из стали. Стальные украшения в сочетании с золотом, бриллиантами, кожей, каучуком подчеркивают индивидуальность, элегантность и стиль. «Индивидуальный образ» – вот девиз покупателей этих фирм. Поклонниками и активными покупателями этих украшений являются те, для кого носить золотые украшения банально и слишком консервативно.

Еще один всемирно известный ювелирный бренд – это фирма «D Swarovski & Co», работающая в современном стиле Signity. Задача фирмы выпускать изделия, которые наиболее полно соответствовали бы свойствам личности человека, его характеру, внешнему облику, увлечениям. Секрет успеха брендовых изделий фирмы «Swarovski» заключается в оригинальности изделий, их персонификации в сочетании с ярким и необычным дизайном.

Следует обратить внимание и на фирмы производящие изделия религиозного культа. На современном российском рынке ювелирных изделий православной тематики одним из лидеров является компания ООО «Акимов» (г. Санкт-Петербург). Специалисты этой компании стремятся быть в курсе мировых разработок ювелирной промышленности, непрерывно осваивают новые технологии и внедряют их в производство. Чтобы наиболее полно выразить художественные образы, основанные на христианских канонах, здесь предлагают альтернативу традиционным методам золочения – биметаллизацию литья, благодаря которой на рынок выходит совершенно новая категория ювелирных изделий – золотые украшения, включающие в себя серебро, что, несомненно, привлекает к ним повышенный интерес потребителей. Продукция компании «Акимов» всегда узнаваема благодаря вниманию к деталям и непревзойденной тонкости исполнения [3, 2010, № 7, 8].

Другим весьма популярным брендом канонических православных изделий являются работы Владимира Михайлова. В его моделях, выполненных из золота и серебра, проявляются тонкие детали, хорошо читаются сюжеты на библейские темы. Изделия имеют удивительный, праздничный и торжественный вид и, без сомнения, являются уникальными произведениями ювелирного искусства.

Ювелирная сувенирная продукция – это прежде всего, предметы, которые выполняются на высокохудожественном уровне. Штампованной и серийной она не может быть, поскольку в каждом изделии сохраняется своя собственная индивидуальность. Так, например, компании «Янтарная орхидея» выполняет изделия по уникальной технологии производства крупных форм и мелкой фракции природного янтаря в сочетании с серебром 875, 925 проб, ведутся эксперименты и с позолотой. Изделия легко узнаваемы, убедительно выделяются на прилавках магазинов как в России, так и за рубежом и пользуются величайшим спросом на любой ювелирной выставке. Именно поэтому сувенирные и подарочные изделия фирмы «Янтарная орхидея» являются брендовыми.

Еще один известный ювелирный бренд – это столичный ювелирный завод «Адамас», выпускающий обширный ассортимент изделий: золотые кольца, серьги, цепочки, браслеты, подвески и многое другое. От скромных и недорогих – до шикарных с бриллиантами особой чистоты, как современного, так и классического стиля. «Адамас» – лидер по объему производства золотых украшений в России, продукция признана и на мировом уровне, активно закупается западными компаниями. Имеет несколько десятков фирменных магазинов по всей России [2, 2010, №1–3; 2011, №1].

Следует также отметить неуклонно растущий спрос на украшения с бриллиантами. В понятии большей части потребителей бриллиант является атрибутом роскоши, доступным далеко не каждому. Но такова уж природа человека, всегда стремиться стать сопричастным к чему-то эксклюзивному. Ювелирная компания «Эстет» (г. Москва), будучи одним из лидеров российского ювелирного рынка, не могла оставить без внимания это перспективное направление. Компания выпускает 3000 наименований украшений с бриллиантами – от эконом-класса до эксклюзивных. Основная линия, которой придерживаются художники компании «Эстет», – это недопустимость вычурности и вульгарности. Даже при смешении различных стилей и направлений, украшение должно выглядеть эстетично, чтобы радовать покупателя с хорошим вкусом. Ассортимент компании рассчитан на потребителей не только различного достатка, но и различных возрастных категорий. Бриллиантовые коллекции выполнены из белого, желтого и красного золота. Для особо

искушенных покупателей специально изготовлена серия украшений из платины. Компания стремится стать законодателем российской ювелирной моды и производить украшения, ничем не уступающие ведущим зарубежным брендам [3, 2010, №1, 9, 10; 2011, № 1].

Стремительно развивается направление «премиум», ярким представителем которого на российском рынке является компания «Алмаз-Холдинг» [1, 2009, № 5, 7; 2, 2010, №11, 12], работающая на российском рынке с 1993 года и за это время ставшая одной из ведущих ювелирных компаний России. Изготавливает ювелирные украшения из золота, платины, серебра. Работы выполнены в лучших традициях классического и современного искусства, с использованием драгоценных и полудрагоценных камней. Компания не стоит на месте, ассортимент изделий ежемесячно пополняется новинками, постоянно применяются новые технологии в производстве изделий.

Кроме традиционных брендовых изделий, «Алмаз-Холдинг» на каждой выставке

экспонирует эксклюзивные скульптурные работы мастеров компании, такие как «Жар-птица», «Тройка», «Снегурочка» «Мечеть Кул Шариф» и др., выполненные в сканно-филигранной технике. Несомненно, эти работы являются ювелирными произведениями высочайшего уровня, вызывают искреннее восхищение и удивление [1, 2010, №9, 10].

Выводы

1. Основным фактором, определяющим потребительский спрос на ювелирные изделия, является их дизайн.

2. В последние годы увеличивается спрос на эксклюзивные изделия с бриллиантами, которые из недоступных предметов роскоши перешли в категорию изделий, которые желает приобрести каждый потребитель.

3. На ювелирном рынке России неуклонно растет количество отечественных ювелирных брендов, успешно конкурирующих с ведущими мировыми ювелирными фирмами-производителями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ювелирный мир : журнал. – 2009–2010.
2. Русский ювелир : журнал. – 2010–2011.
3. Ювелирное обозрение : журнал. – 2010–2011.

ANALYSIS OF JEWELRY MODERN BRANDS

I.B. Ussina, Yu.N. Digunova, V.M. Zhuravkov

Article is devoted to analysis of modern Russian and foreign brands. Customer preferences that they use buying jewelry units are defined.

Brand, exclusive jewelry units, jewelry unit design.

Рекомендована кафедрой ТХОМ, ХП, ИиТС КГТУ
Поступила 25.02.2011

ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 674.812-419.4

КОМПОЗИЦИОННАЯ ФАНЕРА – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ МЕБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВА

А.С. Свешников

Представлены результаты комплексной оценки эксплуатационных свойств композиционной фанеры с внутренним слоем на основе древесных отходов. Установлено, что по прочностным и крепежным характеристикам композиционная фанера удовлетворяет требованиям мебельного производства и строительства.

Композиционная фанера, лущеный шпон, древесные отходы, прессование, физико-механические свойства.

В настоящее время отечественная фанерная промышленность выпускает довольно широкий спектр продукции – фанеру водостойкую на карбамидоформальдегидных связующих, фанеру повышенной водостойкости на фенолформальдегидных связующих, большеформатную, ламинированную фанеру и др. Норма расхода древесного сырья на изготовление 1 м³ фанеры составляет 2,3–2,7 м³ [1], т.к. на всех стадиях технологического процесса неизбежно образуются древесные отходы в довольно больших объемах, направляемые, как правило, на сжигание в топки котельных. В то же время основная доля отходов, таких как шпон-рванина, обрезки кускового шпона, измельченные рейки от форматной обрезки – это ценное сырье для наполнения внутреннего слоя композиционной фанеры.

Научными исследованиями в области поиска технических решений по формированию схем сборки, подбору технологических режимов, разработке технологий производства композиционной фанеры российские ученые занимались начиная с 50-х годов XX века [2]. Однако эти разработки не были внедрены в промышленность. В настоящее время, в период острой конкуренции и необходимости поиска путей снижения себестоимости выпускаемой продукции, данное направление является весьма актуальным.

При организации производства композиционной фанеры с внутренним слоем на основе древесных отходов существенно снижается расход дорогого лущеного шпона, рационально используются древесные ресурсы, эффективно утилизируются отходы, что способ-

ствует уменьшению производственных затрат и снижению себестоимости выпускаемой продукции при сохранении качества [3; 4].

Потребителями продукции являются, прежде всего, строительство, а также мебельная промышленность, где композиционная фанера может использоваться в качестве материала для формирования конструктивных элементов, поэтому с точки зрения прочностных характеристик, водостойкости, способности удерживать крепежные элементы она должна удовлетворять ряду нормативных требований, предъявляемых к продукции-аналогу – фанере общего назначения (ГОСТ 3916.1–96) и древесностружечным плитам (ГОСТ 10632–2007).

Проведен эксперимент по комплексной оценке физико-механических характеристик композиционной фанеры, влияющих на ее эксплуатационные свойства и возможность применения ее в качестве конструкционного материала. В таблице представлены сводные результаты свойств композиционной фанеры на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-66, изготовленной при различных технологических условиях при постоянстве номинальной толщины (12 мм); доли внутреннего заполнения (62% от толщины фанеры); температуры прессования (130°C); удельного давления прессования (2 МПа); времени выдержки под давлением (6 мин). Для внутреннего заполнения использовалась березовая специальная резаная стружка фракции 10/5, в наружных слоях – березовый лущеный шпон толщиной 1,15 мм (по два взаимноперпендикулярных слоя с каждой стороны).

В качестве оцениваемых свойств принят комплекс физико-механических показателей, характеризующих эксплуатационные характеристики фанеры – пределы прочности при изгибе и перпендикулярном отрыве, пределы прочности при выдерживании шурупов из кромки и из пласти, разбухание по толщине, объемное разбухание и водопоглощение композиционной фанеры после выдержки ее в воде в течение 24 ч, определенные по методикам для фанеры общего назначения и древесностружечных плит (ГОСТы 9621, 10634, 10635, 23234, 10637).

Анализ полученных данных показал следующее. На прочностные показатели композиционной фанеры наибольшее влияние оказывают плотность внутреннего заполнения и расход связующего в нем, с увеличением этих факторов происходит интенсивный рост прочности материала. Значимое влияние оказывает расход связующего во внутреннем слое. Повышение расхода связующего позволяет распределить его более полно по поверхностям всех частиц и способствует формированию большего количества непрерывных клеевых связей.

На физические показатели композиционной фанеры наибольшее влияние оказывает количество парафиновой добавки и расход

связующего во внутреннем слое, при увеличении этих факторов происходит существенное снижение разбухания и водопоглощения за счет блокировки пор и микротрещин, а также затрудненного проникновения воды. Фактор плотности внутренней прослойки также имеет значимое влияние, при увеличении плотности происходит увеличение физических показателей, поскольку повышается релаксационная способность уплотненных частиц.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что в зависимости от применяемых технологических условий удается получить композиционную фанеру с прочностью при изгибе 48–57 МПа, при перпендикулярном отрыве 0,22–0,34 МПа, при выдерживании шурупов из кромки – 50–55 МПа, из пласти – 86–95 МПа, разбуханием по толщине – 11–17%, водопоглощением – 40–65%. Данные показатели приближены к нормативным требованиям на фанеру общего назначения (ГОСТ 3916.1–96) и древесностружечные плиты (ГОСТ 10632–2007). При пониженной себестоимости данный материал может быть весьма конкурентоспособен и эффективен при производстве отдельных деталей и элементов мебельных изделий, конструктивных и отделочных строительных элементов.

Таблица

Эксплуатационные характеристики композиционной фанеры

№	Технологические условия изготовления			Эксплуатационные характеристики						
	Плотность внутреннего слоя, кг/м ³	Расход связующего во внутреннем слое, % от массы абсолютно сухой стружки	Количество парафиновой добавки во внутреннем слое, % от массы абсолютно сухой стружки	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при отрыве, МПа	Предел прочности при выдерживании шурупов, МПа		Разбухание по толщине через 24 ч вымачивания, %	Объемное разбухание через 24 ч вымачивания, %	Водопоглощение через 24 ч вымачивания, %
						из кромки	из пласти			
1	600	8	0	36,0	0,22	48	86	17,9	18,7	65,8
2	700	8	0,5	39,6	0,23	52	89	12,8	13,9	46,1
3	600	16	0	52,6	0,29	51	92	14,0	15,2	50,2
4	700	16	0,5	54,2	0,34	57	97	11,8	12,5	43,2
5	700	12	1	44,0	0,24	52	90	11,3	11,9	39,6
6	800	8	1	42,6	0,25	54	95	13,6	14,3	47,3
Норма по ГОСТ 3916.1–96				55	-	-	-	-	-	-
Норма по ГОСТ 10632–2007 (для плит марки П-А)				14	0,40	-	-	12 (за 2ч)	-	-
Норма по ГОСТ 10632–2007 (для плит марки П-Б)				12,5	0,28	-	-	15 (за 2ч)	-	-
Норма по ГОСТ 10632–89 (для плит марки П-А)				18	0,35	50	60	22	-	-
Норма по ГОСТ 10632–89 (для плит марки П-Б)				16	0,30	45	55	33	-	-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волынский В.Н. Технология клееных материалов : учебное пособие для вузов / В. Н. Волынский. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 1998. – 299 с.
2. Минин А.Н. Пути рационального использования сырья на деревообрабатывающих предприятиях / А. Н. Минин. – Минск : Редакция научно-технической литературы, 1955. – 169 с.
3. Угрюмов С.А. Разработка технологической последовательности производства композиционной фанеры / С. А. Угрюмов, Е. А. Боровков, А. Е. Щербаков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник : научно-информационный журнал. – М. : МГУЛ, 2007. – №6. – С. 120–123.
4. Угрюмов С.А. Организация технологического процесса производства композиционной фанеры / С. А. Угрюмов, А. А. Смирнов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник : научно-информационный журнал. – М. : МГУЛ, 2006. – №3. – С. 123–126.

**COMPOSITE PLYWOOD – PERSPECTIVE CONSTRUCTIONAL MATERIAL
FOR FURNITURE INDUSTRY AND BUILDING**

A.S. Sveshnikov

Results of complex estimation of operational properties of composite plywood with inside layer on basis of waste lumber are presented. It is established that on durability and fixing characteristics composite plywood meets requirements of furniture manufacture and building.

Composite plywood, veneer, waste lumber, pressing, physical-mechanical properties.

Рекомендована кафедрой МТД КГТУ
Поступила 21.02.2011

УДК 674.812-419.4

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВ**

Д.А. Кожевников

Представлены направления повышения смачивающей способности костры льна клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы путем модификации простыми спиртами. Оценены физико-механические характеристики плит на основе древесных наполнителей и костры льна в различном соотношении.

Наполнитель, костра льна, древесная стружка, композиционный материал, адгезия, смачивание, модификация, физико-механические свойства.

В настоящее время производство композиционных материалов бурно развивается в различных отраслях промышленности, поскольку традиционные материалы уже не всегда или не вполне отвечают потребностям современной инженерной практики, причем древесные плитные материалы занимают второе место по распространенности среди композиционных материалов [1]. Основным фактором повышения эффективности производства таких материалов является снижение материалоемкости путем использования всех возможных отходов деревообработки, а также перерабатывающих производств сельского хозяйства.

В качестве дешевого и доступного сырья для производства композиционных плит и других прессованных материалов высокого качества может применяться костра льна, которая образуется в больших количествах при первичной обработке льна и в настоящее время не находит

значимого применения в промышленности и эффективных способов утилизации.

Однако применение костры льна при изготовлении плит плоского метода прессования сопряжено с технологической сложностью процесса осмоления частиц костры, обладающих специфическими свойствами, несколько отличающимися от свойств древесных наполнителей [2]. Неравномерность осмоления костры является причиной нестабильности свойств плит по толщине и формату, вызывающей общее снижение физико-механических показателей.

Для обоснованной рекомендации технических мероприятий по производству композитов с применением костры необходим научный подход к проблеме склеивания, базирующийся на анализе существующих теорий адгезии, поверхностных явлений и смачивания [3; 4]. Поэтому развитие теории композиционных материалов с разработкой рекомендаций по

модификации клеевых составов является важной и актуальной задачей, решение которой позволит грамотно подбирать модификаторы для существующих синтетических клеев или целенаправленно их синтезировать для получения плитных конструкционных материалов высокого качества.

В ходе разработки направлений повышения смачивающей способности клеевых составов по отношению к наполнителям композиционных материалов на основе теоретических положений в области адгезии и смачивания было установлено, что введение в карбамидоформальдегидную смолу простых спиртов, таких как этанол, изопропанол, бутанол-1, изоамиловый спирт, гептанол-1, способствует

снижению поверхностного натяжения клеевого состава (рис. 1). Это объясняется тем, что эти спирты имеют в 3 раза меньшее значение поверхностного натяжения, чем исходная смола, хорошо распределяются в ней, действуя как поверхностно-активные вещества.

На рис. 2 представлена графическая оценка краевых углов смачивания поверхности костры льна клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы, модифицированной спиртами. Анализ полученных результатов и графических зависимостей показал, что полное смачивание костры будет происходить при добавлении бутанола в карбамидоформальдегидную смолу в количестве 2,2 %, в этом случае краевой угол смачивания равен 0 град.

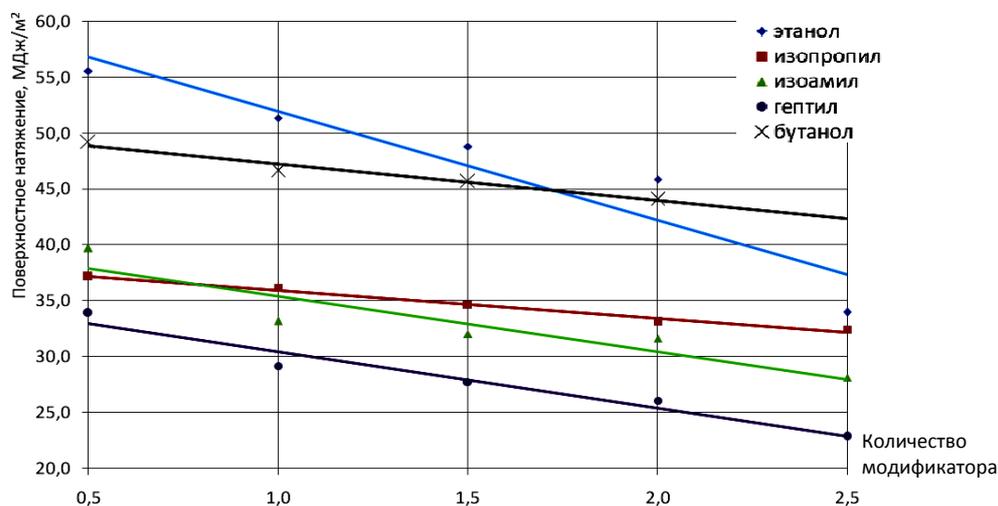


Рис. 1. Влияние вида и количества модификаторов на поверхностное натяжение клеевого состава на основе смолы КФН-66

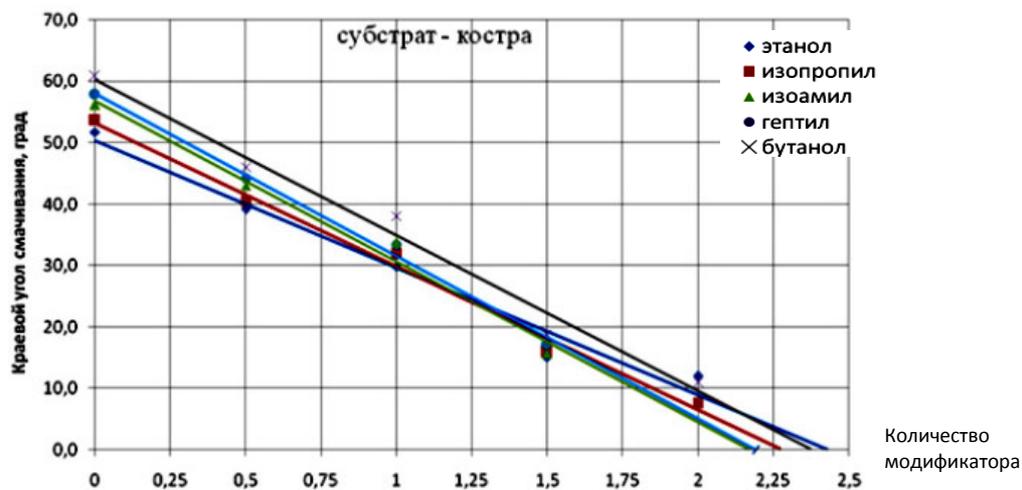


Рис. 2. Влияние вида и количества модификаторов, добавляемых в смолу КФН-66, на краевой угол смачивания поверхности костры

Из полученных в ходе работы данных видно, что наиболее подходящим модификатором карбамидоформальдегидной смолы наиболее экономичным, доступным и эффективным является бутанол-1.

В ходе теоретических исследований была установлена зависимость работы адгезии от поверхностного натяжения модифицированных клеевых составов (рис. 3).

Полученные данные показывают, что наилучший эффект достигается при модифи-

кации карбамидоформальдегидного олигомера бутиловым и изопропиловым спиртами. Ввиду большей доступности и малой стоимости бутанол является наиболее подходящим модификатором.

При использовании костры при производстве древесных плит на основе совмещенных в различном соотношении наполнителей и модифицированных клеев прогнозируются повышенные физико-механические показатели за счет повышения равномерности осмоления.

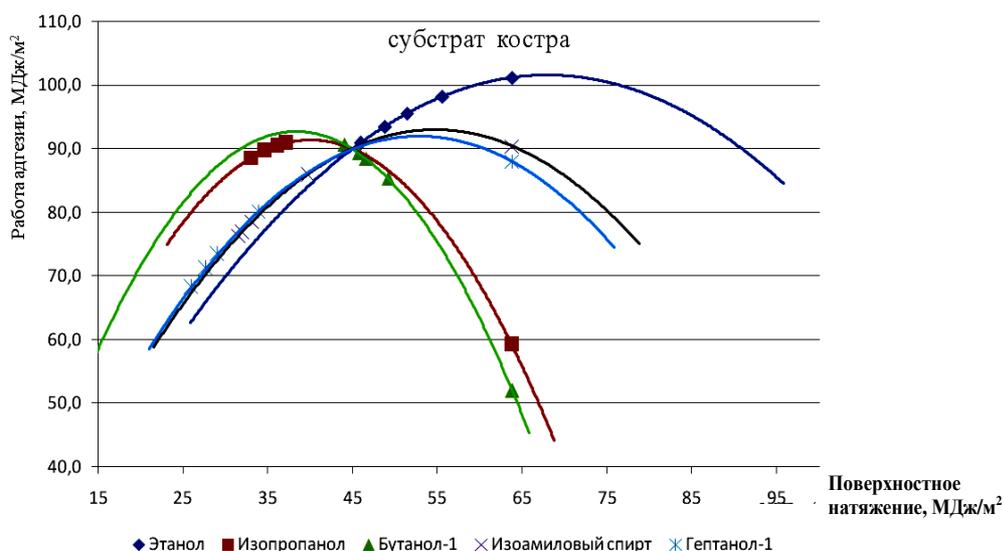


Рис. 3. Зависимость работы адгезии от поверхностного натяжения смолы КФН-66 модифицированной спиртами

С целью исследования свойств плитных композиционных материалов на основе совмещенных наполнителей в лабораторных условиях были изготовлены образцы конструктивных плит толщиной 16 мм при различном соотношении древесной стружки и костры льна. В качестве связующего использовался клей на основе смолы КФН-66, модифицированной бутанолом в количестве 2%. Сводные результаты оценки физико-механических показателей образцов плит представлены в табл.

Проведенные экспериментальные за-прессовки подтвердили технологическую возможность производства плитных композиционных материалов на основе совмещенных наполнителей на существующем оборудовании плитных производств. При этом по физико-механическим характеристикам плитные композиционные материалы удовлетворяет требованиям стандарта на продукцию-аналог – древесно-стружечные плиты.

Таблица 1

Физико-механические свойства плит на основе совмещенных наполнителей

Тип наполнителя плиты	Физико-механические свойства				
	Предел прочности при изгибе $\sigma_{из}$, МПа	Предел прочности при отрыве $\sigma_{отр}$, МПа	Разбухание по толщине P_s , %	Водопоглощение ΔW , %	Плотность ρ , кг/м ³
100% Д + М	15,1	0,32	29,51	69,88	725
25% К, 75% Д + М	17,3	0,38	30,69	77,32	675
50% К, 50% Д + М	18,9	0,40	34,04	80,96	721
75% К, 25% Д + М	20,5	0,42	36,26	81,09	700
100% К + М	18,1	0,34	40,54	88,79	696
100% Д	14,2	0,35	35,06	81,36	700

Примечание: Д – древесная стружка, К – костра, М – модификатор.

Наибольшей прочностью обладают образцы с содержанием костры соответственно 50 и 75%, поскольку в структуре данного материала происходит заполнение пространств и пустот, образованных соприкасающимися древесными частицами довольно большой толщины, тонкими частицами костры льна. При этом образуется более монолитный (по сравнению с традиционной древесно-стружечной плитой) материал, что ведет к повышению его прочностных характеристик. Кроме этого, при добавлении костры в структуру плитного материала снижается его разбухание и водопоглощение за счет того, что частицы костры обладают меньшей впитывающей способностью.

Оценка экономической эффективности выпуска плит на основе совмещенных наполнителей применительно к условиям ОАО «Фанплит» подтвердила целесообразность данного производства. При этом происходит снижение технологической потребности в смоле за счет введения модифицирующей добавки, снижение затрат на электроэнергию за счет снижения загрузки энергоемкого оборудования (стружечных станков). Некоторое уменьшение производственных затрат наблюдается за счет экономии в электроэнергии на участке сушки костры, т.к. ее исходная влажность при соответствующих способах хранения незначительная (до 30%). Таким образом, производственные затраты на новые плиты и их себестоимость

снижаются. Для реализации технических решений необходимы инвестиционные вложения, окупаемые за срок менее года.

Выводы

1. Разработаны направления модификации клеевых композиций, обеспечивающих качественное осмоление костры льна и совмещенных наполнителей (древесины и костры льна). Для повышения смачивающей способности клеевых составов рекомендуется добавлять простые спирты в количестве порядка 2 % от массы клеевого состава. Наиболее эффективное смачивание и высокая работа адгезии достигаются при использовании бутанола или изопропилового спирта.

2. В результате проведенных испытаний физико-механических свойств различных образцов плитных материалов на основе костры льна, совмещенных наполнителей и модифицированных спиртами клеевых составов определили, что образцы с содержанием костры 50 и 75% соответственно обладают самыми высокими показателями. За счет низкой впитывающей способности частиц костры также увеличивается влагостойкость стружечной плиты.

3. Применение совмещенных наполнителей в производстве плитных материалов способствует повышению эффективности плитного производства с выпуском конкурентоспособного конструкционного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонович А.А. Некоторые вопросы развития производства древесных плит / А. А. Леонович // Древесные плиты: теория и практика : материалы международной научно-технической конференции. – СПб. : Изд-во политехн. ун-та, 2011. – С. 3–8.
2. Угрюмов С.А. Сравнительная оценка свойств древесины и костры льна как наполнителей композиционных материалов / С. А. Угрюмов, Е. А. Боровков, А. Б. Щербаков // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Кострома : КГТУ, 2007. – Вып. 8. – Часть I. – С. 135–138.
3. Угрюмов С.А. Модифицирование карбамидоформальдегидной смолы для производства кстроплит / С. А. Угрюмов, В. Е. Цветков // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – №3. – С. 16–18.
4. Угрюмов С.А. Применение теории адгезии и смачивания для модификации фенолформальдегидного олигомера, используемого для осмоления костры / С. А. Угрюмов, В. Е. Цветков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник : периодический научный журнал. – М. : МГУЛ, 2008. – №2. – С. 104–106.

COMPOSITE MATERIALS OF CONSTRUCTIONAL PURPOSE ON BASIS OF COMBINED FILLERS AND MODIFIED GLUES

D.A.Kozhevnikov

Trends of increase of moistening ability of flax shave by glue on urea-phenolformaldehyde resin by modification of pure alcohol are presented. Physical-mechanical characteristics of plates on basis of wood particles and flax shave in various proportions are estimated.

Keywords: filler, flax shave, wood chips, composite material, adhesion, moistening, modification, physical-mechanical properties.

Рекомендована кафедрой МТД КГТУ
Поступила 20.02.2011

УДК 674.812-419.4

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ***С.А. Угрюмов, А.В. Осетров*

Представлены экспериментальные результаты оценки физико-механических характеристик, кинетики разбухания, водопоглощения, токсичности пьезотермопластиков, изготовленных из древесных частиц и костры льна без добавления связующих веществ. Установлено, что пьезотермопластики по эксплуатационным характеристикам удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к конструкционным плитным древесным материалам.

Композиционный материал, пьезотермопластик, древесный наполнитель, костра льна, физико-механические показатели, экологичность.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает довольно большой спектр плитных клееных материалов конструкционного назначения на основе древесных отходов и синтетических смол – древесностружечные плиты, древесно-волоконистые плиты, фанеру, MDF, OSB и др. Они широко используются в строительстве, мебельном производстве, авто-, вагоно-, контейнеростроении и других сферах благодаря относительно дешевой и удовлетворительным эксплуатационным характеристикам. Мировое производство и потребление плит возрастают с каждым годом, вытесняя пиломатериалы и изделия из натуральной древесины [1; 2], благодаря наличию множества преимуществ – относительно малая стоимость, широкая область применения, достаточная прочность, однородность материала, легкость в обработке и др. Однако древесные плиты изготавливаются с применением синтетических смол, в связи с чем обладают рядом недостатков, прежде всего токсичностью за счет присутствия свободных веществ (формальдегида и фенола), непрореагировавших в ходе отверждения смол.

Фенол и формальдегид – мощные раздражители глаз, верхних дыхательных путей и кожи. По свидетельству ряда исследований, они также оказывают влияние на центральную нервную систему, вызывая головные боли, усталость и депрессию, потенциально могут вызывать астму и астматические приступы. Кроме того, исследования на животных позволяют предположить, что эти вещества – потенциально канцерогенные вещества [3].

За последние десятилетия разработаны и внедрены различные способы снижения токсичности плитных древесных материалов, однако проблема производства малотоксичных или экологически чистых древесных плит

остаётся актуальной, прежде всего в связи с ужесточением требований нормативно-технических документов по содержанию токсичных веществ в древесной продукции и в жилых помещениях.

Одним из способов кардинального снижения токсичности плитной древесной продукции является изготовление материалов без добавления синтетических связующих, так называемых пьезотермопластиков [4]. Известно, что под влиянием давления и температуры измельченные древесные частицы приобретают способность образовывать прочный и твердый монолитный материал темного цвета, повторяющий конфигурацию формы. В результате термогидролитической деструкции древесного комплекса наибольшие изменения претерпевают легкогидролизуемые углеводы и низкомолекулярные фракции лигнина – они и выполняют роль связующего вещества, в то время как целлюлоза является армирующим, упрочняющим материал наполнителем, а роль пластификаторов выполняют низкомолекулярные компоненты древесины [5].

Свойства пластиков без применения синтетических связующих веществ можно регулировать, разумно используя химические свойства и физическую структуру компонентов древесного комплекса, возможности протекающих при этом процессов, очевидно, далеко не исчерпаны.

Известны несколько способов производства пьезотермопластиков [6]. Технологически прост способ производства в открытых пресс-формах (многопролетных плоских прессах). Для оценки его эффективности в лабораторных условиях были изготовлены образцы пластиков на основе целлюлозосодержащих частиц различных фракций на базе горячего пресса П100-400.

Последовательность проведения экспериментов:

1. Отбор порций наполнителя соответствующих пород и фракций для изготовления единичного образца.
2. Увлажнение порции наполнителя для доведения влажности до требуемого уровня.
3. Укладка наполнителя в форму, холодная подпрессовка при давлении 1 МПа для формирования транспортабельного брикета.
4. Горячее прессование брикета при рабочем давлении 5 МПа, температуре плит пресса 180°C с плавным охлаждением при сохранении рабочего давления.

5. Нормализация качества полученных образцов при нормальных условиях в течение 1 суток.
6. Раскрой плит на образцы и проведение испытаний физико-механических свойств пластиков.

Физико-механические характеристики полученных образцов оценивались по стандартным методикам для древесных плит: прочностные показатели по ГОСТ 10635–78, ГОСТ 10636–78, физические показатели по ГОСТ 10634–88.

В табл. представлены основные физико-механические показатели изготовленных пластиков при влажности наполнителя 20%.

Таблица 1

Физико-механические свойства пластиков

№	Наполнитель	Фракция, мм	Предел прочности при изгибе, МПа	Разбухание по толщине, %	Объемное разбухание, %	Водопоглощение, %	Потеря массы при горении, %
1	Береза	0,5 / -	10,3	10,89	12,49	10,63	5,6
2	Сосна	0,5 / -	11,1	8,21	9,36	6,22	11,9
3	Сосна	10 / 0,5	7,9	50,09	58,59	43,64	4,3
4	Костра льна	5 / 0,5	3,4	1,85	4,04	9,12	7,2

Полученные в ходе экспериментов данные показывают, что в открытых пресс-формах имеется возможность получения пьезотермопластиков высокого качества, при этом предпочтительно использовать как лиственные, так и хвойные породы минимального фракционного размера для образования максимального количества химических связей между частицами. Полученный материал обладает достаточной прочностью и водостойкостью.

С целью оценки кинетики разбухания и водопоглощения пластиков был проведен эксперимент по длительному вымачиванию образцов с периодическим замером их линейных параметров и массы. Сводные результаты представлены на рис. 1, 2.

Анализ полученных данных показывает, что пластики на основе мелкой фракции всех рассмотренных целлюлозосодержащих частиц обладают малыми значениями разбухания и водопоглощения. Наибольшее изменение линейных размеров и массы происходит за первые сутки вымачивания, далее процессы стабилизируются.

Техническими требованиями на все плитные клееные древесные материалы ограничивается содержание свободного формальдегида, которое в соответствии с российскими и мировыми нормами для класса эмиссии E1 не должно превышать 8 мг/100 г продукции.

Полученные образцы пьезотермопластиков № 1, 2 (из лиственных и хвойных пород древесных частиц фракции 0,5/-) были переданы в санитарно-экологическую лабораторию ОАО «Фанплит» для оценки токсичности стандартным перфораторным методом по ГОСТ 27678–88.

Установлено, что в образце №1 содержится 2,9 мг, в образце №2 – 1,0 мг свободного формальдегида на 100 г пластика. Содержание свободного формальдегида в пьезотермопластиках несколько раз ниже допустимых требований к древесной плитной продукции, что позволяет классифицировать данный материал как экологически чистый. Несущественное содержание свободного формальдегида объясняется выделением формальдегида в результате термогидролитической деструкции компонентов древесины (прежде всего, пентозанной части).

Общие выводы и рекомендации

Проведены экспериментальные исследования по производству и испытанию физико-механических свойств пьезотермопластиков. Установлено, что для производства качественных пластиков необходимо применение целлюлозосодержащих частиц минимального фракционного размера (0,5/-) влажностью 20%. Температура прессования должна быть порядка 180°C, необходимо охлаждение материала до

нормальной температуры при рабочем давлении от 5 МПа для формирования химических связей между частицами. При соблюдении указанных технологических параметров удается получить материал с высокими прочностными показателями и повышенной водостойкостью. По своим эксплуатационным характеристикам пластики превышают традиционные клееные древесные плитные материалы.

Оценена токсичность пластиков в условиях санитарно-экологической лаборатории.

Установлено, что за счет отсутствия синтетических связующих пластики содержат в своем составе минимальное количество свободного формальдегида, выделяющегося только в результате термодеструкции древесины. Полученные результаты позволяют классифицировать пластик как экологически чистый материал, что позволяет их использовать в мебельной промышленности, строительстве и других сферах без ограничения.

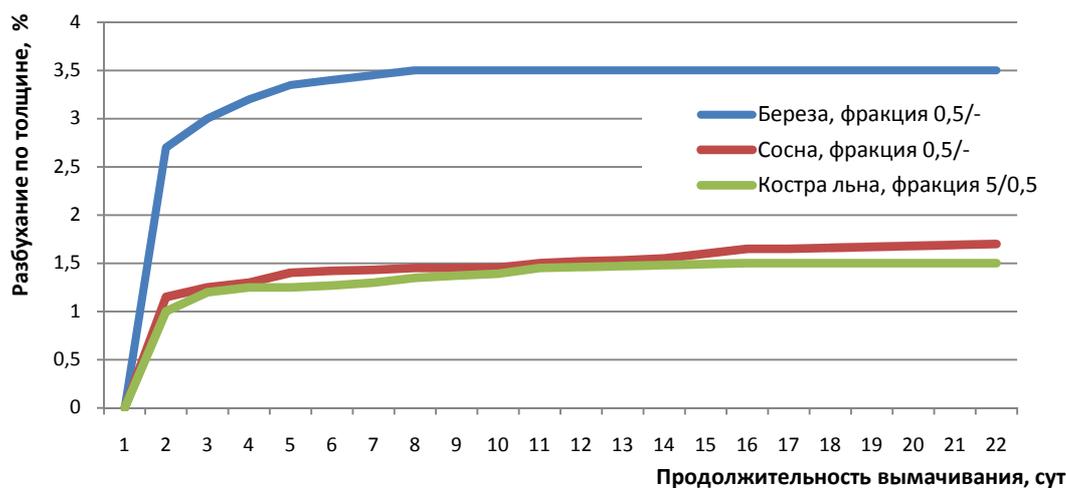


Рис. 1. Кинетика разбухания пьезотермопластиков по толщине

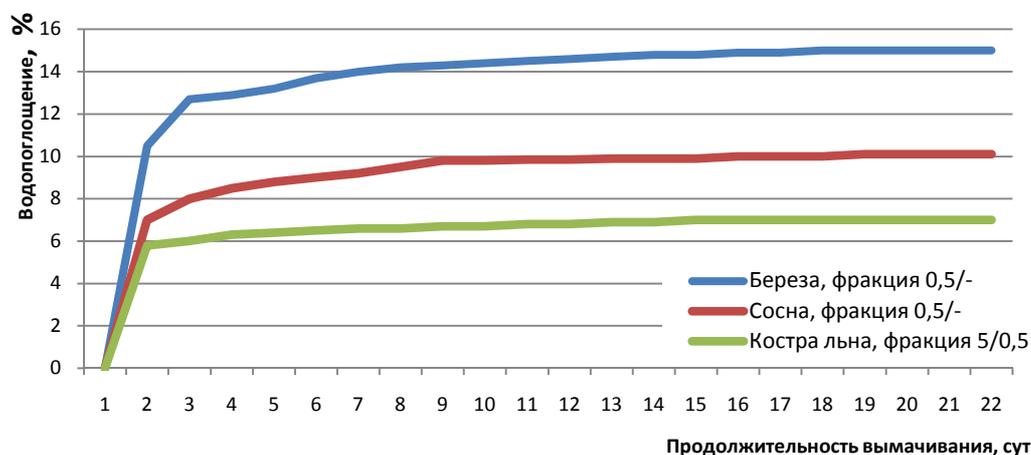


Рис. 2. Кинетика водопоглощения пьезотермопластиков

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит / Т. Мелони ; пер. с англ. А. А. Амалицкого, Е. И. Карасова. – М. : Лесная промышленность, 1982. – 416 с.
2. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов спец. «Технология деревообработки» / Л. В. Мельникова. – 3-е изд. – М. : МГУЛ, 2007. – 235 с.
3. Азаров В.И. Технология связующих и полимерных материалов / В. И. Азаров, В. Е. Цветков. – М. : Лесная промышленность, 1985. – 216 с.

4. Минин А.Н. Технология пьезотермопластиков / А. Н. Минин. – М. : Лес. пром-сть, 1965. – 296 с.
5. О получении древесного пластика без связующего / Н. Я. Солнечник [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. – 1963. – Вып. 3. – С. 9–11.
6. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших остатков без добавления связующих / В. Н. Петри [и др.]. – М. : Лес. пром-сть, 1976. – 360 с.

PURE ECOLOGICAL CONSTRUCTIONAL COMPOSITE MATERIALS ON WOODWORKING RAW WASTE BASIS

S.A. Ugryumov, A.V. Ossetrov

Experimental results of physical-mechanical characteristics estimation, swelling kinetics, water absorption, piezothermoplastic toxicity made of wood particles and flax shave without binder substance addition are presented. It is established that piezothermoplastics for their operational characteristics meet main demands needed for constructional wood materials.

Swelling, piezothermoplastics, flax shave, toxicity.

Рекомендована кафедрой МТД КГТУ
Поступила 21.02.11

УДК 630.812 : 691.11

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗАДАЧАХ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

А.А. Титунин

Обоснован выбор метода конечных элементов для математической постановки задачи теплопроводности материалов из древесины. Выведены необходимые зависимости и представлены расчетные модели для решения трехмерного уравнения теплопроводности.

Метод конечных элементов, теплопроводность, строение древесины.

Метод конечных элементов (МКЭ) представляет собой известный численный метод решения системы дифференциальных уравнений, описывающих большинство физических процессов, в том числе – процесс переноса тепла [1]. Основная идея применения МКЭ заключается в том, что непрерывная величина, температура, аппроксимируется дискретной моделью, состоящей из множества кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе элементарных областей, на которые разбивается исследуемая область (поверхность или пространство). Сами кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в конечном числе точек рассматриваемой области. Выбор МКЭ обусловлен следующим: во-первых, метод можно применять при исследовании неоднородных тел, в частности анизотропной древесины с сучками; во-вторых, метод позволяет описывать как прямолинейные области (ламели), так и криволинейные (сучки); в-третьих, размеры элементов могут быть переменными (вблизи сучков для более точной аппроксимации сеть разбиения исследуемой

области делается мельче); в-четвертых, этот метод позволяет решать задачи со смешанными граничными условиями. Главным недостатком МКЭ длительное время являлась необходимость разработки вычислительных программ и применение ЭВМ. В настоящее время эта проблема решена, например, при использовании отечественного программного обеспечения [2].

Теплопроводность ограждающей конструкции из клееного бруса [3] при стационарном режиме описывается дифференциальным уравнением в частных производных:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \lambda_x \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial x} \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial y} \lambda_y \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial y} \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \lambda_z \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial z} \right) = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Для уравнения (1) существуют два типа граничных условий, определяющих, во-первых, температуру на некоторой части границы поверхности

$$T = T_B(S); \quad (2)$$

во-вторых, конвективный теплообмен на поверхности

$$\lambda_x \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial x} \right) l_x + \lambda_y \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial y} \right) l_y + \lambda_z \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial z} \right) l_z + q + \alpha(T_{x,y,z} - T_w) = 0, \quad (3)$$

где $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ – коэффициенты теплопроводности древесины соответственно в радиальном, тангенциальном направлении и вдоль волокон древесины, Вт/(мК);

α – коэффициент теплообмена, Вт/(м²К);

T_w – температура окружающей среды, К;

$T_{x,y,z}$ – температура на границе (искомая величина), К;

q – поток тепла, Вт/м²;

l_x, l_y, l_z – направляющие косинусы вектора нормали к поверхности.

С вариационной точки зрения решение уравнения (1) граничными условиями (2) и (3) эквивалентно минимизации функционала

$$\chi = \int_V \left[\lambda_x \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial x} \right)^2 + \lambda_y \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial y} \right)^2 + \lambda_z \left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial z} \right)^2 \right] dV + \int_S \left(qT(x, y, z) + \frac{1}{2} [\alpha(T(x, y, z) - T_w)^2] \right) dS. \quad (4)$$

Минимизация функционала должна осуществляться на множестве узловых значений температуры $\{T\}$. Предлагается применить следующую процедуру преобразования функционала (4) для того, чтобы определить для узловых величин такие числовые значения, при которых соотношения для элементов очень точно аппроксимируют искомый физический параметр – температуру.

Введем две матрицы

$$\{g\}^T = \left[\frac{\partial T}{\partial x} \quad \frac{\partial T}{\partial y} \quad \frac{\partial T}{\partial z} \right]$$

$$\text{и } D = \begin{pmatrix} \lambda_x & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_z \end{pmatrix}. \quad (5)$$

С учетом выражений (5) соотношение (4) можно записать в виде

$$\chi = \int_V \frac{1}{2} [\{g\}^T [D] \{g\}] dV + \int_{S_1} T q dS + \int_{S_2} \frac{\alpha}{2} [T^2 - 2TT_w + T_w^2] dS. \quad (6)$$

Для рассматриваемой задачи вместо функции от T во всей области будем рассматривать множество функций $T^{(e)}$, определенных на отдельных конечных элементах. В этом случае интегралы в выражении (6) разбиваются на интегралы по отдельным элементам, что дает следующее преобразование

$$\chi = \sum_{e=1}^E \int_{V^{(e)}} \frac{1}{2} [\{g^{(e)}\}^T [D^{(e)}] \{g^{(e)}\}] dV + \int_{S_1^{(e)}} T^{(e)} q^{(e)} dS + \int_{S_2^{(e)}} \frac{\alpha^{(e)}}{2} [T^{(e)} T^{(e)} - 2T^{(e)} T_w + T_w^2] dS, \quad (7)$$

В этой формуле нужен знак суммы? Или скобки к нему?

Или записать: $\chi^{(e)} = \dots$ без знака суммы?

где E – общее число конечных элементов.

Соотношение (7) символически может быть записано так

$$\chi = \chi^{(1)} + \chi^{(2)} + \dots + \chi^{(E)} = \sum_{e=1}^E \chi^{(e)}, \quad (8)$$

где $\chi^{(e)}$ – вклад отдельного элемента в χ .

Минимизация χ требует выполнения соотношения

$$\frac{\partial \chi}{\partial \{T\}} = \frac{\partial}{\partial \{T\}} \sum_{e=1}^E \chi^{(e)} = \sum_{e=1}^E \frac{\partial \chi^{(e)}}{\partial \{T\}} = 0. \quad (9)$$

Частные производные $\frac{\partial \chi^{(e)}}{\partial \{T\}}$ не могут быть определены, пока интегралы в (7) не будут выражены через узловые значения $\{T\}$.

Для функции T введем следующую зависимость

$$T^{(e)} = [N^{(e)}] \{T\} = [N_i^{(e)}, N_j^{(e)}, N_k^{(e)}, \dots, N_r^{(e)}] \begin{Bmatrix} T_i \\ T_j \\ \dots \\ T_r \end{Bmatrix},$$

где r – число узлов элемента;

N – функции формы, по одной для каждого узла.

С учетом этой зависимости можно вычислить (5), после чего подставить ее в выражение (7):

$$\{g^{(e)}\} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial T^{(e)}}{\partial x} \\ \frac{\partial T^{(e)}}{\partial y} \\ \frac{\partial T^{(e)}}{\partial z} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1^{(e)}}{\partial x} & \frac{\partial N_2^{(e)}}{\partial x} & \dots & \frac{\partial N_r^{(e)}}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1^{(e)}}{\partial y} & \frac{\partial N_2^{(e)}}{\partial y} & \dots & \frac{\partial N_r^{(e)}}{\partial y} \\ \frac{\partial N_1^{(e)}}{\partial z} & \frac{\partial N_2^{(e)}}{\partial z} & \dots & \frac{\partial N_r^{(e)}}{\partial z} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \dots \\ T_r \end{Bmatrix} \quad (10)$$

или $\{g^{(e)}\} = [B^{(e)}] \{T\}$, (11)

где $[B]$ – матрица, содержащая информацию, связанную с частными производными функции формы.

С учетом выше приведенных выражений интегралы в выражении (7) могут быть записаны по элементам в следующем виде

$$\begin{aligned} \chi^{(e)} &= \int_{V^{(e)}} \frac{1}{2} [B^{(e)}]^T \{T\}^T [D^{(e)}] [B^{(e)}] \{T\} dV + \\ &+ \int_{S_1^{(e)}} q [N^{(e)}] \{T\} dS + \int_{S_2^{(e)}} \frac{\alpha}{2} [N^{(e)}]^T \{T\}^T [N^{(e)}] \{T\} dS - \\ &- \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_w [N^{(e)}] \{T\} dS + \int_{S_2^{(e)}} \frac{\alpha}{2} T_w^2 dS. \end{aligned} \quad (12)$$

Величины q , T_w и α – известны для материалов из древесины. Они внесены под знак интеграла, т.к. могут изменяться внутри элемента с учетом особенностей процесса передачи тепла от одного конечного элемента к другому. Про дифференцируем выражение (12) по $\{T\}$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \{T\}} \int_{V^{(e)}} \frac{1}{2} [B^{(e)}]^T \{T\}^T [D^{(e)}] [B^{(e)}] \{T\} dV &= \\ &= \int_{V^{(e)}} [B^{(e)}]^T [D^{(e)}] [B^{(e)}] \{T\} dV; \\ \frac{\partial}{\partial \{T\}} \int_{S_1^{(e)}} q [N^{(e)}] \{T\} dS &= \int_{S_1^{(e)}} q [N^{(e)}]^T dS; \\ \frac{\partial}{\partial \{T\}} \int_{S_2^{(e)}} \frac{\alpha}{2} [N^{(e)}]^T \{T\}^T [N^{(e)}] \{T\} dS &= \\ &= \int_{S_2^{(e)}} \alpha [N^{(e)}]^T [N^{(e)}] \{T\} dS; \\ \frac{\partial}{\partial \{T\}} \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_w [N^{(e)}] \{T\} dS &= \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_w [N^{(e)}]^T dS; \\ \frac{\partial}{\partial \{T\}} \int_{S_2^{(e)}} \frac{\alpha}{2} T_w^2 dS &= 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Вклад отдельного элемента $\frac{\partial \chi^{(e)}}{\partial \{T\}}$ в общую сумму $\frac{\partial \chi}{\partial \{T\}}$ равен

$$\begin{aligned} \frac{\partial \chi^{(e)}}{\partial \{T\}} &= \left(\int_{V^{(e)}} [B^{(e)}]^T [D^{(e)}] [B^{(e)}] dV + \right. \\ &+ \left. \int_{S_2^{(e)}} \alpha [N^{(e)}]^T [N^{(e)}] dS \right) \{T\} + \\ &+ \int_{S_1^{(e)}} q [N^{(e)}]^T dS - \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_w [N^{(e)}]^T dS. \end{aligned} \quad (14)$$

Эта совокупность интегралов в свою очередь может быть записана в компактной форме:

$$\frac{\partial \chi^{(e)}}{\partial \{T\}} = [K^{(e)}] \{T\} + \{f^{(e)}\}, \quad (15)$$

где $[K^{(e)}] = \int_{V^{(e)}} [B^{(e)}]^T [D^{(e)}] [B^{(e)}] dV + \int_{S_2^{(e)}} \alpha [N^{(e)}]^T [N^{(e)}] dS$; (16)

$$\{f^{(e)}\} = \int_{S_1^{(e)}} q [N^{(e)}]^T dS - \int_{S_2^{(e)}} \alpha T_w [N^{(e)}]^T dS. \quad (17)$$

Окончательно система уравнений получается после подстановки выражения (15) в (9):

$$\frac{\partial \chi^{(e)}}{\partial \{T\}} = \sum_{e=1}^E ([K^{(e)}] \{T\} + \{f^{(e)}\}) = 0$$

или $[K] \{T\} = \{F\}$, (18)

где $[K] = \sum_{e=1}^E [K^{(e)}]$; $\{F\} = - \sum_{e=1}^E \{f^{(e)}\}$. (19)

Интегралы в (16) определяют глобальную матрицу теплопроводности элемента $[K^{(e)}]$, а интеграл (17) – вектор нагрузки элемента $\{f^{(e)}\}$.

В качестве конечного элемента дискретизации предложено рассматривать тетраэдр с четырьмя узлами. Функции формы, соответствующие этому элементу, имеют вид

$$N_\beta = a_\beta + b_{\beta x} + c_{\beta y} + d_{\beta z}, \quad (20)$$

где константы вычисляются с использованием определителей или матричным умножением.

Для выбранной формы конечного элемента запишем необходимые матрицы

$$[N] = [N_i \ N_j \ N_k \ N_l], \quad (21)$$

$$[B] = \frac{1}{6V} \begin{bmatrix} b_i & b_j & b_k & b_l \\ c_i & c_j & c_k & c_l \\ d_i & d_j & d_k & d_l \end{bmatrix}. \quad (22)$$

Вычисление интегралов (16) и (17) дает следующие результаты:

$$\int_V [B]^T [D] [B] dV = \frac{\lambda_x}{36V} \begin{bmatrix} b_i b_i & b_i b_j & b_i b_k & b_i b_l \\ b_j b_j & b_j b_j & b_j b_k & b_j b_l \\ b_k b_k & b_j b_k & b_k b_k & b_k b_l \\ b_l b_l & b_j b_l & b_k b_l & b_l b_l \end{bmatrix} + \frac{\lambda_y}{36V} \begin{bmatrix} c_i c_i & c_i c_j & c_i c_k & c_i c_l \\ c_j c_j & c_j c_j & c_j c_k & c_j c_l \\ c_k c_k & c_j c_k & c_k c_k & c_k c_l \\ c_l c_l & c_j c_l & c_k c_l & c_l b_l \end{bmatrix} + \frac{\lambda_z}{36V} \begin{bmatrix} d_i d_i & d_i d_j & d_i d_k & d_i d_l \\ d_j d_j & d_j d_j & d_j d_k & d_j d_l \\ d_k d_k & d_j d_k & d_k d_k & d_k d_l \\ d_l d_l & d_j d_l & d_k d_l & d_l d_l \end{bmatrix}. \quad (23)$$

$$\int_{S_2} \alpha [N]^T [N] dS = \frac{\alpha S_{jkl}}{12} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}, \quad (24)$$

где S_{jkl} – площадь поверхности, содержащей узлы j, k, l и т.д.

$$\int_S q [N]^T dS = \frac{qS}{4} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}. \quad (25)$$

$$\int_S \alpha T_w [N]^T dS = \frac{\alpha T S_{jkl}}{3} \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}. \quad (26)$$

Для интеграла (24) существуют три другие формы записи, по одной на каждую из оставшихся сторон. В каждой из них значения коэффициентов на главной диагонали равны двум и значения ненулевых коэффициентов вне главной диагонали равны единице. Коэффициенты в строках и столбцах, соответствующих узлам, расположенным вне рассматриваемой поверхности тетраэдра, равны нулю. Для интеграла (26) тоже существует три другие формы записи. Нулевой коэффициент находится в строке, соответствующей узлу вне рассматриваемой поверхности.

Таким образом, выведены все необходимые зависимости и получены необходимые данные для определения значений распределения температуры $T(x,y,z)$, при котором функционал χ становится минимальным, что соответствует решению исходного уравнения теплопроводности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов : пер. с англ. / под ред. д-ра физ.-мат. наук Б. Е. Победри. – М. : Мир, 1979. – 392 с.
2. Тепловые расчеты в среде T-FLEX Анализ [Электронный ресурс] / П. Ануфриков, С. Козлов, А. Суших // САПР и графика. – 2010. – №11. – Режим доступа : <http://www.sapr.ru/Article>.
3. Титунин А.А. Математическая модель теплопроводности клееного бруса и ее применение при проектировании ограждающих конструкций деревянных зданий / А. А. Титунин, К. В. Зайцева. // Вестник КГТУ. – 2009. – №20. – С. 114–117.

APPLICATION OF FINITE ELEMENT METHOD IN WOOD MATERIAL HEAT CONDUCTION PROBLEMS

A.A. Titunin

Choice of finite element method for mathematical formulation of wood material heat conductivity problem is studied. Necessary dependencies are derived and calculation models for heat conductivity three-dimensional equation are presented.

Finite element method, heat conductivity, bond cant, wood structure.

Рекомендована кафедрой МТД КГТУ
Поступила 28.03.2011

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

УДК 621.9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗАТОЧКИ ДИСКОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ПИЛ ДЛЯ ФРИКЦИОННОЙ РЕЗКИ ТРУБ

А.А. Медянцеv, С.В. Михайлов

На базе теоретических и экспериментальных исследований разработаны новые конструкции высокоскоростных отрезных пил, позволяющие увеличить стойкость инструмента и стабильность резания. Результаты работы могут быть использованы на трубных заводах.

Дисковые пилы, геометрия зуба, технология заточки, фрикционная резка.

В настоящее время широкое распространение в трубном производстве получили отрезные фрикционные дисковые пилы. Основным достоинством пил является высокая производительность резания. Важнейшими показателями эффективности фрикционной резки труб являются стойкость пильного диска, а также качество торца трубы после реза. Несмотря на применение дорогостоящих импортных пил, изготовленных из высококачественных сплавов, стойкость пильных дисков, а вместе с тем и качество получаемого торца трубы являются неудовлетворительными. Предприятия несут существенные потери из-за большого расхода инструмента, увеличения брака и некондиции труб при неплановой смене пилы в аварийных ситуациях.

Процесс отрезки крупногабаритных стальных труб (длиной 6–15 м, диаметром 80–200 мм, толщиной стенки 2–15 мм) осуществляется на специальном летучем станке (ЛОС) маятникова типа при синхронном перемещении пильной каретки с зафиксированной в зоне резания трубой. В качестве режущего инструмента применяются дисковые пилы диаметром 700–800 мм, числом зубьев 350, толщиной полотна 6–8 мм, изготовленные из инструментальных сталей. Широкое распространение нашли пилы фирм «Blecher», «SwissCut», «ARNTZ». Пилы рассчитаны на эксплуатацию со скоростями 115–132 м/с, подачей на зуб в пределах от 0,0086–0,032 мм/зуб.

Характерная геометрия зубьев пил, предназначенных для высокоскоростной отрезки труб из конструкционных сталей с предельными значениями текучести и прочности 550 и 750 Н/мм², показана на рис. 1. Особенностью пил является специфическая форма

зуба, с большим отрицательным передним углом и периферийной фаской шириной 1–2 мм с нулевым задним углом.

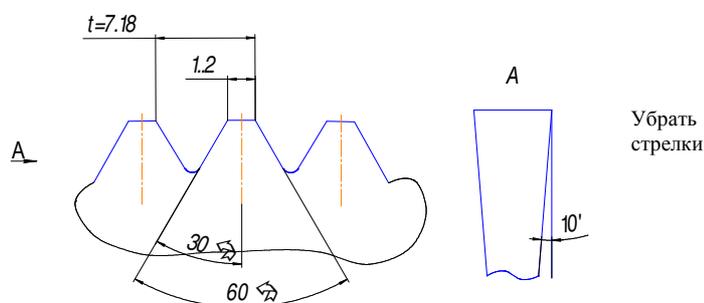


Рис. 1. Трапецидальная форма зуба быстроотрезной дисковой пилы

В процессе эксплуатации пил с трапецидальной формой зубьев наблюдается интенсивное налипание обрабатываемого материала на лезвия инструмента (рис. 2). Происходит адгезионное схватывание материала трубы с пилой и образование наростов. Чем выше пластичность обрабатываемых материалов и чем ближе они по химическому составу к материалу пилы, тем прочнее сцепление наростов с зубьями пилы. Высокотвердые бесформенные наросты начинают участвовать в резании металла, царапая срезаемый слой, подобно зернам абразивного круга. В результате при резании образуется стружка в виде мелких фрагментов с шириной и длиной 1–1,5 мм. В процессе распиловки стружка накаливается докрасна и разлетается, образуя искрящееся облако.

В стесненных условиях стружкообразования, характерных для операции отрезки, удаление наростов с задней поверхности зубьев пилы возможно только в момент врезания или выхода зуба из заготовки. Поэтому с уве-

личением толщины стенки трубы условия резания резко ухудшаются.

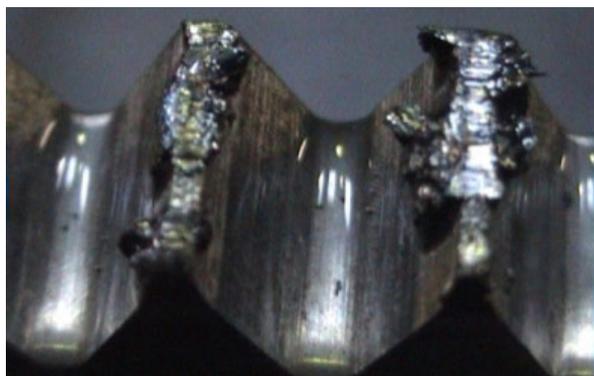


Рис. 2. Наросты на зубьях пилы

Исследования характера износа зубьев показали, что наиболее интенсивно изнашиваются вершины зубьев. В процессе обработки происходит округление вершин зубьев. Внешний вид и топография износа зубьев пилы показана на рис. 3.

В результате износа пилы увеличиваются силы резания и появляются заусенцы на торцах трубы. Критическая величина фаски износа зубьев пил равна 1,7–2 мм.

Анализ процесса стружкообразования показал, что одной из основных причин низкой стойкости пил является их неудовлетворительная геометрия. Согласно исследованиям

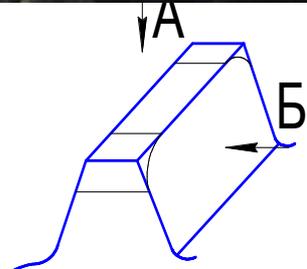
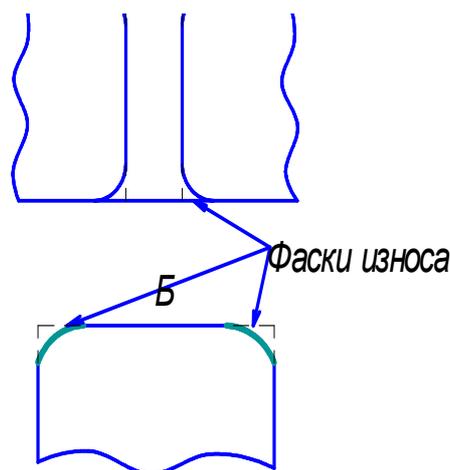


Рис. 3. Внешний вид и топография износа зубьев пилы

С целью уменьшения этих нежелательных явлений следует изменить геометрию зубьев пилы таким образом, чтобы в процессе

[1] кинематические углы мало отличаются от статических. Для всех типоразмеров обрабатываемых труб кинематический передний угол пилы увеличивается, а задний уменьшается. Причем задний угол становится отрицательным. При изменении подачи s_o в диапазоне 3,04–11,4 об⁻¹, диаметров пилы $D = 500 \dots 800$ мм, расстояний между трубой и осью поворота маятника пилы $l = 780 \dots 982$ мм кинематический задний угол изменялся от $-0,05^\circ$ до $-0,4^\circ$. Отрицательный задний угол растет по мере увеличения подачи s_o , уменьшения диаметров пилы D и расстояния l .

Если изменения переднего угла γ_k в пределах $0,5^\circ$ не оказывают практически никакого значения на механику резания, то переход задних углов в отрицательную область негативным образом скажется на процессе стружкообразования и работоспособности пилы. По сути, периферийная фаска, выполняющая роль задней поверхности пилы, превращается в отрицательную фаску на передней грани. Срезаемый слой материала полностью подминается под эту фаску. Происходит интенсивная деформация зажатого между зубом пилы и поверхностью резания слоя металла, резко увеличивается давление на рабочих поверхностях инструмента и температура резания. В результате увеличивается адгезионное схватывание частиц металла с отрицательной фаской и ухудшение процесса резания.



обработки максимально уменьшить участок контакта задней поверхности зуба пилы с обрабатываемой заготовкой. С учетом характера

изнашивания зубьев рекомендуется принимать значения $\alpha = 20^\circ \dots 30^\circ$. Заточку пилы необходимо производить элборовым кругом, обеспечивающим более высокую остроту режущей кромки (радиус округления режущей кромки для данных условий резания не должен превышать 15 мкм). На передней поверхности зуба целесообразно выполнять канавку под углом $\gamma = -10^\circ$, шириной, не превышающей половины высоты зуба. Такая форма зуба позволит уменьшить силы резания, сохранив жесткость основания зуба (рис. 4). Эти изменения конструкции существенно уменьшают вероятность возникновения усталостных трещин на полотне пилы.

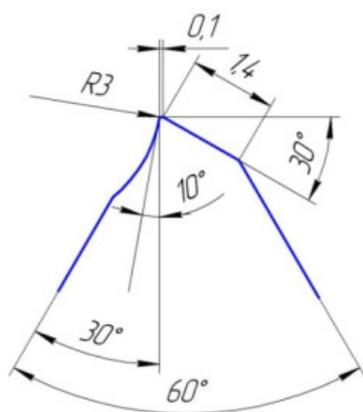


Рис. 4. Рекомендуемая форма зуба пилы

Предложенная схема заточки может быть реализована на трехкоординатном заточном

станке с ЧПУ. Сравнительные данные работоспособности пил с новой схемой заточки показаны на рис. 5. Условия испытаний: труба $\varnothing 146 \times 7$, материал трубы 22 ГЮ, материал пилы 9ХФ.

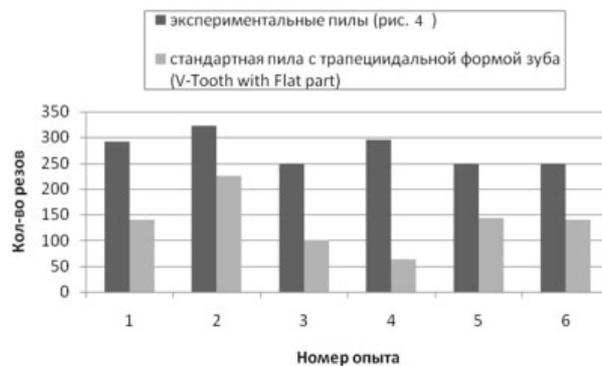


Рис. 5. Сравнительные испытания работоспособности предложенной конструкции пилы со стандартной

Испытания показывают, что стойкость пилы с новой заточкой увеличивается в среднем в 1,5–2 раза. Значительно повышается стабильность резания. Предложенная схема заточки благоприятно сказывается на динамике изнашивания зубьев пилы. Силовые характеристики резания увеличиваются постепенно по мере изнашивания пилы. Монотонные изменения контролируемых при резании характеристик позволяют с высокой точностью прогнозировать наступление критического износа пилы, не доводя до аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов С.В. Расчет кинематических углов дисковых пил при распиловке труб на летучем отрезном станке / С. В. Михайлов, А. А. Медянцев // Сб. научных трудов механического факультета КГТУ. – Кострома, 2010.
2. Михайлов С.В. Высокоскоростные дисковые пилы в условиях трубного производства / С. В. Михайлов, А. А. Медянцев, В. А. Садов // РИТМ. – М., 2009. – №10. – С. 17–19.

IMPROVEMENT OF GEOMETRY AND TECHNOLOGY OF SHARPENING CIRCULAR GEAR SAWS FOR PIPE FRICTIONAL CUTTING A.A. Medyantzev, S.V. Mikhailov

On basis of theoretical and experimental research new constructions of high speed cutting saws letting to increase of instrument resistance and cutting stability are developed. Research results can be used at pipe-enterprises.
Circular saws, tooth geometry sharpening technology, cutting friction/

Рекомендована кафедрой ТМ КГТУ
Поступила 9.02.2011

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 677

ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ШТАПЕЛЬНОЙ ДИАГРАММЫ ПРЯЖИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА СПЕКТРА НЕРОВНОТЫ

С.Г. Смирнова, М.С. Нехорошкина

Предлагается подсистема автоматизированного расчета показателей структурной неровноты продуктов прядения и параметров штапельной диаграммы пряжи.

Прядение, неровнота, спектральный анализ, автоматизированный расчет.

В настоящее время для определения характера неровноты продуктов прядения по линейной плотности широко используется метод спектрального анализа.

Он реализован с помощью ряда приборов, выпускаемых за рубежом, наиболее известным из которых является прибор фирмы «Uster Zelweger». Отечественным аналогом этого прибора является программно-аппаратный комплекс КЛА [1], модернизированный вариант этого прибора имеет марку КЛА-М [2].

Программная часть этого комплекса представляет собой систему, позволяющую строить спектр неровноты продуктов прядения; на основе анализа спектров и частот с частотами вращения рабочих органов машин выявлять причину ее появления; проводить автоматизированный подсчет пороков пряжи в виде толстых и тонких мест по заданному уровню отклонения линейной плотности от среднего значения. Кроме того, в состав программного комплекса входит подсистема сравнения спектров. Она позволяет подобрать значения параметров некоторой теоретически заданной штапельной диаграммы, по условию наиболее близкого совпадения теоретически рассчитанного (идеального) спектра, с полученным экспериментально. Эта подсистема имеет очень важное значение для анализа процессов льянного прядения, поскольку в ходе формирования льянной пряжи происходит не только вытягивание волокон, но и их дробление. В результате штапельная диаграмма ровницы и пряжи существенно отличаются. От параметров штапельной диаграммы существенно зависит качество пряжи. Проведение штапельного анализа путем разборки волокон по классам является весьма трудоемким. Поэтому подсистема сравнения спектров является

удобным средством оперативного контроля процесса прядения льна.

Однако подсистема сравнения спектров, которой оснащен комплекс КЛА-М, имеет ряд недостатков. Это, в первую очередь, определение числовых характеристик продукта, которое проводится в режиме *ручного* подбора значений этих параметров и предполагает сначала ввод приближенных числовых характеристик, а затем их изменение из условия наилучшей сходимости графиков рабочего и идеального спектров, определение которой проводится *визуально*. В результате такого анализа показатели структуры комплексов волокон в продуктах прядения определяются со значительной долей субъективности, на базе опыта и знаний оператора, что, в свою очередь, требует от него высокой квалификации и знания процесса, что не всегда возможно.

Другим недостатком является то, что подбор показателей структуры комплексов волокон и построение графиков сравнения эталонного (усредненного рабочего) и идеального спектра проводится в разных экранных формах и просмотр возможен только после сохранения значений заданных показателей во внешний файл, что приводит к неудобству для пользователя и увеличивает временные затраты на обработку.

В связи с этим ставится задача создания подсистемы, позволяющей в автоматизированном режиме определять показатели структуры комплексов волокон в продуктах прядения из условия наилучшей сходимости рабочего и идеального спектра.

Программа должна отвечать следующим требованиям:

- 1) работать с операционными системами семейства Windows;

- 2) иметь удобный и простой для неопытного пользователя интерфейс;
- 3) осуществлять автоматический подбор оптимальных параметров теоретической функции, при которых отклонения от реальной функции будут минимальными (по результатам оптимизации);
- 4) иметь возможность проведения ручной корректировки полученных в результате оптимизации значений с учетом характера неровноты продукта.

В рамках поставленной задачи в качестве математических моделей для построения спектров идеального продукта и определения показателей структуры комплексов волокон в продуктах прядения могут быть использованы следующие зависимости [3].

В случае если принять, что продукт образован из волокон одинаковой длины:

$$Ah(\lg \lambda) = K \frac{\sin \frac{\pi l}{\lambda}}{\sqrt{\frac{\pi l}{\lambda}}}, \quad (1)$$

где $Ah(\lg \lambda)$ – амплитуда колебаний, соответствующая длине волны λ ;

l – длина волокна;

K – постоянный для данной пряжи коэффициент.

$$K = \sqrt{\frac{N}{\pi N_e}}, \quad (2)$$

где N – номер пряжи;

N_e – средний номер волокна.

Если продукт образован из волокон разной длины, причем штапельная диаграмма представляет наклонную прямую линию (трапециевидный штапель), то

$$Ah(\lg \lambda) = \frac{K \lambda^2}{l_m - l_0} \left[\left(\frac{2\pi l_m}{\lambda} - \sin \frac{2\pi l_m}{\lambda} \right) - \left(\frac{2\pi l_0}{\lambda} - \sin \frac{2\pi l_0}{\lambda} \right) \right], \quad (3)$$

где l_m , l_0 – максимальная и минимальная длина волокон.

Параметрами оптимизации являются параметры штапельной диаграммы $\overline{N_e}$, l_m , l_0 , l . Целевая функция (показатель эффективности принимаемого решения) имеет следующий вид:

$$CKO = \sum_{i=1}^m (Y(i)^2 - Yt(i)^2), \quad (4)$$

где $Y(i)$ и $Yt(i)$ – экспериментальное и расчетное значение неровноты в i -й точке спектра.

На основе анализа существующих методов решения задач многомерной безусловной оптимизации (методы Хука – Дживса, градиентного спуска и т.д.) был выбран метод покоординатного спуска [4]. Он обеспечивает достаточную точность и легче реализуется.

Подсистема автоматизированного расчета показателей структурной неровноты продуктов прядения реализована посредством среды программирования Delphi по представленному на рис. 1 алгоритму.

Подсистема позволяет исследовать параметры структурной неровноты продуктов прядения (пряжи) в удобном для пользователя диалоговом режиме.

Запуск приложения осуществляется посредством загрузки исполняемого файла Project1.exe. При запуске открывается главная форма (рис. 2).

Предусмотрены два режима исследования:

- 1) продукт образован из волокон одинаковой длины;
- 2) продукт образован из волокон разной длины.

Активизация выбранного режима осуществляется нажатием на кнопку формы <Исследовать>. Входными значениями для анализа являются числовые характеристики спектров исследуемого продукта, полученные экспериментально на КЛА-2, массив данных которых загружается из внешнего текстового файла. После загрузки исходных значений строится спектр. При нажатия кнопки <оптимизация> строится график зеленого цвета. Красный график – ручная корректировка.

Предусмотрен режим сохранения результатов во внешний текстовый файл. Окно программы с результатами представлено на рис. 4.

Однако в ходе использования данной автоматизированной подсистемы применение классических (апробированных) математических методов к решению оптимизационных задач при оптимизации технологических процессов сталкивается с трудностями, которые делают данные методы малоэффективными [4]. Одной из них является экспериментальный способ построения целевой функции, а именно то, что значения целевой функции оцениваются приближенно, что ведет к неопределенно-

сти в оценке положения экстремума целевой функции. На график экспериментальной функции влияют не только характеристики волокна (длина волокна, его линейная плотность), но и ряд технологических параметров формирования исследуемого продукта (дефектные органы технологического оборудования), которые искажают реальные значения искомых параметров. В данном контексте целесообразно говорить не об оптимальном ре-

шении, а об эффективном, требующем учета опыта технолога. В связи с этим наиболее перспективным является использование диалогового режима оптимизации. В данном случае на первом этапе строится оптимизационный график, а на втором – вносятся коррективы в ход оптимизации. С этой целью в предлагаемой системе предусмотрен режим ручной корректировки графика оптимизации, окно которой представлено на рис. 5.

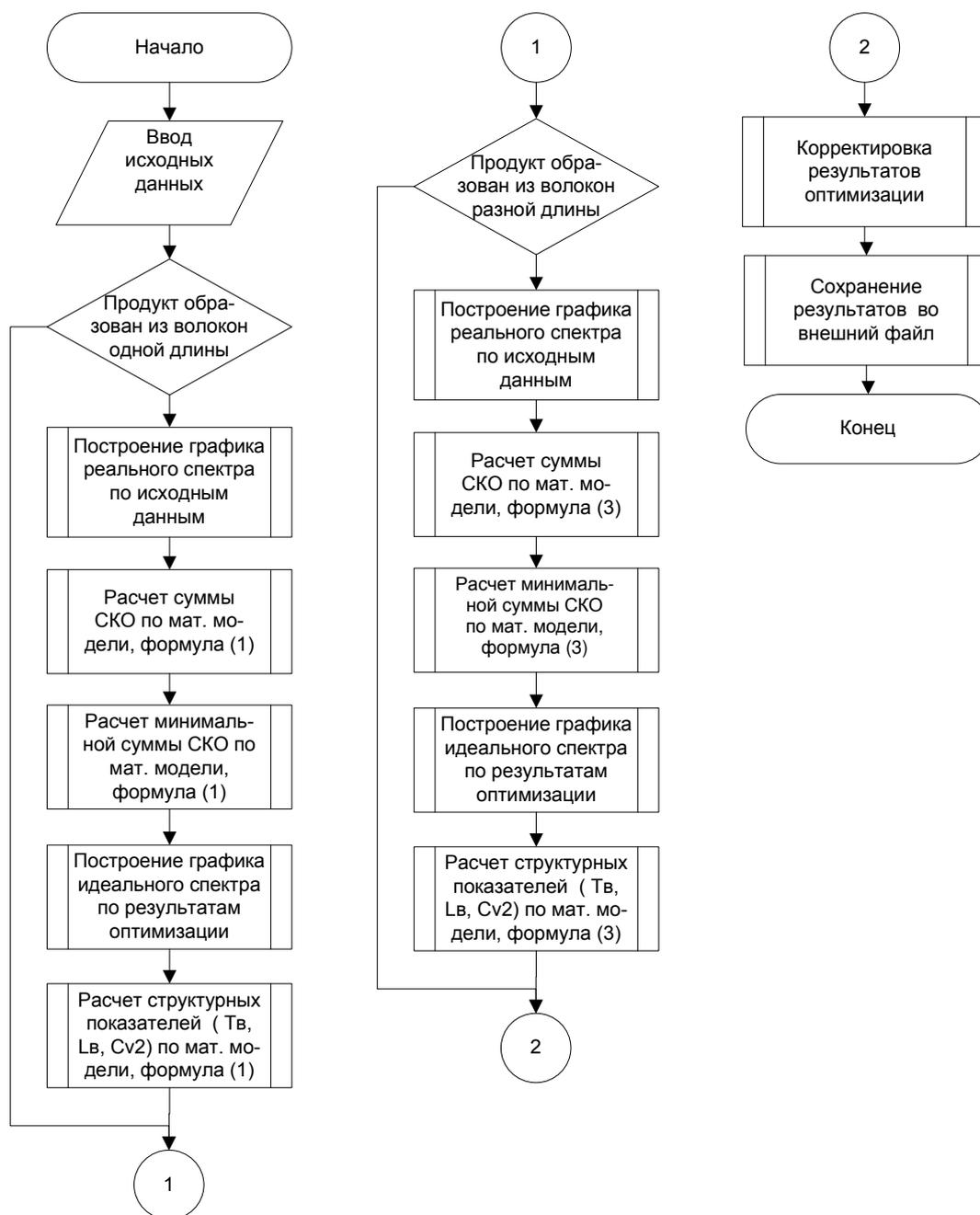


Рис. 1. Схема работы алгоритма автоматизированной подсистемы



Рис. 2. Окно главной формы приложения

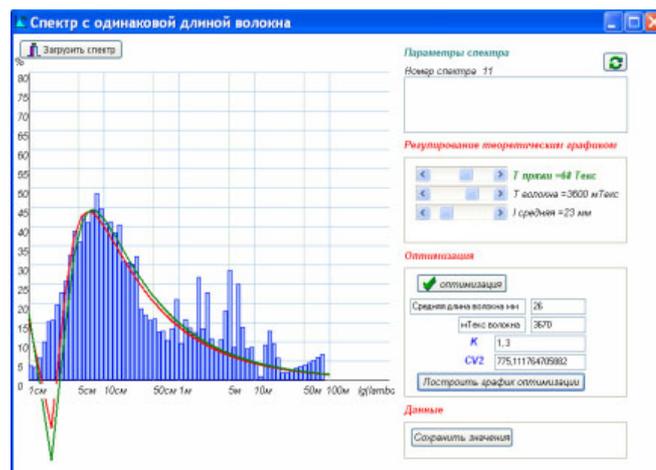


Рис. 3. Пример окна рабочей формы

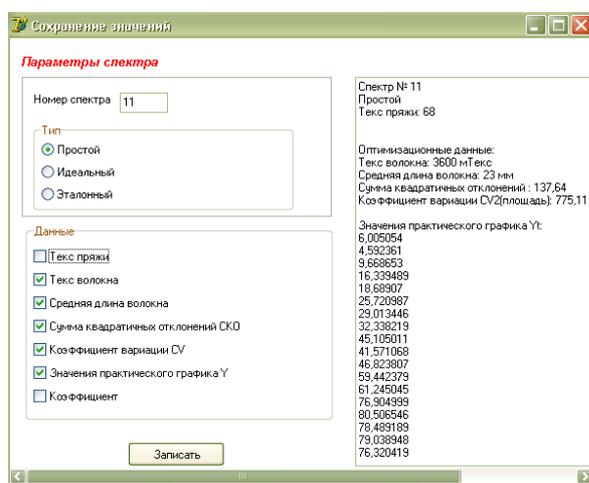


Рис. 4. Пример окна рабочей формы

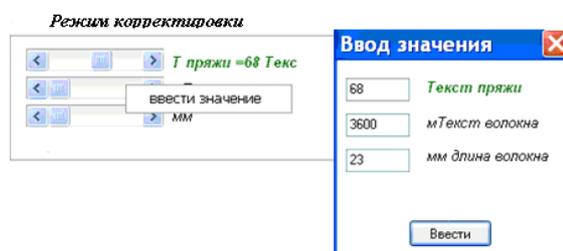


Рис. 5. Окно режима корректировки графика оптимизации

Предварительные эксперименты проводились на льняной суровой пряже 68 и 48 текс из ленты, выработанной на «БКЛМ-Актив», и показали хорошую сходимость с результатами, полученными на КЛА-2.

Для дальнейшего совершенствования подсистемы необходимо ввести дополнительный блок фильтрации данных спектра с целью ликвидации воздействия периодической неровноты, вызванной дефектами рабочих органов оборудования. Пики на спектрах, вызванные дефектами оборудования вносят погрешность в результаты обработки спектров и определения характеристик волокна. Для устранения этой погрешности в существующих системах КЛА-2 и КЛА-М предполагается усреднение спектров по нескольким повторностям. Однако если образцы наработаны на одной и

той же машине, то данная методика является малоэффективной.

Выводы

1. Предложенная подсистема позволяет в автоматическом режиме оценить структурные показатели неровноты продуктов прядения, а также позволяет на основе опыта технолога корректировать результаты оптимизации.
2. Автоматическая подсистема имеет удобный и простой интерфейс.
3. Данная подсистема нуждается в доработке и должна учитывать влияние на характер изменения спектра таких факторов, как дефектные органы технологического оборудования, являющихся причиной возникновения периодической неровноты продуктов прядения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков В.И. Определение показателей качества продуктов прядильного производства с помощью измерительной установки КЛА-2 : метод. указ. / В. И. Жуков, У. Ю. Григорович. – Кострома : Изд-во КГТУ, 1995. – 32 с.
2. Жуков В.И. Определение показателей качества продуктов прядильного производства с помощью установки КЛА-М : метод. указ. / В. И. Жуков, У. Ю. Титова. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2009. – 32 с.
3. Севостьянов А.Г. Методы исследования неровноты продуктов прядения : учебник / А. Г. Севостьянов. – М. : Ростехиздат, 1962. – 385 с.
4. Севостьянов А.Г. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник / А. Г. Севостьянов, П. А. Севостьянов. – М. : Легпромиздат, 1991. – 256 с.

SUBSYSTEM OF PARAMETER AUTOMATIC CALCULATION FOR STAPLE YARN DIAGRAM ON BASIS OF IRREGULARITY SPECTRUM ANALYSIS RESULTS**S.G. Smirnova, M.S. Nehoroshkina**

Subsystem of parameter automatic calculation of spinning product structure irregularity and staple yarn diagram parameters are suggested

Spinning, irregularity, spectrum analysis, automatic calculation.

Рекомендована кафедрой ИТ КГТУ
Поступила 10.03.2011

УДК 681.5

**АЛГОРИТМ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧЬЮ
МЕТОДОМ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ***М.А. Смирнов, Б.А. Староверов, В.В. Олоничев*

В статье представлены методика расчета цифрового модального регулятора и наблюдателя для управления электропечью и алгоритм для ее реализации. Программы на основе данного алгоритма могут быть установлены на современных контроллерах для адаптивных систем управления.

Идентификация, импульсная передаточная функция, модальный регулятор, наблюдатель, адаптивные системы.

Современные микропроцессорные контроллеры позволяют не только повысить качество и эффективность работы технологических установок, но и автоматизировать расчет параметров объекта управления и настройку самого регулятора.

Несмотря на все преимущества цифрового управления [1; 2; 3], разработчики промышленных приборов не хотят или не могут отказаться от положений классической теории управления и «штампуют» аналоговые регуляторы на микропроцессорной основе. На сегодняшний день системы управления производственными процессами в подавляющем большинстве случаев используют алгоритмы пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулирования или их модификации. При правильной настройке ПИД-регулятор обеспечивает приемлемое качество переходных процессов, поэтому вся конкурентная борьба разработчиков разворачивается около быстрой, а главное, точной идентификации

объекта управления. При этом наибольшей популярностью пользуются непараметрические методы (временные, частотные) и неявные параметрические (метод незатухающих, затухающих колебаний) ввиду понятности и простоты реализации.

Высокие требования к качеству технологического процесса при необходимости минимизации затрат и при неизбежном изменении параметров объекта требуют адаптивных алгоритмов управления и, соответственно, динамических методов идентификации. Одним из самых эффективных и универсальных решений в этом случае является реализация цифрового модального регулятора и наблюдателя с конечным временем установления [1].

Рассмотрим процедуру синтеза алгоритма управления в пространстве состояний на примере электрической печи.

На первом этапе должна быть проведена идентификация объекта [3; 4] с целью выяснения его порядка и коэффициентов полиномов

числителя и знаменателя импульсной передаточной функции вида

$$W(z) = \frac{b_1 z^{n-1} + \dots + b_{n-1} z + b_n}{z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n}, \quad (1)$$

где b_1, b_{n-1}, b_n – коэффициенты полинома числителя;

a_1, a_{n-1}, a_n – коэффициенты полинома знаменателя;

n – порядок объекта управления.

На втором этапе осуществляется синтез регулятора.

Для упрощения интерфейсной части необходимо также синтезировать наблюдатель состояния объекта. Регулятор состояния совместно с наблюдателем называют также динамическим регулятором. Технология расчета такого регулятора состоит в следующем.

1. Составляются матрицы состояния объекта управления (ОУ) в канонической форме управляемости (КФУ)

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & \dots & \dots & -a_1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\bar{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \bar{C} = [b_n \ b_{n-1} \ \dots \ b_2 \ b_1].$$

2. Составляются матрицы состояния в канонической форме наблюдаемости (КФН)

$$\tilde{A} = \bar{A}^T, \quad \tilde{B} = \bar{C}^T, \quad \tilde{C} = \bar{B}^T. \quad (3)$$

3. Осуществляется проверка на наблюдаемость и управляемость:

3.1) если

$$\text{rank}[\bar{B} \mid \bar{A}\bar{B} \mid \dots \mid \bar{A}^{n-1}\bar{B}] = \text{rank}(\bar{U}) = n$$

или $\text{rank}[\tilde{B} \mid \tilde{A}\tilde{B} \mid \dots \mid \tilde{A}^{n-1}\tilde{B}] = \text{rank}(\tilde{U}) = n,$

то система полностью управляема и можно продолжить синтез регулятора;

3.2) если

$$\text{rank}[\bar{C}^T \mid \bar{A}^T \bar{C}^T \mid \dots \mid \bar{A}^{T^{n-1}} \bar{C}^T] = \text{rank}(\bar{Q}) = n$$

или $\text{rank}[\tilde{C}^T \mid \tilde{A}^T \tilde{C}^T \mid \dots \mid \tilde{A}^{T^{n-1}} \tilde{C}^T] = \text{rank}(\tilde{Q}) = n,$

то система полностью наблюдаема и можно продолжить синтез наблюдателя.

4. Находится вектор коэффициентов для модального регулятора с конечным временем установления (РКВУ)

$$K = [-a_n \ -a_{n-1} \ \dots \ -a_1]. \quad (4)$$

Для наблюдателя с конечным временем установления (НКВУ) вектор настроек находится из условия

$$L = (K \cdot \bar{U} \cdot \tilde{U}^{-1})^T, \quad (5)$$

где \bar{U}, \tilde{U} – матрицы управляемости для КФУ и КФН соответственно.

Структурная схема рассмотренного цифрового динамического регулятора представлена на рис. 1.

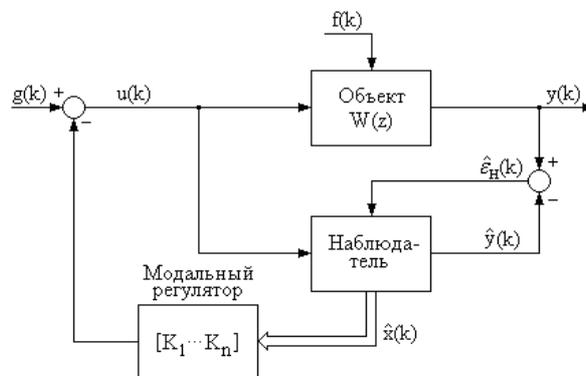


Рис. 1. Система управления с динамическим регулятором

Основной недостаток данной системы – наличие статической ошибки, поэтому при необходимости уменьшить эту ошибку повышают астатизм системы. Методика синтеза астатической системы заключается в следующем: пункты 1–3 выполняются аналогично, как и при синтезе статического регулятора, а на следующих этапах 5–9 необходимо учитывать включение в контур управления дополнительных интеграторов.

5. Составляются расширенные матрицы состояния

$$A_r = \begin{bmatrix} 1 & b_n & b_{n-1} & \dots & b_2 & b_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 & 1 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 1 \\ 0 & -a_n & -a_{n-1} & \dots & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix}, \quad B_r = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C_r = [1 \ b_n \ b_{n-1} \ \dots \ b_2 \ b_1]. \quad (6)$$

$$\dim(A_r) = (n+1) \times (n+1), \quad \dim(B_r) = (n+1) \times 1, \quad \dim(C_r) = 1 \times (n+1).$$

6. Матрицы A_r и B_r приводятся к КФУ

$$\bar{A}_r = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 & 1 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 1 \\ -(-a_n) & -(a_n - a_{n-1}) & -(a_{n-1} - a_{n-2}) & \dots & -(a_2 - a_1) & -(a_1 - 1) \end{bmatrix}, \quad \bar{B}_r = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

7. Составляются матрицы управляемости

$$U_r = [B_r \mid A_r B_r \mid \dots \mid A_r^n B_r], \quad (8)$$

$$\bar{U}_r = [\bar{B}_r \mid \bar{A}_r \bar{B}_r \mid \dots \mid \bar{A}_r^n \bar{B}_r].$$

8. Вектор коэффициентов РКВУ для КФУ находится из условия

$$\bar{K}_r = [-(-a_n) \quad -(a_n - a_{n-1}) \quad -(a_{n-1} - a_{n-2}) \quad \dots \quad -(a_2 - a_1) \quad -(a_1 - 1)]. \quad (9)$$

9. Для исходного базиса вектор настроек расширенного регулятора

$$K_r = \bar{K}_r \cdot \bar{U}_r \cdot U_r^{-1} = [K_{r1} \ K_{r2} \ \dots \ K_{rn+1}]. \quad (10)$$

Для астатического регулятора окончательно получаем

$$\begin{cases} K_1 = K_{r1} = K_I; \\ K_2 = K_{r2} - K_I \cdot b_n; \\ K_3 = K_{r3} - K_I \cdot b_{n-1}; \\ \dots \\ K_{n+1} = K_{rn+1} - K_I \cdot b_1 \end{cases} \quad (11)$$

где K_I – коэффициент при интегральной составляющей цифрового И-регулятора;

K_2, K_3, \dots, K_{n+1} – коэффициенты модального регулятора по переменным состояния $x_1(k), x_2(k), \dots, x_n(k)$.

10. Для НКВУ вектор настроек находится аналогично динамическому регулятору (см. п.4), при этом расширенная модель уже не используется.

Структурная схема рассмотренного цифрового астатического регулятора представлена на рис. 2.

Рассмотренные методики синтеза цифровых регуляторов состояния были реализованы на языке Си с помощью GNU Scientific Library (GSL) v1.3 – библиотеки вычислительных операций для научных расчетов.

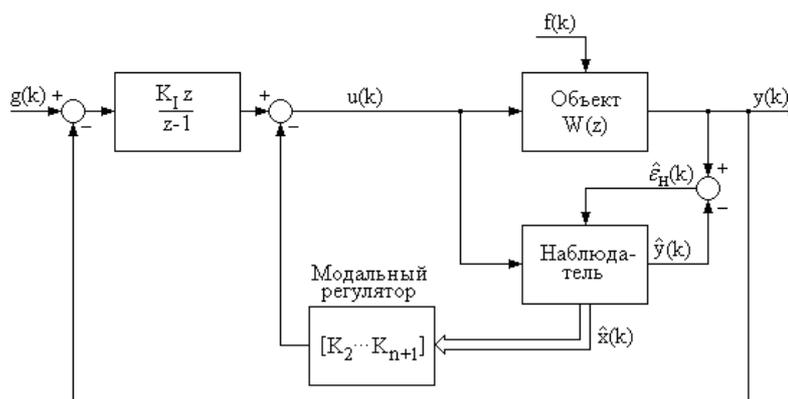


Рис. 2. Система управления с астатическим регулятором

Работа системы управления электрической печью с астатическим регулятором, рассчитанным по описанному выше алгоритму, представлена на рис. 3.

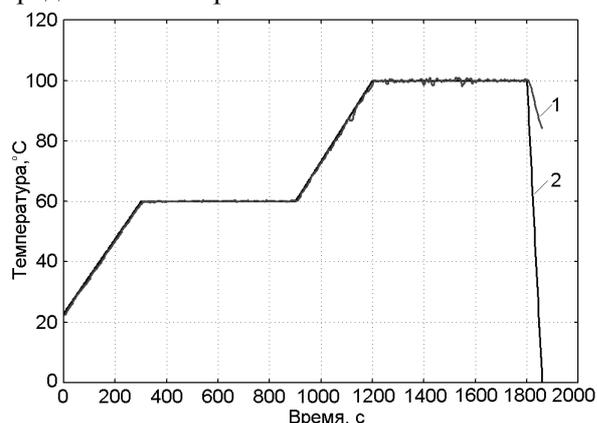


Рис. 3. Управление электропечью в реальном времени: 1 – текущая температура; 2 – заданная температура

Выводы

Микропроцессорная техника позволяет реализовывать на сегодняшний день сложные и эффективные алгоритмы управления, например управление методом пространства состояний. Поскольку микропроцессор является цифровым «инструментом», то целесообразно разрабатывать цифровые законы, а не копировать аналоговые. В практике цифрового автоматического управления большое внимание уделяется регуляторам и наблюдателям с конечным временем установления, т.к. на их основе можно синтезировать адаптивный регулятор.

Результаты проведенного эксперимента подтверждают эффективность цифрового управления и могут быть применены для построения адаптивной системы управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изерман Р. Цифровые системы управления : пер. с англ. / Р. Изерман. – М. : Мир, 1984. – 541 с.
2. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления : пер. с англ. / Б. Куо. – М. : Машиностроение, 1986. – 448 с.
3. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя : пер. с англ. / под ред. Я. З. Цыпкина. – М. : Наука, 1991. – 432 с.
4. Штейнберг Ш.Е. Идентификация в системах управления / Ш. Е. Штейнберг. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 80 с.

DIGITAL CONTROL ALGORITHM OF ELECTRICAL FURNACE BY STATE SPACE METHOD

M.A. Smirnov, B.A. Staroverov, V.V. Olonichev

In article digital modal controller and observer development for electric furnace control calculation methodology and algorithm for its realization are presented. Programs based upon given algorithm can be installed on modern controllers for adaptive control systems.

Identification, digital transfer function, modal controller, observer, adaptive systems.

Рекомендована кафедрой АМТ КГТУ
Поступила 16.02.2011

УДК 681.3

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ИЗДЕЛИЙ
СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ В T-FLEX CAD***Г.Л. Виноградова, Е. А. Зажарнова*

В статье исследуется возможность проведения инженерного анализа изделий сложной геометрической формы на примере корпуса яхты. Исследована возможность применения САПР T-FLEX CAD для анализа полигональных поверхностей. Рассмотрены основные этапы методики проведения инженерного анализа изделий такого класса.

Инженерный анализ, автоматизация, 3D-моделирование, полигональная поверхность.

При подготовке производства новой продукции во многих отраслях на стадии проектирования обязательным является проведение инженерного анализа. Это особенно актуально для изделий судостроения, т.к. корпус яхты испытывает большие нагрузки при эксплуатации, что связано с достаточной сложностью геометрии, громоздкостью изделия, а также высокими требованиями к безопасности эксплуатации. Повысить эффективность и точность расчетов, а также производительность труда и качество работы инженера, избежать значительного количества ошибок возможно путем автоматизации на основе применения современных методов инженерного анализа. Одним из таких методов является метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ, разработанный на основе матричных методов расчета механических конструкций, является сегодня одним из основных способов решения задач, описываемых уравнениями математической физики в частных производных (задачи теорий упругости и пластичности, теплопроводности, диффузии, распространения волн и т.д.). Идея МКЭ состоит в том, что любую непрерывную величину можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе областей. Кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в конечном числе точек рассматриваемой области. Аппроксимирующие функции могут быть как линейными (для конечных элементов первого порядка), так и нелинейными (для конечных элементов более высоких порядков). При расчете с помощью МКЭ тело разбивается на простые по форме части, называемые конечными элементами и имеющие ограниченное число степеней свободы. Конечные элементы соединены между собой в отдельных точках – узлах, куда прикладываются фиктивные силы, эквивалентные силам, эквивалентные поверхностным напряжениям, рас-

пределенным по границам элементов. Действующие на конструкцию внешние нагрузки приводятся к эквивалентным силам, прикладываемым в узлах конечных элементов [1].

В настоящее время на рынке программных продуктов предлагается большое количество специализированных программных комплексов, предназначенных для решения с помощью МКЭ самых разнообразных задач не только из области механики деформируемого твердого тела, но и из таких областей, как гидродинамика, акустика, электротехника и т.д. В развитии современных машиностроительных САПР заметна тенденция к встраиванию в САД-системы САЕ-модулей, основанных на МКЭ. На сегодняшний день подобные модули имеют все САПР высшего уровня (CATIA, Urographics, Pro/Engineer) и многие САД-системы среднего уровня (Autodesk Mechanical Desktop, Solid Works и др.). Подобная интеграция позволяет исследовать физические поля (напряжений, деформаций, температуры и т.д.) в проектируемых изделиях без потерь точности при экспортировании чертежей и 3D-моделей через промежуточные форматы.

Из отечественных САД-систем САЕ-модуль на сегодняшний день имеет только T-FLEX CAD 3D. В T-FLEX CAD 3D версий 9.0 и выше встроено бесплатное приложение «Экспресс-Анализ». Этот модуль является облегченной версией САЕ-пакета «T-FLEX Анализ», специально адаптированной для проведения упрощенных, но качественных прочностных расчетов. В распоряжении пользователя имеется необходимый набор типов нагрузок и закреплений. Основываясь на геометрии модели T-FLEX CAD, автоматический генератор экспресс-анализа создает качественную конечно-элементную сетку. После выполнения расчета в графическом виде выводятся результаты по деформациям, напряжениям, перемещениям, запасу, прочности [4].

Таким образом, модуль экспресс-анализа позволяет проектировщику быстро определить расположение концентраторов напряжений, степень деформации, оценить элементы конструкции с избыточным материалом. Это позволяет серьезно повысить эффективность и качество проектирования. Главной отличительной особенностью модуля является глубокая интеграция с комплексом геометрических редакторов. Модуль конечно-элементного анализа интегрирован непосредственно в систему 3D-моделирования T-FLEX CAD 3D. Пользователь T-FLEX CAD 3D создает в среде моделирования объемную модель. Непосредственно в интерфейсе T-FLEX CAD 3D присутствует специальное меню, используя команды которого, пользователь может осуществить конечно-элементное моделирование поведения изделия в различных постановках физических задач. Весь процесс осуществляется непосредственно в T-FLEX CAD 3D, в привычном для пользователя интерфейсе.

Преимущества такого интегрированного решения для пользователя очевидны:

- отсутствуют затраты времени на повторный ввод информации об изделии в систему конечно-элементного анализа (CAE) с помощью редактора CAE-системы;
- модель передается из T-FLEX CAD 3D в систему конечно-элементного анализа максимально точно, отсутствуют возможные погрешности экспорта-импорта моделей через универсальные обменные форматы или погрешности повторного ручного ввода;
- за счет прямой программной интеграции сохраняется ассоциативная связь расчетной математической модели и электронной объемной модели изделия, т.е. пользователь может, например, изменить размеры анализируемого изделия, обновить конечно-элементную модель и сразу же получить результаты расчета измененной модели. При этом ему не понадобится повторно осуществлять ввод геометрии, экспорт-импорт, задание граничных условий и т.п.

В модуле «Экспресс-Анализ» реализованы возможности статического конструкционного анализа, позволяющие осуществлять расчет напряженного состояния конструкций под действием приложенных к системе постоянных во времени сил. На сегодняшний день это наиболее востребованная в проектирова-

нии задача. С помощью модуля «Экспресс-Анализ» пользователь может оценить прочность разработанной им конструкции по допускаемым напряжениям, определить наиболее слабые места конструкции и внести необходимые изменения (оптимизировать) изделие. При этом между трехмерной моделью изделия и расчетной конечно-элементной моделью поддерживается ассоциативная связь. Параметрические изменения исходной твердотельной модели автоматически переносятся на сеточную конечно-элементную модель.

Алгоритм работы с модулем «Экспресс-Анализ» показан на рис. 1.

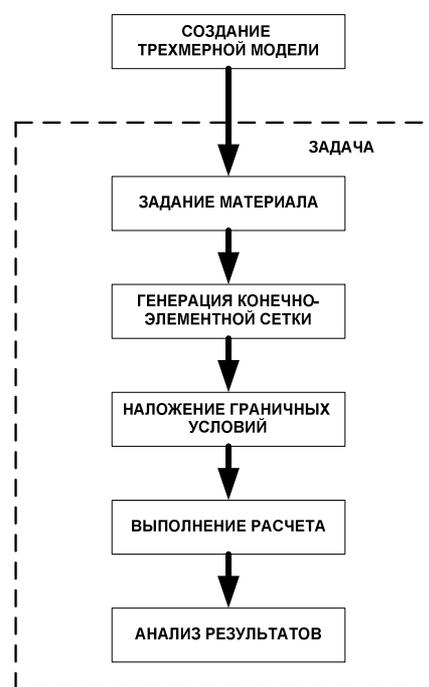


Рис. 1. Схема организации расчета по МКЭ в T-FLEX CAD

Модуль «Экспресс-Анализ» предназначен для решения прочностных задач в объемной трехмерной постановке. Геометрию анализируемой детали в этом случае удобнее всего описывать тетраэдральными конечными элементами, поэтому препроцессор «Экспресс-Анализ» ориентирован на автоматическое построение тетраэдральных конечно-элементных сеток. Тетраэдральная сетка позволяет достаточно точно аппроксимировать сколь угодно сложную произвольную геометрию изделия и поэтому часто используется для объемного МКЭ анализа. Таким образом, используя модуль конечно-элементных рас-

четов T-FLEX «Экспресс-Анализ», пользователь получает возможность осуществлять различные виды инженерных расчетов для конструкций со сложной геометрией. Оценивая результаты моделирования, инженер, например, может скорректировать модель таким образом, чтобы обеспечить снижение ее материалоемкости за счет обеспечения равнопрочности конструкции. Достигается это путем удаления материала модели из наименее нагруженных участков и добавления его в наиболее нагруженные с последующей оценкой результатов модифицирования модели в модуле «Экспресс-Анализ».

Для проведения задачи анализа корпуса яхты предварительно построена полигональная параметрическая 3D-модель, выполненная в соответствии с конструкторской документацией изделия в среде T-FLEX CAD (рис. 2). При разработке модели были созданы 24 дополнительных плоскости проектирования, в которых выполнялись точные чертежи сечений корпуса, которые затем соединялись при помощи операции «По сечениям».

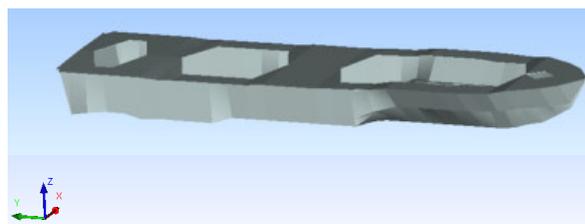


Рис. 2. Параметрическая 3D модель корпуса яхты в T-FLEX CAD

Генерация сеточной модели предусматривает создание конечно-элементной сетки, отражающей геометрию изделия и наложения граничных условий, определяющих физическую задачу, подлежащую решению. Сетка создается на основе 3D-операции, выбранной при создании текущей активной задачи. От качества построенной сетки конечных элементов зависит точность результатов проводимых расчетов. В модуле «Экспресс-анализ» пользователь имеет возможность задавать приблизительный размер конечных элементов (тетраэдров). При реализации операции с моделью корпуса яхты была получена сетка, состоящая из 7383 конечных элементов (рис. 3).

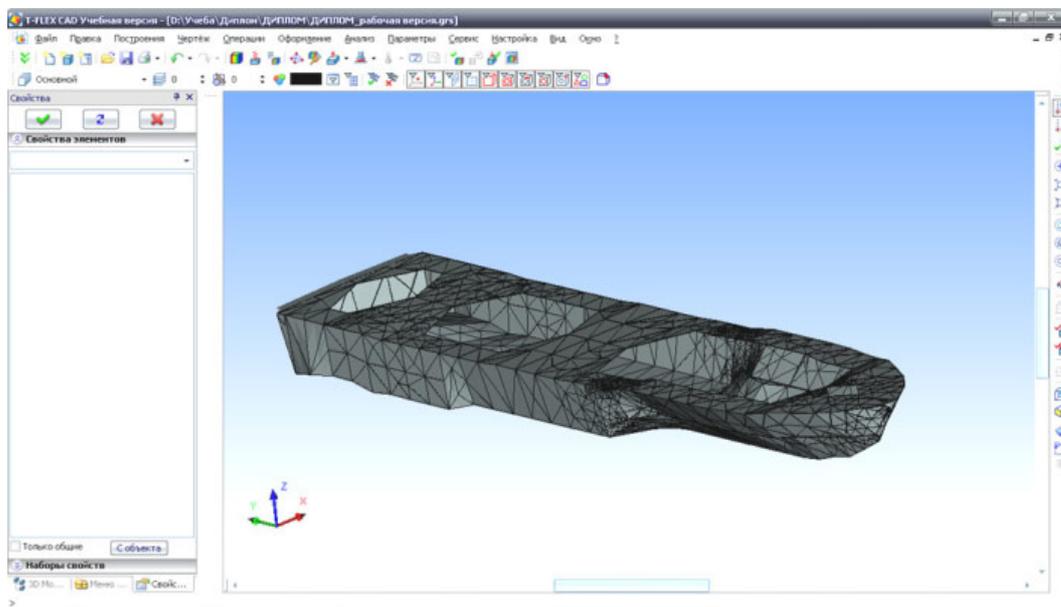


Рис. 3. Генерация сетки конечных элементов

В случае необходимости можно произвести настройки размеров конечных элементов, изменяя параметры сетки и изменяя размеры конечных элементов. Следующим шагом конечно-элементного анализа является задание граничных условий. Кроме построения конечно-элементной сетки, с помощью препроцессо-

ра задаются граничные условия, необходимые для решения физической задачи. Для получения корректного и достоверного решения пользователю необходимо хорошо представлять физическую сторону анализируемого явления, чтобы задать граничные условия, соответствующие реальным условиям эксплуатации

изделия. Результат решения задачи будет полностью определяться набором и параметрами граничных условий, определенными пользователем. В случае неверного истолкования пользователем смысла задаваемой механической или тепловой нагрузки или ограничения может быть получено решение, не отвечающее сути анализируемого физического явления. В T-FLEX процесс назначения граничных условий не доступен полной автоматизации, поэтому ответственность за корректность приложенных к системе нагружений и ограничений с точки зрения физики решаемой задачи лежит на пользователе. В T-FLEX «Экспресс-Анализ» для этого предусмотрены специальные команды, позволяющие в интерактивном режиме задать внешние воздействия, прикладывая их непосредственно к элементам твердотельной модели. Препроцессор автоматически переносит граничные условия на конечно-элементную модель для выполнения расчета. В статическом прочностном анализе роль граничных условий выполняют *закрепления* и приложенные к системе *внешние нагрузки*.

В решаемой задаче с известной степенью допущения было принято, что на корпус яхты давят с определенной силой шпангоуты, обеспечивающие жесткость. Результат создания нагружения – сила с заданной величиной давления и направление показаны на рис. 4.

На следующем этапе моделирования и анализа осуществляется генерация расчетных систем уравнений и их решение. Результатами работы конечно-элементного процессора являются значения искомых целевых функций, таких как, например, перемещения и напряжения при статическом анализе.

Постпроцессор позволяет пользователю после завершения расчетов осуществить всестороннее изучение полученных результатов. Постпроцессор T-FLEX «Экспресс-Анализ» обладает набором удобных пользовательских функций, таких как анимация, отображение деформированного состояния и др. Результаты расчета отражаются в дереве задач, что обеспечивает удобный и быстрый доступ к ним. Визуализация результатов осуществляется непосредственно в интерфейсе T-FLEX CAD. Одновременно могут быть открыты несколько результатов одной или разных задач. В полнофункциональной версии «Экспресс-Анализ» выводятся численные значения эквивалентных напряжений и деформаций, модуля перемещений и коэффициента запаса прочности.

Следующая нагрузка, испытываемая корпусом яхты при эксплуатации, – давление от воды. При проведении анализа указываются грани корпуса, к которым прикладывается давление, задаются величины давления и направление (рис. 5).

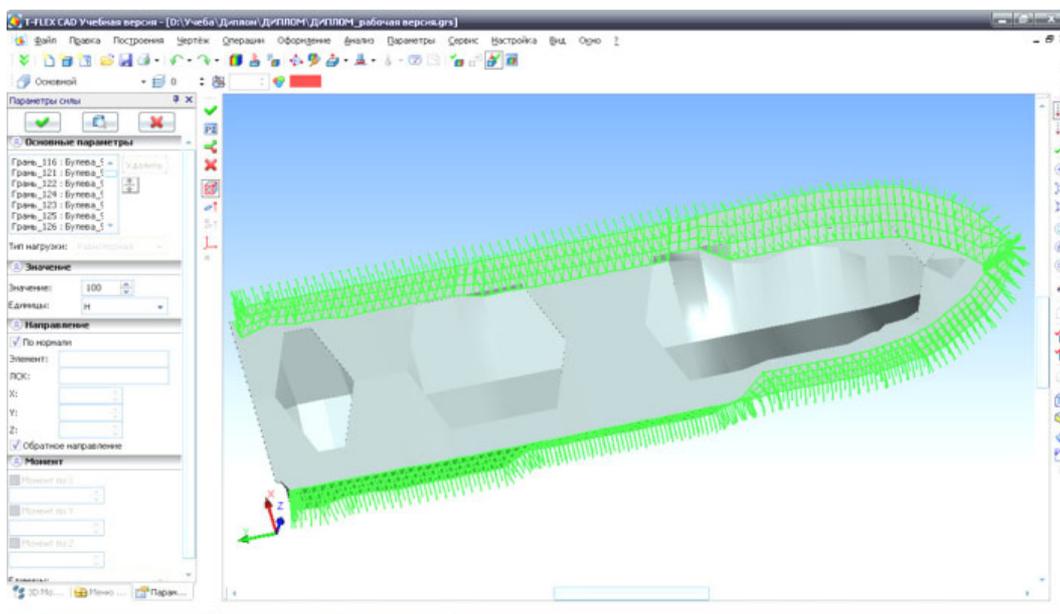


Рис. 4. Окно с созданием нагружения – сила

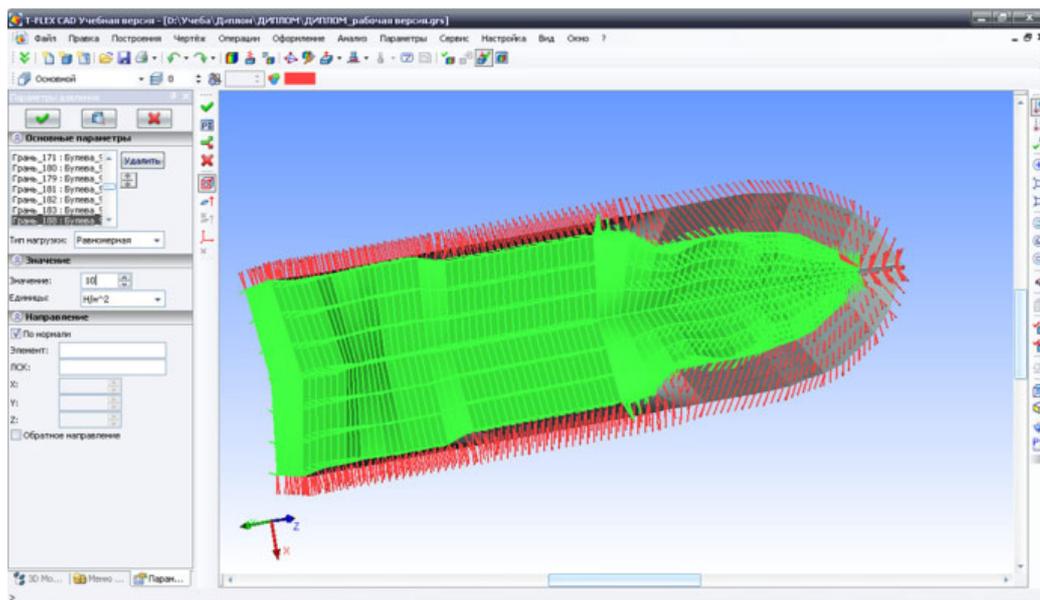


Рис. 5. Окно с созданием нагрузки – давление

В результате действий, проведенных на предыдущем этапе, были подготовлены необходимые исходные данные для проведения конечно-элементного анализа. В результате проведения расчетов в данном окне генерируется диагностическая информация о результатах анализа. Модель в окне «Результаты расчета» может быть показана в деформированном состоянии, при этом пунктирными линиями отображаются исходные контуры модели. Результаты решения, как правило, представлены в виде цветных эпюр распределения в модели рассматриваемой при анализе переменной. Каждому цвету соответствует определенное численное значение. При решении задачи анализа корпуса яхты получены эпюры перемещений и коэффициента запаса прочности по эквивалентным напряжениям (рис. 6, 7).

В полнофункциональной версии «Экспресс-Анализ» выводятся численные значения перемещений и напряжений, позволяющие при изменении определенных параметров добиться требуемой прочности и жесткости корпуса яхты.

Таким образом, используя модуль конечно-элементных расчетов T-FLEX «Экспресс-Анализ», пользователь получает возможность осуществлять различные виды инженерных расчетов для изделий сложной геометрической формы. По результатам моделирования инженер принимает решения о необходимости и возможности корректировки модели для обеспечения прочности конструкции.

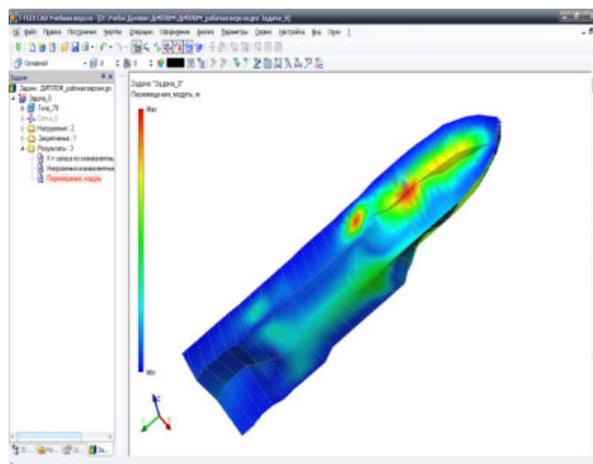


Рис. 6. Эпюр модуля перемещения

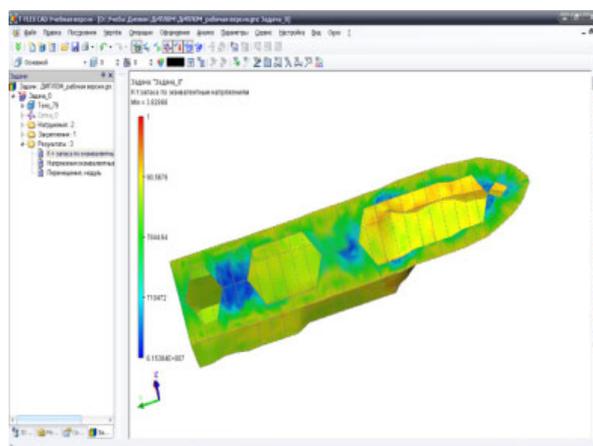


Рис. 7. Эпюр коэффициента запаса прочности по эквивалентным напряжениям

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алямовский А.А. Инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский. – М. : Проектирование, 2004. – 432 с.
2. Бронников А.В. Проектирование судов / А. В. Бронников. – СПб. : Судостроение, 1991. – 320 с.
3. Маслов Ю.В. Твёрдотельное моделирование / Ю. В. Маслов. – Пенза : Информационно-издательский центр, 2008. – 208 с.
4. Российский программный комплекс T-FLEX CAD / CAM / CAE / CAPP / PDM [Электронный ресурс] // Сайт компании-разработчика «Топ Системы». – Режим доступа : www.tflex.ru.

**AUTOMATION OF ENGINEERING ANALYSIS OF PRODUCTS
OF COMPLEX GEOMETRICAL FORM IN T-FLEX-CAD****G.L. Vinogradova, E.A. Zazharnova**

In article possibility of carrying out of engineering analysis of complex geometrical form products as yacht case example is investigated. Possibility of CAD T-FLEX-CAD application for POLYGONAL SURFACE analysis is investigated. Main stages of such class product engineering analysis carrying technique are considered.
Engineering analysis, automation, 3-D modeling, polygonal surface.

Рекомендована кафедрой ИТ КГТУ
Поступила 21.02.2011

УДК 911.9:681.518

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ
В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА***А.Б. Гнатюк, Д.В. Момот, В.В. Русов*

Оценены перспективы применения клеточных автоматов в геоинформационных системах. Доказано, что применение данной методики позволяет при пространственном анализе учитывать меняющиеся свойства территории.
Геоинформационные системы, пространственный анализ, растровый формат, клеточные автоматы.

В настоящее время геоинформационные системы (ГИС) – это многомиллиардная индустрия, в которую вовлечены миллионы людей во всем мире. Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности – будь то анализ глобальных проблем или решение частных задач. Автоматизация процесса оценки территории с производственной, социальной и экономической точек зрения имеет важное значение при оперативном принятии управленческих решений.

ГИС может работать с двумя существенно отличающимися типами данных – векторными и растровыми. В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат X,Y (в современных ГИС часто добавляется третья пространственная и четвертая, например, временная координата). Местоположение точки (точечного объекта) описывается парой координат (X,Y). Линейные объекты, такие как дороги, реки или трубопроводы, сохраняются как наборы координат X,Y. Полигональные объекты, типа земельных участков или

областей обслуживания, хранятся в виде замкнутого набора координат. Векторная модель особенно удобна для описания дискретных объектов. Когда же речь заходит о пространственном моделировании и анализе свойств территории то, несомненно, именно растровые модели выходят на первое место.

Современные ГИС имеют достаточно разнообразный арсенал аналитических модулей, реализующих аналитические функции применительно к картографической информации. Тем не менее, для проведения комплексного многофакторного анализа свойств территориально-распределенных объектов требуются специальные автоматизированные методы моделирования и анализа, использующие растровый (ячеистый) формат. Поэтому актуальным является определение перспектив разработки на основе растровых моделей аналитического модуля, расширяющего моделирующие возможности широко используемых в настоящее время типов ГИС. К такому типу ГИС относится программный продукт фирмы ESRI – это ArcGIS [1].

ГИС ArcGIS на данный момент является одним из самых востребованных геоинформационных продуктов. Данный программный продукт дает возможность потребителю не только использовать уже готовые возможности пространственного анализа, но и разрабатывать собственные методы, модели и программы, реализующие разнообразные алгоритмы работы с пространственными объектами.

При моделировании пространственного влияния или пространственного распространения следует учитывать не только свойство самого объекта, но, очевидно, и свойства или контекст территории, на которую оказывает физическое или виртуальное влияние данный объект [2]. Например, при моделировании области распространения пожара такие объекты, как болота, водоемы, пустыри или лесистая местность, будут по-разному реагировать на источник пожара. Какие-то части территории будут нести в себе функцию определенной прозрачности для источника влияния, а некоторые будут иметь характеристику стопроцентного препятствия. Проблема сложности учета многообразия распределенных свойств территории и их влияния на модель пространственного влияния и пространственное распространение требует применения принципиально новых подходов к геомоделированию. В качестве одного из возможных решений данной проблемы может оказаться применение математической модели клеточного автомата, понятие которой было введено в конце 1940-х гг. Джоном фон Нейманом [3].

Клеточные автоматы являются стилизованными синтетическими мирами, определенными простыми правилами, подобными правилам настольной игры. Пространство представлено равномерной сеткой, каждая ячейка которой, или клетка, содержит несколько битов данных; время идет вперед дискретными шагами, а законы распространения влияния выражаются единственным набором правил, например, в виде небольшой справочной таблицы, по которой любая клетка на каждом шаге вычисляет свое новое состояние по состояниям ее близких соседей. В общем случае клеточные автоматы обладают следующими свойствами:

1) изменения значений всех клеток происходят одновременно после вычисления нового состояния каждой клетки решетки;

2) решетка однородна – невозможно различить какие-либо две области решетки по ландшафту;

3) взаимодействия локальны. Лишь клетки окрестности (как правило, соседние) способны повлиять на данную клетку;

4) множество состояний клетки конечно.

Растровая модель карты в ArcGIS – это набор данных, состоящий из ячеек. Каждая ячейка, или пиксел, – это квадрат, представляющий определенную часть территории. Размер ячейки определяется спецификой задачи пространственного анализа, он должен быть достаточно мал, чтобы отобразить все детали, необходимые для анализа данных.

Применяя математическую модель клеточного автомата к растровому набору данных, каждой ячейке данного набора присваивается определенный набор параметров, влияющий на ее дальнейшее поведение при построении модели. Любая ячейка может быть как источником влияния при моделировании пространственных распространений, так и объектом, препятствующим этому влиянию. На подготовленный набор данных накладывается функция пространственного распространения, и строится его математическая модель.

В динамике, при построении модели пространственного распространения методом клеточных автоматов, на состояние каждой ячейки в данный момент времени влияет лишь состояние окружающих ее ячеек. Благодаря этому появляется возможность получить достаточно гибкую и универсальную модель пространственного анализа, которая может применяться в различных сферах деятельности.

Для практической реализации модели пространственного влияния территориально распределенных объектов с применением клеточных автоматов наиболее удобно использовать объектно-ориентированный подход.

Объектно-ориентированный подход при разработке программного алгоритма работы клеточного автомата следующий. На растровую модель – карту, приведенную к относительным координатам земного шара (с помощью существующих методов ГИС ArcView), накладывается сетка определенного масштаба. Масштаб может изменяться пользователем произвольно, в зависимости от тех или иных факторов, таких как масштаб самой растровой карты, необходимая точность в детализации модели пространственного влияния и т.п. На

работу клеточного автомата масштаб не влияет. Сетка имеет мнимые границы, или, другими словами, для правильной работы математической модели автомата физическая толщина границ между клетками равна нулю.

Каждая ячейка сетки – это клетка. Программно клетка реализуется как отдельный класс, с набором полей, определяющих физические характеристики клетки как части реального географического объекта на местности, и набором методов, определяющих поведение данной клетки в зависимости от состояния ее ближайших соседей.

Таким образом, в качестве начальных данных для построения конечной модели пространственного влияния служит двумерный массив, каждый элемент которого – это клетка с заданными начальными параметрами. Объекты на плоскости, будь то источник пространственного влияния, или же препятствие, могут иметь произвольную форму, на работу клеточного автомата это не повлияет никаким образом.

Для реализации алгоритма моделирования в программе описаны следующие данные:

- слой объектов влияния;
- слой объектов препятствий;
- размеры области расчета (n, m);
- шаг координатной сетки.

Объекты влияния имеют следующие параметры:

- местоположение;
- начальную величину;
- функцию влияния;
- точность расчета (ϵ).

Препятствия в качестве параметров имеют только местоположение.

Расчет производится по следующему алгоритму.

1. Создается массив $n \times m$ элементов **A**.
2. В массив **A** помещаются препятствия.
3. Создается копия массива **A** – массив **B**.
4. Выбирается очередной объект влияния.
5. В массив **B** помещается выбранный объект влияния.
6. Производится расчет массива **B**.
7. Массив **B** копируется во временный массив **C** по заданному закону.
8. Если есть еще объекты влияния, то переход к пункту 3.
9. Результаты копируются в массив **A**.
10. Удаляются массивы **B, C**.

В результате была разработана тестовая программа. Программа разработана для операционной системы MS Windows, т.к. она является наиболее распространенной среди пользователей, языком программирования был выбран C++, среда разработки MS Visual C++ как наиболее близкая к данной операционной системе.

Текущая версия программы обладает следующими возможностями:

- задание размеров исследуемой области, размер задается в элементарных участках;
- задание размера элементарного участка (размера ячейки);
- расчет областей влияния точечных объектов;
- расстановка, удаление и перемещение объектов влияния в пределах исследуемой области;
- изменение свойств каждого объекта: начальная величина; радиус действия объекта; модель влияния; момент прекращения расчета (ϵ);
- расстановка и удаление точечных и линейных препятствий;
- отображение результатов расчета на экране (вид сверху);
- изменение масштаба изображения;
- сохранение исходных данных в файл;
- сохранение результатов расчета в файл (для последующего построения трехмерной поверхности в MathCAD);
- одновременная работа с несколькими моделями.

В тестовой программе реализованы 4 модели влияния: линейная, квадратичная, параболическая и нормальный закон влияния. В программе определен тип данных, описывающий эти функции:

```
typedef double DominantFunction(double S0, double R, double x);
```

S_0 – максимальное значение влияния объекта;

R – радиус влияния;

x – расстояние от объекта влияния до текущей точки.

Добавление новой модели влияния для точечного объекта не вызывает никаких сложностей, необходимо только описать соответствующую функцию и перекомпилировать программу.

Выводы

Проведенный анализ показал, что при пространственном моделировании необходимо учитывать переменные свойства территории, по которой происходит распространение влияния объектов. Наиболее технологично это можно осуществлять путем использования

клеточных автоматов, т.к. возможно единообразно представлять как объекты влияния, так и свойства самой территории. Практические результаты подтвердили перспективность дальнейшего развития этой методики пространственного моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ESRI. Перевод официальной документации к программному продукту ArcGIS 9. – М. : DATA+, 2009.
2. Гнатюк А.Б. Геоинформационные системы в управлении территориально распределенными объектами / А.Б. Гнатюк, Б.А. Староверов. – Кострома : КГТУ, 2007.
3. Тоффоли Т. Машины клеточных автоматов / Т. Тоффоли, Н. Марголус. – М. : Мир, 1991.

**PROSPECTS OF CELLULAR AUTOMATIC MACHINES APPLICATION
IN GEOINFORMATION SYSTEMS FOR SPACING ANALYSIS****A.B. Gnatyuk, D.V. Momot, V.V. Rusov**

In this work prospects of cellular automatic machines application in geomodeling have been appreciated. It has been proved that application of this method for spacing analysis allows correcting changing territory properties.

Geoinformational systems, spacing analysis, raster format, cellular automatic machines.

Рекомендована кафедрой АМТ КГТУ
Поступила 18.02.2011

ПРОМЭКОЛОГИЯ

УДК 622.2

РАЗВИТИЕ ОЦЕНКИ РАБОЧИХ МЕСТ ПО ТРАВМООПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.П. Винс, В.М. Репин, Г.К. Букалов

В статье дается анализ оценок рабочих мест по травмоопасности на примере предприятий Костромской области. Привлечен значительный статистический материал по результатам оценки рабочих мест по травмоопасности.

Травмоопасность, рабчее место, Костромская область.

В настоящее время политика государства в сфере охраны труда не обходит вниманием тему производственного травматизма. За последнее десятилетие сделан значительный шаг по совершенствованию законодательной базы, обеспечивающей организацию работы по охране труда и предупреждению травм на производстве. Так, с целью повышения безопасности и улучшения условий труда Правительством РФ 26 августа 1995 года издано постановление № 843 [1]. На основании данного постановления все министерства, ведомства, предприятия и работодатели обязаны разработать конкретные мероприятия по снижению травматизма и предупреждению профессиональных заболеваний.

Уделяется внимание обязательным предварительным и периодическим медицинским осмотрам. Министерством здравоохранения РФ издан ряд приказов, направленных на реализацию этой задачи.

Расследование и учет несчастных случаев на производстве регламентирует Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях [2], а также ст. 227–231 Трудового кодекса РФ [3].

Характеристики производственного травматизма являются объективными показателями организации производственного процесса и состояния условий труда. Производственный травматизм в значительной мере влияет на производительность труда и рентабельность производства [4].

Причины производственного травматизма классифицируют следующим образом:

1) технические, возникающие вследствие конструкторских недостатков, неисправностей машин, механизмов, несовершенства

технологического процесса, недостаточной механизации и автоматизации тяжелых и вредных работ;

2) санитарно-гигиенические, связанные с нарушением требований санитарных норм (например, по влажности, температуре), отсутствием санитарно-бытовых помещений и устройств, недостатками в организации рабочего места и др.;

3) организационные, связанные с нарушением правил эксплуатации транспорта и оборудования, плохой организацией погрузочно-разгрузочных работ, нарушением режима труда и отдыха (сверхурочные работы, простои и т.п.), нарушением правил техники безопасности, несвоевременным инструктажем, отсутствием предупредительных надписей и др.

4) психофизиологические, связанные с нарушением работниками трудовой дисциплины, опьянением на рабочем месте, умышленным самотравмированием, переутомлением, плохим здоровьем и др.

Определить степень травмоопасности рабочего места и разработать необходимые мероприятия по ее снижению можно на основании аттестации рабочих мест.

Оценка травмобезопасности рабочих мест проводится на соответствие их требованиям безопасности труда, исключающим травмирование работников в условиях, установленных нормативными правовыми актами по охране труда [6].

Основными объектами оценки травмобезопасности рабочих мест являются: производственное оборудование; приспособления и инструменты; обеспеченность средствами обучения и инструктажа. Указанные объекты оцениваются на соответствие требованиям нормативных правовых актов, содержащих

государственные нормативные требования охраны труда.

В данный момент оценка условий труда по фактору травмобезопасности проводится по трем уровням (классам):

1 – оптимальный (на рабочем месте не выявлено ни одного нарушения требований охраны труда, отобранных для оценки травмобезопасности в соответствии с разделом IV Порядка [6]; не производятся работы, связанные с ремонтом производственного оборудования, зданий и сооружений, работы повышенной опасности и другие работы, требующие специального обучения по охране труда);

2 – допустимый (на рабочем месте не выявлено ни одного нарушения требований охраны труда, отобранных для оценки травмобезопасности в соответствии с разделом IV Порядка [6]; производятся работы, связанные с ремонтом производственного оборудования, зданий и сооружений, работы повышенной опасности и другие работы, требующие специального обучения по охране труда; эксплуатация производственного оборудования с превышенным сроком службы (выработанным ресурсом), если это не запрещено специальными требованиями безопасности на это оборудование; выявлены повреждения и (или) неисправности средств защиты, не снижающие их защитных функций);

3 – опасный (на рабочем месте выявлено одно и более нарушение требований охраны труда, отобранных для оценки травмобезопасности в соответствии с разделом IV Порядка [6]).

Несмотря на то что данная классификация является на сегодня общепринятой, она не может быть названа исчерпывающей. Разрабатываются критерии, позволяющие наиболее полно оценить состояние рабочих мест с точки зрения травмоопасности, учитывая при этом не только соответствие/несоответствие нормативным документам, но и тяжесть возможных последствий от травматизма. Такая классификация представлена, например, в работе О.И. Зиминой (НИИОТ, г. Иваново) [5]. В ней предлагается ранжировать рабочие места по следующим категориям.

Оптимальные. Класс 1. Выполнены все требования безопасности, проведены дополнительные, сверхнормативные мероприятия. Отсутствуют в объеме работ ремонтные работы и работы повышенной опасности.

Допустимые. Класс 2. Выполнены все требования безопасности, имеются в объеме работ ремонтные работы и работы повышенной опасности, незначительные отклонения в состоянии средств защиты (повреждена сигнальная окраска, отсутствуют отдельные болты крепления, не влияющие на выполнение средствами защиты своих функций). Выработан ресурс или срок службы оборудования или приспособлений.

Малая опасность. Класс 3.1. Имеются невыполненные требования, входящие в комплекс требований безопасности для данного рабочего места. Вероятные последствия их невыполнения: получение микротравм и травм с переводом работника на легкий труд (ссадины и порезы пальцев рук о заусенцы, острые углы и кромки ограждений и деталей машин, элементов зданий на рабочем месте, при работе по разделке рыбы, резке стекла, погрузке и разгрузке колющих или режущих предметов, укальвания при шитье, термические и химические ожоги кожи первой степени и т.п.).

Средняя опасность. Класс 3.2. Имеются невыполненные требования, входящие в комплекс требований безопасности для данного рабочего места. Вероятные последствия их невыполнения: получение травм с тяжестью до 60 дней нетрудоспособности (ранения с повреждением мягких тканей, открытые переломы пальцев, закрытые переломы более крупных конечностей, ожоги кожи местные второй степени и т.п., кроме указанных в классе 3.3).

Высокая опасность. Класс 3.3. Имеются невыполненные требования, входящие в комплекс требований безопасности для данного рабочего места. Вероятные последствия их невыполнения: получение тяжелых травм с тяжестью свыше 60 дней нетрудоспособности (проникающие ранения черепа; перелом черепа и лицевых костей; ушиб головного мозга тяжелой и средне-тяжелой степени тяжести; вывихи позвонков; ранение живота, проникающее в полость брюшины и кишечника; повреждения крупного кровеносного сосуда, термические (химические) ожоги 3-й степени с площадью поражения более 20 % поверхности; ожоги 2-й степени с площадью поражения более 30% поверхности; ожоги дыхательных путей, ожоги 3–4-й степеней с площадью повреждения, превышающей 15%. К тяжелым несчастным случаям на производстве также относятся: длительные расстройства здоровья с

временной утратой трудоспособности 60 дней и выше (обратный вылет заготовок в деревообрабатывающих станках, захват рук вращающимися элементами передач, выплески горячей жидкости в медицинских стерилизаторах, падение предметов с определенной силой удара и т. п.).

Очень высокая опасность. Класс 3.4. Имеются невыполненные требования, входящие в комплекс требований безопасности для данного рабочего места. Вероятные последствия их невыполнения: получение травм с инвалидным исходом, стойкая утрата трудоспособности (инвалидность); потеря профессиональной трудоспособности 20% и свыше и т.д. (травматическая ампутация конечностей, ожоги глаз с потерей зрения, проникающие ранения черепа; перелом черепа с повреждением важнейших центров головного мозга и т.д.).

Экстремальные условия. Класс 4. Имеются невыполненные требования, входящие в комплекс требований безопасности для данного рабочего места. Вероятные последствия их не-

выполнения: получение травм со смертельным исходом (множественные переломы частей тела, конечностей человека при наезде транспортных средств, падении человека и предметов на человека с определенной высоты, выплески горячей жидкости в больших количествах на варочных котлах, падения в люки теплотрасс, удары электрического тока, падения элементов оборудования, обрушения строительных конструкций и материалов, вылет в рабочие зоны острых осколков обрабатываемых материалов на прессах, бойков на молотах).

Представленная классификация кажется нам наиболее полной и удобной для оценки рабочих мест для целей аттестации.

Рассмотрим, как обстоит дело с производственным травматизмом в Костромской области.

На основании имеющихся данных [7, 8] можно с уверенностью говорить о том, что число несчастных случаев на производстве со смертельным исходом снижается. Динамику этого процесса отражает график на рис. 1.

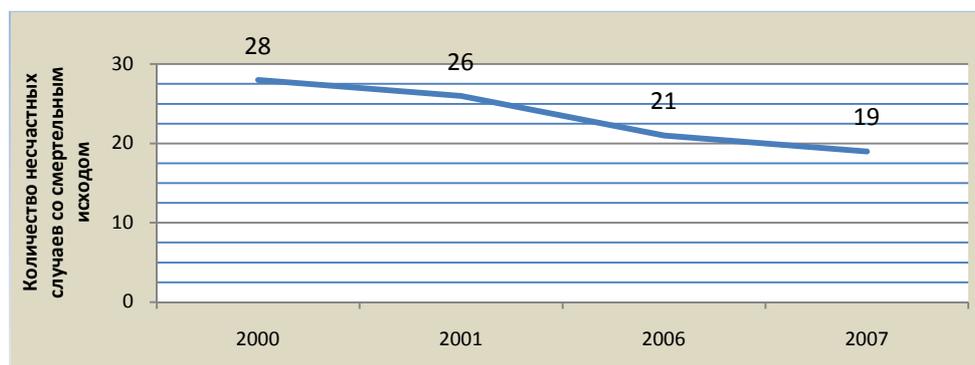


Рис. 1. График снижения количества несчастных случаев со смертельным исходом на предприятиях Костромской области в 2000–2007 гг.

Видно, что несмотря на заметное снижение число производственных травм, приведших к гибели работника, остается значительным. Наибольший вклад в этот показатель вносит г. Кострома.

Для более объективной оценки травмоопасности производственный травматизм количественно характеризуется следующими показателями: коэффициент частоты (Кч) – количество несчастных случаев на 1000 работающих и коэффициент тяжести (Кт) – количество дней нетрудоспособности на 1 пострадавшего [2].

Можно отметить, что в некоторых городах и районах области ситуация складывается более негативно, чем в областном центре.

Для сравнения, по данным РОССТАТ [8], в среднем по стране за 2007 год Кч составил 3,5, средний показатель по Костромской области равен 4,36.

Другим интересным показателем в плане анализа производственного травматизма является распределение количества несчастных случаев по отраслям экономики (рис. 2).

Как видно из этой диаграммы, наиболее травмоопасными являются рабочие места на сельскохозяйственных предприятиях, а также места работников, связанных с охотой и лесным хозяйством.

Среди наиболее распространенных причин производственного травматизма в нашей

области Костромастат [8] выделяет следующие (расположенные в порядке убывания):

- 1) воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей;
- 2) падение, обрушения, обвалы предметов, материалов, земли и т.п.;
- 3) падение пострадавшего с высоты;
- 4) дорожно-транспортное происшествие;
- 5) повреждения в результате контакта с животными, насекомыми;
- 6) – // – пресмыкающимися;
- 7) воздействие экстремальных температур;
- 8) воздействие вредных веществ;
- 9) поражение электрическим током;
- 10) физические перегрузки;
- 11) убийство.

Из них все, кроме пп.8 и 10, привели в 2007 году к несчастному случаю со смертельным исходом.

Как видно из рис. 2, классификация О.И. Зимина [5] более соответствует классификации причин несчастных случаев Костромастат [8].

Ситуация с производственным травматизмом в стране вообще и в Костромской области в частности продолжает оставаться напряженной. Учитывая количество затраченных материальных средств на выплату страховых и больничных пособий пострадавшим, на восстановление поврежденного оборудования и, просто, из соображений гуманности, работодателю выгоднее уделять больше внимания предотвращению несчастных случаев, чем мерам по ликвидации их последствий. Так, по материалам аттестации испытательной лаборатории ООО «СКК» за 2008 – начало 2009 года 77 рабочих мест в области признано травмоопасными, а это потенциальный риск возникновения новых несчастных случаев на производстве.



Рис. 2. Диаграмма распределения количества несчастных случаев в различных отраслях экономики в Костромской области за 2007 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О мерах по улучшению условий труда. Постановление № 843 Правительства РФ 26.08.1995 г.
2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях: утв. Постановлением Мин. труда и соцразвития РФ от 24.10.2002 г. № 73.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г., № 197-ФЗ с изм. и доп. от 24, 25 июля 2002 г. // Российская газета. – 2001. – 30 дек.
4. О состоянии производственного травматизма в организациях отрасли связи за 1999 г. : указание № 32-у Мин. РФ по связи и информатизации от 26.04.2000 г.
5. Вопросы совершенствования оценки травмобезопасности рабочих мест при их аттестации по условиям труда / О. И. Зимин ; НИИОТ. – Иваново
6. Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда: приказ Минздравсоцразвития РФ от 31.08.2007 г. № 569.
7. Сведения о несчастных случаях на производстве со смертельным исходом по субъектам Российской Федерации за январь–июнь 2001 г. и за тот же период 2000 г. // Справочник специалиста по охране труда. – 2001.

8. О травматизме на производстве в Костромской области за 2007 год / Федеральная служба гос. статистики (РОССТАТ) территориального органа Федеральной службы гос. статистики по Костромской области (КОСТРОМАСТАТ). – Кострома. 2008.

DEVELOPMENT OF WORK PLACE ESTIMATIONS ACCORDING TO TRAUMA RISKS AT THE KOSTROMA REGION ENTERPRISES

Yu.P. Vins, V.M. Repin, G.K. Bukalov

In article analysis of work place estimation according to trauma risks at the Kostroma region enterprises is given. Considerable statistic data as result of work place estimation according to trauma risks are suggested.

Work place estimations, Kostroma region enterprises.

Рекомендована кафедрой ПЭИБ КГТУ
Поступила 24.02.2011

УДК 614.72

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

И.М. Шапкина

В статье определяется размер эколого-экономического ущерба, который наносится окружающей среде при производстве древесного угля.

Выбросы, древесный уголь, эколого-экономический ущерб.

Современный подход к развитию социально-экономических систем включает в себя не только экономическую оценку эффективности предлагаемых решений, но и учет экологических и социальных результатов. В этом случае обеспечивается устойчивое развитие систем различного уровня, реализуются принципы социальной ответственности.

Под эколого-экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, понимаются выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые народному хозяйству загрязнением окружающей среды, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков [1]. Под загрязнением атмосферы понимается изменение ее состава при поступлении примесей естественного или антропогенного происхождения (газов или аэрозолей). К последним относятся диспергированные твердые частицы размером 0,5 мкм и менее, выбрасываемые в атмосферу и находящиеся в ней длительное время во взвешенном состоянии.

Производство древесного угля сопровождается выбросами в атмосферу различных газов и аэрозолей – продуктов сгорания древесины, используемой в качестве топлива.

В России впервые были разработаны и внедрены в 1949 г. в практику природоохран-

ной деятельности нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) веществ в воздухе населенных пунктов, исходя из гигиенических требований. В настоящее время нормативы ПДК закреплены в ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [2]. Предельно допустимая концентрация – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает вредного воздействия, включая определенные последствия, ни на него, ни на окружающую среду в целом. При этом максимальная разовая величина ПДК не должна допускать неприятных рефлекторных реакций человеческого организма (насморк, ощущение запаха и др.), а среднесуточная – токсичного, канцерогенного, мутагенного воздействия [3].

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления утверждены согласно Постановлению Правительства РФ от 01.07.2005 г. № 410 [4]. Норматив платы зависит от вида загрязняющего

вещества, его концентрации (в пределах ПДК или выше ПДК). Эколого-экономический ущерб (руб./год) атмосфере от стационарных источников определяется на основе нормативов платы, массы выбросов, географического расположения загрязняемой территории. Расчеты проводятся по формуле:

$$Y = \sigma \sum (m_i \gamma_i), \quad (1)$$

где σ – показатель относительной опасности загрязнения воздуха над различными территориями (1,9 для Центрального района, применяется с дополнительным коэффициентом 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов);

m_i – масса выброса загрязняющего вещества, т/год;

γ_i – норматив платы за выброс 1 т i -го вещества, руб. [4];

i – номер загрязняющего вещества [1, 4].

При производстве древесного угля в атмосферу выбрасываются следующие вещества: углекислый газ, кислород, диоксиды серы и азота, угарный газ, водород, вода и сажа. Площадь зоны активного загрязнения (круга с центром в точке расположения источника радиусом, в 50 раз превышающем высоту источника) составляет 8,5 га. Расчет платы за выбросы производится на основе данных, приведенных в таблице. Масса выбросов рассчитана для участка углежжения, состоящего из трех печей МУЛ-2С [5].

Таблица

Исходные данные для расчета платы за выбросы в атмосферу при производстве древесного угля

Вещество	Показатель опасности A_i , т/т	Доля в общем объеме дымовых газов, %	Норматив платы за выброс 1 т вещества, руб.	Масса выбросов от 1 участка в год, т
CO ₂	1	5-10	0,6	3989,25
O ₂	-	10-15	-	4587,638
SO ₂	16,5	до 0,04	21	15,957
CO	1	до 0,1	0,6	39,8925
NO ₂	41,1	0,01-0,15	52	63,828
H ₂ и H ₂ O	-	78	-	31116,15
Сажа	41,5	0,2	80	79,785
Итого	-	100	-	39892,5
В том числе вредных	-	10,5	-	4188,71

В результате расчета по формуле (1) установлено, что при размещении пиролизного производства мощностью 5 тыс. м³ в год (по сырью) за пределами городской черты экологический ущерб, выраженный платой за выбросы в атмосферу, составит 23,66 тыс. руб. При производстве в пределах города его величина составит 28,4 тыс. руб.

Таким образом, с точки зрения экологии, наиболее оптимальна организация производства при концентрации основных технологических процессов непосредственно в местах заготовки древесины. В этом случае сумма

эколого-экономического ущерба составит 23,66 тыс. руб./год. Она равна только размеру платы за выбросы в атмосферу в пределах ПДК, т.к. дополнительных затрат, связанных с компенсацией возможных убытков от загрязнения окружающей среды, предприятие не несет. При переносе лишь одного участка производства древесного угля в зону эксплуатационных лесов экономия средств на экологические выплаты составляет 4,74 тыс. руб./год. Окончательное решение по варианту размещения производства принимается после анализа экономической и социальной составляющей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко С.В. Определение экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы : методические указания для решения задач / С.В. Бойко. – Кострома : Изд-во КГТУ, 1998. – 21 с.
2. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России : учебное и справочное пособие. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 672 с.

3. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 12.1.005–76 ; введ. 1989-01-01 // КонсультантПлюс : база данных. – [fs:сервер КГТУ].
4. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» : в ред. Постановления Правительства от 01.07.2005 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : база данных. – [fs:сервер КГТУ].
5. Проектирование и изготовление нестандартного теплоэнергетического оборудования: мини-электростанций, печей, сушилок [Электронный ресурс]. – Магнитогорск, [2006–2010]. – Режим доступа : <http://www.drier.ru>.

**DEFINITION OF ECOLOGICAL- ECONOMIC DAMAGE
AT CHARCOAL, MANAFACTURE ORGANIZATION
I.M. Shapkina**

In article volume of ecological-economic damage that is being damaged to environment by charcoal manufacture organization is defined.

Effluents, charcoal, ecological-economic damage.

Рекомендована кафедрой ПЭиБ КГТУ
Полступила 22.02.2011

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

УДК 378.1.004.12

ОЦЕНКА РАБОТОДАТЕЛЕЙ – КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УСЛУГИ

М.В. Киселева

В статье представлены данные исследований отдела мониторинга и менеджмента качества образования КГТУ об удовлетворенности качеством образования студентов университета, потребностях обучающихся и работодателей, рассмотрены основные элементы, составляющие качество образовательной услуги. Одним из основных критериев качества образования в вузе в современных условиях является оценка подготовки выпускников со стороны работодателей, а важнейшей задачей кафедр, факультетов и университета в целом – усиление взаимодействия с рынком труда и другими социальными партнерами.

Качество образования, показатели качества образовательной услуги, удовлетворенность потребителей.

Основной целью работы факультетов, кафедр и всех служб университета является подготовка высококвалифицированных выпускников посредством реализации образовательного процесса. Основным критерием образовательного процесса является его качество.

Главными показателями качества, без сомнения, являются количественно измеряемые показатели, применяемые при государственной аккредитации университета, и лицензионные нормативы, являющиеся приоритетными для государства. Но также много показателей качества образовательной услуги, которые должны отслеживать сами вузы в процессе самоисследований, самооценок, самоаттестаций, посредством системного мониторинга качества образования и социологической диагностики.

Вуз может осуществлять мониторинг большого количества различных показателей, но качественной будет являться только та образовательная услуга, которая сочетает в себе триаду, характеризующую качество результатов, процессов и системы:

- **качество результатов** – знания, навыки, компетенций студентов, их уровень культуры и нравственности, гражданская позиция;

- высокое **качество образовательного процесса** (определяется содержанием дисциплин, обеспеченностью учебных курсов всеми ресурсами: кадровыми, методическими, материально-техническими, финансовыми);

- **качественное функционирование всей системы вуза**, менеджмента на всех уровнях управления: на уровне ректора и проректоров, на уровне факультетов, кафедр, отдельных подразделений и служб вуза.

ГОСТ Р ИСО 9000–2008 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» приводит следующее определение понятия «качество»: *качество – это степень соответствия присущих объекту характеристик установленным требованиям, под которыми понимается потребность или ожидание, установленное, предполагаемое или являющееся обязательным* [1]. Несмотря на то что данное определение имеет общий характер и универсально для различных сфер деятельности (под объектом здесь может пониматься продукция, товар, деятельность, процесс, результат деятельности или их комбинация, под требованиями – стандарты, технические условия, регламенты, положения и т. д.), оно также применимо к образовательным услугам. В этом случае объект – образовательная деятельность, обязательные требования – это ФГОС, установленные или предполагаемые потребности или ожидания – потребности студентов, работодателей и других групп потребителей, выявляемые в ходе социологических опросов и анкетирований. Другая формулировка понятия «качества» более конкретно говорит о потребностях личности: *качество высшего образования – это сбалансированное соответствие образования и подготовки специалиста (бакалавра, магистра) как процесса и результата многообразным потребностям личности, общества и государства.*

Именно эти потребности и ожидания потребителей университет выявляет и анализирует уже на протяжении нескольких лет в ходе социологических опросов, участие в которых принимали первокурсники, студенты 2, 3, 4 курсов и, конечно же, пятикурсники-выпускники КГТУ.

Количество студентов 5 курса КГТУ, участвовавших в соцопросах:

- 2004 год – **516** человек;
- 2005 год – **531** -//-
- 2006 год – **567** -//-
- 2007 год – **713** -//-
- 2008 год – **699** -//-
- 2009 год – **758** -//-
- 2010 год – **787** -//-
- 2011 год – **794** -//-

Всего за 8 лет в опросах участвовало только пятикурсников – **5 365** чел.

Результаты этих опросов регулярно сообщаются на методических советах, в различных раздаточных материалах. Объектом систематического мониторинга в КГТУ является удовлетворенность студентов качеством обра-

зования, полученного в нашем вузе. Ниже (рис. 1) представлены данные по удовлетворенности пятикурсников качеством образования в нашем вузе за последние 4 года (с 2008 по 2011 гг.)

Помимо общей удовлетворенности качеством образования, в процессе анкетирования выпускников мы выясняем их удовлетворенность содержанием занятий, качеством практической подготовки, качеством питания, медицинского обслуживания и другими аспектами, из которых складывается общее качество образовательных услуг.

И очевидно, что удовлетворенность качеством практической подготовки ниже, чем содержанием обучения и образованием в целом (рис. 2, 3).

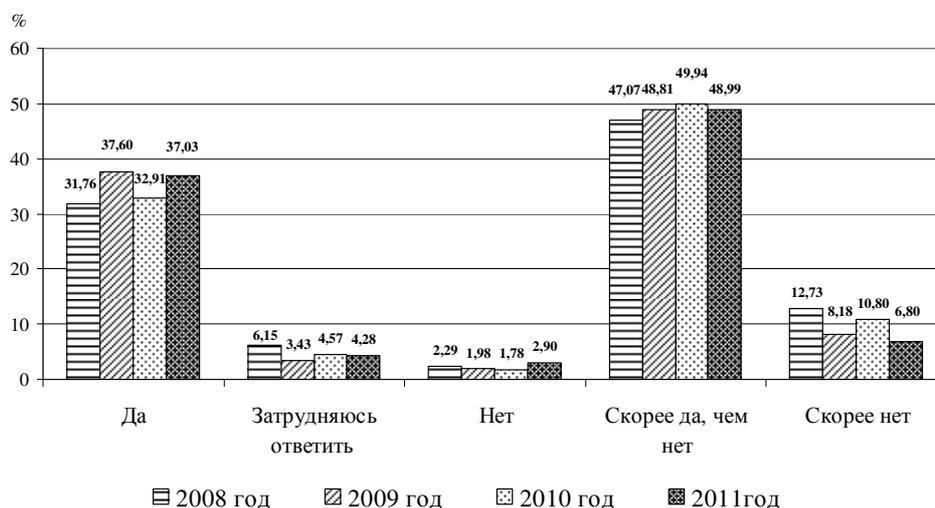


Рис. 1. Динамика удовлетворенности качеством образования пятикурсников КГТУ. Общая выборка

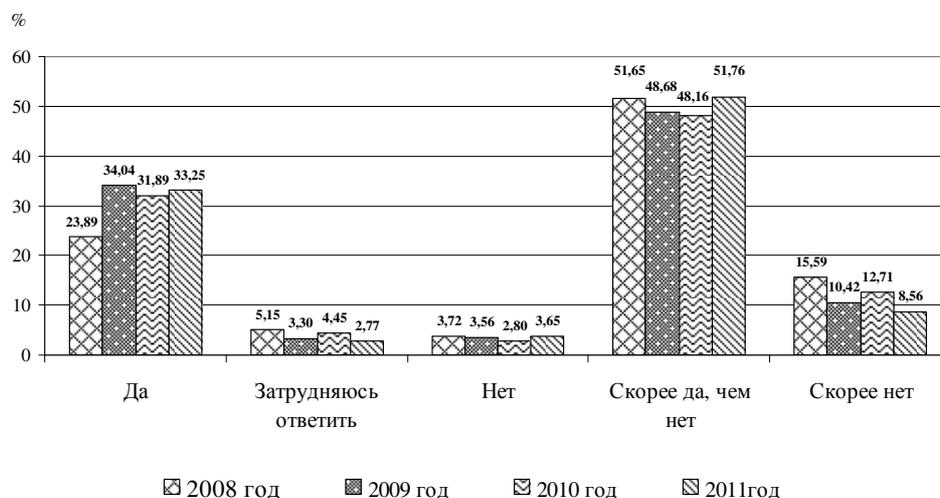


Рис. 2. Удовлетворенность качеством содержания подготовки

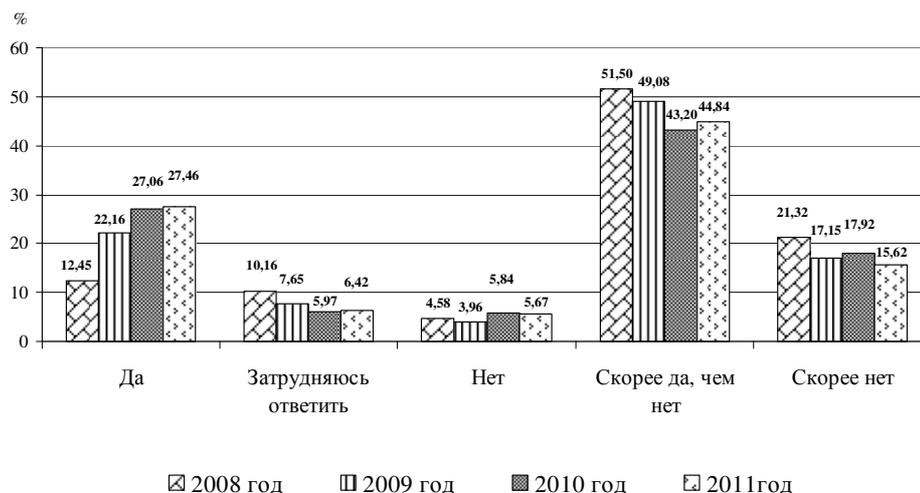


Рис. 3. Динамика удовлетворенности выпускников КГТУ качеством практической подготовки на занятиях. Общая выборка

Информация всех опросов пятикурсников, а также анкетирования работодателей (2008 год) позволили систематизировать требования этих групп внутренних и внешних потребителей образовательных услуг (рис. 4), выделить приоритетные. Как раз практической подготовке работодатели отдают первенство.

Практическая подготовка является одним из основных факторов повышения качества образования в процессе подготовки специалистов и их конкурентоспособности на рынке

труда как по мнению студентов, так и с позиции работодателей. Сопоставление и анализ представленных требований основных потребителей позволяют конкретизировать задачи в области качества подготовки, совершенствовать учебные программы, методы и технологии обучения.

Возвращаясь к показателям качества образовательной услуги, рассмотрим ее основные элементы (рис. 5) [2].

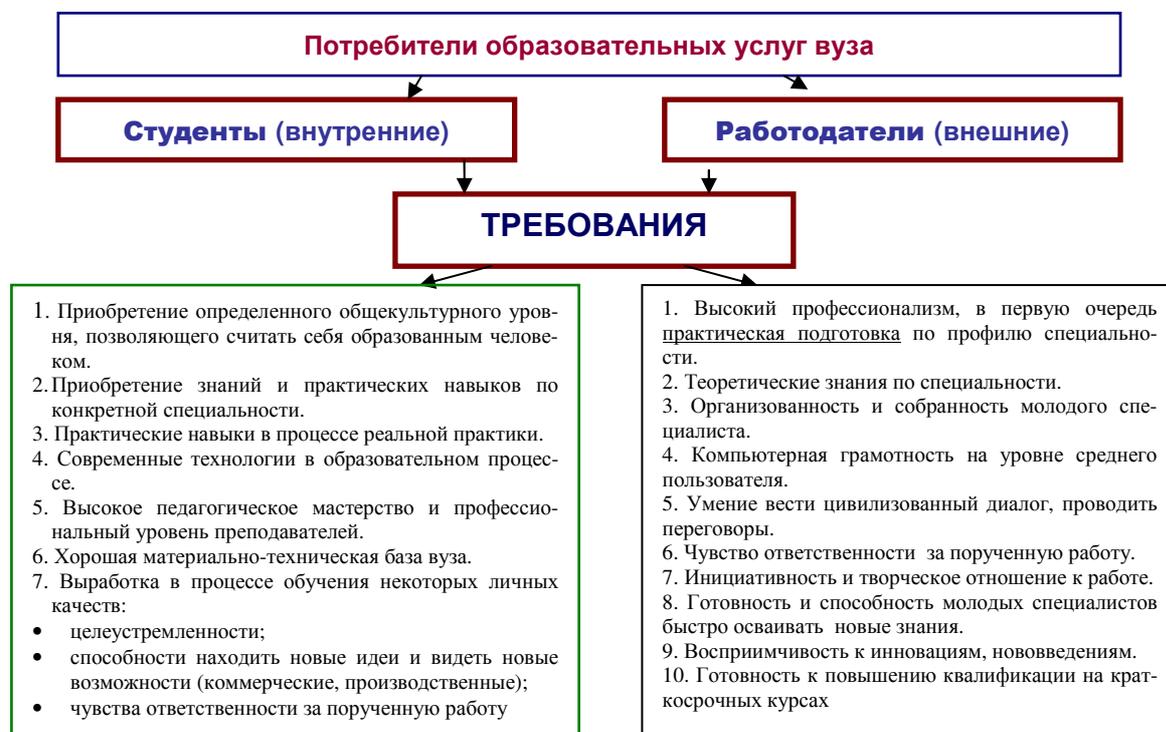


Рис. 4. Структура требований потребителей образовательных услуг (студенты, работодатели)



Рис. 5. Составляющие качества образовательной услуги вуза

Первое и основное для образовательной услуги – это **качество обучающихся**: качество контингента абитуриентов (результаты ЕГЭ, результаты дополнительных испытаний, результаты олимпиад), наличие иностранных абитуриентов, качество подготовки и результатов обучения (итоги промежуточных и итоговых аттестаций, результаты тестирований, результаты плановых и внеплановых проверок в рамках контроля качества подготовки), результаты независимой внешней оценки, востребованность и результаты трудоустройства по профилю подготовки. **Формы обучения** – очная, заочная, наличие экстерната. **Качество материально-технической базы**: новизна оборудования, его износ, устареваемость по ООП, курсу, дисциплине и социальная инфраструктура (общежития, питание, спорт). **Качество научно-педагогических кадров, реализующих образовательные программы в вузе**: процент ведущих специалистов отрасли, участвующих в учебном процессе, процент преподавателей с базовым образованием по профилю читаемых дисциплин, доля преподавателей, прошедших повышение квалификации, процент со степенями и званиями, штатность профессорско-преподавательского состава. **Качество информационно-образовательной среды**: качество методического обеспечения (обновление фонда библиотеки, наличие оригинальной литературы, наличие УМКД, современные учебно-методические материалы по циклу специальных дисциплин). Также доступ в Интернет, в электронную библиотечную систему, качество научно-исследовательских работ, процент монографий и их востре-

бованность в учебном процессе. **Качество практической подготовки** (современность оборудования и технологических практик; процент студентов, прошедших практики на малых производствах, созданных вузом). **Эффективность и результативность системы качества** (оценивается по пяти уровням).

Поскольку для вуза важнейшее значение имеет качество обучающихся, на первый план выступает необходимость оценки знаний, компетенций работодателями. В новых стандартах среди принципиальных требований, подлежащих неукоснительному соблюдению, находятся те, которые относятся к усилению взаимодействия высшей школы с рынками труда, с многообразными социальными партнерами.

ФГОС как у бакалавров, так и у магистров, требуют участия работодателей:

- в согласовании образовательных программ (подписи в качестве внешних экспертов в каждой ООП);

- в подготовке выпускников (вплоть до установленного процента представителей предприятий и организаций среди преподавателей. Например, в ФГОС (бакалавры) «Управление качеством» записано: к образовательному процессу должно быть привлечено не менее пяти процентов преподавателей из числа действующих руководителей и работников профильных организаций, предприятий и учреждений;

- в оценке и контроле качества знаний, сформированности компетенций.

ФГОС по направлению подготовки бакалавров требуют (п. 8.1), чтобы вуз обеспечил гарантию качества подготовки, в том чис-

ле «путем разработки стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников с привлечением представителей работодателей, а также регулярного проведения самообследования по согласованным критериям для оценки деятельности ... с привлечением представителей работодателей». ФГОС по направлению подготовки магистров (п. 8.4) требуют, чтобы «обучающимся, представителям работодателей должна быть предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса в целом, а также работы отдельных преподавателей», а также (п. 8.5) чтобы в качестве внешних экспертов активно привлекались работодатели (представители организаций).

В связи с вышесказанным расширяются задачи кафедр, факультетов и различных служб вуза по взаимодействию с работодателями. Наряду с обучением, необходимо осуществлять изучение востребованности специальностей, трудоустройства выпускников и мониторинг оценки качества подготовки со стороны работодателей. На первый план после осуществления учебно-воспитательного процесса выходят следующие направления работы факультетов и кафедр, а также других подразделений КГТУ:

- профориентационная и презентационная работа (реклама вуза, специальностей);
- анализ трудоустройства выпускников (мониторинг по специальностям в динамике);
- анализ имиджа выпускников у работодателей, сбор и анализ информации о конкретных выпускниках и о вузе в целом (отзывы, рекламации, публикации в средствах массовой информации, наличие претензий на качество подготовки по конкретным ООП);
- анализ карьерного роста выпускников с целью коррекции образовательного процесса (выявление проблем в этой области, каких знаний или личностных качеств не хватает нашим выпускникам);
- анализ потребностей в специалистах на рынке труда (мониторинг востребованности различных направлений подготовки вуза в городе, области, регионе).

Большинство кафедр университета всегда поддерживали и поддерживают давние связи с работодателями. Опрос работодателей (2008 г., обработано 175 анкет с предприятий) показал, что большинство предприятий, участвующих в анкетировании, являются давними

партнерами КГТУ: 19% респондентов сотрудничают с университетом около 10 лет, 17% – от 25 до 30 лет, 5% организаций и предприятий поддерживают дружеские связи с КГТУ около полувека. Университет постоянно расширяет деловые контакты: более половины опрошенных организаций (55,5%) сотрудничают с вузом от 1 года до 5 лет. 78% опрошенных руководителей (предприятий или структурных подразделений) подтвердили наличие договора их предприятий с КГТУ о проведении производственно-технологической и преддипломной практик студентов. Кафедрам необходимо ввести в практику работы в рамках этого сотрудничества сбор документальных подтверждений в виде отзывов о работе наших выпускников. Также, как правило, имея связь со многими выпускниками, зная, где, кто и кем работает, отслеживается карьерный рост только наиболее известных, занимающих какие-либо ключевые посты, выпускников, тогда как необходимо фиксировать эту информацию по большинству специалистов, получивших диплом КГТУ, вести историю карьер через ассоциации выпускников вуза.

Выпускающие кафедры заинтересованы, чтобы получить от работодателей содействие в трудоустройстве выпускников, заявки на курсовое и дипломное проектирование, заказы на научные исследования и хозяйственные работы, предоставление баз практик для студентов, отзывы и оценки качества подготовки в университете, а также возможность повышения квалификации преподавателей на реальном производстве (стажировки на предприятиях). Интересы работодателей (предприятий и организаций) в отношении вуза, как правило, заключаются в следующем: приобретение квалифицированных кадров (наиболее предпочтительна для работодателей подготовка под свои требования), подработка студентов на их предприятиях (как в ходе практик, так и в процессе обучения), научно-исследовательское и хозяйственное сотрудничество, повышение квалификации своих работников на базе ИДПО университета, получение второго высшего образования для своих сотрудников, курсы переподготовки и т.п. Совместное взаимодействие может быть и взаимовыгодным, потому что интересы кафедр и работодателей во многом совпадают.

Университет, в рамках системы социологического мониторинга, на протяжении уже многих лет изучает мнения и оценки потреби-

телей вуза, используя методы анкетирования и опроса. Эти же методы могут быть применимы и кафедрами для изучения запросов и требований работодателей. Поскольку профессиональные задачи выпускника формулируются для каждого вида профессиональной деятельности по-разному, то взаимодействие с конкретными работодателями – это, прежде всего, работа выпускающей кафедры. Определение требований к современному молодому специалисту со стороны работодателей необходимо проводить по профилю подготовки, выясняя у работодателей следующее:

- если выпускники КГТУ трудоустроены на предприятии по специальности, то как долго и какие должности они занимают, каковы их карьерные достижения на конкретном предприятии или организации и за какое время, как зарекомендовали наши выпускники себя в профессии (необходимы отзывы непосредственного руководства);

- знакомы ли руководители разных уровней организации с вузовской программой подготовки по профессиям, которые востребованы у них, например с перечнем дисциплин, которые изучают студенты в рамках определенной специальности (есть ли замечания и предложения по совершенствованию учебного плана, могут ли они сформулировать и представить в университет свои конкретные требования к подготовке);

- на что в первую очередь обращают внимание кадровые службы или руководство при отборе молодых сотрудников, какие критерии подбора персонала действуют на предприятии и в организации, каковы требования по конкретным специальностям, какие компетенции наиболее важны для работодателя (работа в группе, самостоятельность, решение проблем, лидерские способности, знание иностранного языка и т.п.);

- каковы предложения работодателя по улучшению качества подготовки в КГТУ (исходя из опыта работы с выпускниками нашего вуза), по подготовке дипломных проектов, организации производственных практик и в других сферах сотрудничества с кафедрой (круглые столы, совместные конференции).

Также важным аспектом деятельности факультетов и кафедр является развитие системы взаимодействия вуза со своими выпускниками. В ходе обратной связи с выпускниками необходимо выяснять, что из преподавав-

шегося по специальности (профилю подготовки) наиболее полезным оказалось в их сегодняшней работе, что пришлось изучать самостоятельно, каких компетенций не хватало в начале трудовой деятельности и т.п. В ходе опросов бывших выпускников для выпускающей кафедры необходимо узнать, насколько были востребованы знания, полученные во время учебы, много ли пришлось изучать дополнительно и самостоятельно; помогли ли производственные и преддипломная практики адаптироваться к работе; получил ли молодой специалист в вузе реальное представление о специальности, о задачах и проблемах будущей профессии и был ли он готов к самостоятельной работе; способствовали курсовое и дипломное проектирование закреплению профессиональных знаний; осуществлялось ли «дообучение» выпускника и на каких курсах; какие дисциплины учебного плана выпускник может назвать приоритетными, знание и освоение каких дисциплин и курсов наиболее полно содействовало формированию способностей выпускника решать задачи профессиональной деятельности, что оказалось не востребованным в работе по специальности.

Получение всей необходимой информации от работодателей и выпускников позволит правильно расставить акценты в образовательном процессе кафедр и университета в целом, будет способствовать подготовке выпускников с учетом мнения основных потребителей и в соответствии с их критериями качества.

Отдел мониторинга и менеджмента качества образования КГТУ готов оказать помощь кафедрам и факультетам в формировании опросных листов и анкет как для работодателей, так и для выпускников.

Выводы

Вопросы управления качеством образования в вузе требуют системного подхода, охватывающего все стадии подготовки специалистов от изучения рынка (маркетинговые исследования), проектирования процесса обучения, его обеспечения различными ресурсами, планирования и осуществления учебного процесса, оценки (контроля) качества подготовки и до трудоустройства выпускников, мониторинга их имиджа и университета в целом в глазах общественности города, области, ре-

гиона и страны. Важнейшими направлениями деятельности вуза в современных условиях перехода на уровневую систему образования становятся:

– изучение и прогнозирование востребованности в регионе и в соответствующих отраслях экономики образовательных программ, реализуемых в КГТУ;

– отслеживание потребностей работодателей в специалистах с определенными компетенциями и требований к качеству подготовки в вузе, осуществление мониторинга занятости выпускников КГТУ;

– изучение степени удовлетворенности всех потребителей и заинтересованных сторон образовательными услугами университета и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2008. «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://protect.gost.ru>.
2. Организация образовательной деятельности вузов в условиях уровневой системы ВПО : материалы семинара. – СПб., 2010.

EMPLOYERS ESTIMATION – EDUCATIONAL SERVICE QUALITY CRITERION M.V. Kisseleva

In article research data of monitoring and educational quality management department of the KSTU on university students education quality satisfaction, demands of being taught and employers are presented, basic elements of educational service quality are examined. Employers estimation of high school graduates training is one of basic university education quality criterions and main departments, faculties and university goal is increasing interaction with labor market and other social partners.

Education quality, educational service quality results, consumer satisfaction.

Поступила 25.02.2011

УДК 378.1.004.12

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И КАФЕДР КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ВУЗЕ

А.М. Киселев

В статье рассмотрены вопросы автоматизации рейтинговой оценки деятельности преподавателей и кафедр, особенности программного продукта, разработанного в КГТУ.

Рейтинговая оценка деятельности преподавателя, автоматизированная система, рейтинг кафедр, качество образования.

Основная цель вуза – повышение качества образования – достигается, помимо прочего, автоматизацией различных направлений деятельности. Под автоматизацией обычно понимают применение технических и программных средств, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования материалов или информации.

Европейские стандарты и рекомендации для внутренней гарантии качества высших учебных заведений рекомендуют вузам иметь механизмы и критерии оценки компетентности преподавателей (пункт «гарантия качества профессорско-преподавательского состава (ППС)»).

Рейтинговая оценка качества деятельности преподавателей, являясь элементом системы управления вузом, представляет собой инструмент, обеспечивающий ректорату, учебно-методическому управлению, факультетам и кафедрам возможность формирования эффективной кадровой политики, нацеленной на стимулирование постоянного профессионального роста ППС, оптимального его использования. Предоставление преподавателям объективной количественной оценки различных аспектов их деятельности дает возможность выявления в ней слабых и сильных сторон, что, в комплексе с действиями по устранению недостатков, ведет к повышению качества преподавания, как важнейшему фактору улучшения качества подготовки специалистов.

Необходимость сбора, хранения и обработки большого объема информации, отражающей деятельность преподавателей и кафедр, а также наличие разработанной методики рейтинговой оценки деятельности преподавателей и положения о рейтинговой оценке деятельности кафедр делает возможной и необходимой постановку задачи автоматизации данного процесса.

С целью автоматизации информационно-технического обеспечения процессов планирования и отчетности деятельности преподавателей, мониторинга компетенции и достижений ППС, распределения стимулирующих надбавок на основе рейтинговых оценок и построения гибких отчетов о планировании и реализации работы кафедр руководством КГТУ принято решение о разработке нового программного продукта, упрощающего процесс оценки эффективности деятельности ППС.

Постановка задачи осуществлялась начальником учебно-методического управления университета (этап постановки проблемы, оценки необходимости автоматизации и возможностей университета), разработкой программного продукта (этапы формирования требований к программно-аппаратному комплексу, реализация программного продукта и выбор технического обеспечения, этап внедрения программного продукта и этап последующего обслуживания программного комплекса) – начальником отдела автоматизации управления учебным процессом.

При проектировании системы, реализующей автоматизацию процесса рейтинговой оценки преподавателей и кафедр, разработчиками ставился ряд сопутствующих задач, нацеленных на сокращение временных затрат преподавателя на подготовку различного рода плановой и отчетной документации, связанной с его профессиональной деятельностью. Одной из таких задач было предоставление преподавателю возможности составления в системе индивидуального плана работы на учебный год. Данный план представляет собой, по сути, планируемый рейтинг преподавателя. Показатели рейтинговой оценки деятельности преподавателя совмещены в системе с пунктами индивидуального плана преподавателя, что позволяет избежать двойной работы преподавателя по составлению отдельно индивидуального плана в начале учебного года и оценки эффективности деятельности в конце

календарного года. Такой подход позволяет руководству осуществлять более эффективный контроль исполнения плана, который может быть осуществлен в автоматическом режиме без дополнительных затрат времени лиц, ответственных за проведение данной работы.

Система, представляя собой хранилище данных о различных сферах деятельности преподавателей и кафедр, может быть использована для оперативного получения необходимой информации и генерации требуемой отчетности. Это могут быть сведения о публикациях преподавателей, которые могут быть представлены, например, в виде библиографического списка или списка научных и учебно-методических трудов. Кроме данных об издательской деятельности, осуществляемой преподавателями, в системе хранится детализированная информация о нормативно-методической документации, научно-исследовательских работах, повышениях преподавателями своей квалификации, докладах на конференциях, подготовке преподавателями студенческих работ на различные конкурсы и т.д. Под детализированной информацией в данном случае понимается хранение в системе авторов литературы (с указанием процента вклада каждого в написание), типа литературы, даты и места издания, количества печатных листов и т.д. Для научно-исследовательских работ указываются наименование работы, тип НИР, объем финансирования, исполнители и т.п.

Физическое хранение данных в системе реализовано на базе СУБД MS SQL SERVER. Данные организованы в виде таблиц, хранящих информацию, необходимую для составления индивидуального плана преподавателя, его рейтинга, рейтинга кафедр.

Формирование индивидуального плана преподавателя осуществляется автоматически после заполнения преподавателем всех таблиц. Для заполнения показателей рейтинга, не нуждающихся в детализовке, например количество часов лекционной нагрузки, преподавателем вводится только количество единиц измерения показателя по семестрам для отчетного года.

Структура показателей рейтинговой оценки деятельности преподавателей организована по разделам и подразделам. Можно выделить следующие основные, общие для большинства вузов, разделы: учебно-методическая работа, научно-исследовательская и издательская деятельность, организационная

работа. В каждом разделе имеются подразделы, в которых хранятся соответствующие им показатели. В разделе учебно-методической работы показатели можно выделить в следующие подразделы: повышение квалификации, подготовка к учебным занятиям, методическая работа, организационно-методическая и воспитательная работа, качество педагогической деятельности. Аналогичным образом показатели классифицированы по подразделам для других разделов. Количество разделов и подразделов может меняться администратором системы и не является фиксированным. Для каждого показателя указывается календарный год, в котором он утвержден и действует. Данный подход реализует в системе возможность иметь в следующем году показатели, отличные от показателей предыдущего года. Для каждого показателя указывается единица его измерения, количество баллов за одну единицу и пояснения к показателю. Начисление преподавателю баллов по каждому показателю осуществляется автоматически после ввода им количества единиц, которые он осуществил в осеннем или весеннем семестре календарного года. Автоматически формируется сумма баллов по показателю за календарный год как сумма по семестрам.

Индивидуальный план преподавателя на учебный год формируется комбинацией показателей двух календарных годов (осенний семестр одного и весенний другого) и после завершения составления сохраняется в отдельную таблицу. По такой же технологии формируется план работы кафедры на учебный год по утвержденной форме.

В системе предусмотрена возможность вывода необходимой информации в текстовые редакторы (MS Word). Для индивидуального плана преподавателя на учебный год и рейтинговой оценки деятельности преподавателя за календарный год предусмотрен вывод в MS EXCEL. Показатели в выходной форме представлены по утвержденной форме в удобном для анализа виде, рассчитываются суммы баллов по подразделам, разделам, суммарный балл по всем видам, строятся диаграммы для оценки доли присутствия того или иного вида деятельности преподавателя в общем объеме.

На базе рейтинга преподавателей кафедры система позволяет по утвержденным показателям эффективности работы кафедры и согласно положению о рейтинговой оценке дея-

тельности кафедр проводить оценку качества их работы.

Формирование рейтинга кафедр начинается с задания исходных данных для расчета рейтинговых показателей кафедры. Механизм их задания в системе организован следующим образом: в специальную таблицу вводятся обозначение исходных данных, описание физического смысла выбираемых данных и текст запроса на языке SQL, которым эти данные будут извлечены из базы данных. Например, для получения информации о проценте преподавателей кафедры пенсионного возраста (для всех кафедр) в таблицу необходимо добавить следующую запись: В поле «Обозначение» – D1, в поле «Наименование» – процент преподавателей кафедры пенсионного возраста, в поле «Текст запроса SQL» – «select TempTable.[key], TempTable.[key] as KafID, ltrim(rtrim(TempTable.[Кафедра])) as [Кафедра], (select (select convert(float,count(*)) from ППС where ППС.[КафедрыID] = TempTable.[key] and ((ППС.Пол = 'True' and DATEADD (year, 60, ППС.[Дата рождения]) <getdate()) or (ППС.Пол = 'False' and DATEADD (year, 55, ППС.[Дата рождения])<getdate())) / (select convert(float, count(*) + 1E-100) from ППС where ППС.[КафедрыID] = TempTable.[key])*100) as [Значение] FROM Кафедры AS TempTable». Конечно, такой подход требует знания администратором системы языка SQL и архитектуры базы данных, но зато он является универсальным и позволяет формировать любые сведения, необходимые для проведения рейтинга кафедр на основе данных, хранимых в базе данных. К тому же данная процедура является разовой настройкой и при отсутствии изменений в методике рейтинговой оценки в следующем году не требует изменений.

С использованием сформированных исходных данных создаются рейтинговые показатели кафедры. Для каждого показателя указывается формула, по которой он рассчитывается. Например, если D1 – процент преподавателей кафедры пенсионного возраста, то формула для вычисления показателя P1 «Процент преподавателей кафедры допенсионного возраста» будет выглядеть следующим образом: (100-D1).

При помощи вышеописанной технологии в системе реализована гибкая и универсальная настройка параметров проведения рейтинга кафедр конечным пользователем без

необходимости изменения исходного кода и перекомпиляции программы.

После завершения формирования исходных данных и показателей согласно методике расчета рейтинга кафедр проводится ранжирование показателей, т.е. определение места кафедры M_i в ряде аналогичных показателей других кафедр. Рейтинг кафедры определяется суммой мест ее показателей. В соответствии с этим значением проводят распределение кафедр по местам. Первое место занимает кафедра, имеющая наименьшую сумму мест.

Разграничение прав доступа организовано по кафедрам. Для осуществления входа в систему пользователь выбирает нужную кафедру из общего списка кафедр вуза, вводит пароль и из появившегося списка сотрудников кафедры выбирает нужного. Подобная схема разграничивает доступ к данным по кафедрам, т.е. пользователь может видеть литературу, НИР, повышения квалификации, доклады, студенческие работы только в пределах своей кафедры. Для удобства представления данных в системе предусмотрено два вида просмотра объектов

(литература, НИР, доклады и т.д.). При первом пользователь видит только те объекты, в которых он участвует как автор, при втором – все объекты кафедры. Заполнение других показателей также можно осуществлять либо по разделам и подразделам последовательно либо из общего списка показателей.

Проверка правильности заполнения рейтинговых показателей осуществляется пользователем с расширенными правами доступа к системе, который имеет возможность просматривать рейтинг всех преподавателей, при необходимости корректировать количественные значения показателей и, в итоге, ставить отметку о том, что показатель проверен.

Система разработана в среде программирования Microsoft Visual Studio 2010 на языке Visual Basic.

С использованием разработанной системы в Костромском государственном технологическом университете была проведена рейтинговая оценка деятельности преподавателей и кафедр за 2010 год.

LECTURER AND DEPARTMENT ACTIVITY ESTIMATION AUTOMATION AS INSTRUMENT OF QUALITY MANAGEMENT AT UNIVERSITY

A.M. Kisselev

In article problems of lecturers and departments activity estimation automation, software characteristic properties developed at the Kostroma State Technology University are examined.

Lecturer activity rating estimation, computer-aided system, department rating, education quality.

Поступила 21.02.2011

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

БОЛОТНЫЙ Андрей Павлович	кандидат технических наук, профессор кафедры теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГТУ, (4942) 317850 (159), ректор КГТУ
БРУТ-БРУЛЯКО Альберт Борисович	доктор технических наук, профессор кафедры ткачества КГТУ, (4942) 311503 (173)
БУКАЛОВ Григорий Константинович	доктор технических наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности КГТУ, (4942) 314982
ВИНОГРАДОВА Галина Леонидовна	кандидат технических наук, профессор кафедры информационных технологий КГТУ, (4942) 535872
ВИНС Юлия Павловна	аспирант КГТУ
ГОЛУБЕВ Виталий Николаевич	аспирант КГТУ
ГНАТЮК Анна Борисовна	соискатель КГТУ
ДЕЛЕКТОРСКАЯ Ирина Арнольдовна	кандидат технических наук, доцент кафедры теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин, (4942) 317850 (159)
ДРОЗДОВ Владимир Георгиевич	кандидат технических наук, профессор кафедры автоматике и микропроцессорной техники КГТУ, декан ФАСТ, (4942) 317560 (175)
ДУДЯШОВА Валентина Павловна	доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления КГТУ, (4942) 311401
ЕНИН Михаил Сергеевич	старший преподаватель кафедры технологии производства льняного волокна КГТУ, (4942) 317560 (112)
ЕРОХОВА Марина Николаевна	кандидат технических наук, доцент кафедры ткачества КГТУ, (4942) 311503 (173)
ЗАЖАРНОВА Елена Андреевна	аспирант КГТУ
КИСЕЛЕВ Андрей Михайлович	начальник отдела автоматизации управления учебным процессом КГТУ, аспирант КГТУ (4942) 317940 (108)
КИСЕЛЕВА Марина Владиславовна	кандидат технических наук, начальник отдела мониторинга и менеджмента качества образования КГТУ, (4942) 317940 (127)
КИПЕНЬ Надежда Александровна	кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики отраслей КГТУ, (4942) 317930 (122)
КОЖЕВНИКОВ Дмитрий Александрович	аспирант КГТУ
КУЛЕМКИН Юрий Васильевич	кандидат технических наук, ведущий специалист ЦНИИМашдеталь
ЛАПШИН Валерий Васильевич	кандидат технических наук, доцент кафедры автоматике и микропроцессорной техники КГТУ (4942) 317560 (175)
МАЗНИК Евгений Евгеньевич	ведущий специалист ЦНИИМашдеталь
МАЯНСКИЙ Станислав Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ, (4942) 536682
МИХАЙЛОВ Станислав Васильевич	доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения КГТУ, (4942) 312195
МЕДЯНЦЕВ Андрей Александрович	аспирант КГТУ

- МОМОТ** аспирант КГТУ
Дмитрий Валерьевич
НАЗИРОВ старший преподаватель филиала Технологического университета Таджикистана,
Хомид Мухаббатович г. Куляб
- НЕХОРОШКИНА** студентка факультета автоматизированных систем и технологий КГТУ
Мария Сергеевна
НУРИЕВ доктор технических наук, доцент кафедры товароведения Азербайджанского государственного экономического университета
Магомедали Нураддин оглы
- ОЛОНИЧЕВ** кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации и микропроцессорной
Василий Вадимович техники КГТУ (4942) 317560 (175)
ОСЕТРОВ студент лесомеханического факультета КГТУ
Андрей Валентинович
- ПАШИН** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии
Евгений Львович производства льняного волокна КГТУ, (4942) 317560 (112)
ПРОТАЛИНСКИЙ доктор технических наук, профессор кафедры теории механизмов и машин,
Сергей Евгеньевич деталей машин и проектирования технологических машин, (4942) 317850 (159)
- РЕПИН** кандидат технических наук, профессор кафедры промышленной экологии
Владимир Михайлович и безопасности, проректор по учебной работе КГТУ, (4942) 314982
- РУДОВСКИЙ** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической
Павел Николаевич механики и сопротивления материалов КГТУ, (4942) 536682
- РУСОВ** студент факультета автоматизированных систем и технологий КГТУ
Владимир Валерьевич
- СВЕШНИКОВ** аспирант КГТУ
Александр Сергеевич
- СМИРНОВА** старший преподаватель кафедры экономики отраслей КГТУ, (4942) 317930 (122)
Елена Владимировна
- СМИРНОВА** доктор технических наук, профессор кафедры технологии и материаловедения
Надаежда Анатольевна швейного производства. (4942) 311503 (134)
- СМИРНОВ** аспирант КГТУ
Максим Александрович
- СМИРНОВА** кандидат технических наук, профессор кафедры информационных технологий
Светлана Геннадьевна КГТУ, (4942) 535872
- СТАРОВЕРОВ** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации и микро-
Борис Александрович процессорной техники КГТУ (4942) 317560 (175)
- ТЕЛИЦЫН** доктор технических наук, профессор кафедры теории механизмов и машин,
Анатолий Алексеевич деталей машин и проектирования технологических машин, (4942) 317850 (159)
- ТИМУСЯК** аспирант КГТУ
Станислав Юрьевич
- УГРЮМОВ** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механической техно-
Сергей Алексеевич логии древесины КГТУ, (4942) 317619 (147)
- ШАПКИНА** старший преподаватель кафедры промышленной экологии и безопасности КГТУ,
Ирина Михайловна (4942) 314982

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

К публикации в научном журнале «Вестник Костромского государственного технологического университета» принимаются оригинальные исследования в виде статей и кратких сообщений, ранее не опубликованных в других изданиях.

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами:

Объем и структура изложения материала

1. Объем статей, включая таблицы и рисунки, не должен превышать 5 страниц А4 формата.
2. Материал статьи излагается в следующей последовательности:
 - индекс УДК;
 - название на русском языке;
 - инициалы и фамилии авторов на русском языке;
 - аннотация (не более 6 строк) на русском языке;
 - ключевые слова (слова или словосочетания, несущие в тексте основную смысловую нагрузку) на русском языке;
 - основной текст на русском языке;
 - выводы на русском языке;
 - библиографический список на русском языке;
 - инициалы и фамилии авторов на английском языке;
 - название на английском языке;
 - аннотация на английском языке;
 - ключевые слова на английском языке.

Оригинал статьи должен быть подписан автором (авторами).

Требования к оформлению

1. Рукопись статьи представляется в двух вариантах: печатном (лист формата А4, шрифт №14, интервал одинарный) и электронном (редактор Word, формат txt, rtf, doc, гарнитура Таймс, в шаблоне normal, без табуляций, без архивирования). Печатный и электронный варианты должны быть идентичны.

2. Графические материалы (рисунки, графики, структурные схемы, фотографии и др.) должны быть вставлены в текст статьи после соответствующей ссылки. Все рисунки должны иметь сквозную нумерацию и название. В электронном варианте допускается представить рисунок отдельным файлом в формате, совместимом с Word (все элементы рисунка должны быть сгруппированы). Графические материалы должны быть доступны для редактирования, представление графиков, диаграмм и др. в виде отсканированных изображений не допускается. Разрешение встроенных в файл фотографий должно быть не менее 300 dpi.

3. Таблицы в печатном и электронном вариантах помещаются после обязательной ссылки, с указанием номера таблицы (если она не одна) и ее названия.

4. В электронном варианте, созданном в Word, формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation (версия редактора формул не выше 3.0). Между текстом и формулой оставлять пустую строку.

5. Литература должна быть приведена в конце статьи в порядке указания ссылок в тексте в виде библиографического списка в едином формате, установленном системой Российского индекса научного цитирования в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие правила составления». Ссылки на литературный источник даются в тексте статьи в квадратных скобках (например: «В докторской диссертации Р.З. Бурнашева [1] принята ...»). Применение концевых сносок не допускается.

Порядок опубликования статей

1. Рукописи статей отправляются на экспертизу и публикуются только в случае положительной рецензии.

2. Материалы, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются и возвращаются авторам с мотивированным отказом.

3. Плата за публикацию статей с преподавателей и сотрудников КГТУ, а также с аспирантов не взимается.

4. Редакционно-издательский отдел оставляет за собой право производить литературное редактирование и корректуру рукописей.

К статье прилагаются следующие документы:

1. Заявление.
 2. Авторская справка с указанием ученой степени, ученого звания, места работы и контактной информации (номера телефона, E-mail), которая будет опубликована.
 3. Заверенная выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией к публикации статьи в журнале.
 4. Акт экспертизы о возможности опубликования материалов статьи в открытой печати.
- Все документы представляются в распечатанном виде и на электронном носителе (дискета или CD-диск), на котором не должно быть других файлов, кроме файлов статьи и сопроводительных документов. Название файлов обязательно указать на распечатке.

Требования к именам файлов:

- статья: фамилия первого автора – первая строка названия статьи;
- заявление: фамилия первого автора – заявление;
- справка: фамилии всех авторов – справка.

Примеры оформления библиографического описания источников:

Статья из журнала

Безъязычный В.Ф. Кинематический анализ формирования сливной стружки / В. Ф. Безъязычный, С. В. Михайлов // Вестник машиностроения. – 2003. – № 11. – С. 48–50.

Статья из журнала (4 автора)

Исследование химического состава волокон льна различных селекционных сортов / А. Н. Иванов, Н. Н. Чернова, А. А. Гурусова, Т. В. Ремизова // Изв. вузов. Технология текстил. пром-сти. – 1986. – №1. – С. 19–21.

Монография

Природопользование и среда обитания. Системный подход : монография / С. И. Кожурин [и др.] ; под общ. ред. Р. М. Мифтахова. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2005. – 102 с.

Учебник

Дементьева А.Г. Управление персоналом : учебник / А. Г. Дементьева, М. И. Соколова. – М. : Магистр, 2008. – 287 с.

Диссертация

Киселева М.В. Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности : дис. ... канд. техн. наук / Киселева Марина Владиславовна. – Кострома : КГТУ, 2002. – 267 с.

Патент

Патент РФ №2281499. Способ определения формовочных свойств / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В., Лапшин Ю.В., Шелушкова И.А. – Опубл.30.03.2006, Бюл. № 22. – 2 с.

ГОСТ

ГОСТ 6309–93. Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия. – Введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 24 с.

Электронные источники

Приказ Минфина РФ от 30.03.2001 №26н «Об утверждении положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01» : в ред. от 27.11.2006 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : база данных. – [fs:сервер КГТУ].

Концепция национальной безопасности РФ : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300: в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://oficery.ru/2008/01/31/jncersija_nacionalnoj_bezopasnosti_rf.html.

Официальный сайт компании Global Fund Management & Administration PLC [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.globalfund.ru>.

Отрасль в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт ИА REGNUM. – Режим доступа : www.regnum.ru/news/777704.html.

СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Когнитивные аспекты формирования базы данных и базы знаний самообучающейся организации
 Дудяшова В.П., Кипень Н.А., Смирнова Е.В.
 Kognitiv aspects of database and knowledgebase formation of self-training organization
 Dudayshova V.P., Kipen N.A., Smirnova E.V. 3

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНОГО СЫРЬЯ

- Способ регулирования натяжения пряжи в ходе процесса трепания
 Голубев В.Н., Дроздов В.Г.
 Grand tension regulation method in scutching process movement
 Golubev V.N., Drozdov V.G. 7
- Параметрическое исследование вероятности неразворота стеблей в процессе их слоеутонения
 Маянский С.Е., Пашин Е.Л., Енин М.С.
 Parametrical research of stalk unrolling probability in their layer thinning
 Mayanskey S.E., Pashin E.L., Enin M.S. 10

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

- Влияние заправочных параметров машины на формирование комбинированных нитей из натуральных волокон с эластомером
 Делекторская И.А., Телицын А.А.
 Machine filling parameters influence on formation of combined threads made from natural fibres with elastomer
 Delektorskaya I.A., Telizin A.A. 16
- Обоснование необходимости разработки методов управления качеством продукции хлопкопрядильного производства в Республике Таджикистан
 Рудовский П.Н., Назиров Х.М.
 Study of necessity development of product quality management methodsn of cotton-spinning production in Tadzhikistan
 Rudovskoy P.N., Nazirov H.M. 19
- Оценка натяжения основных нитей на ткацком станке СТБ
 Болотный А.П., Брут-Бруляко А.В., Ерохова М.Н.
 Estimation of warp tension on loom STB
 Bolotny A.P., Brut-Brulyako A.V., Erokhova M.N. 21
- Обоснование необходимости контроля проницаемости паковок в процессе их формирования
 Тимусьяк С.Ю., Нуриев М.Н.
 Study of control necessity of package penetrability during their formation process
 Timursyak S.Yu., Nuriev M.N. 23

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

- Расчет асимметричного закона движения ремиз ткацкого станка
Мазник Е.Е., Кулемкин Ю.В., Проталинский С.Е.
Calculation of asymmetric law of loom harness movement
Maznik E.E., Kulemkin Yu.V., Protalinsky S.E. 27

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

- Оценка показателей качества текстильных материалов в статических и динамических условиях
Лапшин В.В., Смирнова Н.А.
Estimation of quality parameters of textile materials in static and dynamic conditions
Lapshin V.V., Smirnova N.A. 30

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

- Исследование направлений проектирования изделий с элементами защиты от электромагнитных излучений
Погорелова М.Л., Денисова О.И., Фельдшерова Ю.М.
Research of directions of designing of products with elements of protection against electromagnetic radiations
Pogorelova M.L., Denissova O.I., Feldsherova Y.M. 32

ДИЗАЙН

- Особенности проектирования театрального костюма
Костюкова Ю.А., Захарова А.С., Чагина Л.Л.
Design features of theatrical costume
Kostyukova Yu.A., Zakharova A.S., Chagina L.L. 35
- Анализ современных ювелирных брендов
Усина И.Б., Дигунова Ю.Н., Журавков В.М.
Analysis of jewelry modern brands
Ussina I.B., Digunova Yu.N., Zhuravkov V.M. 38

ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

- Композиционная фанера – перспективный конструкционный материал для мебельной промышленности и строительства
Свешников А.С.
Composite plywood – perspective constructional material for furniture industry and building
Sveshnikov A.S. 42
- Композиционные материалы конструкционного назначения на основе совмещенных наполнителей и модифицированных клеев
Кожевников Д.А.
Composite materials of constructional purpose on basis of combined fillers and modified glues
Kozhevnikov D.A. 44
- Экологически чистые композиционные материалы конструкционного назначения на основе отходов деревообработки
Угрюмов С.А., Осетров А.В.
Pure ecological constructional composite materials on woodworking raw waste basis
Ugryumov S.A., Ossetrov A.V. 48

Применение метода конечных элементов в задачах теплопроводности материалов из древесины Титунин А.А. Application of finite element method in wood material heat conduction problems Titunin A.A.	51
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Совершенствование геометрии и технологии заточки дисковых зубчатых пил для фрикционной резки труб Медянцев А.А., Михайлов С.В. Improvement of geometry and technology of sharpening circular gear saws for pipe frictional cutting Medyantzev A.A., Mikhailov S.V.	55
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсистема автоматизированного расчета параметров штапельной диаграммы пряжи по результатам анализа спектра неровности Смирнова С.Г., Нехорошкина М.С. Subsystem of parameter automatic calculation for staple yarn diagram on basis of irregularity spectrum analysis results Smirnova S.G., Nehoroshkina M.S.	58
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Алгоритм цифрового управления электрической печью методом пространства состояний Смирнов М.А., Староверов Б.А., Олоничев В.В. Digital control algorithm of electrical furnace by state space method Smirnov M.A., Staroverov B.A., Olonichev V.V.	62
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Автоматизация инженерного анализа изделий сложной геометрической формы в T-FLEX CAD Виноградова Г.Л., Зажарнова Е.А. Automation of engineering analysis of products of complex geometrical form in T-FLEX-CAD Vinogradova G.L., Zazharanova E.A.	66
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Перспективы применения клеточных автоматов в геоинформационных системах для пространственного анализа Гнатюк А.Б., Момот Д.В., Русов В.В. Prospects of cellular automatic machines application in geoinformation systems for spacing analysis Gnatyuk A.B., Momot D.V., Rusov V.V.	71
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ПРОМЭКОЛОГИЯ

Развитие оценки рабочих мест по травмоопасности на примере предприятий Костромской области Винс Ю.П., Репин В.М., Букалов Г.К. Development of work place estimations according to trauma risks at the Kostroma region enterprises Vins Yu.P., Repin V.M., Bukalov G.K.	75
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Определение эколого-экономического ущерба при организации производства древесного угля Шапкина И.М. Definition of ecological- economic damage at charcoal, manufacture organization Shapkina I.M.	79
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Оценка работодателей – критерий качества образовательной услуги

Киселева М.В.

Employers estimation – educational service quality criterion

Kisseleva M.V..... 82

Автоматизация оценки деятельности преподавателей и кафедр как инструмент управления качеством в вузе

Киселев А.М.

Lecturer and department activity estimation automation as instrument of quality management at university

Kisselev A.M. 88

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... 92

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ..... 94

Научное издание

**ВЕСТНИК
КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 1(26)

Рецензируемый периодический научный журнал

*Журнал зарегистрирован Верхне-Волжским управлением
Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Рег. свид. ПИ №ФС5-1064 от 16.06.2005 г.*

Издается с 1999 года

Учредитель:

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Костромской государственный технологический университет»
Главный редактор П.Н. Рудовский

Редактор	О.В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н.И. Поповой
Перевод	А.В. Соколовой

Редакционно-издательский отдел
Костромского государственного технологического университета

Подписано в печать 14.06.11. Формат бумаги 60×84 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 12,375. Заказ 316. Тираж 450 (1 з. 70).
Цена свободная.

Адрес учредителя и редакции журнала:
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17

Отпечатано РИО КГТУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
Т. 31-15-21 E-mail: rio@kstu.edu.ru

