

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное агентство по образованию**

# **ВЕСТНИК**

**КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Рецензируемый периодический научный журнал*

**№ 17**

**Кострома**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**КТГУ**

**2008**

**В 387**

Вестник Костромского государственного технологического университета :  
рецензируемый периодический научный журнал / Костромской гос. технол.  
ун-т. – Кострома : КГТУ, 2008. – № 17. – 157 с.  
ISBN 978-5-8285-0412-1

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**В.Н.Кротов**, кандидат технических наук, профессор, главный редактор  
**Р.В.Корабельников**, доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора  
**П.Н. Рудовский**, доктор технических наук, профессор,  
ответственный секретарь технических номеров журнала  
**Н.В.Мамон**, кандидат экономических наук, профессор,  
ответственный секретарь гуманитарных номеров журнала

**С.И. Галанин**, доктор технических наук, профессор  
**В.А. Гусев**, доктор технических наук, профессор  
**Ж.Ю. Койтова**, доктор технических наук, профессор  
**В.Н. Шведенко**, доктор технических наук, профессор  
**С.Е. Проталинский**, доктор технических наук, профессор  
**В.С. Петровский**, доктор технических наук, профессор  
**В.И. Жуков**, доктор технических наук, профессор  
**А.Б. Брут-Бруляко**, доктор технических наук, профессор  
**В.А. Дьячков**, доктор технических наук, профессор  
**А.П. Соркин**, доктор технических наук, профессор  
**А.А. Титунин**, кандидат технических наук, доцент

**М.И. Беркович**, доктор экономических наук, профессор  
**Г.Г. Бриль**, доктор юридических наук, профессор  
**А.И. Евстратова**, доктор исторических наук, профессор  
**А.М. Евстратов**, доктор юридических наук, профессор  
**А.Л. Немиров**, доктор экономических наук, профессор  
**В.П. Дудяшова**, доктор экономических наук, профессор  
**А.И. Тяжов**, доктор экономических наук, профессор  
**Л.Н. Родинов**, доктор философских наук, профессор  
**Т.А. Ёлпина**, доктор филологических наук, профессор  
**Е.А. Флейман**, доктор исторических наук, профессор  
**О.В. Тройченко**, начальник РИО, **А.В. Анохова**, секретарь

ISBN 978-5-8285-0412-1

© Костромской государственный  
технологический университет, 2008

## Развитие диссертационных советов университета

*Р.В. Корабельников,*

проректор по научной работе, председатель диссертационного совета Д 212.093.01,  
доктор технических наук, профессор

*П.Н. Рудовский,*

ученый секретарь диссертационного совета Д 212.093.01, доктор технических наук, профессор

Первый диссертационный совет в Костромском государственном технологическом университете создан в 1965 году. Он имел право присуждать ученую степень кандидата технических наук по трем специальностям – «Первичная обработка текстильного сырья», «Технология текстильных материалов», «Машины и агрегаты легкой промышленности». В 1977 году этот диссертационный совет получил право проводить защиты докторских диссертаций по первым двум специальностям.

В 1976–1981 и в 1998–2001 годах в КГТУ работали диссертационные советы по специальностям 08.00.01 – Экономическая теория и 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность). За время работы диссертационных советов в них были представлены и успешно защищены 25 кандидатских диссертаций по обеим специальностям [1].

В организации диссертационных советов принимали активное участие профессор Н.Н. Суслов, В.Н. Аносов, Г.К. Кузнецов, М.И. Худых, С.П. Сироткин, М.И. Скаржинский, А.В. Соловьёв. Первым председателем кандидатского и докторского советов по техническим специальностям был ректор профессор Н.Н. Суслов. В дальнейшем советы возглавляли профессор В.А. Степанов, А.М. Ипатов, Е.А. Смирнов. С 1997 года по настоящее время председателем совета является д.т.н., профессор Р.В. Корабельников [2].

В работе диссертационных советов принимали участие не только ученые вуза-организатора, но и представители других учебных заведений и научных организаций. В первом составе докторского совета были ученые из Москвы, С.-Петербурга, Ташкента, Иванова, Глухова (Украина), представляющие различные научные школы и направления

в технологии переработки натуральных волокон. Такая тенденция при формировании диссертационных советов в КГТУ сохраняется и сегодня [2].

В 2001 году произошла смена номенклатуры специальностей, в связи с этим была произведена реорганизация диссертационных советов. Наш совет также был реорганизован, были введены новые специальности, в том числе специальности 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности и 05.02.22 – Организация производства (текстильная и легкая промышленность и текстильное машиностроение).

В 2003 году приказом ВАК России на базе КГТУ был открыт региональный диссертационный совет КМ 212.093.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (региональная экономика; организация и управление предприятием, отраслями, комплексами – промышленность, региональная экономика, маркетинг). Председателем совета была назначена д.э.н., профессор М.И. Беркович. Участниками соглашения о создании этого совета являлись: Костромской государственный технологический университет, Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославский государственный педагогический университет, Ярославский государственный технический университет, Ивановский государственный энергетический университет, Ивановская государственная текстильная академия.

В 2004 году этот совет был реорганизован, получил шифр ДМ 212.093.01 и разрешение принимать к рассмотрению докторские диссертации по той же специальности. За время его работы в 2004–2006 годах были защищены 3 докторских и 19 кандидатских диссертаций соискателями из Костромы, Ярославля, Москвы, Тольятти.

В таблице приведены данные по защитах кандидатских и докторских диссертаций в диссер-

тационных советах при нашем университете за 2002–2007 годы.

Таблица

Год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Итого
Число диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук	13	18	29	22	23	7	112
Число диссертаций на соискание ученой степени доктора наук	2	4	2	4	1	3	16

Как видно из таблицы, советы университета работают достаточно активно, и за пять лет защищено более 100 кандидатских и 16 докторских диссертаций, большинство из которых принадлежит перу наших аспирантов и докторантов, преподавателей КГТУ. Общее число соискателей, защитивших в советах КГТУ кандидатские и докторские диссертации за все время их работы, составляет более 630 человек.

Докторские диссертации в наших советах за последние годы защитили А.Б. Лапшин, В.В. Смелский, А.В. Подъячев, В.А. Дьячков, В.С. Петровский, В.М. Каравайков, С.Н. Титов, С.Н. Разин, В.П. Дудяшова, А.Р. Корабельников, И.В. Землякова, Л.А. Секованова, В.Р. Крутикова. Большинство из них и сегодня ведут активную научную деятельность, возглавляют научные школы, являются научными руководителями аспирантов и соискателей.

Диссертационные советы, работавшие и работающие в институте, отличаются не только четкой организацией работы, но и сочетанием доброжелательности, тактичности, уважения к соискателю с достаточно высокими требованиями к научному уровню и практической полезности предъявляемых диссертаций. Хорошая репутация советов в ВАКе привела к расширению номенклатуры научных специальностей, по которым разрешалась защита в новых советах института и университета.

В журнале «Бюллетень ВАК» №3 за 2006 год диссертационный совет при Костромском государственном технологическом университете отмечен как наиболее активно работающий.

В 2007 году Правительством Российской Федерации принято новое Положение о совете по защите докторских и кандидатских диссертаций, в котором резко ужесточены нормы и требования

к советам. Проведена реорганизация сети диссертационных советов.

Совет по защитах докторских диссертаций в нашем университете успешно прошел реорганизацию и в настоящее время уполномочен принимать к защите кандидатские и докторские диссертации по четырем специальностям: 05.02.13 – Машины и агрегаты (легкая промышленность), 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности, 05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья, 05.02.22 – Организация производства (текстильная и легкая промышленность). Состав совета значительно расширился.

В настоящее время руководство университета ведет активную работу по созданию новых диссертационных советов по присуждению ученой степени кандидата и доктора:

- экономических наук (объединенный совет);
- юридических наук;
- технических наук по специальностям 05.02.22 – Организация производства (Промышленность), (Текстильная и легкая промышленность, текстильное машиностроение. Лесное хозяйство и деревообработка); 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (Промышленность), (Текстильная и легкая промышленность, текстильное машиностроение. Лесное хозяйство и деревообработка).

Таким образом, работа диссертационных советов при нашем университете с каждым годом совершенствуется, расширяется номенклатура специальностей, растет научный авторитет вуза, радуют своими успехами вчерашние аспиранты и докторанты, ныне ведущие специалисты в различных отраслях науки и техники.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беркович М.И. Научная деятельность института управления, экономики и финансов: этапы и перспективы развития / М. И. Беркович, А. Л. Немиров // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2007. – № 16. – С. 8.
2. Кузнецов Г.К. 35 лет работы диссертационных советов в КГТУ / Г. К. Кузнецов, Р. В. Корабельников // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2000. – № 2. – С. 3.



## ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 677. 1/2

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЬНЯНЫХ ПРЯДЕЙ С БИЛАМИ ТРЕПАЛЬНЫХ БАРАБАНОВ

С.В. Бойко,

*Д.А. Волков, Е.Л. Пашин (Всероссийский НИИ по переработке льняных культур)*

Разработан метод и алгоритм расчета силовых и кинематических параметров процесса трепания, основанный на синтезе положений теорий удара и механики нити, позволяющий осуществлять визуализацию и анимацию поведения пряди в поле трепания

Эффективность получения трепаного льняного волокна зависит от особенностей его взаимодействия с билами трепальных барабанов в поле трепания. Учитывая, что основная масса волокнистых потерь формируется вследствие обработки концевых участков пряди [1], представляет практический интерес исследование особенностей трепания именно этих участков. Однако из-за кратковременности протекающих процессов экспериментальное изучение отдельных его этапов оказывается недоступным и поэтому малоизученным. Попытки теоретического изучения с использованием известных математических моделей также не обеспечивают должного результата. Причиной тому система допущений, при которых они формировались, а именно, свободный участок при перелете с била на било перемещается и распола-

гается на подбильной решетке следующего по ходу вращения барабана мгновенно, а сам участок при этом имеет прямолинейную форму.

Между тем наблюдения за процессом трепания с использованием скоростной фотосъемки и стробоскопии позволили установить некорректность указанных допущений (рис.1). После потери контакта пряди с билем ее свободный участок при перелете с била на следующее било не является прямолинейным. Сам перелет протекает определенное время. Поэтому существующие теоретические модели силового нагружения пряди могут приводить к ошибочным результатам. Следовательно, основанные на них методы расчета требуют уточнения. Это является важной задачей, направленной на возможность совершенствования конструкций трепальных машин.

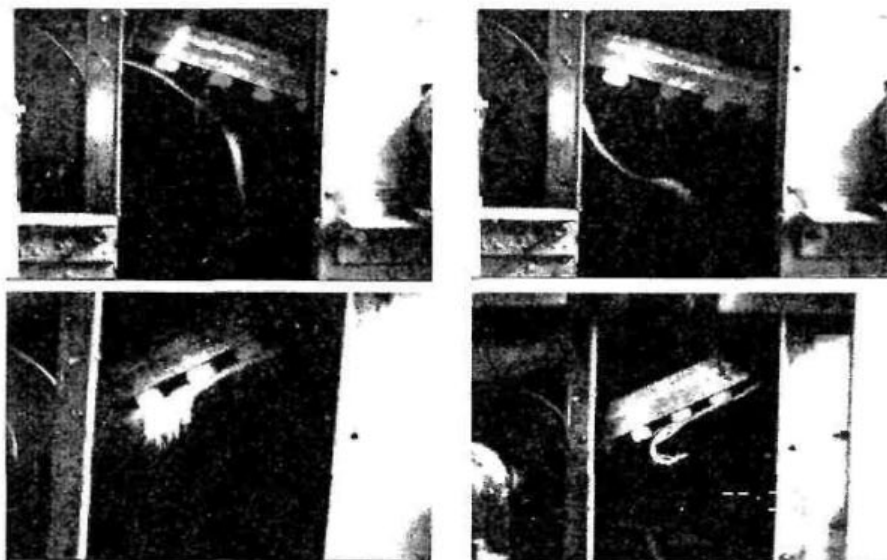


Рис. 1. Реальное поведение свободного участка пряди при перелете с била одного барабана на било другого

По результатам комплекса теоретических исследований был создан универсальный метод расчета силовых и кинематических параметров процесса трепания, базирующийся на основных поло-

жениях теорий удара и механики нити [2]. Предложен алгоритм расчета условий и параметров взаимодействия бил барабанов с льняными прядями в процессе трепания (рис. 2).

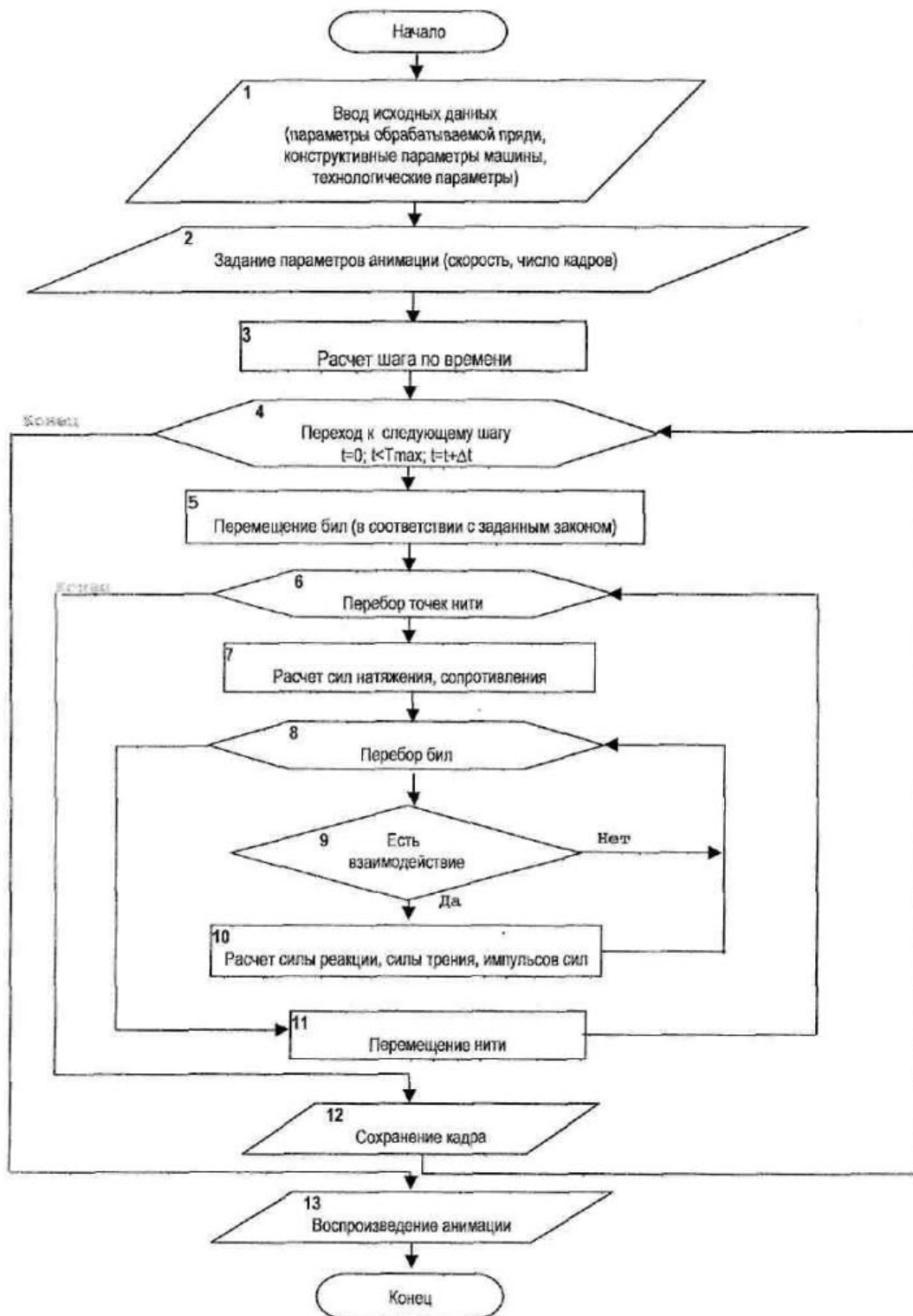


Рис. 2. Схема алгоритма моделирования трепания пряди

Приняты следующие обозначения:  $m(l)$  – распределение массы нити по ее длине;  $L_0$  – длина нити в ненапряженном состоянии;  $N_{\text{points}}$  – число отрезков, на которые разбита нить;  $T_{\text{max}}$  – длительность процесса;  $K_{\text{urant}}$  – коэффициент для расчета шага по времени:

$$\Delta t = \Delta t_K \cdot K_{\text{urant}} = \sqrt{\frac{m_i l_i}{ES}} \cdot K_{\text{urant}}, \quad (1)$$

где  $ES$  – разрывное усилие;

$m_i$  и  $l_i$  – масса и длина  $i$ -го участка нити.

Созданный метод универсален – позволяет решать задачи применительно к разным конструкциям трепальных барабанов. С его помощью появляется возможность анализировать особенности взаимодействия пряди волокна и била. Точнее, влияние этого взаимодействия на движение пряди и на ее натяжение в условиях комплексного изменения геометрических параметров трепального барабана: вылета рабочей кромки била; ширины планки подбивной решетки, расстояния между планками подбивной решетки и их формы, радиуса трепального барабана, а также его частоты вращения.

Замечательной особенностью алгоритма является возможность визуализации и анимации происходящих явлений и фиксирование требуемых положений пряди в процессе обработки, в частности, в процессе упомянутого выше перелета и последующего взаимодействия с билами. На рис. 3 представлены отдельные ситуации поведения свободного участка обрабатываемой пряди после потери контакта с билом и при перелете с била одного барабана на било другого. Анимация проведена применительно к трех- и шестибильным барабанам.

Внимательное рассмотрение модельного поведения свободного участка позволяет выявить его сходство с реальными перемещениями (см. рис. 1). Например, при использовании трехбильных барабанов после потери контакта прядью с тыльной кромкой била свободный участок имеет криволинейную форму. При перелете на движущееся вслед билу эта форма меняется и зависит (при неизменной конструкции и режимах работы барабана) от длины обрабатываемой пряди. В определенный момент происходит соприкосновение с плоскостью подбивной решетки. После перемещения по ней конец пряди попадает на основное било с последующим сходом с него. Далее цикл повторяется.

Обработка этой же льняной пряди шестибильными барабанами приводит к иному характеру ее поведения в поле трепания. После потери контакта с билом свободный участок имеет мень-

шую длину и искривленность. Перелет с била на било протекает за более короткий период. После попадания на плоскость подбивной решетки свободный участок в основном взаимодействует с меньшим количеством планок решетки, которые расположены в периферийных зонах барабана. Таким образом, с технологической точки зрения поведение свободного участка при обработке шестибильным барабаном более выгодно.

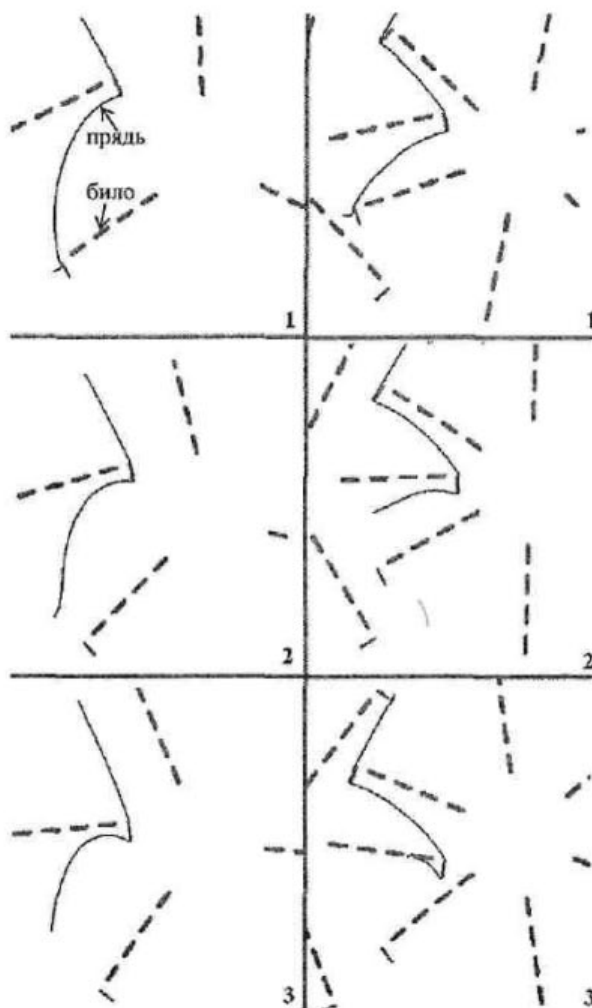


Рис. 3. Взаимодействие бил с прядью при обработке трехбильными (слева) и шестибильными (справа) барабанами

Заметим, что особый эффект достигается, когда указанные взаимодействия изучаются в движении. Появляется возможность наблюдать за особенностями перемещения пряди, что весьма ценно при проведении исследовательского и учебного процесса.

С учетом этого можно сделать следующие **ВЫВОДЫ:**

1. Разработан метод и алгоритм расчета силовых и кинематических параметров процесса трепания, основанный на синтезе положений теорий удара и механики нити, позволяющий осуществлять визуализацию и анимацию поведения пряжи в поле трепания.

2. Установлено сходство модельного поведения свободного участка с его реальными перемещениями, которые зафиксированы путем на-

блюдения с применением скоростной съемки и методов стробоскопии.

3. Алгоритм и программный комплекс для его реализации рекомендованы для использования при проведении сравнительного анализа различных условий трепания в ходе научно-исследовательских и учебных работ, а также в процессе проектирования новых конструкций трепальных барабанов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко С.В. Закономерности формирования волокнистых потерь при обработке неотрепанного льна / С. В. Бойко, Е. Л. Пашин, Д. А. Волков // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 5.
2. Бойко С.В. Моделирование взаимодействия била с волокном в процессе трепания льна / С. В. Бойко, Д. А. Волков // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 6С. – С. 45–49.

#### S.V. Boyko, D.A. Volkov, E.L. Pashin VISUALIZATION OF FLAX STRAND INTERACTION PROCESS WITH SCOTCHING DRUM BEATERS

УДК 677.021

#### ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЛОКНА С КОЛОСНИКОМ НА СИЛУ УДАРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

*Р.В. Корабельников, Д.А. Лебедев, Е.И. Громова*

В статье представлены методика проведения исследования процесса взаимодействия волокна льна с колосником и описание экспериментального стенда с применением тензометрической аппаратуры.

При механическом способе очистки волокнистого материала удаление сорных примесей и пороков волокна осуществляется ударным взаимодействием с элементами очистительной секции, вследствие чего достигается интенсивное разрушение связей между посторонними включениями и волокном.

Однако в соударении, наряду с интенсивным удалением посторонних включений, в некоторых случаях возможно механическое повреждение волокна, выражающееся в изменении структуры, перебивании концов, появлении трещин и разломов, что отрицательно влияет на природные свойства льна.

Ранее нами были проведены теоретические исследования процесса взаимодействия пряжки волокна с колосником треугольного профиля [1, 2], которые раскрывают такие моменты взаимодействия, как движение пряжки вокруг колосника и др.

Выявление причин дробления и укорачивания волокон в ходе очистки требует дополнительного изучения процесса на экспериментальной установке. Для этого были проведены специальные исследования.

Экспериментальный стенд представлял собой физическую модель очистителя волокна. Он содержал диск, установленный на валу электро-

двигателя, и датчик, имеющий насадку в форме колосника (рис. 1).

К диску консольно крепились пряжа волокон, определенной длины и массы.

При проведении экспериментального исследования в качестве датчика использовалась консольная балка постоянного трубчатого сечения, обладающая высокой частотой собственных колебаний, с наклеенными вблизи заделки – месте наибольших изгибных деформаций – тензометрическими датчиками.

Питание тензометрических датчиков и снятие электрического сигнала осуществлялось с помощью тензоусилителя постоянного тока. Усиленный им сигнал передавался на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), выполняющего преобразование сигнала из аналогового в цифровой. Цифровой сигнал воспринимался ЭВМ, которая благодаря программному обеспечению формировала массив значений ударной нагрузки.

Тарирование датчиков проводилось при помощи физического моделирования процесса.

Особенность методики проведения экспериментального исследования состояла в следующем. По достижении диском необходимой угловой скорости вращения при помощи специального

устройства к нему подводился упругий элемент, и осуществлялась запись некоторого числа ударных воздействий, наносимых прядью волокон. Количество ударов для всех опытов было постоянно.

Далее полученные результаты усреднялись, благодаря чему определялась сила ударной нагрузки для отдельной повторности.

В качестве факторов, варьируемых при проведении эксперимента, выступали следующие:

линейная скорость диска  $X_1$ , угол установки колосника относительно радиуса пильного цилиндра  $X_2$ , масса  $X_3$  и длина  $X_4$  пряди волокна. Значения факторов выбирались таким образом, чтобы максимально приблизить эксперимент к реальному процессу.

Интервалы варьирования факторов и значения их нижних и верхних уровней приведены в таблице 1.

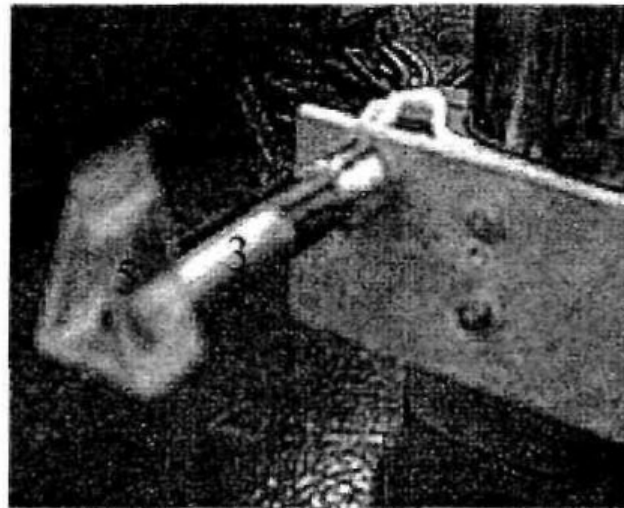
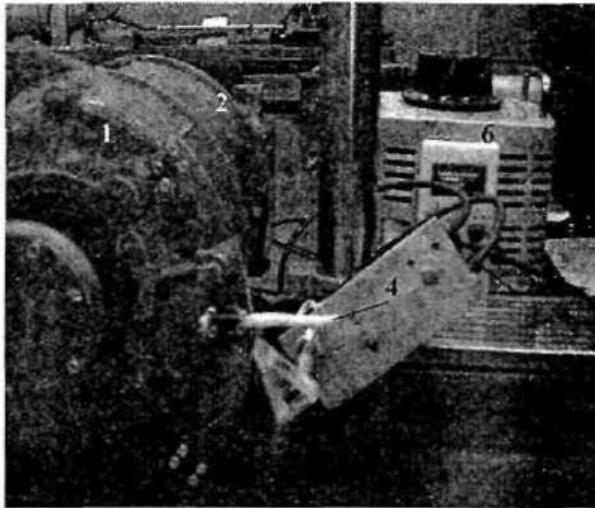


Рис. 1. Экспериментальный стенд:

1 – гладкий диск; 2 – электродвигатель; 3 – упругий элемент; 4 – прядь волокон;  
5 – насадка; 6 – лабораторный автотрансформатор

Таблица 1

Уровни варьирования факторов эксперимента

Фактор	Интервал варьирования	Значение фактора	
		Нижний уровень (-)	Верхний уровень (+)
Линейная скорость диска $X_1$ , м/с	8,2	16,5	32,9
Угол установки колосника $X_2$ , град	15	35	65
Масса пряди волокна $X_3$ , г	0,01	0,03	0,05
Длина пряди волокна $X_4$ , м	0,01	0,03	0,05

При проведении эксперимента использовалось трепаное льняное волокно, полученное по традиционной технологии из льняной тресты нормальной степени вылежки сорта «белочка».

Образцы прядей формировались вручную: из льняной тресты нарезались фрагменты длиной 30 и 50 мм, после чего формировались пряди различной массы (30 и 50 мг), что исключает взаимозависимость факторов  $X_3$  и  $X_4$ .

При проведении эксперимента, помимо силы удара  $Y_3$ , определялись следующие выходные параметры: прирост дроблености льняного волокна  $Y_1$  (который измерялся как абсолютная разность количества технических волокон до взаимодействия и после взаимодействия с колосником) и потеря волокна по массе  $Y_2$  (которая определялась

как абсолютная разность массы прядки волокна до и после взаимодействия с колосником).

Результаты экспериментального исследования приведены в таблице 2.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ при помощи стандартных программ, основанных на регрессионном анализе с надежностью 0,95. В результате после проверки адекватности модели с учетом значимости коэффициентов составлены следующие уравнения регрессии:

– для прироста дроблености:

$$Y_1 = 48,9 - 1,3X_1 - 1,3X_2 + 1,4X_3 - 7,8X_4 + 2,4X_1X_2 + 2,6X_1X_3 + 1,1X_1X_4 - 4,1X_2X_4 + 2,3X_3X_4 + 0,6X_1X_2X_3 - 1,9X_1X_3X_4 + 3,1X_2X_3X_4 + 8,3X_1X_2X_3X_4; \quad (1)$$



– для потери волокна по массе:

$$Y_2 = 10,8 + 3,1X_1 + X_2 + 3,3X_3 + 1,3X_4 + \\ + 0,6X_1X_2 + 0,8X_1X_3 + 0,4X_1X_4 + 0,3X_2X_3 + \\ + 0,3X_1X_3X_4 + 0,1X_1X_2X_4 + 0,1X_2X_3X_4 + \\ + 0,044X_1X_2X_3X_4 \quad (2)$$

– для силы удара:

$$Y_3 = 0,9 + 0,3X_1 + 0,13X_2 + 0,2X_3 + 0,03X_4 + \\ + 0,1X_1X_2 + 0,06X_2X_4 - 0,04X_3X_4 - \\ - 0,079X_1X_3X_4 + 0,086X_1X_2X_4 \quad (3)$$

Расчет адекватности полученных уравнений показал хорошую сходимость моделей и результатов экспериментальных исследований. Так, для уравнения (1) критерий Фишера  $F_p = 2,71$ , для уравнения (2)  $F_p = 2,84$ , для уравнения (3)  $F_p = 2,59$ ;  $F_{табл} = 2,9$ .

Анализ уравнений регрессии свидетельствует о том, что для прироста дроблености наиболее значимым фактором является длина пряди во-

локна; для потери волокна по массе – масса волокна и линейная скорость диска; для силы удара – линейная скорость диска и масса пряди волокна, в меньшей степени – угол установки колосника.

Из полученных данных следует, что для пряди волокна длиной 30 мм прирост дроблености изменяется примерно в 2 раза. При возрастании линейной скорости диска и массы пряди волокна возрастает потеря волокна по массе. Так, например, при линейной скорости диска 16,5 м/с потеря волокна по массе составила 4,5 мг, а при 32,9 м/с – 9,7 мг. С увеличением линейной скорости диска и угла установки колосника возрастает сила удара. Так, при угле установки колосника 35° сила удара равна 0,372 Н, а при 65° – 0,492 Н.

**ВЫВОД.** В результате проведенных экспериментальных исследований получены уравнения регрессии, позволяющие оценить влияние каждого из факторов варьирования на силу удара и характеристики льняного волокна.

Таблица 2

Результаты экспериментального исследования

№ п/п	Уровни факторов				Прирост дроблености $Y_1$	Потеря по массе $Y_2$ , г	Сила удара $Y_3$ , Н
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$			
1	-	+	-	-	42	0,0045	0,492
2	-	+	+	-	36	0,0100	0,669
3	-	+	+	+	31	0,0120	0,825
4	-	+	-	+	20	0,0064	0,392
5	+	+	-	-	84	0,0097	0,987
6	+	+	+	-	76	0,0173	1,555
7	+	+	+	+	55	0,0225	1,631
8	+	+	-	+	37	0,0123	1,532
9	-	-	-	-	53	0,0039	0,372
10	-	-	+	-	48	0,0088	0,584
11	-	-	+	+	34	0,0103	0,734
12	-	-	-	+	23	0,0061	0,495
13	+	-	-	-	51	0,0076	0,799
14	+	-	+	-	63	0,0144	1,341
15	+	-	+	+	59	0,0180	0,814
16	+	-	-	+	70	0,0096	0,789

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корабельников А.Р. Процесс взаимодействия волокна с колосником треугольного профиля / А. Р. Корабельников, Д. А. Лебедев, Е. И. Громова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – №4С.
2. Корабельников А.Р. Взаимодействие прядки волокна с колосником в процессе очистки с учетом аэродинамического сопротивления / А. Р. Корабельников, Д. А. Лебедев, Е. И. Громова // Научные труды молодых ученых КГТУ. – 2007. – № 8.

**R.V. Korabelynikov, D.A. Lebedev, E.I. Gromova**  
**INFLUENCE OF MAIN PARAMETERS OF FIBRE INTERACTION WITH FIRE BAR**  
**UPON IMPULSIVE FORCE AND FLAX FIBRE CHARACTERISTICS**

УДК 677.11.051

## КОЛЕБАНИЯ ПРЯДИ ЛЬНОСЫРЦА ПРИ ТРЕПАНИИ

С.Е. Маянский,

М.С. Енин\* (Всероссийский НИИ по переработке лубяных культур)

Приведены результаты теоретических исследований поперечных колебаний участка пряжи льносырца, расположенного между зажимом транспортера и планкой била трепального барабана, при одновременном трепании свободного участка пряжи по схеме одностороннего трепания.

С целью повышения выхода длинного волокна и в целом повышения качества трепаного льна предлагается перед подачей в трепальную машину подвергать льносырец предварительному обескостриванию и распрямлению. Для этого можно воздействовать на пряжу льносырца билами трепального барабана по схеме одностороннего трепания [1]. Такие воздействия обеспечивают встряхивание пряжи, создают дополнительное ее натяжение, а также возбуждают малые колебания участков пряжи. На рис. 1 показаны три положения бил четырехбильного барабана, характеризующие возможные схемы взаимодействия пряжи с планками бил в зависимости от числа бил и длины пряжи:

- пряжа взаимодействует с двумя бильными планками (положения бил 1 и 2), свободный конец пряжи может находиться в свободном состоянии или контактировать с подбильной решеткой;

- на пряжу воздействует одна планка (при малом числе бил и (или) короткой пряжи) – положение бил 3.

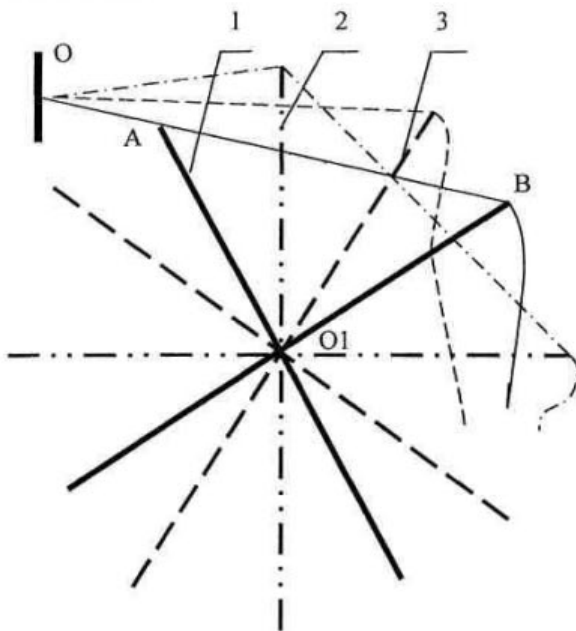


Рис. 1. Схемы взаимодействия пряжи с планками бил

Кроме этого, при длинной пряжи и большом числе бил пряжа может взаимодействовать с тремя планками.

В каждой из отмеченных схем взаимодействия всегда имеется участок пряжи, у которого один конец закреплен, а сама пряжа, на некотором расстоянии от точки закрепления, получает возбуждение от планки била.

Частота возбуждения пряжи  $\omega$ , рад/с зависит от числа бил  $z$  и частоты вращения барабана  $n$ , мин<sup>-1</sup>:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} z. \quad (1)$$

Рассмотрим две модели свободных колебаний пряжи, соответствующие отмеченным схемам взаимодействия пряжи с планками бил. При этом, в первом приближении, считаем пряжу однородной, нерастяжимой, идеально гибкой нитью, для исследования которой можно применить теорию колебаний струны.

**Модель 1** соответствует схеме пряжи, закрепленной в точке O, контактирующей на участке длиной  $l = OB$  с планкой била и получающей ударный импульс от планки следующего по направлению вращения барабана била на расстоянии  $c = OA$  от закрепленного конца (положение 1 на рис. 1).

Для описания свободных колебаний пряжи воспользуемся однородным дифференциальным уравнением в частных производных:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (2)$$

где  $a = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$  – скорость распространения волн

деформации;

$T$  – натяжение пряжи;

$\rho$  – линейная плотность пряжи.

Решение уравнения (2) находим при граничных условиях

$$u(0, t) = 0; u(l, t) = 0 \quad (3)$$

\* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Е.Л. Пашина

и начальных условиях [1]

$$u(x, 0) = 0;$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = \begin{cases} v_0 \cos \frac{x-c}{\delta} \frac{\pi}{2} & \text{при } |x-c| < \delta; \\ 0 & \text{при } |x-c| > \delta. \end{cases} \quad (4)$$

Функция начальной скорости в (4) соответствует удару по струне жесткого выпуклого молоточка шириной  $2\delta$ . Такой молоточек в центре интервала  $2\delta$  возбуждает наибольшую начальную скорость.

Возбужденные таким образом колебания струны (решение краевой задачи (2), (3), (4)) имеют вид [1]:

$$u(x, t) = \frac{8v_0\delta}{\pi^2 a} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \frac{\cos \frac{\pi k \delta}{l} \sin \frac{\pi k c}{l}}{1 - \left(\frac{2\delta k}{l}\right)^2} \sin \frac{\pi k x}{l} \sin \omega_k t. \quad (5)$$

Здесь  $\omega_k$  – собственная частота колебаний струны,

$$\omega_k = \frac{\pi k}{l} \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (k = 1, 2, 3, \dots); \quad (6)$$

$\delta$  – половина толщины бильной планки;

$v_0$  – скорость удара бильной планки по пряди.

Ускорения участков пряди найдем как вторую производную от (5):

$$\begin{aligned} \ddot{u} &= \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = \\ &= \frac{8v_0\delta\omega_k^2}{\pi^2 a} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \frac{\cos \frac{\pi k \delta}{l} \sin \frac{\pi k c}{l}}{1 - \left(\frac{2\delta k}{l}\right)^2} \sin \frac{\pi k x}{l} \sin \omega_k t. \end{aligned} \quad (7)$$

Определим значения входящих в уравнения величин в зависимости от конструктивных параметров узла трепания (рис. 2).

Координаты точек О, А и В:

$$\begin{aligned} x_O &= -d; y_O = b; \\ x_A &= -r \cos \varphi_i; y_A = r \sin \varphi_i; \\ x_B &= -r \cos(\alpha + \varphi_i); y_B = r \sin(\alpha + \varphi_i), \end{aligned} \quad (8)$$

где  $r$  – радиус барабана по кромкам планок бил;

$$\alpha = \frac{2\pi}{z} - \text{угол между геометрическими осями бил;}$$

$\varphi_i$  – текущий угол поворота барабана.

Точки О, А и В в момент удара кромки А по натянутой между зажимом О и кромкой В пряди, будут расположены на одной прямой, при этом  $\varphi_i = \varphi_A$ . Это произойдет при выполнении геометрического условия

$$(x_O - x_B)(y_A - y_B) = (x_A - x_B)(y_O - y_B). \quad (9)$$

После подстановки (8) в (9) и соответствующих преобразований находим выражение для определения угла  $\varphi_A$

$$\operatorname{tg} \varphi_A = \frac{r \sin \alpha - d \sin \alpha + b(1 - \cos \alpha)}{d(1 + \cos \alpha) + b \sin \alpha}. \quad (10)$$

Длина  $c$  участка пряди от зажима О до кромки А, с учетом (8), находится по формуле:

$$\begin{aligned} c = OA &= \sqrt{(x_A - x_O)^2 + (y_A - y_O)^2} = \\ &= \sqrt{(-r \cos \varphi_A + d)^2 + (r \sin \varphi_A - b)^2}. \end{aligned} \quad (11)$$

Длина распрямленного участка пряди между кромками планок бил

$$AB = 2r \sin \frac{\alpha}{2} = 2r \sin \frac{\pi}{z}. \quad (12)$$

Длина участка ОВ, по которому наносится удар,

$$\begin{aligned} l = OB &= OA + AB = \\ &= \sqrt{(-r \cos \varphi_A + d)^2 + (r \sin \varphi_A - b)^2} + \\ &+ 2r \sin \frac{\pi}{z}. \end{aligned} \quad (13)$$

**Модель 2** соответствует случаю, когда длина пряди примерно равна длине участка ОВ на рис. 2. В момент удара планки А по пряди натянутым остается участок ОА, а участок пряди АВ становится свободным или ложится на подбильную решетку (рис. 3).

В этой модели, в отличие от модели 1, изменится закон распределения скоростей точек пряди в начальных условиях (4). Учитывая, что планка била ударяется по пряди со скоростью  $v_0$ , а скорость точки О остается равной нулю, получим  $\dot{u} = v_0 \frac{x}{c}$ . Таким образом, начальные условия

(4) для модели 2 запишутся в виде



$$u(x,0) = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = v_0 \frac{x}{c}. \quad (14)$$

Согласно [3] решение краевой задачи (2), (3), (14) ищем в виде:

$$u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left( A_k \cos \frac{\pi k}{c} at + B_k \sin \frac{\pi k}{c} at \right) \sin \frac{\pi k}{c} x, \quad (15)$$

где

$$A_k = \frac{2}{c} \int_0^c u(x) \sin \frac{\pi k}{c} dx = 0; \quad (16)$$

$$B_k = \frac{2}{c} \int_0^c \dot{u}(x) \sin \frac{\pi k}{c} dx = \frac{2v_0}{c^2} \left( \sin \frac{\pi kx}{c} - \frac{c}{\pi k} \cos \frac{\pi kx}{c} \right).$$

В результате свободные поперечные колебания пряжи на участке OA будут выражаться функцией

$$u(x,t) = \frac{2v_0}{c^2} \sum_{k=1}^{\infty} \left( \sin \frac{\pi kx}{c} - \frac{c}{\pi k} \cos \frac{\pi kx}{c} \right) \sin \frac{\pi k}{c} x \sin \omega_k t. \quad (17)$$

Дифференцируя (17) дважды по времени, получим

$$\ddot{u} = \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = \frac{2v_0 a \omega_k}{c^2} \sum_{k=1}^{\infty} \left( \sin \frac{\pi kx}{c} - \frac{c}{\pi k} \cos \frac{\pi kx}{c} \right) \sin \frac{\pi kx}{c} \sin \omega_k t. \quad (18)$$

В этой модели собственная частота колебаний участка пряжи определяется по формуле:

$$\omega_k = \frac{\pi k}{c} \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (k=1, 2, 3, \dots). \quad (19)$$

**ВЫВОД**

Полученные аналитические зависимости позволяют исследовать процесс удаления костры из пряжи льносырца на участке между зажимным транспортером и кромкой била трепального барабана при одновременном трепании свободного участка пряжи по схеме одностороннего трепания, в зависимости от конструктивных и технологических параметров узла трепания.

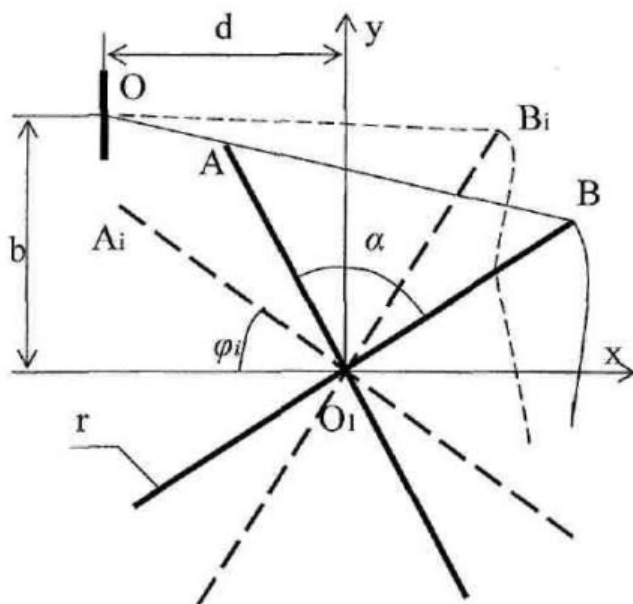


Рис. 2. Модель 1 ударного взаимодействия кромки била А с участком пряжи OB

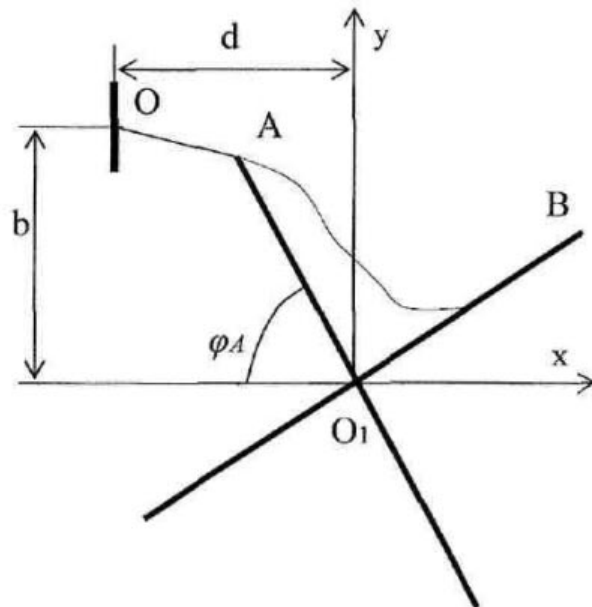


Рис. 3. Модель 2 взаимодействия кромки била А с короткой пряжей, длина которой соизмерима с расстоянием АВ между кромками соседних бил

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Енин М.С. Особенности поведения пряжи сырца при его обогащении путем трепания / М. С. Енин, С. Н. Разин // Наука, сельское хозяйство и промышленность – пути развития и ожидаемые результаты : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Вологда, 2008. – С. 211–213.

2. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 798 с.  
 3. Якубовский Ю.В. Основы механики нити / Ю. В. Якубовский [и др.]. – М. : Легкая индустрия, 1973.

S.E. Mayanskey, M.S. Yenin

### FLAX RAW MATERIAL STRAND VIBRATIONS DURING SCOTCHING

УДК 677.11.021.256.017.71

#### СКОРОСТИ УЧАСТКОВ ПРЯДИ, ОГИБАЮЩИХ КРОМКУ БИЛЬНОЙ ПЛАНКИ

В.А. Дьячков, Д.В. Иванюк

Излагается построение математической модели, описывающей относительные скорости пряжи, огибающей кромку бильной планки, в воздушных потоках поля трепания.

В работе Н.Н.Суслова [1] показано, что природа сил сопротивления движению трепальных барабанов на холостом ходу и при взаимодействии с материалом одна и та же и эти силы определяются силами аэродинамического сопротивления. Причем мощность, расходуемая на преодоление сил сопротивления, так же как и у вентиляторов, пропорциональна третьей степени угловой скорости вращения трепальных барабанов. Поэтому для определения сил, действующих на пряжу в процессе трепания, необходимо знать скорости перемещения пряжи в воздушных потоках поля трепания.

Известно, что движение в системе координат  $XOY$  (рис.1) участка пряжи, расположенного на кромке бильной планки, можно представить как совокупность двух движений: переносного (движения вместе с кромкой) и относительного (движения пряжи относительно кромки). В относительном движении пряжа совершает так называемое контурное движение по заданной поверхности, образованной поверхностью кромки бильной планки. Центр вращения в переносном движении есть ось вращения трепального барабана  $O$ ; в относительном – центр кривизны передней кромки  $O_k$  или  $O_k'$  для тыльной кромки (см. рис.1). Тогда вектор полной скорости точки пряжи  $S$ , находящейся на передней кромке бильной планки  $k$ -го била,

$$\bar{V}_k = \bar{V}_k^e + \bar{V}_k^r,$$

где  $V_k^e$  – переносная скорость пряжи – линейная скорость движения кромки бильной планки. Поскольку радиус кромки  $r \ll R$ ,

$$V_k^e = \omega R,$$

где  $\omega$  – угловая скорость;

$R$  – радиус трепального барабана;

$V_k^r$  – линейная скорость движения пряжи относительно кромки била. Определяется для элемента, расположенного на кромке  $k$ -го била как изменение во времени длины  $dL_k$  совокупности участков пряжи, контактирующих с билами от точки зажима (для которой принимается значение  $k=0$ ), до передней кромки  $k$ -го била;

$$V_k^r = \frac{dL_k}{dt} = \omega \frac{dL_k}{d\alpha}.$$

$$dL_k = L_k' - L_k,$$

где  $L_k'$ ,  $L_k$  – длина совокупности участков пряжи между точкой ее зажима и передней кромки  $k$ -го била при  $dt=0$  и на момент времени

$$dt = \frac{d\alpha}{\omega} \text{ (при повороте била на угол } d\alpha \text{) соответственно.}$$

$$L_k = \sum (L_{pk} + L_b),$$

где  $L_b$  – расстояние между передней и тыльной кромками  $k$ -го била. Значение  $L_b$  принимается равным нулю, если тыльная кромка  $k$ -го била не взаимодействует с пряжью;

$L_{pk}$  – длина участка пряжи между тыльной кромкой  $(k-1)$ -го и передней кромкой  $k$ -го била.

$$L_{pk} = \sqrt{(X_k - X_{(k-1)'})^2 + (Y_k - Y_{(k-1)'})^2}.$$

Здесь  $X_k$ ,  $Y_k$  – текущие координаты передней,  $X_{(k-1)'}$ ,  $Y_{(k-1)'}$  – тыльной кромки (см. [2]).

При повороте трепального барабана на угол  $\alpha$  изменение длин участков между точкой зажима и передней кромкой  $k$ -го била показано на рис.2, линейной скорости движения пряжи относительно кромки била – на рис.3. Исходные данные указаны в ранее опубликованной работе [2, с.162].

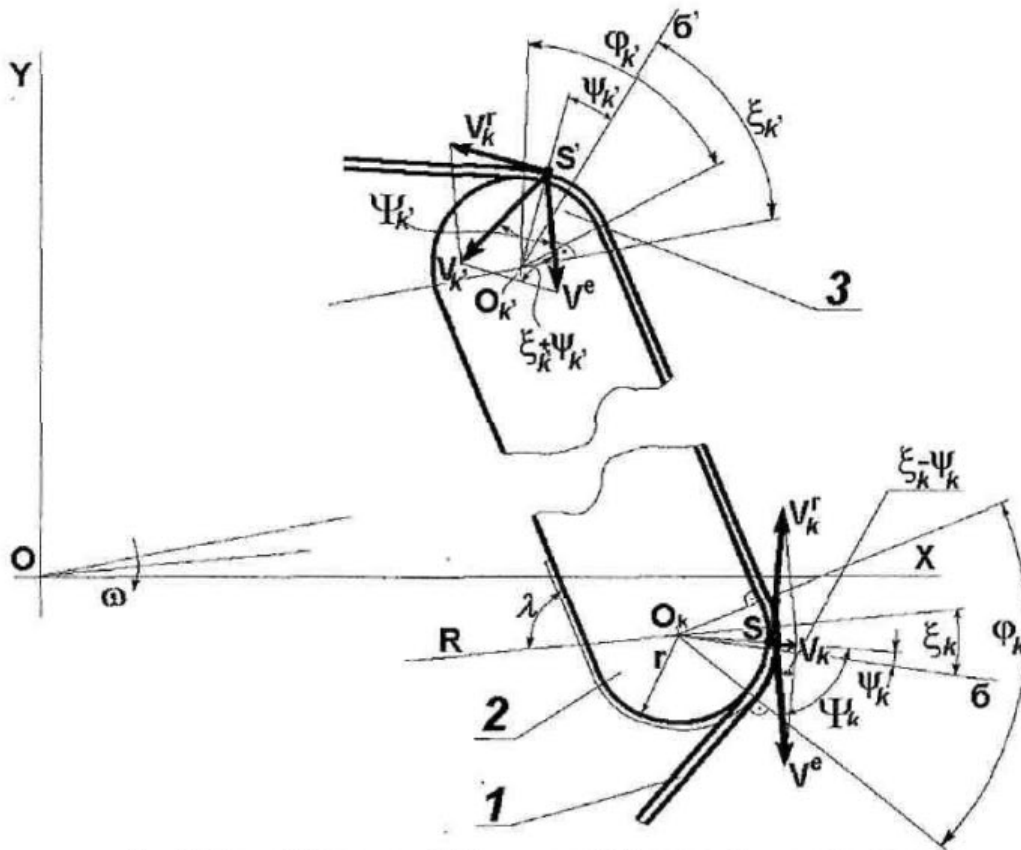


Рис. 1. Пряжа (1) на передней (2) и тыльной (3) кромке бильной планки

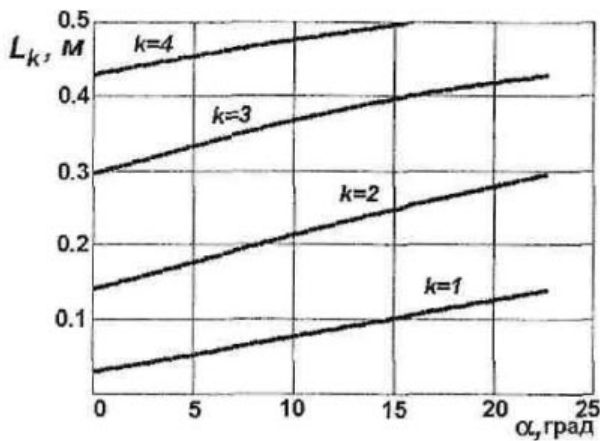


Рис. 2. Длины участков между зажимом и передней кромкой k-го била

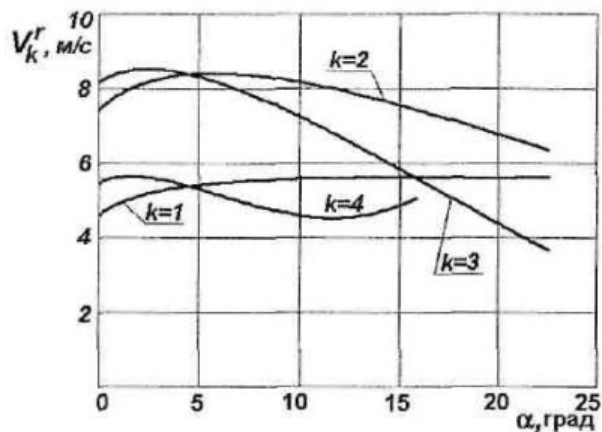


Рис. 3. Скорости движения пряжи относительно кромки k-го била

Для определения в неподвижной системе координат XOY модуля полной скорости произвольной точки S пряжи, прилегающей к кромке бильной планки на дуге φ, обозначим угол между биссектрисой β угла охвата пряжью кромки и радиусом, проведенным из центра кривизны пряжи O<sub>k</sub> и точку S, через ψ<sub>k</sub>, а угол между векторами

переносной V<sup>e</sup> и полной V скорости – через Ψ<sub>k</sub>. Воспользовавшись теоремой косинусов, выразим полную скорость V<sub>k</sub> точки S пряжи по двум известным сторонам V<sub>k</sub><sup>e</sup> и V<sub>k</sub><sup>r</sup> и углу (ξ<sub>k</sub> - ψ<sub>k</sub>):

$$V_k = \sqrt{(V_k^r)^2 + (V_k^e)^2 - 2V_k^r V_k^e \cos(\xi_k - \psi_k)},$$

а угол  $\Psi_k$  определим, используя теорему синусов:

$$\Psi_k = \arcsin\left(\frac{V_k^r}{V_k^e} \sin(\xi_k - \psi_k)\right).$$

Заметим, что нет смысла считать  $\Psi_k$  при  $V_k = 0$ .

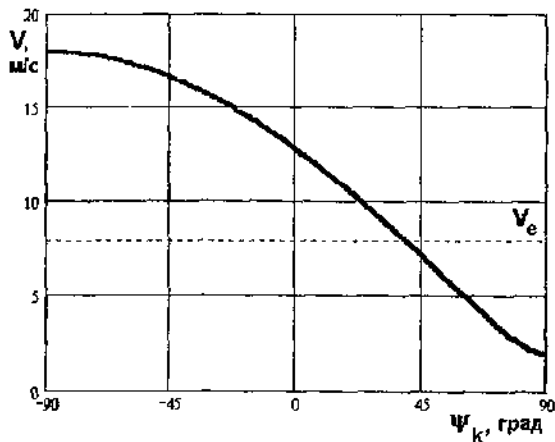
График изменения полной скорости показан на рис.4, угла  $\Psi_k$  между векторами переносной  $V_k^e$  и полной  $V_k$  скорости – на рис.5. Значения  $V_k$  и  $\Psi_k$  получены при значениях  $V_k^e = 8$  м/с и  $V_k^r = 10$  м/с. Рассматривается случай, когда свободный конец пряжи захлестнулся за бильную планку. То есть диапазон изменения угла  $\psi_k$  от  $-\pi/2$  до  $\pi/2$ . Как видно из графика, скорости отдельных участков пряжи могут существенно превосходить скорости движения кромок бильных планок  $V_k^e$ . Так, на-

пример, набегающая ветвь свободного конца пряжи имеет скорость  $V_n = V_k^e + V_k^r = 8 + 10 = 18$  м/с, а сбегающая  $V_c = V_k^e - V_k^r = 8 - 10 = 2$  м/с. Заметим, что участок пряжи, захлестнувшийся за бильную планку, перемещается со скоростью в  $(1 + \sin\lambda)$  раза большей, чем переносная скорость кромки била  $V^e$  ( $\lambda$  – угол наклона плоскости бильной планки к радиусу).

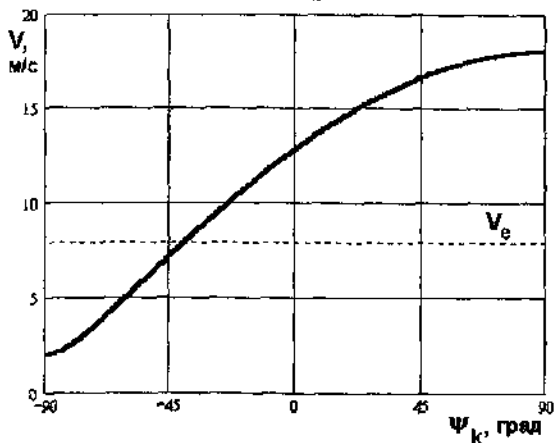
Аналогичные зависимости для тыльной кромки бильной планки

$$V_k' = \sqrt{(V_k^r)^2 + (V_k^e)^2 - 2V_k^r V_k^e \cos(\xi_k' - \psi_k')},$$

$$\Psi_k' = \arcsin\left(\frac{V_k^r}{V_k^e} \sin(\xi_k' + \psi_k')\right).$$

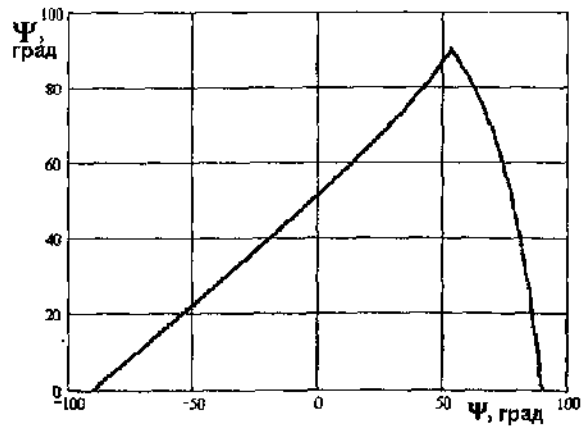


а

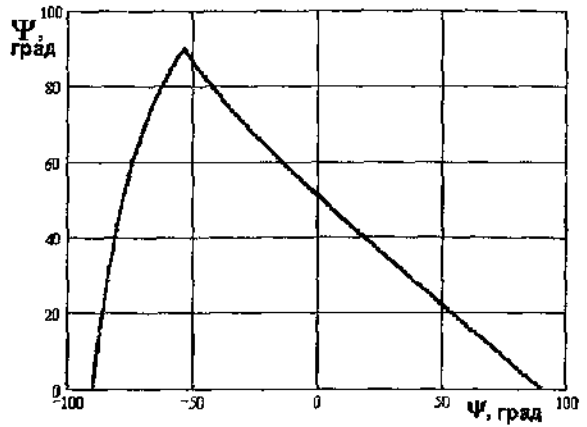


б

Рис. 4. Полная скорость участка пряжи S, расположенного на передней (а) и тыльной (б) кромке била



а



б

Рис.5. Угол между векторами переносной  $V_e$  и полной  $V$  скорости для передней (а) и тыльной (б) кромки била

Модуль и направление вектора воздушных потоков в поле трепания  $V_a$  зависит от множества факторов – от величины угловой скорости и конструкции трепальных барабанов и их ограждений, от начала координат этого вектора. Поэтому математический аппарат для его полной идентификации разработать очень сложно. Ранее, при разработке математических моделей, описывающих силы натяжения и нормального давления, при поиске значений сил аэродинамического сопротивления перемещению пряди в воздушных потоках опирались на результаты экспериментальных замеров этих сил [3, с.36–38].

Примем, что направление вектора скорости воздушных потоков в поле трепания для участка

пряди, прилегающего к передней кромке  $k$ -го била,  $\vec{V}_k^e$  будет совпадать по направлению с вектором скорости передней кромки билыной планки  $k$ -го била, но меньше по модулю этой скорости (см. рис.6).

Скорость точки пряди  $S$ , располагающейся на передней кромке  $k$ -го била, относительно воздушных потоков поля трепания  $V_{Sk}$  определится как векторная разность абсолютной скорости пряди  $V_k$  и скорости воздушных потоков в поле трепания  $V_k^e$

$$\vec{V}_{Sk} = \vec{V}_k - \vec{V}_k^e.$$

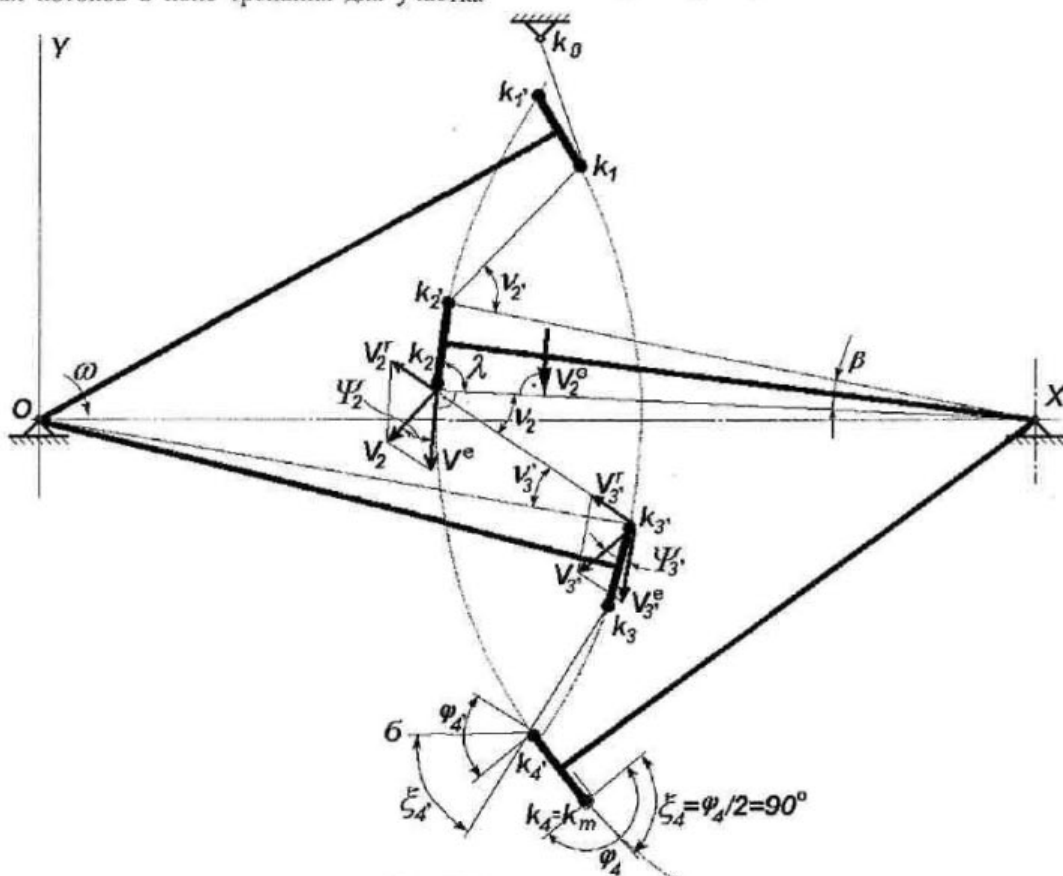


Рис. 6. Прядь в поле трепания

Тогда по модулю скорость точки  $S$  в воздушных потоках можно записать, воспользовавшись теоремой косинусов. Для передней кромки:

$$V_{Sk} = \sqrt{(V_k^e)^2 + V_k^2 - 2V_k^e V_k \cos \psi_k}.$$

Для определения угла между векторами скоростей точки пряди на тыльной кромке и воздуха мысленно перенесем вектор скорости воз-

душных потоков  $V_k^e$  в точку, где заканчивается контакт пряди с тыльной кромкой билыной планки  $(k+1)$ -го била (см. рис.6). Поскольку смежные била парных барабанов ( $k$ -е и  $(k+1)$ -е) смещены на угол  $\pi/Z$  ( $Z$  – число бил на барабане), а передняя и тыльная кромки билыной планки на угол  $\beta$ , то угол между векторами скорости воздушных потоков  $V_k^e$  и абсолютной скорости точки пряди покидающей тыльную кромку  $(k+1)$ -го била оп-

ределится из выражения  $\Psi_{k+1} + \pi/Z - \beta$ . Тогда для тыльной кромки:

$$V'_{Sk+1} = \sqrt{(V_k^e)^2 + V_{k+1}^2 - 2V_k^e V_{k+1} \cos(\psi_{k+1} + \frac{\pi}{Z} - \beta)}$$

Для определения сил аэродинамического сопротивления перемещению пряжи в воздушных потоках примем:

- поскольку аэродинамические силы пропорциональны квадрату относительной скорости, среднюю скорость воздуха относительно пряжи как среднее квадратичное скоростей перемещения крайних точек участка между передней кромкой  $k$ -го била и тыльной кромкой  $(k+1)$ -го била.

$$V'_{SC,k} = \sqrt{\frac{V_{S,k}^2 + V_{S,k+1}^2}{2}}$$

- усредненный угол между векторами скорости пряжи и воздушных потоков

$$\Psi_{SC,k} = \frac{\psi_k + \psi_{k+1} + \frac{\pi}{Z} - \beta}{2}$$

#### ВЫВОДЫ

Предложенная математическая модель, проверенная путем компьютерной реализации, позволяет анализировать относительные скорости пряжи в воздушных потоках поля трепания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов Н.Н. Исследование процесса трепания льна : дис. ... д-ра техн. наук / Н. Н. Суслов. – Кострома, 1961.
2. Дьячков В.А. Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон : учебник / В. А. Дьячков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2006. – 232 с.
3. Дьячков В.А. Проектирование трепальных машин : монография / В. А. Дьячков. – Кострома : КГТУ, 2000. – 111 с.

V.A. Dyachkov, D.V. Ivanyuk

#### SPEED OF STRAND AREAS BENDING BEATER BAR EDGE

УДК 677.11.620

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ТРЕПАНОГО ЛЬНА КАТОЛИТОМ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЧЕСА

С.Г. Смирнова, А.П. Соркин, П.Н. Рудовский, А.Б. Гаврилова, В.Л. Петров

В статье приводятся результаты исследования влияния обработки льняного волокна электрохимически активированным водным раствором на его гибкость, прочность и расщепленность.

В технологии мокрого прядения одной из задач является ослабление связей между волокнами, а в процессе вытягивания – дробление технических волокон на более тонкие элементарные волокна и их комплексы. Чем тоньше комплексы, из которых формируется пряжа, тем она ровнее, прочнее и меньше рвется в процессах прядения и дальнейшей переработки.

В существующей технологии для обеспечения стабильного процесса вытягивания используется химическая обработка ровницы [1], которая обеспечивает ослабление связей между комплексами волокон.

Цель исследования – проверка возможности влияния электрохимически активированного водного раствора (ЭХР) на ослабление связей между волокнами в полуфабрикатах процесса предпрядения.

Известен способ подготовки лубоволокнистого материала [2], в котором для разъединения

лубоволокнистого материала до элементарных волокон используется ЭХР с окислительно-восстановительным потенциалом от  $-1380$  мВ до  $+1380$  мВ кислотностью 2–4 рН при температуре 16–40 °С.

На основании предварительных экспериментов было установлено, что процессы вытягивания в предпрядении протекают наиболее стабильно после обработки волокна ЭХР (катодит) с окислительно-восстановительным потенциалом  $E_H = +900$  мВ и водородным показателем анолита (кислотностью) рН = 10 ед. при комнатной температуре 18–20 °С. Поэтому образцы горстей трепаного льна весом по 120 г, сформированные из партии трепаного льна обрабатывались ЭХР с названными характеристиками и температурным режимом. Отобранные образцы подвергались замочкам в воде, растворе ЭХР и отжимом в 3-валковом отжимно-промывочном устройстве, в котором за

один проход осуществляется трехкратный режим «промывка – отжим волокна». Отжим валками осуществлялся при давлении 500–600 Н/см, что способствует расщеплению волокон, увеличению их гибкости. Эксперимент проводился при восьми

различных режимах обработки. Каждому виду обработки подвергались по два образца горстей чесаного льна. Режимы проведения эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Номер варианта	Режимы обработки																
	Замочка ЭХР, с	Отжим с промывкой	Замочка в воде, с	Отжим с промывкой	Замочка в воде, с	Замочка ЭХР, с	Отжим с промывкой	Замочка в воде, с	Замочка ЭХР, с	Отжим с промывкой	Замочка в воде, с	Отжим с промывкой	Замочка ЭХР, с	Отжим с промывкой	Замочка в воде, с	Замочка ЭХР, с	Отжим с промывкой
1	-	-	10	+	10	-	+	10	-	+	10	+	-	-	10	-	+
2	30	+	10	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	15	+	10	+	15	-	+	-	10	+	-	-	-	-	-	-	-
4	10	+	-	-	10	10	+	10	10	+	10	+	-	-	-	-	-
5	8	+	10	+	10	8	+	10	8	+	10	-	8	+	-	-	-
6	30	+	10	+	10	-	+	10	-	+	-	-	-	-	-	-	-
7	30	+	10	+	10	-	+	10	-	+	10	+	-	-	10	+	-

После обработки горсти льна подвергались сушке, а затем прочесывались на чесальной машине Ч-302-Л, установленной в лаборатории КНИИЛП. Горсти льна (вариант 1) не обрабатывались раствором ЭХР, а подвергались лишь максимальному количеству промывок (пять раз) и прогонялись максимальное количество раз через отжимные валки (пять прогонов). Промывки чередовались с отжимом. Эти образцы принимались за контрольные. Из каждого прочесанного образца по стандартной методике изготавливались пряжки волокон для определения их физико-механических свойств: гибкости, прочности, а также расщепленности.

Гибкость прядок определялась на гибкомере ГВ-2. В каждом варианте обработки испытания на гибкость проводились в 60-кратной повторности. Показатели средних значений иллюстрируются диаграммой на рис. 1.

Образец под нулевым номером отображает показания гибкости пряжки волокон, отобранной из горстей чесаного льна, не подвергавшейся никакой обработке вообще. Как видно из диаграммы, имеется увеличение значений гибкости (т.е. уменьшение жесткости льна) в образцах с 1 по 7, т.е. подвергавшихся обработке в воде или в растворе ЭХР. Средние значения гибкости обработанных образцов 1–7 в значительной степени превышают значения необработанных. Из этого следует, что увеличение показателей гибкости происходит в большей степени за счет большого количества промывок и

прогонов горстей льна через отжимные валки, а раствор ЭХР на данном этапе обработки льна не оказывает желаемого воздействия.

Образцы прядок, прошедшие испытания на гибкость, подвергались растяжению до разрыва. Испытания проводились на динамометре типа ДКВ. В каждом варианте обработки испытания на прочность проводились в количестве 30 повторностей. Затем вычислялись значения средней разрывной нагрузки по этому параметру для каждого варианта обработки. Для наглядности результаты испытаний приведены на рис. 2 в виде диаграммы.

Анализ диаграммы показывает, что обработка волокна как водой, так и ЭХР приводит к существенному уменьшению прочности пряжки чесаного льна. Сравнение значений прочности обработанных образцов с контрольными показывает незначительное увеличение в образцах 2 и 6 на 5 и 4% соответственно. Возможно, ее увеличение объясняется меньшим количеством замочек и отжимов по сравнению с контролем. В то же время, в образцах 4 и 5 наблюдалось значительное уменьшение прочности на 21 и 40% соответственно. Данные образцы соответствуют режимам с наибольшим количеством замочек и отжимов. Таким образом, влияние обработок ЭХР для этих образцов можно считать существенным.

Для определения показателя расщепленности отбирались пробы массой 10 мг и длиной 10 мм. Подсчитывалось число параллелизованных волокон, принимая за отдельные волокна также



ответвления (усики) длиной 5–10 мм. Количество повторов для каждого образца равнялось трем. Средние значения по расщепленности представлены на рис.3.

Из диаграммы видно, что обработка горстей чесаного льна в предложенных режимах оказывает

благоприятное воздействие на показатель расщепленности волокон льна в вариантах обработки под номерами 4–7. Их значения превышают контрольные показатели от 3,6 до 38,3 %, то есть обработка раствором ЭХР оказывает положительное воздействие на расщепленность волокон.

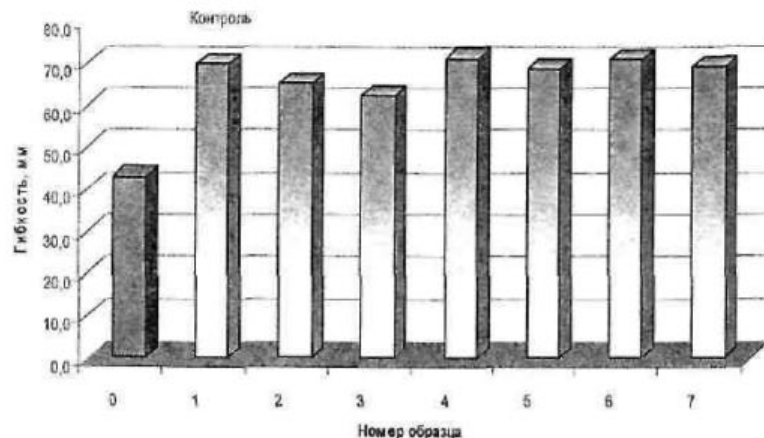


Рис. 1. Средние показатели гибкости прядок чесаного льна при различных режимах обработки

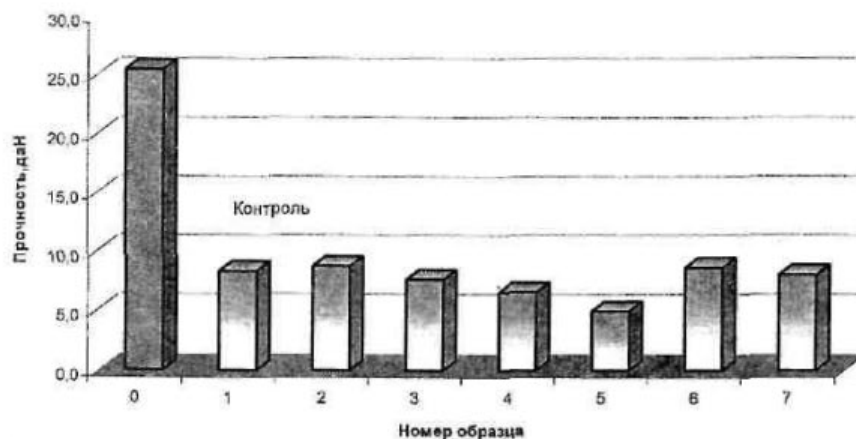


Рис. 2. Средние показатели разрывной нагрузки чесаного льна при различных режимах обработки

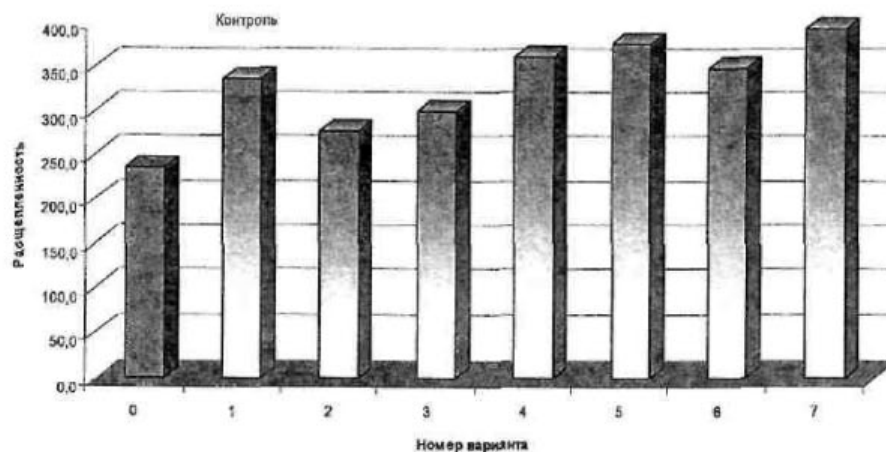


Рис. 3. Средние показатели расщепленности навески чесаного льна при различных режимах обработки



## ВЫВОДЫ

1. Обработка волокна как водой, так и раствором ЭХР с промывкой водой, отжимом и последующей сушкой, по сравнению с необработанным (сухим) волокно, приводит к увеличению гибкости и расщепленности волокон при одновременном снижении прочности пряжки.

2. При вариантах обработки ЭХР 5 и 7 имеют место уменьшение прочности пряжки и увеличение расщепленности по сравнению с обработкой водой. При этом на гибкость волокон влияние обработки ЭХР незначительно. Поэтому такие режимы обработки волокна могут быть рекомендованы при обработке партии волокна для выработки пряжи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарева С.Е. Прядение льна с варкой ровницы / С. Е. Лазарева [и др.]. – М. : Легкая индустрия, 1966.
2. Пат. 2139374 Российская Федерация, D01C 1/02. Способ подготовки лубоволокнистого материала / В. Л. Петров, Н. В. Алексеев. – 10.10.1999.

S.G. Smirnova, A.P. Sorkin, P.N. Rudovskiy, A.B. Gavrilova, V.L. Petrov  
EXPERIMENTAL CHECKING INFLUENCE OF SCOTCHING FLAX  
TREATMENT BY CATHOLYTE UPON COMBING QUALITY PARAMETERS

УДК 677.052.94

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАПРАВКИ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА  
ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ПМ-88-Л8 ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ОЧЕСКОВОЙ ПРЯЖИ

У.Ю. Титова, М.А. Пионникова

В статье приводятся результаты исследования влияния горки в вытяжном приборе прядильной машины ПМ-88-Л8 на физико-механические свойства гребенной оческовой пряжи. Определено оптимальное положение горки в поле вытягивания.

Предприятия льняной отрасли в технологии переработки коротких льняных волокон для выработки пряжи малых линейных плотностей используют технологию с применением гребнечесания. Улучшения показателей качества такой пряжи можно добиться, в частности, оптимизацией параметров заправки вытяжного прибора прядильной машины. В соответствии с нормативными документами [1, 2] рекомендуемые параметры заправки вытяжного прибора для оческовой пряжи на машине ПМ-88-Л8: разводка  $R = 150-160$  мм, вынос передней кромки горки  $a = 3$  мм, расстояние между жалом вытяжной пары и передней кромкой горки  $h = 45$  мм (рис. 1). По данным предварительных классических экспериментов, проведенных кафедрой прядения КГТУ, и по опыту работы предприятий было установлено, что для переработки очеса, прошедшего гребнечесание, регламентированные значения параметров  $R$  и  $h$  не дают должной степени дробления волокон, т.к. штапельная длина волокон в ровнице меньше разводки.

Положение горки в вытяжном поле определяет длину и толщину комплексов, из которых будет формироваться пряжа, а именно эти показатели существенно определяют физико-механические свойства пряжи и обрывность в процессе прядения. Поэтому правильное положение горки имеет большое значение и может быть различным в зависимости от параметров вытяжного прибора, линейной плотности вырабатываемой пряжи.

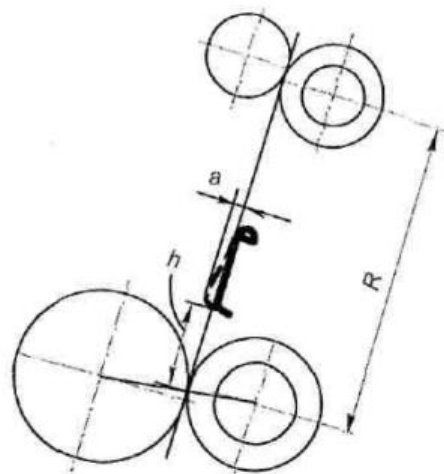


Рис. 1

Для проведения экспериментальных исследований с целью оптимизации параметров работы вытяжного прибора на ООО «БКЛМ-Актив» вырабатывалась ровница из очеса №6 при 100% гребнечесании, химическая обработка – окислительная варка. Нарбатывалась пряжа линейной плотности 56 текс.

В качестве входных параметров были приняты:  $a$  ( $x_1$ ) – вынос передней кромки горки ( $a = 0, 2, 4$  мм),  $h$  ( $x_2$ ) – расстояние между жалом вытяжной пары и передней кромкой горки ( $h = 30, 35, 40$  мм),  $R$  ( $x_3$ ) – разводка ( $R = 125, 130, 135$  мм).

В качестве плана для проведения эксперимента был выбран трехфакторный некомпозиционный план Бокса – Бенкина, который представляет собой композицию полного факторного эксперимента с одной центральной точкой [4].

Для обеспечения точности выходного параметра и определения дисперсии воспроизводимости опытов эксперименты проводились в двух повторностях. Чтобы исключить влияние внешних факторов на эксперимент, проводилась рандомизация опытов по таблице случайных чисел.

В качестве параметров оптимизации использовались основные показатели качества пряжи:  $P_0$  – удельная разрывная нагрузка пряжи, гс/текс;  $C_p$  – коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %;  $C_m$  – коэффициент вариации линейной плотности по 0,5 м отрезкам, %;  $C_{ly}$  – коэффициент вариации по разрывному удлинению, %;  $l_y$  – разрывное удлинение, мм, а также показатель качества  $\Pi_k = P_0/C_p$ .

Образцы пряжи испытывались на приборе КЛА-М, где были получены характеристики: количество пороков в пряже, градиент неровноты, спектральная плотность. Анализировался характер кривых утонения и изменение структуры волокон в мычке под воздействием входных факторов. Кривые утонения строили по результатам взвешивания отрезков отобранной из вытяжного прибора ровницы. В результате двойного графического дифференцирования кривых утонения было получено распределение волокон по длине, и рассчитана средняя длина волокон в мычке  $l_{cp}$ .

Как показали результаты исследований (табл. 1), чем меньше  $h$  и больше  $a$ , тем ближе кривая утонения к первой предельной схеме, т.е. вытяжной парой сдвигаются более короткие волокна.

По результатам исследований на КЛА-М максимальное число пороков в пряже и градиент неровноты наблюдались при любых  $h$  и  $R$  в вариантах при  $a=0$ .

Таблица 1

Результаты исследования образцов пряжи

Параметры	Разводка, мм ( $R=125$ )			Разводка, мм ( $R=130$ )			Разводка, мм ( $R=135$ )						
	$h=30$	$h=35$	$h=40$	$h=30$	$h=35$	$h=40$	$h=30$	$h=35$	$h=40$				
	$a=2$	$a=0$	$a=4$	$a=2$	$a=0$	$a=4$	$a=2$	$a=0$	$a=4$				
Пороки:													
утолщения	87	83	80	93	98	85	97	95	85	79	93	89	89
утонения	681	813	646	683	735	719	680	802	742	721	784	698	714
непсы	82	110	70	83	85	78	88	110	90	71	88	123	92
Сумма	850	1006	796	859	918	882	865	1007	917	871	965	910	895
Градиент неровноты $S_v$ , м													
0,01	34,36	38,42	33,5	35,09	36,75	34,72	35,1	37,58	35,61	33,56	36,64	35	36,07
0,02	30,8	34,89	30,08	31,82	33,34	31,25	31,9	34,2	32,12	29,94	33,45	31,49	32,63
0,03	28,06	32,17	27,4	29,28	30,63	28,62	28,9	31,61	29,46	27,15	30,95	28,72	29,99
0,1	20,12	23,76	19,72	21,41	21,81	21,24	20,9	23,27	21,88	19,18	22,64	20,6	22
0,5	14,59	17,91	14,18	15,66	15,23	16,05	14,6	16,03	16,48	13,65	15,98	14,9	16,16
1	12,48	16,18	12,26	13,73	13,43	13,99	12,6	13,61	14,56	11,53	14,12	13,11	14,29
2	9,95	14,24	9,92	11,42	11,22	11,89	10,3	10,91	12,17	8,65	12,06	11,06	11,84
5	7,05	11,59	6,94	8,57	7,74	9,12	7,3	7,69	8,99	5,98	8,97	7,42	8,23
10	4,75	9,87	4,61	6,62	4,82	7	4,7	5,43	6,74	4,75	6,77	4,88	6
25	1,8	7,49	2,89	3,86	1,88	2,91	3,8	3,07	4,36	3,09	4,42	2,53	3
$l_{cp}$ , мм	50,7	52,1	46,3	46,8	53,1	51,9	55,7	55,9	53,5	55,9	59,9	56,9	46,9
$C_p$ , %	16,0	14,9	18,4	19,5	13,9	10,5	10,8	13	14	12,1	14,8	16,4	12,7
$P_{0n}$ гс/текс	17,59	19,6	19,71	18,5	17,95	19,21	19,6	18,6	18,17	18,03	18,4	18,5	18,7
$C_{ly}$ , %	15,4	9,8	12	14,7	11,8	8,5	11,8	11	10,3	10,8	9,8	12,3	10,7
$l_y$ , мм	2,3	2,47	2,51	2,43	2,13	2,27	2,33	2,28	2,24	2,16	2,42	2,42	2,19
$C_m$ , %	12,5	12,6	11,5	14,6	11,2	10,1	14,2	12,3	10,9	12,6	12,8	13,9	10,2
$\Pi_k$	1,1	1,32	1,07	0,95	1,29	1,83	1,81	1,43	1,3	1,49	1,24	1,13	1,48

Минимальные значения числа пороков в пряже, градиента неровноты и средней длины волокон наблюдались при любых  $R$  в вариантах  $h = 30-35$  мм и  $a = 2-4$  мм.

Значения удельной разрывной нагрузки пряжи и коэффициента вариации по разрывной нагрузке соответствуют стандартным значениям

[3] для льняной пряжи 56 текс ( $P_0 = 17,9$  гс/текс,  $C_p = 21,5\%$ ). Максимальные значения показателя качества  $\Pi_k$  зафиксированы при  $R=130$  мм ( $h = 30$  мм,  $a = 4$  мм и  $h = 35$  мм,  $a = 2$  мм).

По результатам исследования были построены регрессионные модели параметров оптимизации:  $y_j$  – удельной разрывной нагрузки ( $P_0$ ),

$y_2$  – коэффициента вариации по разрывной нагрузке ( $C_p$ );  $y_3$  – коэффициента вариации по линейной плотности ( $C_m$ ).

Уравнения регрессии имеют вид:

$$y_1 = 19,59 + 0,13x_1 + 0,16x_2 - 0,2175x_3 - 0,4225x_1x_2 - 0,0025x_1x_3 - 0,0525x_2x_3 - 0,165x_1^2 - 0,99x_2^2 - 0,42x_3^2;$$

$$y_2 = 10,8 + 0,3375x_1 + 0,8375x_2 - 1,6x_3 + 1,1x_1x_2 - 0,475x_1x_3 - 0,725x_2x_3 + 1,55x_1^2 + 0,5x_2^2 + 3,775x_3^2;$$

$$y_3 = 14,2 - 0,3125x_1 + 0,2x_2 - 0,2125x_3 - 0,075x_1x_2 + 0,55x_1x_3 - 1,125x_2x_3 - 1,425x_1^2 - 1,65x_2^2 - 0,075x_3^2.$$

Проверка значимости коэффициентов регрессии проводилась по критерию Стьюдента [5]. В результате проверки уравнения регрессии приняли вид:

$$y_1 = 19,59 - 0,4225x_1x_2 - 0,99x_2^2 - 0,42x_3^2;$$

$$y_2 = 10,8 - 1,6x_3 + 1,1x_1x_2 + 1,55x_1^2 + 3,775x_3^2;$$

$$y_3 = 14,2 - 1,125x_2x_3 - 1,425x_1^2 - 1,65x_2^2.$$

Оптимизация уравнений регрессии осуществлялась с помощью диссоциативно-шагового метода [6]. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оптимизации параметров заправки вытяжного прибора

Входные параметры	Параметры оптимизации		
	$y_1$ ( $P_n$ )	$y_2$ ( $C_p$ )	$y_3$ ( $C_m$ )
$x_1$ ( $a$ )	2,16 мм	2,52 мм	4 мм
$x_2$ ( $h$ )	35 мм	30 мм	30 мм
$x_3$ ( $R$ )	128,7 мм	130,7 мм	125 мм
Значения выходных параметров	19,55 гс/текс	15,44 %	9,15 %

Установлено, что по всем показателям лучшими можно считать варианты с  $R = 130$  мм,  $h = 35$  мм и  $a = 2-4$  мм.

Для принятия окончательного решения лучшие варианты по результатам проведенных исследований необходимо апробировать в производственных условиях.

#### ВЫВОДЫ

1. По физико-механическим свойствам пряжа 56 текс, полученная из очеса №6 с применением гребенчесания, соответствует льняной пряже Б56ВЛ.
2. Оптимальными параметрами заправки вытяжного прибора машины ПМ-88-Л8 для выработки оческовой пряжи малой линейной плотности являются  $R = 130$  мм,  $h = 35$  мм,  $a = 2-4$  мм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. – М. : Легпромбытиздат, 1991.
2. Регламентированный технологический режим выработки льняной пряжи и ниток. – М. : ЦНИИТЭИЛегпром, 1989.
3. ГОСТ 10078–85. Пряжа чистольняная, льняная и льняная с химическими волокнами. – М. : Изд-во стандартов, 1985.
4. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М. : Финансы и статистика, 1981.
5. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник для вузов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов. – М. : Легкая индустрия, 1980.
6. Севостьянов А.Г. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник для вузов / А. Г. Севостьянов, П. А. Севостьянов. – М. : Легпромбытиздат, 1991.

U.Yu. Titova, M.A. Pshonnikova

#### OPTIMIZATION OF SETTING-UP PARAMETERS OF SF-88-F8 SPINNING FRAME DRAWING MECHANISM FOR WASTE YARN PRODUCTION

УДК 677.053

#### ШЛИХТОВАНИЕ ЛЬНЯНОЙ ОЧЕСКОВОЙ ПРЯЖИ

С.М. Миновская, А.Б. Брут-Бруляко

Проведен сравнительный анализ использования шликты с модифицированным крахмалом Емсайз Е9.

Льняная оческовая пряжа различных номеров широко используется для выработки тканей костюмно-плательного ассортимента. Поскольку эти ткани в

дальнейшем проходят окрашивание, то к шликтующим препаратам предъявляется основное требование – легкое удаление их в процессе отделки ткани. Это

связано с необходимостью свести к минимуму влияние шлихтующих препаратов на результаты отделки тканей и исключить такие пороки, как непрокрас ткани, красильные пятна и проч.

Препарат Емсайз Е9, применяемый для шлихтования льняной оческовой пряжи на ООО «БКЛМ-Актив» (г. Кострома), легко вымывается из ткани, без использования энзимов и обладает хорошей биологической разлагаемостью, что является важным экологическим аспектом. К тому же в сравнении со шлихтой, приготовленной с использованием натурального крахмала, шлихта, приготовленная с использованием модифицированного крахмала Емсайз Е9, проста в приготовлении и имеет более высокие технологические ткацкие свойства [1].

В производственных условиях ООО «БКЛМ-Актив» проведены исследования процесса шлихтования основной пряжи 86 текс, выработанной из льняного очеса, шлихтой с кукурузным крахмалом и шлихтой с модифицированным крахмалом Емсайз Е9.

Исследования проводились на шлихтовальной машине ШБ-11/180-3. При шлихтовании кукурузным крахмалом его закладка составляла 25 кг на 1000 л воды, при шлихтовании Емсайзом Е9 – 15 кг. В процессе шлихтования вытяжка пряжи по прибору ИВУ составила 0,9 % в каждой партии, температура шлихты в клеевом аппарате поддерживалась на уровне 70 °С, температура поверхностей барабанов составляла 120 °С, скорость ведения процесса шлихтования 40 м/мин.

Результаты шлихтования льняной оческовой пряжи по двум режимам с разной шлихтой представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что истинный приклей при шлихтовании Емсайзом Е9 на том же уровне, что и при шлихтовании кукурузным крахмалом. Но наряду с этим заметно изменились физико-механические свойства пряжи.

Так, разрывная нагрузка ошлихтованной пряжи при шлихтовании Емсайзом Е9 увеличилась на 13,6 %, а при шлихтовании кукурузным крахмалом увеличилась на 2,3 %. Разрывное удлинение ошлихтованной пряжи при использовании препарата Емсайз Е9 снизилось на 8,7 %, а при использовании кукурузного крахмала – на 4,2 %. Ткацкую способность пряжи, ошлихтованной по двум режимам, оценивали по уровню обрывности при переработке основ на ткацких станках СТБ2-180, расположенных на одном комплекте и в одном цехе. Результаты обрывности приведены в табл. 2.

Из результатов, приведенных в табл. 2, видно, что производительность станков при переработке основной пряжи, ошлихтованной модифи-

цированным крахмалом Емсайз Е9, выше на 26,5 % по сравнению с основами, ошлихтованными кукурузным крахмалом, при этом обрывность основной пряжи на 25,8 % ниже, чем у основы, обработанной серийной шлихтой с кукурузным крахмалом.

Таблица 1

Показатели	Пряжа, обработанная шлихтой с кукурузным крахмалом	Пряжа, обработанная шлихтой с Емсайзом Е9
Истинный приклей пряжи, %	0,88	0,84
Разрывная нагрузка пряжи, сН:		
• мягкой	1568,8	1634,0
• ошлихтованной	1605,2	1857,0
Разрывное удлинение пряжи, %:		
• мягкой	2,4	2,3
• ошлихтованной	2,3	2,1

Таблица 2

Показатели	Пряжа, обработанная шлихтой с кукурузным крахмалом	Пряжа, обработанная шлихтой с Емсайзом Е9
Обрывность основной пряжи, обр./1 м	0,66	0,49
2. Производительность станка, м/ч	4,9	6,2

Далее были проверены результаты обработки обеих партий тканей в отделочном производстве ООО «БКЛМ-Актив».

Беление и крашение ткани, выработанной из основной пряжи, ошлихтованной модифицированным крахмалом Емсайз Е9, проходило без затруднений. По результатам проведенной работы был сделан экономический расчет.

Стоимость 1 кг модифицированного крахмала Емсайз Е9 по ценам 2007 г. составляет 58,41 руб./кг, а кукурузного крахмала – 16,23 руб./кг. Несмотря на разницу в цене, применение модифицированного крахмала при шлихтовании основной пряжи 86 текс является экономически целесообразным. Это объясняется тем, что на шлихтование партии основной пряжи длиной 10000 м при использовании кукурузного крахмала расходы составляют 675,45 руб., а при использовании модифицированного крахмала Емсайз Е9 – 588,71 руб. Результаты расчетов показывают, что стоимость шлихтования при использовании шлихты с модифицированным крахмалом Емсайз Е9 ниже на 12,8 %. Годовой экономический эффект от использования шлихты Емсайз Е9 составляет 14929,5 руб.

## ВЫВОД

Применение модифицированного крахмала Емсэйз Е9 для шлихтования льняной оческовой

пряжи является более выгодным. В результате его использования в качестве шлихтующего препарата снижается обрывность льняной оческовой пряжи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лопатина О.П. Технология шлихтования льняной и хлопчатобумажной пряжи композициями на основе модифицированных крахмалов (экономические аспекты) / О. П. Лопатина, О. В. Петрова // Текстильная промышленность. – 2005. – № 1–2.

S.M. Minovskaya, A.B. Brut-Brulyako  
FLAX WASTE-YARN SIZING

УДК 677.033.292.7:519.1

## О ФОРМЕ НАМОТКИ ЛЕНТ НА БАРАБАНЕ ЛЕНТОЧНОЙ СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

В.П. Зайцев (Дмитровградский институт технологии, управления и дизайна),

В.Л. Маховер, Р.Г. Сайманов, Т.В. Манина (Ивановская государственная текстильная академия)

Рассматриваются факторы, влияющие на форму намотки ленты на барабан ленточной сновальной машины; раскрыт механизм возникновения неправильной формы намотки.

Правильная намотка лент на барабане ленточной сновальной машины возможна лишь при соответствующем подборе скорости  $h$  перемещения суппорта и угла  $\alpha_x$  конуса барабана [1]. Однако фактическая величина  $h$  не всегда соответствует расчетным значениям, а линейная плотность  $P$  раскладки нитей на барабане и объемная плотность  $\gamma_c$  намотки отдельных слоев нитей могут изменяться в процессе наматывания в зависимости от натяжения, неравномерности нитей по толщине и других причин.

Рассмотрим влияние различных факторов на радиус  $\rho$  намотки, длину  $L$  наматывания нитей и форму намотки лент на барабане ленточной сновальной машины. В общем случае для образующей  $y = y(x)$  открытой поверхности торца ленты (рис. 1) имеем

$$dy/dx = \delta_c / h = \operatorname{tg} \alpha(x), \quad (1)$$

где  $\delta_c = \delta_c(x)$  – толщина слоя нитей, наматываемых за один оборот барабана (приращение радиуса намотки);

$$y = \rho - r_6. \quad (2)$$

Из закона сохранения массы нитей, наматываемых за один оборот паковки в тонком слое шириной  $h$ , прилегающем к открытому торцу ленты (см. рис. 1):

$$2\pi\rho PT \cdot 10^5 = 2\pi\rho\delta_c \gamma_c$$

находим

$$\delta_c = PT / (10^5 \gamma_c), \quad (3)$$

где  $T$  – линейная плотность пряжи, текс; величины  $P$ ,  $\gamma_c$ ,  $h$  выражены соответственно в нитях/см, г/см<sup>3</sup>, мм, а  $\rho$  и  $\delta_c$  – в см.

Последняя формула справедлива для любой точки образующей намотки ленты, поэтому входящие в нее параметры можно рассматривать как функции абсциссы  $x$ .

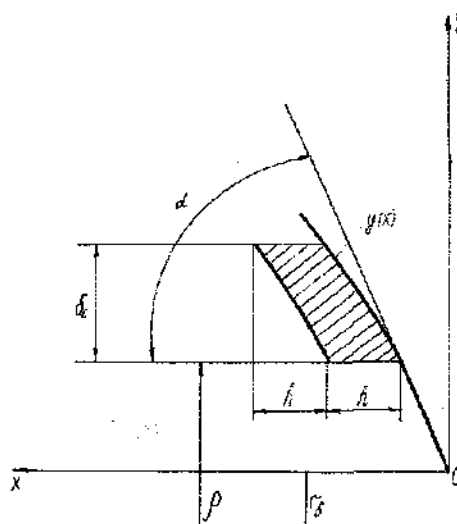


Рис. 1

Из (1) и (3) следует, что образующая торца ленты будет линейной, если выполнено условие

$$\operatorname{tg} \alpha = PT / (10^5 h \gamma_c) = \operatorname{const}. \quad (4)$$

Однако выполнение условия (4) не всегда обеспечивает правильную намотку ленты на барабан, т.к. фактический угол  $\alpha$  может отличаться от угла  $\alpha_x$  конуса барабана. Чтобы сечение ленты представляло собой параллелограмм нужно, очевидно, иметь  $\alpha = \alpha_x$ . Или, с учетом условия (4), на

цилиндрическом и коническом участках ленты должно быть

$$t g \alpha_k = PT / (10^5 h \gamma_c). \quad (5)$$

При этом ввиду постоянства  $h$  за каждый оборот барабана будет наматываться согласно (1), одинаковая толщина  $\delta_c$  слоя нитей. Поэтому [2]

$$\rho = r_0 + \delta_c k_0, \quad (6)$$

$$L = 2\pi r_0 k_0 + \pi \delta_c k_0^2, \quad (7)$$

где  $k_0$  — текущее число оборотов барабана ( $k_0 = x/h$ ).

Величину  $h$ , удовлетворяющую совместно с другими параметрами формуле (5), назовем теоретической или требуемой скоростью  $h_T$  перемещения суппорта.

При условии  $h \neq h_T$  проанализируем процесс наматывания и параметры элементарного слоя нитей, непосредственно прилегающих к конусу барабана. Предварительно заметим, что этот слой (шириной  $h$ ) ограничен линейной образующей конуса и поэтому формулы (3), (5)–(7) для него остаются справедливыми. Из (3) и (5), в частности, следует, что фактическое приращение толщины рассматриваемого слоя за каждый оборот барабана  $\delta_c = \text{const}$ .

Пусть  $h < h_T$ . Тогда  $\alpha = \alpha_k$  (рис.2а), и приближенно можно принять, что крайние слева нити, не доходя до поверхности конуса барабана, наматываются на него, соскакивая по стрелкам вниз с воображаемой линии параллелограмма, наклоненного под углом  $\alpha$ . Из рис. 2а

$$\delta_c = \delta_{CT} - \Delta_1 t g \alpha_k, \quad (8)$$

$$\text{где } \Delta_1 = h_T - h; \quad (9)$$

$\delta_{CT}$  — толщина слоя нитей при  $h = h_T$ .

При  $h > h_T$  угол  $\alpha < \alpha_k$  (рис.2б), и крайние слева нити, условно переходя границу конуса, как бы поднимаются с воображаемой цилиндрической поверхности по стрелкам вверх и наматываются на коническую поверхность с углом наклона  $\alpha_k$ . Аналогично предыдущему из рис. 2б получаем

$$\delta_c = \delta_{CT} + \Delta_2 t g \alpha_k, \quad (10)$$

$$\text{где } \Delta_2 = h - h_T. \quad (11)$$

Формулы (8) и (10) показывают, что в обоих возможных случаях фактическая толщина  $\delta_c$  крайнего слоя нитей отличается от требуемой толщины  $\delta_{CT}$ , необходимой для создания цилиндрической намотки по всей ширине ленты. При  $h < h_T$  ( $\alpha > \alpha_k$ ) величина  $\delta_c$  граничного слоя на конусе барабана меньше толщины слоя  $\delta_{CT}$  цилиндрической части ленты. Поэтому на границе с конусом (см. рис.2а) образуется искривление поверхности намотки вниз («завал» нитей). При  $h > h_T$  ( $\alpha < \alpha_k$ ), наобо-

рот, вследствие того что  $\delta_c > \delta_{CT}$  на границе с конусом (см. рис.2б) получается искривление поверхности намотки вверх («наплыв» нитей).

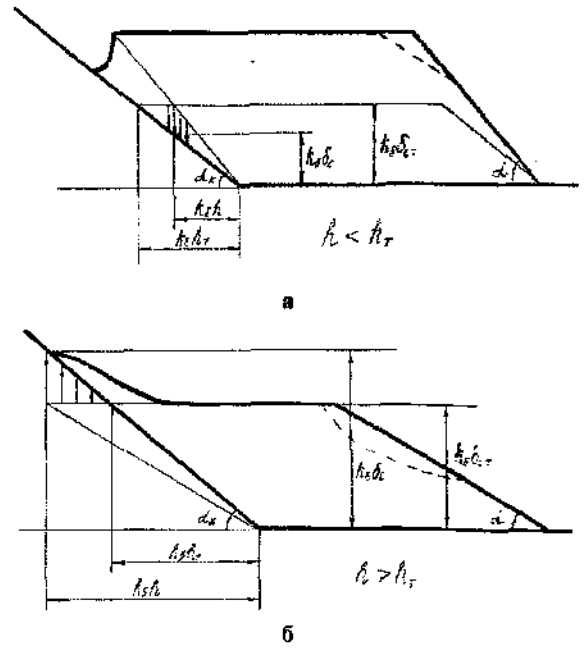


Рис. 2

В процессе формирования «завала» в расширяющуюся впадину (см. рис.2а) вовлекается все большее число нитей, увеличивая мгновенную линейную плотность  $P$  раскладки. Одновременно в этом месте возрастает и послонная плотность  $\gamma_c$  намотки, вследствие чего толщина пограничного слоя нитей остается согласно (3), величиной постоянной. Поскольку  $\delta_c < \delta_{CT}$ , плотность намотки во впадине возрастает, по сравнению с цилиндрической частью ленты, на большую величину, чем увеличение плотности  $P$  нитей в ленте. Радиус  $\rho$  намотки и длина  $L$  нитей, намотанных в граничном слое конуса барабана (см. рис.2а), будут меньше соответствующих величин  $\rho_T$  и  $L_T$  цилиндрической части ленты. Используя выражения (6)–(8), получаем

$$\rho_T - \rho = \Delta_1 k_0 t g \alpha_k,$$

$$L_T - L = \pi \Delta_1 k_0^2 t g \alpha_k. \quad (12)$$

При формировании «напльва» (см. рис.2б) нити, несмотря на перемещение суппорта, смещаются в точках наматывания из граничного слоя вправо. Мгновенная линейная плотность  $P$  раскладки нитей в этом месте снижается, но одновременно происходит и уменьшение послонной плотности  $\gamma_c$  намотки, что в соответствии с (3) обеспечивает постоянство толщины  $\delta_c$  пограничного слоя нитей. Т.к. плотность намотки в этом слое снижа-



ется на большую величину, чем плотность  $P$  нитей в ленте,  $\delta_c > \delta_{CT}$ . Аналогично (12) в данном случае

$$\begin{aligned} \rho_T - \rho &= \Delta_2 k_8 \operatorname{tg} \alpha_K, \\ L_T - L &= \pi \Delta_2 k_8^2 \operatorname{tg} \alpha_K. \end{aligned} \quad (13)$$

В качестве примера применения полученных зависимостей рассмотрим подготовку основ из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 21×2 текс на ленточной сновальной машине «Текстима» модели К для выработки ткани «Байка обувная» арт. 49466 в условиях Мулловской суконной фабрики (Ульяновская обл.). При длине снования  $L_T = 1000$  м параметрами процесса были:  $k_8 = 354$ ,  $\alpha_K = 24^\circ$ ,  $h_T = 0,46$  мм,  $r_8 = 400$  мм. Из (7)  $\delta_{CT} = 0,280$  мм.

Пусть фактическая скорость  $h$  перемещения суппорта будет равна 0,40 мм. Тогда  $h < h_T$  (см. рис.2а) и согласно (8)  $\delta_c = 0,253$  мм. По формулам (12) находим  $\rho - \rho_T = 9,4$  мм и  $L_T - L = 10,5$  м. При этом из (6) высота цилиндрической части ленты  $\rho_T - \rho_8 = 99,1$  мм.

Если в данном примере  $h = 0,52$  мм, то есть  $h > h_T$  (см. рис.2б), то по формуле (10)  $\delta_c = 0,306$  мм, а из (13)  $\rho - \rho_T = 9,4$  мм,  $L - L_T = 10,5$  м.

При перегонке основы на ткацкий навой короткие нити, испытывая чрезмерную вытяжку, будут обрываться, а длинные – провисать, давать сукрутины и запутывание, что так же ведет к увеличению обрывов.

Наблюдения показывают, что в ряде практических случаев образующая открытой поверхности торца ленты имеет криволинейную форму. Она может быть выпуклой или вогнутой (см. рис.2, штриховые линии), причем указанные аномалии выражены более резко на сравнительно толстой пряже и при достаточно плотной ленте.

При  $h < h_T$ , когда на конусе барабана имеется «завал» нитей, характерна выпуклая форма образующей открытого торца ленты (см. рис. 2а, штриховая линия). Это объясняется тем, что в процессе наматывания крайние слева нити концентрируются во впадине и уменьшают плотность  $P$  цилиндрической части ленты, вследствие чего увеличивается расстояние между нитями на намотке. Каждый последующий слой нитей ближе прилегает к предыдущему, увеличивая послойную

$\gamma_c$  плотность намотки. В итоге, как показывает формула (3), с увеличением радиуса намотки уменьшается его приращение  $\delta_c$ , а в соответствии с (1) и производная  $dy/dx$ .

Вогнутая форма образующей открытого торца ленты (см. рис. 2б, штриховая линия) возможна при наличии на конусе барабана «наплыва» нитей, когда  $h > h_T$ , т.к. в этом случае лента, постепенно сужаясь, увеличивает плотность нитей на цилиндрическом участке намотки. Расстояние между нитями в процессе наматывания уменьшается, что способствует увеличению приращения  $\delta_c$  радиуса намотки. В результате согласно (1) возрастает и  $dy/dx$ .

При наматывании последующих лент на стыке их также возникают «завалы» и «наплывы» нитей в виде жгутов, особенно заметных на поверхности полной намотки. Однако с увеличением числа лент эти аномалии сглаживаются. Образующая торца открытой поверхности ленты стремится к прямой линии с углом наклона, определяемым по формуле (4).

#### ВЫВОДЫ

1. При несоответствии расчетным значениям угла конуса барабана или скорости перемещения суппорта ленточной сновальной машины форма сечения лент отличается от параллелограмма. На границе первой ленты с конусом получается «завал» или «наплыв» нитей, а образующая открытой поверхности торца ленты может представлять собой выпуклую или вогнутую линию. Вскрыт механизм возникновения указанных отклонений, оказывающих влияние на форму намотки последующих лент.

2. Полученное условие (5), обеспечивающее правильную форму сечения ленты на барабане, является, в отличие от известного аналогичного соотношения [1], более точным, т.к. содержит не усредненную, а послойную объемную плотность намотки.

3. По экспериментальному уравнению  $y = y(x)$  образующей открытого торца ленты, используя (1) и (3), можно определить (при известных  $h$  и  $P$ ) функции  $\delta_c(x)$  и  $\gamma_c(x)$ . При постоянных величинах  $P$ ,  $T$  и  $h$  для выполнения условия (5) необходимо, чтобы было  $\gamma_c = const$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розанов Ф. М. Технология ткачества. Ч. 1 / Ф. М. Розанов, П. В. Власов [и др.]. – М. : Легкая индустрия, 1966. – 232 с.
2. Зайцев В. П. Зависимость длины нитей, наматываемых на барабан ленточной сновальной машины, от угла поворота барабана / В. П. Зайцев, В. С. Малецкая, Р. Г. Сайманов. – Деп. ЦНИИТЭИлегпром, 1988, № 2307.

V.P. Zaytzev, V.L. Mabova, R.G. Saymanov, T.V. Manina

ABOUT FORM OF BELT WINDING UPON CYLINDER WARPING MACHINE DRUM

УДК 677.017

## РАСПОЗНАВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ ТКАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМУЛЫ ВКЛЮЧЕНИЙ И ИСКЛЮЧЕНИЙ

*Г.Г. Сокова, И.В. Землякова, А.А. Музалевская*

Для идентификации параметров переплетения ткани, при неразрушающем ее исследовании, предлагается использовать одно из правил комбинаторики, а именно формулу включений и исключений.

Известно, что для каждой ткани определяются параметры переплетения: раппорт переплетения ткани по основе, утку, число пересечек в пределах раппорта и др., которые зависят от взаимного расположения нитей в ткани. Современное развитие информационных технологий способствовало созданию новых неразрушающих методов исследования ткани. В качестве исходных данных для неразрушающего анализа используются цифровые плановые изображения ткани, полученные оптико-электронным способом (сканированием). Для получения информативного изображения образец ткани накладывается на контрастную подложку (как правило черную) и сканируется при следующих параметрах: масштаб – 600%; разрешение 150 мегапикселей; глубина цвета – 256, 8 бит; формат изображения – bmp, tiff. Фрагмент ткани для сканирования выбирается из фоновой части ткани, при этом не должен содержать пороки внешнего вида, кромки и рваные края (рекомендуемый отступ от кромки и срезов 10–20 см). Количество и размеры проб – цифрового изображения ткани зависят от целей и задач, которые ставит перед собой исследователь. Эмпирический опыт, полученный при предварительном исследовании проб тканей, показал, что для определения параметров ткани достаточно двух проб (одна из них контрольная). Размер пробы зависит от параметров внешнего оформления ткани (раппорта цвета и переплетения), минимальный размер пробы 10×10 см. Образец сканируется как вдоль нитей основы, так и вдоль нитей утка, и обе пробы подвергаются исследованию.

Основной задачей неразрушающего исследования является распознавание элементов изображения ткани, по которым в дальнейшем идентифицируются параметры строения ткани. В данной работе распознавание изображения ткани основано на анализе показателей цвета элементов изображения ткани, которые определялись в среде цветового пространства Lab с помощью пакета программ Photoshop.

Каждое цифровое изображение ткани состоит из элементов: нитей основы, утка, а также перекрытий, настилов, пересечек и др., которые образуются при переплетении нитей различных систем друг с другом. Известно, что сложные оптические процессы, происходящие при сканировании ткани,

приводят к тому, что на ее цифровом изображении, а именно на нитях, заработанных в ткань, выделяются участки нитей с разной интенсивностью цветового тона, по которой и могут быть распознаны элементы изображения ткани [1]. Для идентификации параметров переплетения ткани по ее изображению предлагается использовать одно из правил комбинаторики, а именно формулу включений и исключений.

Пусть имеется  $N$  элементов на цифровом изображении ткани, каждый из которых может обладать признаками распознавания  $a_1, a_2, a_3$ . При этом каждый элемент может обладать одним или несколькими признаками распознавания, а может не обладать ни одним. В предлагаемой методике идентификации параметров переплетения ткани признаки характеризуют интенсивность цветового тона каждого элемента изображения ткани, которая описывается значением показателя цвета  $L$  в пространстве Lab [2]. При этом признак  $a_1$  соответствует элементу изображения ткани с близкой к минимальной интенсивности цветового тона, которая варьируется в пределах показателя цвета пространства Lab от  $L_{min}$  до  $1,05L_{min}$ ;  $a_2$  – элементу с близкой к максимальной интенсивностью, варьирующейся от  $0,95L_{max}$  до  $L_{max}$ ;  $a_3$  – элементу со значениями показателя цвета от  $1,05L_{min}$  до  $0,95L_{max}$ .

Обозначим через  $N(a_1, a_2, a_3)$  количество элементов ткани, обладающих признаками распознавания  $a_1, a_2, a_3$  (хотя могут обладать еще и некоторыми другими признаками). Если элемент не обладает некоторым признаком, этот признак пишем с чертой сверху.

Известно, что раппорт переплетения – это наименьшее число нитей, после которого последовательность расположения перекрытий повторяется. Следовательно, для определения раппорта переплетения необходимо распознать основные и уточные перекрытия на изображении ткани, определить закон их расположения в ткани. Известно, что перекрытия нитей имеют близкий к максимальному по интенсивности цветовой тон на изображении ткани, исходя из этого количество перекрытий как элементов ткани обозначим  $N(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$  (рис. 1).

Просветы между нитями имеют цвет подложки, которая, например, априори имеет самый темный цветовой тон, тогда количество просветов обозначим  $N(a_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$  (см. рис. 1).



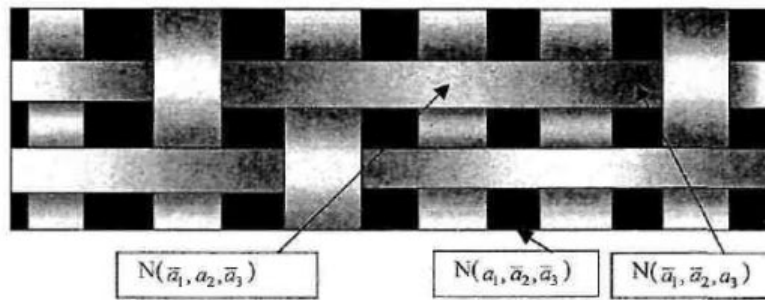


Рис. 1. Комментарий к методике распознавания элементов на изображении ткани

Пересечения систем нитей утка и основы сопровождаются изменением интенсивности цветового тона с минимального до максимального значения, тогда количество пересечений систем нитей обозначим  $N(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$ . Число элементов, не обладающих ни одним из указанных признаков, обозначим через  $N(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$ .

Согласно закону включений и исключений получаем

$$N(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3) = N - N(a_1) - N(a_2) - N(a_3) + N(a_1, a_2) + N(a_2, a_3) + N(a_1, a_3) - N(a_1, a_2, a_3). \quad (1)$$

Формула (1) распространена на все комбинации признаков распознавания изображения ткани  $a_1, a_2, a_3$  (без учета их порядка). Сначала исключаются все элементы, обладающие хотя бы одним признаком, потом включаются элементы, обладающие двумя из этих признаков, и в заключении исключаются элементы, имеющие все три признака.

Сущность методики определения параметров переплетения ткани основана на том, что при распознавании каждый элемент изображения ткани оценивается как обладающий или не обладающий

конкретным признаком. Описания признаков распознавания могут быть использованы как решающие правила для идентификации элементов изображения ткани: числа перекрытий ( $N(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$ ); числа просветов между нитями ( $N(a_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$ ); числа пересечений систем нитей ( $N(\bar{a}_1, \bar{a}_2, a_3)$ ).

Данные решающие правила использованы в методике и алгоритме для автоматизированного неразрушающего анализа ткани, для определения параметров переплетения, в том числе раппорта переплетения по основе, утку; длины настила; сдвига перекрытий [2].

#### ВЫВОД

1. Разработаны решающие правила, позволяющие идентифицировать элементы изображения ткани по показателям цвета.

2. Предложена методика распознавания элементов изображения ткани, основанная на действии решающих правил и формулы включений и исключений, позволяющая определять параметры переплетения ткани при автоматизированном неразрушающем ее исследовании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федосеев В.Н. Создание информационно-измерительных средств компьютерной оптики на примере текстильных материалов / В. Н. Федосеев, С. Л. Костин. – Иваново, 1988. – 82 с.
2. Сокова Г.Г. Развитие теории и практики проектирования льняных тканей : монография / Г. Г. Сокова ; Костромской государственной технологический университет. – Кострома, 2007. – 123 с.

G.G. Sokova, I.V. Zemlyakova, A.A. Muzalevskaya

#### IDENTIFICATION OF PARAMETERS OF FABRIC WEAVES WITH CONNECTION AND EXPULSION FORMULAR USING

УДК 677.023.017.45

#### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ ПАРАМЕТРОВ СЛОЯ НАМОТКИ

М.Н. Нуриев\*

Показано, что упругие постоянные тела намотки можно получить в результате испытания образца в виде слоя намотки при двух разных напряженных состояниях, создаваемых на одном нагруженном приспособлении.

Упругие характеристики, получаемые при

статическом нагружении, используются для расчета перемещений слоев намотки под действием вышележащих слоев. Время такого процесса равно времени формирования паковки, т.е. от 0,5 до 8 ч,

\* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. П.Н. Рудовского

что позволяет сделать допущение о том, что процесс релаксации напряжений завершен, и не разделять составляющие деформации на упругие, пластические и эластические.

Тело намотки можно рассматривать как обладающее цилиндрической анизотропией. При этом оно имеет три главные взаимно ортогональные оси упругости, которые совпадают с направлениями координат  $r$ ,  $\theta$ ,  $Z$  (рис. 1). Напряженно-деформированное состояние тела намотки определяется девятью параметрами упругости, если не принимать во внимание сдвиговые деформации, т.е. рассматривать только осесимметричное напряженное состояние, например под действием давления вышележащих слоев. Первые три параметра являются модулями упругости в радиальном  $E_r$ , окружном  $E_\theta$  и осевом  $E_z$  направлениях, еще шесть – коэффициентами Пуассона:  $\mu_{\theta r}$ ,  $\mu_{r\theta}$ ,  $\mu_{z\theta}$ ,  $\mu_{r\theta}$ ,  $\mu_{\theta z}$ ,  $\mu_{zr}$ .

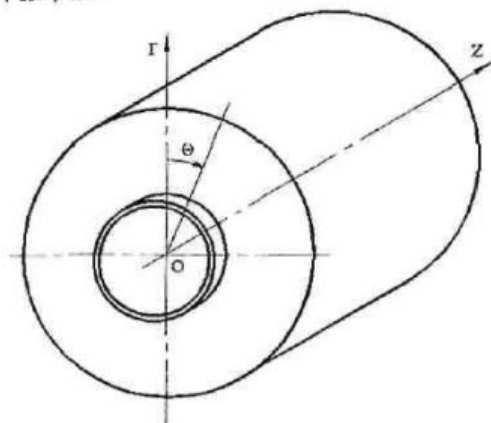


Рис. 1. Цилиндрическая система координат, связанная с паковкой

Методика определения полного комплекса упругих параметров цилиндрического слоя намотки описана С.В. Палочкиным и др. [1]. В этом случае для нахождения констант упругости тела намотки испытанию подвергается образец, толщина которого позволяет пренебречь неоднородностью распределения напряжений вдоль радиуса, т.е. такой, который можно считать слоем, а расчет вести, считая напряжения равномерно распределенными вдоль радиуса и равными напряжениям на среднем радиусе. Для расчета напряжений на среднем радиусе использовались формулы Лямэ.

Эти формулы справедливы для изотропного тела, каковым тело намотки не является. Напряжения в ортотропном теле с цилиндрической анизотропией можно рассчитать по формулам [2]

$$\sigma_r = \frac{pc^{k+1} - q}{1 - c^{2k}} \rho^{k-1} + \frac{qc^{k-1} - p}{1 - c^{2k}} c^{k+1} \rho^{-k-1}; \quad (1)$$

$$\sigma_\theta = \frac{pc^{k+1} - q}{1 - c^{2k}} k\rho^{k-1} - \frac{qc^{k-1} - p}{1 - c^{2k}} kc^{k+1} \rho^{-k-1}, \quad (2)$$

где  $\sigma_\theta$  и  $\sigma_r$  – соответственно окружные и радиальные напряжения;

$c = a/b$ ,  $\rho = r/b$ , – относительный внутренний и текущий диаметры тела намотки,

$a$  и  $b$  – внутренний и наружный диаметры тела намотки;

$r$  – текущий диаметр, на котором определяются напряжения;

$p$  и  $q$  – давления на внутренней и наружной поверхности тела намотки;

$$k = \sqrt{\frac{E_\theta}{E_r}} \text{ – коэффициент анизотропии.} \quad (3)$$

Т.к. неизвестных упругих констант четыре, а закон Гука можно составить только для двух направлений (радиального и тангенциального), то для решения задачи необходимо рассмотреть два напряженных состояния. Записав дважды закон Гука в двух направлениях, получим систему из четырех уравнений:

$$\begin{cases} \varepsilon_\theta^I = \frac{\sigma_\theta^I}{E_\theta} - \mu_{r\theta} \frac{\sigma_r^I}{E_r}; \\ \varepsilon_r^I = \frac{\sigma_r^I}{E_r} - \mu_{\theta r} \frac{\sigma_\theta^I}{E_\theta}; \\ \varepsilon_\theta^{II} = \frac{\sigma_\theta^{II}}{E_\theta} - \mu_{r\theta} \frac{\sigma_r^{II}}{E_r}; \\ \varepsilon_r^{II} = \frac{\sigma_r^{II}}{E_r} - \mu_{\theta r} \frac{\sigma_\theta^{II}}{E_\theta}, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\varepsilon_\theta^I$ ,  $\varepsilon_r^I$ ,  $\varepsilon_\theta^{II}$ ,  $\varepsilon_r^{II}$  – окружные и радиальные деформации для первого и второго напряженных состояний соответственно;

$\sigma_\theta^I$ ,  $\sigma_r^I$ ,  $\sigma_\theta^{II}$ ,  $\sigma_r^{II}$  – окружные и радиальные напряжения для первого и второго напряженных состояний соответственно.

Решив систему (4), можно определить интересующие нас упругие константы

$$\begin{aligned} E_\theta &= \frac{\sigma_\theta^I \sigma_r^{II} - \sigma_\theta^{II} \sigma_r^I}{\varepsilon_\theta^I \sigma_r^{II} - \varepsilon_\theta^{II} \sigma_r^I}; \\ E_r &= \frac{\sigma_r^I \sigma_\theta^{II} - \sigma_r^{II} \sigma_\theta^I}{\varepsilon_r^I \sigma_\theta^{II} - \varepsilon_r^{II} \sigma_\theta^I}; \\ \mu_{r\theta} &= \frac{\varepsilon_\theta^I \sigma_\theta^{II} - \varepsilon_\theta^{II} \sigma_\theta^I}{\sigma_r^{II} \varepsilon_\theta^I - \sigma_r^I \varepsilon_\theta^{II}}; \\ \mu_{\theta r} &= \frac{\varepsilon_r^I \sigma_r^{II} - \varepsilon_r^{II} \sigma_r^I}{\sigma_\theta^{II} \varepsilon_r^I - \sigma_\theta^I \varepsilon_r^{II}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для реализации предложенного метода измерения упругих параметров тела намотки разработаны и изготовлены два устройства, которые позволяют создавать соответствующие напряженные состояния [1]. При этом для одного испытания необходимо подвергать нагрузке два образца на двух разных нагрузочных приспособлениях, что требует соответствующего увеличения числа испытаний. Избежать этого можно, если для получения обоих напряженных состояний использовать одно нагрузочное приспособление, схема которого приведена на рис.2.

Приспособление состоит из шестилепестковой цанги 1, которая является патроном для намотки испытываемого слоя намотки 2; конуса 3, разжимающего цангу; опорной втулки 4 и трубчатой оправки 5. Трубчатая оправка имеет достаточную толщину для того, чтобы ее деформацией в процессе испытаний можно было пренебречь. Для регистрации давления на цангу и трубчатую оправку на их поверхность, не контактирующую с намоткой, наклеены тензорезисторы 7 и 8 соответственно.

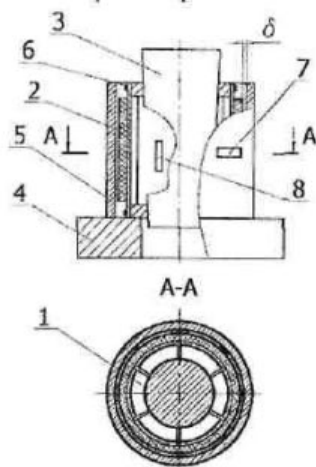


Рис. 2. Нагрузочное приспособление для измерения упругих параметров тела намотки

Устройство работает следующим образом. Цанга 1 устанавливается в специальный бобинодержатель мотального механизма. При этом лепестки цанги поддерживаются пружинами 6, которые охватывают цангу по ее краям.

С помощью мотального механизма на цангу наматывается тонкий слой намотки 3 мм. Он является образцом для испытаний.

После снятия цанги с мотального механизма определяются исходные геометрические

параметры слоя намотки, который является образцом для испытаний. Затем в цангу 1 вставляется конус 3, и они помещаются в трубчатую оправку 5, установленную на опорную втулку 4. Собранный таким образом приспособление помещается на стол машины для испытания материалов на сжатие. При надавливании пуансона машины на конус 3 он перемещается вниз, раздвигая лепестки цанги 1 и оказывая давление на внутреннюю поверхность слоя намотки. Наружная поверхность образца при этом остается свободной от давлений. Таким образом, в испытываемом образце создается первое напряженное состояние. Наружный диаметр тела намотки при этом увеличивается. Когда зазор  $\delta$  будет выбран и поверхность намотки коснется внутренней поверхности трубчатой оправки 5, первый этап испытаний (при первом напряженном состоянии) считается завершенным.

По его окончании снимаются геометрические параметры образца после первого этапа нагружения и давление, действующее на внутреннюю поверхность образца. После снятия показаний нагружение образца продолжается, т.е. конус перемещается дальше, до погружения на глубину, установленную методикой проведения эксперимента. После полного погружения конуса заканчивается второй этап испытаний (образец находится во втором напряженном состоянии). По его завершении вновь снимаются геометрические характеристики образца и давления на его внутренней и внешней поверхностях. Полученные таким образом исходные данные на основе формул (1) и (2) позволяют рассчитать напряжения, действующие в образце на первом и втором этапах нагружения и соответствующие им деформации.

После этого по формулам (5) рассчитываются упругие параметры тела намотки  $E_\theta$ ,  $E_r$ ,  $\mu_{r\theta}$ ,  $\mu_{\theta r}$ . Зная их, по формуле (3) уточняют коэффициент анизотропии и сравнивают его с принятым ранее значением. Если расхождение составляет менее 5%, то полученные значения упругих параметров тела намотки  $E_\theta$ ,  $E_r$ ,  $\mu_{r\theta}$ ,  $\mu_{\theta r}$  считаются определенными. В противном случае принятое значение коэффициента анизотропии увеличивается на единицу, и расчеты повторяются снова. Как показывают предварительные результаты обработки экспериментальных данных, требуемая точность определения упругих параметров тела намотки достигается после не более чем 30 итераций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палочкин С.В. Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок / С. В. Палочкин, М. Н. Нуриев, П.Н. Рудовский. – М. : МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2006. – 240 с.
2. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела / С.Г. Лехницкий. – М. : Наука, 1977. – 415 с.

M.N. Nuriev

TECHNIQUE OF LAYER WINDING ELASTICITY PARAMETER UNDER GUIDANCE DEFINITION

УДК 677.025

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРИКОТАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***Л.В. Сухова*

В статье дана краткая характеристика направлений развития рынка продукции и оборудования трикотажной промышленности (по материалам федеральной оптовой ярмарки товаров и оборудования текстильной и легкой промышленности «Текстильлегпром», весна 2008 г.).

25–28 марта в Москве прошла XXX юбилейная федеральная оптовая ярмарка товаров и оборудования текстильной и легкой промышленности «Текстильлегпром». География участников ярмарки была широко представлена непосредственно предприятиями, организациями, торговыми домами России, Китая, Италии, Германии, Украины, Беларуси, Узбекистана и др., а также большим количеством зарубежных фирм, имеющих представительства в России.

Анализируя материалы прошедшей ярмарки, можно отметить следующие тенденции развития отрасли.

*1. Оборудование*

Актуальное направление — развитие бесшовных технологий, конкурирующих с плоско- и кругловязальным оборудованием в производстве не только белья, но и верхних трикотажных изделий, спортивной одежды. Прослеживается дальнейшее увеличение класса (до 40) одно- и двухфонтурного вязального оборудования.

В новинках чулочно-носочного оборудования можно отметить тенденцию повышения производительности за счет увеличения количества петлеобразующих систем и оптимизации скоростей вязания. Расширение рисунчатых возможностей обусловлено количеством нитеводоов в каждой системе, в том числе для цветных нитей, и наличием автоматизированных устройств управления оборудованием.

*2. Используемое сырье*

Основное место занимают традиционные волокна и нити. Из натуральных материалов широко представлены:

- хлопок низких и средних линейных плотностей для одежды, высоких линейных плотностей для технического ассортимента;
- шерсть;
- лен;
- натуральный шелк;
- их сочетания с синтетическими и искусственными нитями и пряжей.

Из синтетических и искусственных:

- различные модификации целлюлозного волокна;
- полиакрилонитрильные,
- полиэфирные,
- широкий ассортимент полиамидных волокон и др.

Для производителей бесшовного белья специально разработаны:

- новые нити из полиамида с уникальными цветовыми эффектами (глянцевые, мерцающие, перламутровые);
- эластомерные волокна со специфическими свойствами и характеристиками, позволяющие обеспечить необходимую формоустойчивость, улучшить эластические свойства и эстетические характеристики изделия;
- эластомерные волокна, устойчивые к действию хлора для бесшовных купальников для занятий плаванием и спортом.

Ведутся разработки по производству одежды из нетрадиционных видов сырья: бамбука, конопли, крапивы, сои.

*3. Переплетения*

Широкое внедрение микропроцессорной техники дает неограниченные возможности создания рисунчатых переплетений, что наглядно выражено в ассортименте изделий верхнего трикотажа регулярного и полурегулярного способов производства. В оформлении трикотажных полотен основной акцент сделан на использование цветной печати, латексных пленок и т.д., откуда используются переплетения:

- кулирные — гладь, футер, плюш, ластик, интерлок;
- основовязанные — платированные переплетения, традиционно используемые для получения гладкой фактуры полотен, футер; рисунчатые переплетения на базе цепочки для получения сетчатых полотен с различными размерами ячеек.

*4. Художественно-колористическое оформление*

В готовых изделиях и трикотажных полотнах представлена широкая гамма цветов и мотивов рисунков. В качестве отделки предложено:

- создание эффекта искусственной кожи за счет нанесения полимерной пленки;
- использование для оформления трикотажных полотен разнообразной фурнитуры;
- создание спецэффектов, например, получение голографического эффекта основовязаного трикотажа за счет сочетания свойств переплетения и свойств полимерной пленки, покрывающей лицевую сторону полотна;
- использование индивидуальной печати, вышивок на готовых изделиях.

### 5. Технологии

Наряду с производством традиционного бытового трикотажа, все большее внимание уделяется развитию и производству технического, защитного, «умного» текстиля по «высоким» наукоемким технологиям:

- объемные пространственные полотна, изготавливаемые на основе основовязаного трикотажа и используемые при производстве автомобильных сидений, спортивной и технической одежды и обуви, матрацев, ортопедических изделий в медицине, декора помещений;
- комфортный трикотаж, обладающий антистатическими свойствами, позволяющий улучшить естественное регулирование термо- и влагообмена (например, 100% отвод влаги с внутренней стороны корсетных изделий). Достижение необходимых свойств обусловлено применением новых смесок, новых технологий производства волокон и нитей и способов отделки полотен;

- оздоровительный трикотаж, фитонцидные, антибактериальные и другие свойства которому так же придаются за счет подбора компонентов смесок и специальной обработки волокна и полотен;

- трикотаж специального назначения (противопожарный, грязе-, водоотталкивающий), приобретает указанные свойства за счет соответствующих пропиток.

На ярмарке был представлен новый тип текстильного материала — «невязанный трикотаж». Технология переплетенных нитей, как бы связанных между собой, позволяет получить полотна, визуально напоминающие трикотаж, но обладающие более изысканным внешним видом. Основная пряжа — шерсть. Для придания мягкости, нарядности, яркости используются и другие виды нитей и пряжи (мохер, металлические нити и др.). Основное назначение — создание модной и стильной верхней одежды.

L.V. Suhova

## KNITTED FABRICS INDUSTRY DEVELOPMENT TREND

УДК 677.025

### ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРАВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

*Н.В. Банакова, Л.А. Толстикова-Крутикова\**

В работе решалась задача определения оптимальных параметров заправки на плосковязальных машинах как с помощью натуральных экспериментов, так и на основе имитационно-статистического моделирования натяжения нити в процессе вязания. Исследования проведены с помощью метода симплекс-планирования. Доказана возможность использования имитационно-статистической модели натяжения нити для нахождения оптимальных условий процесса вязания.

В настоящее время оптимизация является основным инструментом улучшения качества продукции и повышения эффективности производства. Под оптимальным решением понимают набор значений управляемых переменных, который не только удовлетворяет всем ограничениям модели оптимизации, но и дает экстремальное значение целевой функции.

Экспериментальные исследования проводились на плосковязальных машинах 5 и 10 кл. при вязании трикотажа переплетением гладь. На плосковязальной машине 5 кл. перерабатывалась хлопчатобумажная, смешанная (нитрон 70%, хлопок 30%) и льняная пряжи. Оптимизация заправочных параметров вязальной машины 10 кл. проведена при переработке полушерстяной (68 текс) и льняной (68 текс) пряжи, а также специальной высокомолекулярной (58 текс) нити.

Одним из важных моментов процесса оптимизации является выбор критерия оптимизации. Критерий оптимизации — это выходной параметр,

характеризующий технико-экономическую эффективность процесса и свойства производимых продуктов. Основным критерием, определяющим качество структуры трикотажных полотен, является равномерность длины нити в петле. К существенному отклонению длины нити в петле приводит нестабильность процесса вязания, связанная со свойствами сырья, технологическими режимами, и нестабильностью натяжения перед зоной петлеобразования.

Как правило, для получения оптимального решения не достаточно одного критерия оптимизации. Критериями оптимизации могут являться: линейные размеры трикотажного полотна, равномерность структурных характеристик трикотажа, обрывность нити, технологические параметры процесса вязания и т. д. Выходными параметрами, т.е. критериям оптимизации, в данной работе являлись дисперсия длины нити в петле, натяжения и напряженность процесса вязания [1], которые минимизировались.



Оптимум находили с помощью метода симплекс-планирования, важным достоинством которого является возможность использования одновременно нескольких критериев оптимизации. Под симплекс-планированием понимается нахождение оптимума путем последовательного отображения вершин регулярного симплекса в факторном пространстве. Основан метод на движении к оптимуму с учетом экспериментальных данных при условии, что опыты ставятся только в тех точках факторного пространства, которые соответствуют вершинам [2].

К параметрам оптимизации (заправочным параметрам) трикотажных машин относят: класс; рабочую ширину игольницы; глубину кулирования; настройку устройств, обеспечивающих заданное натяжение нити; характеристики нити; характеристики входной паковки и оттяжку полотна. Изменение таких параметров, как рабочая ширина игольницы, усилие оттяжки полотна, параметры питания машины (высота баллона, диаметр паковки) на вязальной машине в заданном диапазоне с необходимым шагом не вызывает затруднений. Степень варьирования глубины кулирования (основной характеристики, определяющей длину нити в петле) зависит от конструкции замочной каретки и возможности регулировки. На вязальных машинах при регулировании глубины кулирования предусмотрен только определенный ряд дискретных положений кулирного клина, что не позволяет устанавливать необходимый диапазон или шаг изменения значений глубины кулирования. С

ограничением возможностей регулирования стелкаются при настройке работы натяжного устройства и компенсатора. Большинство вязальных машин оснащены натяжными устройствами тарельчатого типа, в котором основная нагрузка на нить достигается благодаря усилию, создаваемому пружиной. Величина усилия будет зависеть от статической затяжки пружины и ее жесткости. Условия работы большинства компенсаторов вязальных машин так же определяются жесткостными характеристиками пружины, предусмотренной в их конструкции. Все вышеперечисленные ограничения регулировки заправочных параметров приводят к невозможности установки необходимого диапазона изменения входных параметров, а следовательно, и эффективности процесса оптимизации. Кроме того, сложности с выбором параметров оптимизации связаны с тем, что большинство вязальных машин оснащены устройствами, имеющими существенные конструктивные отличия. Так, например, на машине 5 кл. конструкция регулятора плотности вязания позволяет устанавливать 10 различных значений глубины кулирования. На машине 10 кл. возможность регулировки ограничивается тремя значениями. Однако на вязальной машине 5 кл., по сравнению с машиной 10 кл., натяжное устройство имеет очень ограниченный диапазон изменения усилия пружины. Основные уровни и интервалы варьирования оптимизируемых заправочных параметров представлены в табл.1.

Таблица 1

Класс машины	Факторы	Нулевой уровень фактора	Интервал варьирования фактора
5 кл.	$X_1$ – глубина кулирования, мм	4,6	3,6
	$X_2$ – усилие оттяжки, сН/пет.	25,0	8,33
10кл.	$X_1$ – статическая затяжка пружины натяжителя, мм	15,0	5,0
	$X_2$ – усилие оттяжки, сН/пет.	20,6	10

По результатам натуральных экспериментов по методу симплекс-планирования для всех исследуемых видов пряжи, перерабатываемой на плосковязальной машине 5 кл., установлена оптимальная область параметров заправки: глубина кулирования в диапазоне 4,1–5,2 мм; величина оттяжки трикотажа 12,9–20,2 сН/пет. На машине 10 кл. оптимальная область статической затяжки пружины натяжителя составляет 7,8–12,1 мм; усилие оттяжки 15,6–25,6 сН/пет.

К недостаткам оптимизации с помощью натурного эксперимента можно отнести большие затраты времени на проведение эксперимента, затраты на сырье и обработку экспериментальных данных. Кроме того, существенным недостатком

натурных экспериментов, связанным с конструктивными особенностями вязальных машин, является ограничение степени варьирования заправочных параметров, и получение широкого диапазона оптимальной области.

Для исключения перечисленных недостатков при определении оптимальных заправочных параметров использована имитационно-статистическая модель (ИСМ) создания натяжения нити на плосковязальной машине. В рамках машинного эксперимента проведена серия двухфакторных опытов по нахождению оптимальных заправочных параметров на примере плосковязальной машины 10 кл. Основные уровни, интервалы варьирования

и оптимальные области заправочных параметров представлены в табл.2.

Оптимальная область заправочных параметров, полученная на основе ИСМ, имеет более узкий диапазон значений, по сравнению с натурными экспериментами. Данный факт свидетельствует о более точном достижении зоны оптимума.

**ВЫВОД**

В результате проведения машинного и натурного экспериментов при решении многокритериальной задачи оптимизации получены оптимальные параметры заправки плосковязальных машин. Доказана эффективность использования имитационно-статистической модели создания натяжения нити для решения задач оптимизации.

Таблица 2

Номер эксперимента	Факторы	Нулевой уровень фактора	Интервал варьирования фактора	Оптимальная область
1	$T$ – линейная плотность, текс	60	10	55–65
	$h_k$ – глубина кулирования, мм	2,5	0,5	1,8–2,6
2	$C_n$ – жесткость пружины компенсатора, Н/м	360	30	315–345
	$f_k$ – коэффициент трения о глазок компенсатора	0,2	0,05	0,17–0,21
3	$f_n$ – коэффициент трения нити о направляющие	0,15	0,05	0,125–0,15
	$X_{ст}$ – статическая затяжка пружины натяжителя, мм	7,0	4,0	7,0–9,0
4	$V_k$ – скорость каретки, м/с	0,9	0,2	0,9–1,0
	$f_{на}$ – коэффициент трения нити о тарелочки натяжителя	0,15	0,05	0,121–0,164

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Крутикова В.Р. Оценка показателя напряженности процесса вязания / В. Р. Крутикова, Н. В. Банакова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. – №6.
2. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента / В. Б. Тихомиров. – М. : Легкая индустрия, 1973.

N.V. Banakova, L.A. Tolstikova-Krutikova

**OPTIMIZATION OF FLAT KNITTING MACHINE SETTING-UP PARAMETERS**

УДК 677.021

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КОРОТКОШТАПЕЛЬНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА,  
ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ КОНТРОЛИРУЕМОГО РАЗРЫВА**

*А.Р. Корабельников, А.А. Шалыгин, С.Н. Вихарев\**

Данная работа посвящена созданию теоретических положений, позволяющих связать характеристики оборудования (штапельной установки) и равномерность штапельного состава получаемого с его помощью волокна.

В настоящее время одним из перспективных материалов для расширения ассортимента выпускаемых текстильной промышленностью пряжи и тканей служит короткоштапельное льняное волокно – котонин.

Главными качественными показателями котонина являются равномерность длины и линейной плотности волокна. Согласно техническим условиям короткоштапельное льняное волокно считается пригодным для прядильного производства, если количество прядомых волокон длиной

от 15 до 45 мм составляет не менее 70% при линейной плотности около 1,3 текс. Сегодня существует большое количество линий для получения короткоштапельного льняного волокна, однако методов прогнозирования его качества в настоящее время не существует. Качество получаемого волокна (равномерность штапельного состава, линейная плотность и засоренность) может прогнозироваться с учетом характеристик оборудования, технологического процесса и перерабатываемого волокна. Влияние характеристик оборудования на качество получаемого волокна необходимо учитывать еще на стадии его проектирования.

Для получения короткоштапельного льняного волокна в КГТУ нами разработана котонизи-

\* Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ, МД-502.2007.8

рующая линия, состоящая из машины для укорочения комплексов льняных волокон и очистительных секций. Основное изменение длины волокна происходит на штапелирующей установке, работающей по принципу контролируемого разрыва.

Устройство для механического штапелирования льняного волокна (рис. 1а, б) содержит раму, узел зажима волокна и разволокняющие рабочие органы в виде пильчатых дисков.

Узел зажима состоит из питающего вала 1 с тумбочками 2 и прижатых к нему рычагов клавишного типа 3 с самоустанавливающимися сегментами 5, между которыми имеются зазоры для прохождения разволокняющих рабочих органов 4. Прижатие рычагов с сегментами к питающему валу осуществляется с помощью пружин 6, что позволяет надежно фиксировать волокна при их разрыве. Данная конструкция узла зажима волокна реализует контролируемый разрыв волокна.

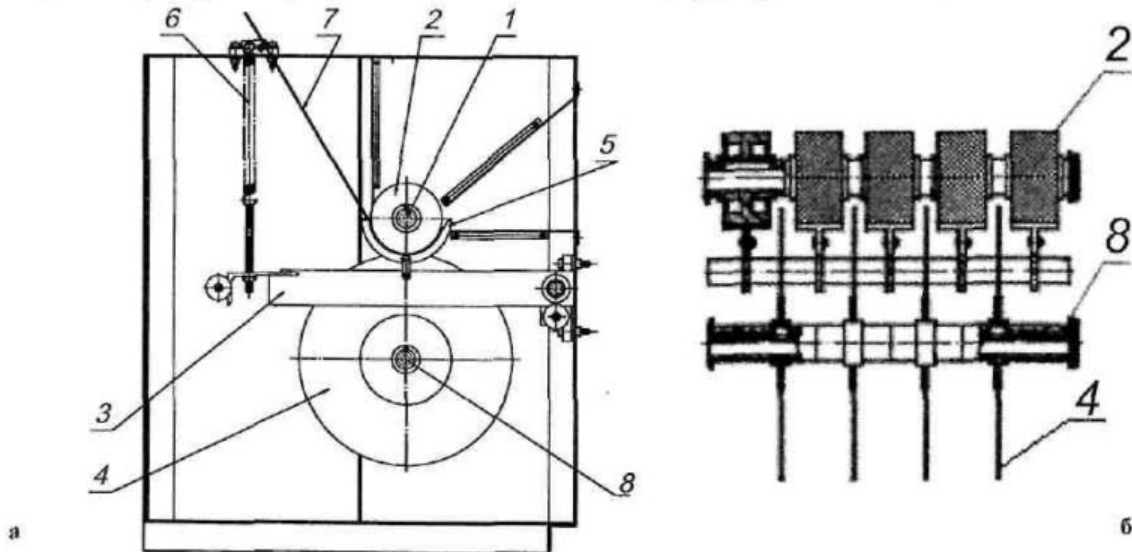


Рис.1. Штапелирующая установка с контролируемым разрывом:  
а – поперечный разрез, б – рабочие органы

При решении этой задачи необходимо учитывать много факторов, таких как количество волокон в ленте, их взаимное расположение, прочность ленты, условия зажима волокна и т.д. Учесть все факторы на современном этапе исследований очень затруднительно, поэтому на первом этапе возможно создание такой модели, которая позволила бы находить штапельный состав волокна при определенных допущениях.

При разработке методики нами введен ряд ограничений. Лента представляет собой параллельные ряды волокон, уложенных на плоскость в один слой (рис. 2). Волокна в каждом ряду имеют одинаковую длину и следуют одно за другим, а в смежных рядах расположены таким образом, что начало

волокна с помощью лотка 7 и питающего вала 1 вводится в зону действия ножевых дисков 4, посаженных на ножевой вал 8, которые входят в пазы между тумбочками 2 питающего вала 1. Зажатые с двух сторон участки волокон разрушаются ножевыми дисками.

Вопрос влияния геометрических параметров питающего вала штапелирующей установки на равномерность распределения волокон по длине уже изучался [1, 2, 4]. Модель, описываемая в работах [1, 2, 3], рассматривает процесс контролируемого разрыва мононити. При помощи этой модели можно прогнозировать лишь координаты места разрыва волокна между двумя тумбочками. Однако, как для практических, так и для теоретических целей, необходимо иметь инструмент, позволяющий определять процентное содержание волокон различной длины в общей массе волокна, получаемого из ленты, сформированной из отдельных волокон.

волокна в одном ряду смещено относительно начала волокна в соседнем на постоянную величину  $k$ .

Волокна 1 в зажиме между тумбочками 2 и самоустанавливающимися сегментами (на рисунке не показаны) надежно фиксируются при разрыве и не вытягиваются из зажима. Разрыв ленты происходит по линии действия разволокняющих рабочих органов.

При этих условиях (см. рис. 2) можно отметить два вида волокон: волокна, передние концы которых попадают под зажим тумбочек, и волокна, передние концы которых попадают в свободный от зажима участок. Назовем зоной А область расположения волокон 1-го вида, а зоной Б область расположения волокон 2-го вида.



Любое волокно из ряда, попадающего в зону А, разрывается на отрезки длиной  $[l_3' + l_c/2]$ , обозначим их как волокна  $\beta$ -типа (короткие волокна), и отрезки длиной  $[l_c + l_3]$ , обозначим их как волокна  $\alpha$ -типа (прядомые волокна), имеющие длину, контролируруемую зажимным устройством. Волокно из ряда, попадающего в зону Б, разрывается на отрезки волокон  $\alpha$ -типа и отрезки длиной  $[l_3 + l_c/2 + l_c']$ , обозначенные как волокна  $\gamma$ -типа (длинные волокна). Волокна  $\beta$ -типа и  $\gamma$ -типа имеют неконтролируемую длину.  $l_3'$  и  $l_c'$  — часть длины волокон, передние концы которых находятся под зажимом и в свободной зоне соответственно.  $l_3'$  и  $l_c'$  зависят от закона расположения передних концов волокон в ленте относительно оси ОХ:

$$l_3' = l_3 - ki, \tag{1}$$

$$l_c' = l_c - kj, \tag{2}$$

где  $i, j$  — номер ряда волокна в зоне А и Б соответственно.

Отрезки волокон  $\gamma$ -типа, в зависимости от положения концов волокон относительно линии действия рабочих органов (см. рис. 2), можно разделить на отрезки волокон типа  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ . Следует также отметить, что по длине отрезки волокон разных типов соотносятся следующим образом:

$$l_\beta < l_\alpha < l_{\gamma 1}; \quad l_\beta < l_{\gamma 2} < l_\alpha.$$

Пусть длина волокна в ленте до разреза кратна числу прижимных тумбочек, тогда ее можно представить выражением:

$$L = N(l_c + l_3), \tag{3}$$

где  $N = 3 \dots 5, \dots$  — кратность.

Из рис. 2 видно, что в зоне А каждый ряд волокон длиной  $L$  делится на  $[N - 1]$  участок  $\alpha$ -типа и 2 участка  $\beta$ -типа, а в зоне Б на  $[N - 2]$  участка  $\alpha$ -типа и 2 участка  $\gamma$ -типа.

Количество рядов волокон в зоне А и Б определяется шириной тумбочек  $l$ , и шириной свободной зоны  $l_c$ :

$$n_A = \frac{l_3}{k}, \tag{4}$$

$$n_B = \frac{l_c}{k}. \tag{5}$$

Итак, в зоне А с  $n_A$  числом рядов волокон длиной  $L$  количество участков волокон  $\alpha$ -типа равно:

$$n_{A\alpha} = n_A [N - 1], \tag{6}$$

а участков  $\beta$ -типа:

$$n_{A\beta} = n_A \cdot 2, \tag{7}$$

а в зоне Б с  $n_B$  числом рядов волокон длиной  $L$  количество участков  $\alpha$ -типа равно:

$$n_{B\alpha} = n_B [N - 2], \tag{8}$$

а участков  $\gamma$ -типа:

$$n_{B\gamma} = n_B \cdot 2. \tag{9}$$

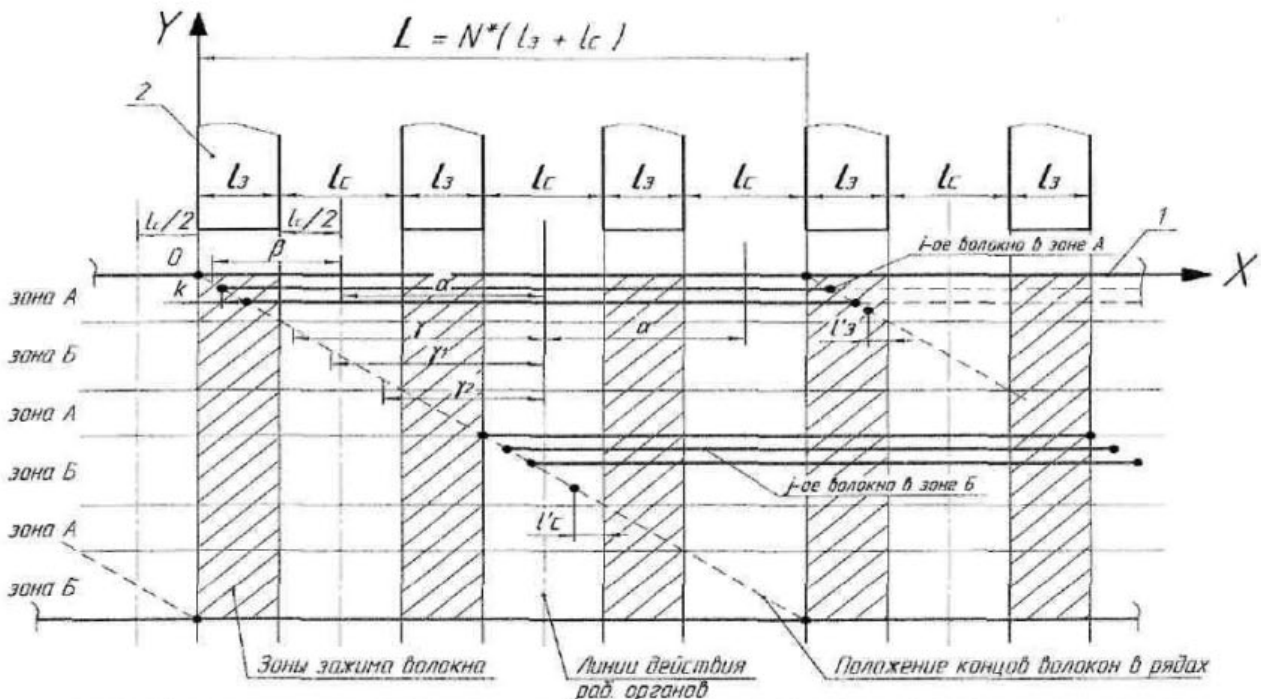


Рис. 2. Схема взаимного расположения волокон в ленте и рабочих органов штапелирующей машины

Учитывая, что зоны А и Б чередуются по всей ширине ленты и их количество равно  $N$  ( $2N$  – общее число зон) получим, что суммарное количество участков  $\alpha$ -типа,  $\beta$ -типа и  $\gamma$ -типа по всем рядам в ленте равно соответственно:

$$N_{\alpha} = [n_{A\alpha} + n_{B\alpha}] N, \quad (10)$$

$$N_{\beta} = n_{A\beta} N, \quad (11)$$

$$N_{\gamma} = n_{B\gamma} N, \quad (12)$$

а с учетом выражений (4)–(9) имеем:

$$N_{\alpha} = \frac{N}{k} (l_a [N-1] + l_c [N-2]). \quad (13)$$

$$N_{\beta} = 2 \frac{N}{k} l_b, \quad (14)$$

$$N_{\gamma} = 2 \frac{N}{k} l_c. \quad (15)$$

Количество участков волокон типа  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  одинаково и равно:

$$N_{\gamma_1} = N_{\gamma_2} = \frac{1}{2} N_{\gamma} \quad (16)$$

Таким образом, получены выражения, позволяющие определить количество волокон различной длины после обработки отрезка ленты длиной  $L$ .

Для дальнейшего анализа перейдем к рассмотрению процентного содержания волокон различных типов для в общей массе волокна (табл. 1).

Анализируя полученные данные, можно сказать, что количество волокна  $\alpha$ -типа зависит от

длины волокна в ленте. Количество и процентное соотношение волокна  $\beta$ -типа и  $\gamma$ -типа зависит от параметров питающего вала и длины волокна в ленте. Так как известно, что волокна  $\beta$ -типа имеют длину меньше длины волокон  $\alpha$ -типа, а волокна типа  $\gamma_1$  (длинные) имеют длину больше, чем волокна  $\alpha$ -типа, можно сказать, что меняя параметры питающего вала с учетом характеристик перерабатываемой ленты, мы сможем регулировать выход пряжогого, длинного и короткого волокон.

Необходимо отметить, что на штапельный состав получаемого волокна могут оказывать влияние такие важные характеристики ленты, как неравномерность длины волокна в ней и случайность места разрыва волокна в зоне действия рабочих органов. В дальнейших разработках подобных моделей необходимо учитывать влияние этих факторов на возможность применения этих моделей на практике.

#### ВЫВОДЫ

1. Разработанный метод позволяет спрогнозировать качественные показатели волокна (его штапельный состав) при известных параметрах питающего устройства и исходной льняной ленты.

2. Для более достоверного прогнозирования в дальнейших разработках подобных моделей необходимо учитывать неравномерность длины волокна в ленте, нерегулярность взаимного расположения волокон по ширине ленты и случайность места разрыва волокна между тумбочками.

Таблица 1

Ширина тумбочек $l_b$ , мм	Ширина зазора $l_c$ , мм	Кратность длины волокна $N$	$N_{\alpha}$ , %	$N_{\beta}$ , %	$N_{\gamma_1}$ , %	$N_{\gamma_2}$ , %
15	10	3	44,44	33,33	11,11	11,11
		5	64,29	21,43	7,14	7,14
25	5	3	47,83	43,48	4,34	4,34
		5	65,71	28,57	2,85	2,85
20	10	3	45,45	36,36	9,09	9,09
		5	64,71	23,53	5,88	5,88

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев М.А. Распределение длины штапеля льняного волокна, получаемого методом разрыва на новой установке / М. А. Чернышев, А. Р. Корабельников // Сборник научных трудов молодых ученых КГТУ. – Кострома, 2004. – №4.
2. Ширяев А.В. Разработка и обоснование основных параметров новой машины для штапельирования льняного волокна методом разрыва : дис. ... канд. техн. наук / А. В. Ширяев. – Кострома, 2003.
3. Корабельников А.Р. Развитие теории и технология получения короткоштапельного льняного волокна : монография / А. Р. Корабельников. – Кострома : КГТУ, 2005. – 139 с.
4. Шалыгин А.А. Исследование процессов получения короткоштапельного льняного волокна / А. А. Шалыгин, А. Р. Корабельников // Сб. науч.-исслед. работ молодых ученых по программе «Шаг в будущее». – Кострома, 2005.

A.R. Korabelynikov, A.A. Shalugin, S.N. Viharev

#### PREDICTION OF QUALITY OF SHORT-STAPLE FLAX FIBRE PRODUCING OF CONTROL BREAKAGE METHOD

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 677.11:620.1

## НОВЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ КОСТРЫ В КОРОТКОМ ЛЬНЯНОМ ВОЛОКНЕ

А.Е. Виноградова\*

Разработан новый оптический метод оценки содержания костры в коротком льняном волокне, позволяющий выделить участки расположения костры, сократить время на проведение определения и исключить применение специального оборудования.

Согласно ГОСТ 9394–76 «Волокно льняное короткое», качество короткого волокна определяется на основании оценки двух признаков – содержание костры и разрывная нагрузка скрученной ленточки. Оба они зависят от свойств исходного сырья и от того, насколько правильно был построен технологический процесс получения короткого волокна. Дополнительными признаками и свойствами, не регламентированными указанным стандартом и характеризующими качество короткого волокна, являются: грубость или мягкость волокна, а также его массодлина и цвет.

В соответствии с методикой стандарта массовую долю костры и сорных примесей определяют по результатам обработки пробы волокна на приборе марки ПК-2М или ПК-2. Однако процесс такого анализа довольно трудоемкий и требует продолжительного времени.

Поэтому возникла необходимость в разработке нового, более совершенного метода оценки содержания костры.

В связи с тем что в последнее время для оценки качества льноматериалов широкое применение получили оптические методы, предложено провести изучение цифровых изображений короткого волокна с целью идентификации массовой доли примесей, а именно костры.

Костра и волокно имеют различную отражательную способность, к тому же костра значительно отличается по цвету. Из этого следует, что участки расположения костры можно выделить по ее способности отражать световой поток иначе, чем волокно. Использование планшетного сканера дает возможность получить цифровое изображение исследуемого обескостренного волокна. Построив гистограмму распределения оттенков серо-

го цвета, принимающих значения от 0 до 255, можно заключить, что наблюдается нормальный закон распределения (рис. 1а).

Наличие примесей в волокне приводит к искажению формы распределения цветов (рис. 1б).

Оттенки, характерные для волокна, сосредотачиваются в начале палитры, в то время как костринки, имеющие более светлую окраску, занимают вторую половину. В данном случае участки расположения костры характеризуются той частью палитры, где гистограмма носит прямолинейный характер распределения, т.е. ее правая часть (рис. 1в).

В качестве аппроксимирующей функции была выбрана кривая, описываемая уравнением

$$f(x) = ax^b e^{cx},$$

где  $f(x)$  – число пикселей оттенка  $x$ ;

$x$  – номер оттенка серого цвета;

$a, b, c$  – коэффициенты уравнения.

Ее выбор был обоснован тем, что граница разделения оттенков, соответствующих волокну и костре, расположена в точке максимального значения кривизны кривой, которую можно определить, вычислив локальный экстремум второй производной.

Изображение исследуемого волокна представлено на рисунке 2а. Используя границу разделения можно получить монохромное изображение исследуемого волокна, на котором участки, соответствующие расположению костры, выделены белым цветом (рис. 2б).

Таким образом, вычислив число пикселей, значения которых превышают значение границы разделения, можно определить содержание костры в волокне по его изображению (см. рис. 2). В рассматриваемом случае оно составляет 17 %.

\* Работа выполнена при участии д.т.н., проф. Е.Л. Пашина

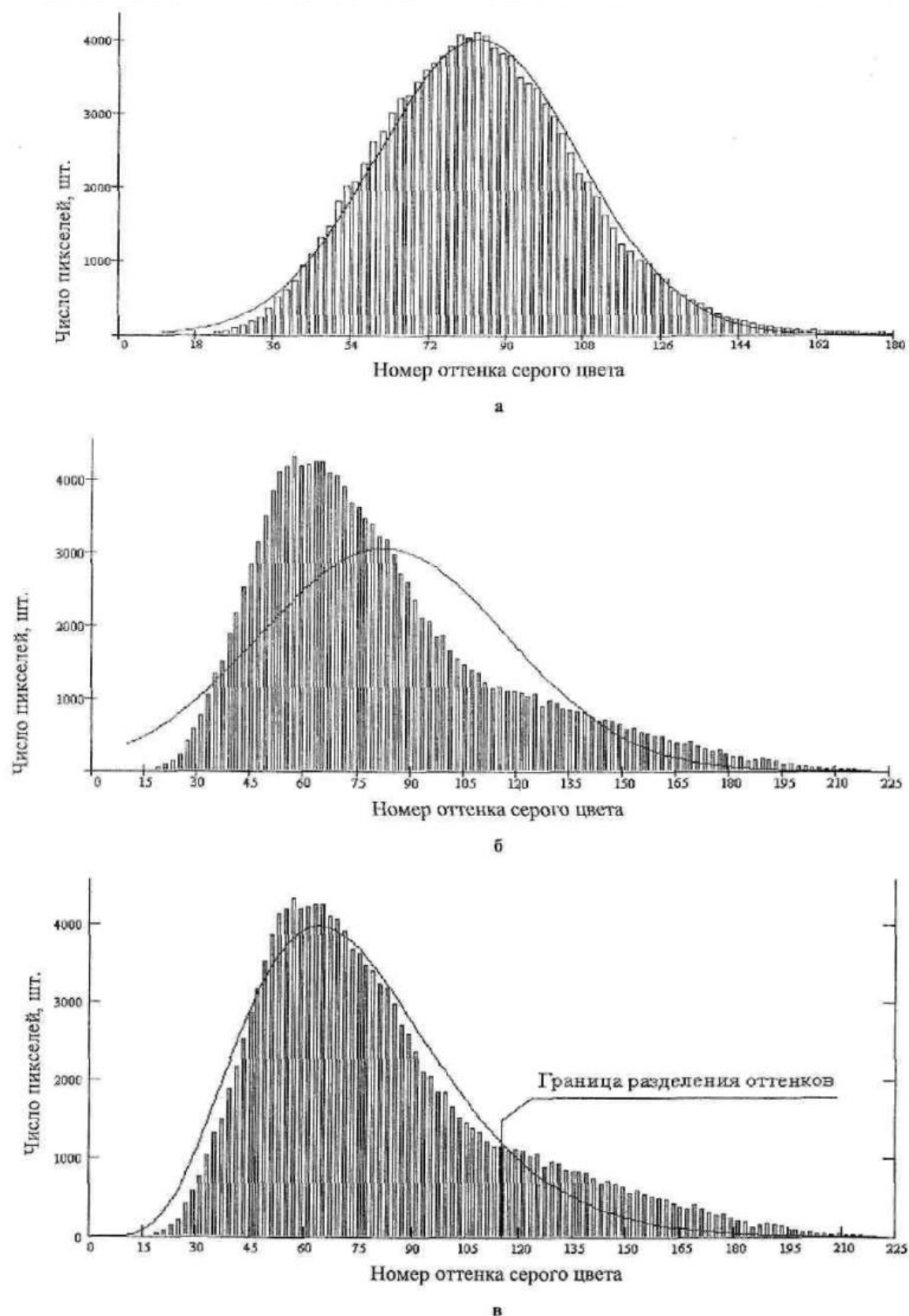


Рис. 1. Гистограмма распределения оттенков серого цвета при отсутствии (а), наличии (б) костры в волокне и аппроксимирующая кривая (в)



Рис. 2. Изображение волокна:  
а – исходное; б – монохромное

С целью проверки разработанного метода было проведено сравнительное определение заостренности ряда партий волокна по стандартному и вновь предложенному методу. Полученные результаты представлены на рисунке 3.

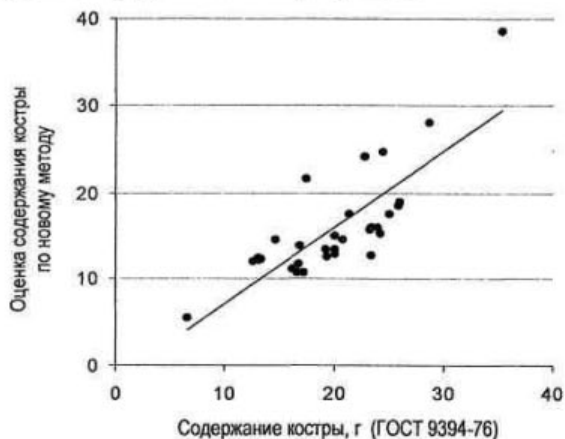


Рис. 3. Содержание костры в партии волокна

Статистическая обработка опытных данных, основанная на определении коэффициентов корреляции ( $r = 0,8$ ) и детерминации ( $R^2 = 0,64$ ), позволила подтвердить наличие сильной связи между получаемыми результатами и высокой прогнозирующей способностью предлагаемого метода.

#### ВЫВОДЫ

1. Разработан новый метод оценки содержания костры в коротком льняном волокне, позволяющий сократить время на проведение определения и исключить применение специального оборудования.

2. Данный метод позволяет проводить определение заостренности независимо от марки использованного оборудования, и устранить процедуру цветокоррекции, т.к. расчет границы разделения цветов определяется для каждого конкретного изображения.

A.E. Vinogradova

#### NEW METHOD OF SHORT-FLAX FIBRE SHIVE CONTENT ESTIMATION

УДК 675.026

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛКИ КОЖЕВОЙ ТКАНИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ШУБНЫХ ОВЧИН

*Н.Н. Шапочка, Е.Н. Борисова, Ж.Ю. Койтова, Е.В. Смирнова*

В статье рассмотрены новые способы отделки кожаной ткани шубной овчины, их влияние на эксплуатационные свойства, сделаны выводы о возможности их применения.

В настоящее время изделия из шубной овчины по-прежнему остаются актуальными. Однако потребитель предъявляет более высокие требования к качеству и художественному оформлению

одежды, ее индивидуальности. Несмотря на потребительские требования применение декора в изделиях из шубной овчины массового производства остается ограниченным и сводится к кожаным

элементам и швам различной конструкции [1]. В то же время возможности декоративной отделки как кожаной ткани, так и волосяного покрова шубной овчины далеко не исчерпаны.

Таким образом, решение этой актуальной проблемы позволит повысить привлекательность изделия для потребителя и его конкурентоспособность на рынке.

Перспективным направлением в данной области является освоение абсолютно новых способов декорирования изделий из овчинного полуфабриката, таких как выжигание рисунков и надписей на кожаной ткани, нанесение на кожаную ткань клеевой композиции с добавлением алюминиевой пудры, использование акриловых красок как в виде сплошного покрытия, так и в виде различных орнаментов.

С целью изучения влияния данных отделок кожаной ткани шубной овчины на ее эксплуатационные свойства был проведен ряд испытаний. В качестве объектов исследования выступали образцы шубной овчины без отделки, с выжиганием по кожаной ткани, с алюминиевым покрытием со 100 и 50% заполнением образца, с покрытием кожаной ткани акриловыми красками по всей поверхности и 50% заполнением, с гидрофобной отделкой.

Определение жесткости и упругости проводилось на приборе ПЖУ-12М согласно ГОСТ 8977-74 [2]. Для выявления стойкости к истиранию на приборе ДИТ-М использовались образцы в сухом и мокром состоянии, фиксировалось коли-

чество циклов до первого сдвигания покрытия, а также потеря массы образцом после 4500 циклов [3]. Исследование устойчивости к многократному растяжению проводилось на разрывной машине РТ-250М путем определения остаточной деформации ( $\epsilon$ , %) после 50-кратного одноосного растяжения образца на 15% от его зажимной длины и 30 мин отдыха. Гигроскопические свойства включали определение угла смачивания при нанесении на образец капли воды и гидрофобной способности путем замеров времени впитывания капель воды поверхностью образца.

Полученные результаты показали, что нанесение на кожаную ткань овчины какого-либо покрытия или рисунка с помощью выжигания приводит к резкому повышению ее жесткости (рис. 1) и упругости. Кроме того, данные исследований говорят о зависимости между жесткостью и упругостью кожаной ткани, т.е. возрастание жесткости приводит к росту упругости.

Повышение жесткости образца при нанесении покрытия обусловлено, прежде всего, увеличением его толщины, а также образованием на поверхности кожаной ткани плотной малопористой структуры, обладающей высокой упругостью. Экспериментально подтверждается, что чем больше площадь, занимаемая покрытием, тем выше жесткость образца.

Высокая жесткость алюминиевого покрытия вызвана особенностями его состава, а именно, применением мелкодисперсного порошка металла.



Рис. 1. Показатели жесткости образцов шубной овчины с различными видами отделки

При выжигании жесткость образца возрастает в меньшей степени, т.к. данная отделка позволяет получить рисунок в виде надписи или орнамента, т.е. заполнение поверхности образца составляет 50 % и менее, кроме того, на кожаную ткань не наносится какие-либо дополнительные химические композиции. Повышение жесткости

вызвано частичным свариванием верхнего слоя кожаной ткани при получении отделки.

Определение стойкости к истиранию показало, что в сухом состоянии отделки выдерживают большее количество циклов до начала разрушения (за исключением алюминиевого покрытия), чем в увлажненном (рис. 2).



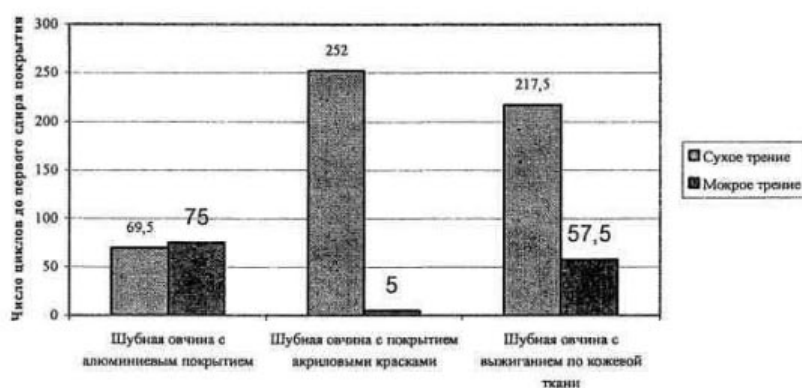


Рис. 2. Показатели стойкости к истиранию различных видов отделки на шубной овчине при сухом и мокром трении

Акриловое покрытие, будучи по своей природе достаточно гладким и плотным, под действием абразива подвергается своеобразной полировке, в результате повышается устойчивость к трению. В увлажненном состоянии данная отделка наименее устойчива к истиранию, что связано с водной основой акриловых красок. При увлажнении структура покрытия становится менее стабильной, прочность отделки снижается.

Образец с выжиганием также показывает высокую стойкость к сухому трению. Это вызвано глубоким проникновением насадки выжигающего прибора в структуру кожаной ткани при получении рисунка. В увлажненном состоянии стойкость к истиранию снижается из-за деструктурирующего, разрыхляющего действия воды на кожаную ткань овчины.

Образец с алюминиевым покрытием ведет себя абсолютно противоположным образом, по сравнению с другими видами отделки. В сухом состоянии он наименее устойчив к истиранию. Это объясняется шероховатой поверхностью покрытия из-за частиц металла, в результате чего обеспечивается хорошее сцепление абразива и образца. При мокром истирании вода выступает в качестве смазки, уменьшая трение, соответственно алюминиевое покрытие выдерживает большее количество циклов.

В сухом состоянии более всего массу теряет образец без отделки, затем образец с выжиганием, с алюминиевым покрытием, с акриловым покрытием. Такие показатели вызваны первоначальным истиранием покрытия, а также прочностью закрепления отделки на образце. В мокром состоянии образец без отделки и с выжиганием образовали дыру до 4500 циклов, а с алюминиевым и акриловым покрытием потеряли в массе соответственно 3,62 и 3,35 г.

На рисунке 3 представлены результаты определения устойчивости к многократному растяжению.

Как видно из диаграммы, нанесение на кожаную ткань шубной овчины сплошного покрытия, а также с 50 % заполнением приводит к снижению остаточной циклической деформации и, следовательно, повышению ее формоустойчивости. Таким образом, в изделии это обеспечит большую стабильность размеров его участков, а значит, более долгий срок службы.

Определение угла смачивания показало, что образец с алюминиевым покрытием обладает наибольшим углом смачивания ( $137^\circ$ ), с гидрофобной отделкой –  $120^\circ$ , без отделки –  $77^\circ$ , с акриловым покрытием –  $40^\circ$ . Как известно, если угол смачивания составляет  $90^\circ$ – $180^\circ$ , поверхность считается несмачиваемой. Однако, анализируя форму капли, можно сделать вывод, что гидрофобная отделка придает большую несмачиваемость, чем алюминиевая, а по акриловому покрытию капля растекается, но поверхность не смачивается.

Одновременно проводились замеры времени впитывания капли воды поверхностью образца шубной овчины с различными видами отделки.

Из диаграммы на рис.4 видно, что шубная овчина без отделки не обладает гидрофобной способностью (среднее время впитывания составляет 10,33 с). Это связано с рыхлой структурой кожаной ткани, содержащей большое количество пор, через которые вода проникает в ее толщу.

Близкими друг к другу по гидрофобности являются покрытия алюминиевое и акриловое, если основываться на максимальных показателях. Среднее же значение, более объективное, говорит о низкой гидрофобной способности алюминиевого покрытия, что, скорее всего, связано с наличием некоторого количества пор в его структуре. Гидрофобность акрилового покрытия можно оце-



нить как среднюю», что так же объясняется наличием микропор покрытия, но в меньшем количестве, чем у алюминиевого. Самое длительное поглощение воды наблюдается у образца, покрытого бесцветной краской с водоотталкивающими свойствами.

#### ВЫВОДЫ

1. Все рассмотренные виды отделки повышают жесткость кожаной ткани, что говорит об их ограниченном применении в изделии. Однако также это дает возможность использовать шкуры и

топографические участки с тонкой, рыхлой кожаной тканью благодаря ее упрочнению.

2. Применение отделок способствует повышению износостойкости поверхности кожаной ткани и изделия в целом.

3. Изделие с отделками обладает большей формоустойчивостью.

4. Отделки повышают гидрофобность изделия.

5. Применение рассмотренных видов отделки способствует повышению срока службы изделия и его конкурентоспособности на рынке.



Рис. 3. Показатели остаточной циклической деформации образцов шубной овчины с различными видами отделки и заполнением поверхности



Рис. 4. Время впитывания капли воды поверхностью образца шубной овчины с различными видами отделки

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пармон Ф.М. Одежда из кожи и меха: традиции и современность : монография / Ф. М. Пармон. – М. : Триада плюс, 2004. – 280 с.
2. ГОСТ 8977–74. Кожа. Методы определения гибкости, жесткости и упругости. – Введ. 1974-07-04. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 12 с.
3. Лабораторный практикум по материаловедению изделий из кожи : учеб. пособие для вузов / М. М. Бренштейн, А. П. Жихарев, Г. П. Булатов [и др.]. – М. : Легпромбытгиздат, 1993. – 384 с.

N.N. Shapochka, E.N. Borissova, J.Yu. Koytova, E.V. Smirnova  
**RESEARCH OF LEATHER FABRIC FINISHING ENFLUENCE UPON FUR-COAT SHEEPSKIN SERVICE PROPERTIES**

УДК 687.03 : 620.22

### ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ИСХОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПАКЕТА ОДЕЖДЫ НА КАЧЕСТВО ГОТОВОГО ИЗДЕЛИЯ

Л.Л. Чагина, Н.А. Смирнова

В результате экспериментальных исследований выявлена взаимосвязь свойств пакета одежды из льносодержащих материалов в целом со свойствами исходных компонентов.

Пакеты одежды представляют собой многослойные системы, формоустойчивость которых определяется жесткостью, несминаемостью, устойчивостью к растягивающим усилиям и замачиванию. Эти свойства тесно увязаны со свойствами исходных материалов, их взаимным расположением в системе и способами крепления. Проведенные исследования [1] показали, что свойства пакета определяются свойствами исходных компонентов, комплектующих этот пакет. Жесткость пакета из любых текстильных материалов будет связана зависимостью с суммарной жесткостью составляющих пакет материалов. Задача заключается в определении коэффициентов в зависимости от их массы, толщины и структуры. Разработаны математические модели, определяющие взаимосвязь свойств пакетов одежды, включающих костюмные ткани, промышленные прокладочные и подкладочные материалы [2].

Для реализации возможности прогнозирования жесткости на изгиб пакетов одежды из льносодержащих материалов на основе информации о жесткости комплектующих пакет материалов проведено экспериментальное исследование. В качестве объектов исследования выбраны: две группы костюмно-платьевых льняных тканей – чистольняные и льнохлопковые; разработанные льносодержащие термоклеевые прокладочные материалы (ТПМ) и клеевые соединения, полученные из вышеуказанных компонентов.

Образцы тканей выработаны на «Большой Костромской льняной мануфактуре». С целью обеспечения единства свойств материалов, составляющих пакет одежды, их сочетаемости и соответствия друг другу разработаны новые термоклеевые прокладочные материалы из льносодержащих материалов на тканой и трикотажной основах [3]. В качестве клеевого покрытия использовали водную эмульсию акрилового клея. Трикотажные основы под термоклеевое покрытие вырабатывались из льнолавсановой пряжи на плоскофанговых машинах переплетением гладь. Тканые основы вырабатывались льнохлопковыми (основа – хлопок, уток – лен) на станке СТБ 2-180. Первый вариант тканой основы для ТПМ представляет собой неправильный сатин. У основы второго такое же переплетение, но уменьшена плотность по основе. Основные показатели качества прокладочных материалов приведены в таблице 1.

Анализ результатов экспериментальных данных (табл. 2) показал, что жесткость пакетов одежды существенно отличается от суммарной жесткости материалов, входящих в пакет, как правило, превышая ее.

В результате математической обработки полученных экспериментальных данных установлено, что между жесткостью пакетов и суммарной жесткостью слоев материалов имеется достаточно тесная корреляционная связь, которая подтвердилась коэффициентом корреляции, или корреляционным отношением.

Найдены математические модели связи между суммарной жесткостью слоев пакета и жесткостью клеевого соединения из льносодержащих материалов, исследованных в работе. Уравнение регрессии представляет собой уравнение прямой линии (рис. 1а) для пакетов с трикотажным прокладочным материалом:

$$P_{к.с} = 1,48P_{сум} - 2,2, \quad (1)$$

где  $P_{к.с}$  – жесткость пакета материалов (основная ткань + ТПМ);

$P_{сум}$  – суммарная жесткость материалов, составляющих пакет.

Для клеевого соединения с тканями прокладочными материалами уравнение для прогнозирования жесткости пакета одежды по суммарной жесткости исходных материалов имеет вид (рис. 1б):

$$P_{к.с} = 0,22P_{сум}^2 - 0,32P_{сум} + 2,74. \quad (2)$$

Адекватность моделей проверена по критерию Фишера при доверительной вероятности 0,95 и подтверждена им.

Найденные математические модели могут использоваться с достаточной степенью достоверности для расчета жесткости пакетов по данным суммарной жесткости слоев составляющих его материалов. В этом случае нет необходимости проводить испытания пакетов одежды: достаточно иметь данные жесткости отдельных составляющих материалов, из которых компонуется пакет. Зная необходимые величины жесткости пакетов для различных видов и узлов одежды, можно подбирать материалы для пакетов с заданной величиной жесткости. Это позволит улучшить качество одежды и использование материалов.

Таблица 1

## Основные показатели качества ТПМ

Показатели	тканый		трикотажный
	1 вариант	2 вариант	
1. Волокнистый состав (вид волокна)	основа – хлопок угок – лен	основа – хлопок угок – лен	50% – лен, 50% – лавсан
2. Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	140	110	90
3. Толщина, мм	0,62	0,59	0,42
4. Линейная плотность, текс, То Ту	29 38	29 38	42
5. Абсолютная плотность, По (Пв) Пу (Пр)	212 126	106 126	28 58
6. Длина нити в петле, мм	-	-	9,1
7. Прочность склеивания, Н/см	4	3,6	3,0
8. Жесткость на изгиб, сН, По (Пв) Пу (Пр)	4,3 3,8	1,6 3,1	2,3 1,7
9. Усадка после замачивания, %, По (Пв) Пу (Пр)	3 2	3,5 2	2,5 1,8

Таблица 2

## Жесткость основных тканей и клеевых соединений

Основной материал				Жесткость пакета на изгиб, сН, клеевого соединения с		
Номер ткани	Переплетение	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Жесткость на изгиб, сН	тканым ТПМ	тканым ТПМ разреженной структуры	трикотажным ТПМ
Чистольняные ткани						
1	Мелкоузорчатое (креповое)	190	3,4	12,6	6,8	6,5
2	Главное (саржевое)	210	2,9	11,9	6,2	5,2
3	Мелкоузорчатое (производное саржевого)	164	3,4	15,3	7,8	6,7
4	Мелкоузорчатое	190	2,3	8,1	5,2	5,7
5	Мелкоузорчатое (креповое)	180	3,7	14,4	8,6	6,5
6	Мелкоузорчатое	170	4,7	21,2	9,4	8,6
7	Главное (полотняное)	220	7,5	28,5	13,8	10,2
8	Главное (полотняное)	220	5,5	19,8	11,7	9,9
9	Главное (полотняное)	220	5,7	24,5	11,5	8,6
10	Главное (полотняное)	220	5,0	20,5	11,5	9,1
Льнохлопковые ткани						
11	Мелкоузорчатое (креповое)	184	1,3	5,9	2,9	3,4
12	Жаккардовое	190	2,3	9,0	5,5	4,1
13	Жаккардовое	200	2,1	9,5	4,2	4,7
14	Жаккардовое	190	1,8	8,1	4,2	3,3
15	Жаккардовое	184	3,4	13,9	7,6	7,5
16	Жаккардовое	190	2,3	8,7	4,7	4,4
17	Жаккардовое	200	1,8	7,9	3,7	4,6
18	Жаккардовое	190	1,8	8,1	3,9	2,8
19	Мелкоузорчатое (производное полотняного)	184	3,9	15,2	8,4	5,7
20	Мелкоузорчатое	190	3,4	12,9	7,6	5,5

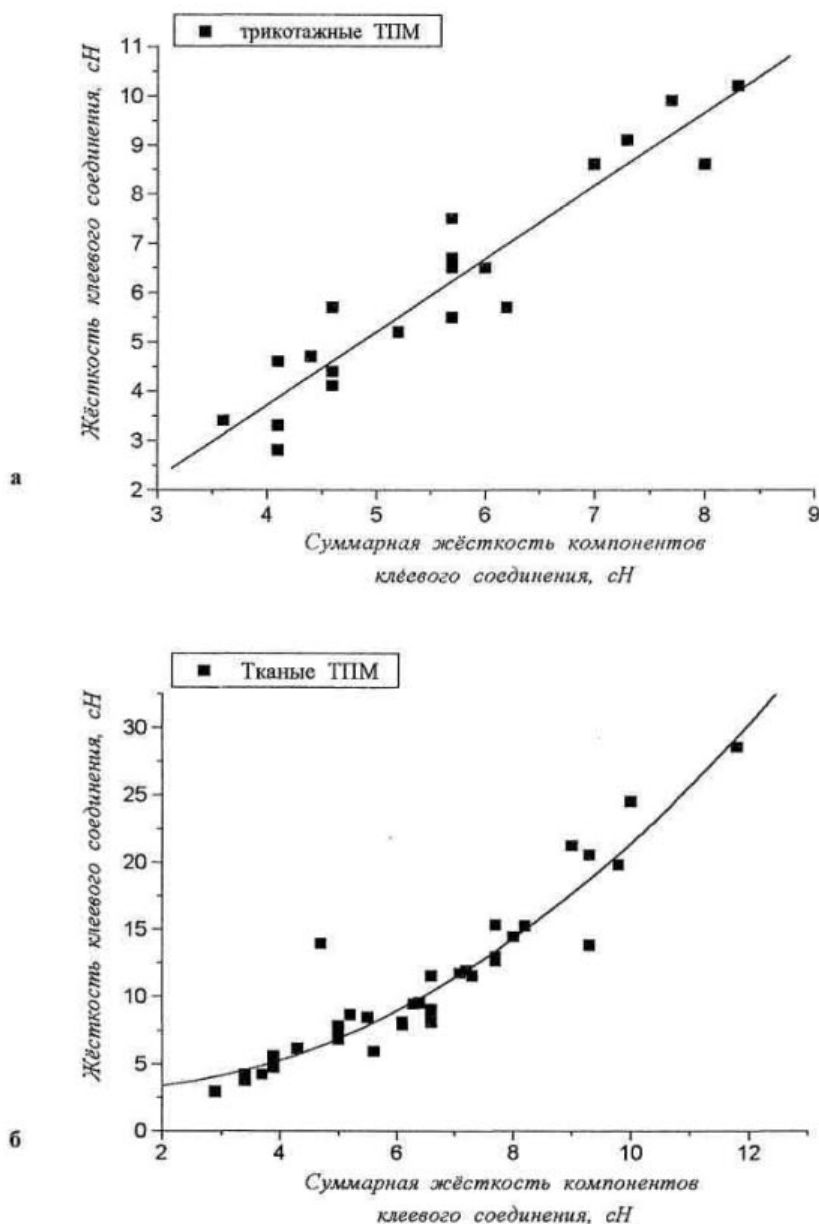


Рис.1. Прогнозирование жесткости клеевых соединений по суммарной жесткости исходных компонентов

Анализируя результаты (табл. 2), следует отметить влияние вида переплетения основной ткани на свойства пакета в целом. Для саржевого переплетения (№2) результирующая жесткость пакета материалов значительно меньше жесткости пакета с основной тканью одинаковой поверхностной плотности полотняного переплетения (№8, 9, 10). Таким образом, полотняное переплетение более жесткое по сравнению с саржевым. Аналогичный вывод можно сделать, сравнивая льнохлопковые ткани №11 и 19.

Оценка влияния прокладочных материалов на упругие свойства пакетов проводилась по двум

показателям: степень упругости и несминаемость при ориентированном смятии. Выбор второго показателя обусловлен тем, что в литературных источниках по клеевым соединениям обнаружены данные, необходимые для сравнительной оценки только по этой характеристике. В работе [1] установлено, что отношение несминаемости пакета с бортовой прокладкой к несминаемости материалов верха составляет в среднем 0,94. Бортовая льняная ткань вследствие малой упругости увеличивает сминаемость пакета. Несминаемость пакета с использованием в качестве прокладки прокламелина увеличивается незначительно, а в некоторых слу-

чаях полностью соответствует несминаемости ткани верха. Аналогично влияние на несминаемость пакета прокладочного материала арт. 92. При этом отмечается, что импортные прокладочные материалы, в частности фирмы «Kufner», имеют другие характеристики, сообщая способность полного восстановления формы даже после смятия в кулаке [4].

В результате проведенных экспериментальных исследований по оценке упругих свойств пакетов одежды установлено, что в продольном направлении упругость чистольняных тканей изменяется в пределах 52–80%, несминаемость – 25–41%; для льнохлопковых соответственно 58–90% и 41–61%. При дублировании тканым прокладочным материалом показатели упругости и несминаемости клеевых соединений, по сравнению с тканями

верха, увеличиваются на 20–25%. У пакетов материалов с трикотажным льнолавсановым ТПМ упругие свойства возрастают на 30–45%.

Тщательный и целенаправленный подбор термоклеевых прокладочных материалов позволяет управлять перечисленными показателями.

#### ВЫВОДЫ

1. Разработаны математические модели для прогнозирования условной жесткости на изгиб пакетов одежды из льносодержащих материалов в зависимости от жесткости материалов, комплектующих пакет.

2. Установлены изменения показателей упругости и несминаемости льняных и льнохлопковых тканей при дублировании их льносодержащими прокладочными материалами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогова А.Н. Изготовление одежды повышенной формоустойчивости / А. Н. Рогова, А. И. Табакова. – М. : Легкая индустрия, 1979. – 184 с.
2. Ефимова О.Г. Влияние структуры и свойств компонентов пакетов одежды на её качество : автореф. дис. ... канд. техн. наук / О. Г. Ефимова. – М. : МТИЛП, 1985. – 22 с.
3. Разработка новых льносодержащих прокладочных материалов для одежды / Н. А. Смирнова, Л. Л. Чагина, Т. Б. Москаева, И. В. Мининкова // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2000. – №2. – С. 51–53.
4. Кузьмичёв В.Е. Свойства текстильных материалов, влияющие на процессы изготовления швейных изделий / В. Е. Кузьмичёв, О. Г. Ефимова ; ИГТА. – Иваново : ИХТИ, 1992. – 56 с.

L.L. Chagina, N.A. Smirnova

#### INFLUENCE OF CLOTHES SET OUTCOME COMPONENT PROPERTIES UPON FINISHED ARTICLE QUALITY

УДК 687.03.017

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ УСАДКИ ТКАНЕЙ С ВЛОЖЕНИЕМ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ НИТЕЙ КСК-СТРУКТУРЫ ОТ МНОГОКРАТНЫХ МОКРЫХ ОБРАБОТОК

М.Л. Королева, И.В. Мининкова

Одним из направлений расширения ассортимента костюмно-плательных тканей, соответствующих требованиям современного рынка, является использование высокоэластичных нитей полиуретана.

В Костромском государственном технологическом университете предложен способ получения льносодержащих тканей с использованием комбинированных самокруточных нитей КСК-структуры [1]. Способ получения комбинированной самокруточной (КСК-структуры) нити с полиуретаном – новое направление производства нитей, сочетающее высокую производительность и обеспечивающее формирование неоднородной нити за счет скручивания ее компонентов.

С целью разработки рекомендаций для технологов швейного производства необходимо изучение потребительских свойств полученных тканей. Усадка ткани является одной из характеристик, которые оказывают значительное влияние на стабильность изделия в процессе изготовления и носки [2].

Исследования усадки тканей проведены стандартным методом [3, 4] до стабилизации размеров. С целью выбора оптимальной температуры мокрых обработок (стирок) проведены испытания полульняных тканей и тканей с вложением полиуретановых нитей.

Объектами исследования выбраны образцы трех видов, отличающиеся по сырьевому составу:



полульняная ткань без вложения полиуретановых нитей и льносодержащие ткани с различным содержанием полиуретана. В качестве уточных нитей использованы: беленая мокрого прядения высокая льняная пряжа (БМВЛ) линейной плотности 56 текс и комбинированные самокруточные (КСК-структуры) нити линейной плотности 112 текс, состоящие из трех нитей: двух хлопчатобумажных линейной плотности 29 текс и одной полиуретановой нити линейной плотности 7,8 текс. В качестве основных нитей использована хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 29 текс. Состав полульняной ткани: лен 66,0%, хлопок 34,0%. Состав льносодержащих тканей: лен 51,0%, хлопок 48,70%, спандекс 0,50% и лен 55,0%, хлопок 44,87%, спандекс 0,13%.

Элементарные пробы подвергали многократным стиркам по двум рекомендуемым режимам в соответствии с ГОСТ 30157.1–95: при температуре воды 60°C для полульняных тканей, 40°C для тканей из химических волокон.

На основе данных, полученных в результате исследований, построены графические зависимости

(рис. 1–4). Под воздействием многократных мокрых обработок (стирок) произошла усадка всех тканей. Эластичные льносодержащие ткани в отличие от полульняных, дали большую усадку в направлении нитей утка, чем в направлении нитей основы. Изучение зависимости изменения усадки льносодержащих тканей от количества стирок показало, что наибольшая усадка происходит в процессе первой стирки. В результате действия последующих стирок значительного изменения линейных размеров образцов тканей не происходит. После четвертой стирки размеры образцов тканей стабилизируются. Установлена зависимость усадки тканей с вложением полиуретановых нитей от температуры мокрых обработок (стирок). Рекомендуемой для стирки тканей с вложением нитей полиуретана является температура 40°C. Усадка эластичных тканей при температуре мокрых обработок (стирок) 40°C в направлении основы колеблется от 20 до 22%, в направлении утка – от 27 до 30% (рис. 1, 2), при температуре 60°C в направлении основы составляет 26%, в направлении утка – 48% (рис. 3,4).

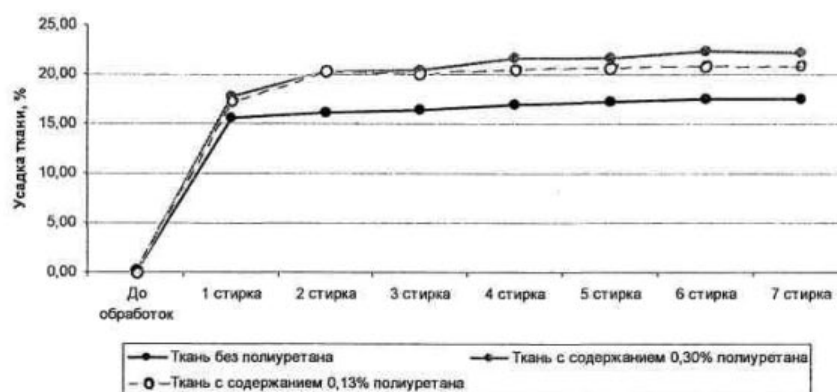


Рис. 1. Изменение усадки тканей в направлении основы после стирки при 40 °С

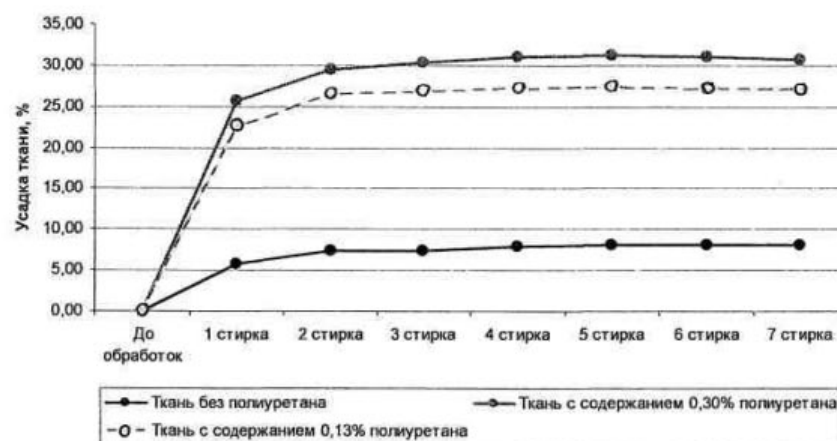


Рис. 2. Изменение усадки тканей в направлении утка после стирки при 40 °С

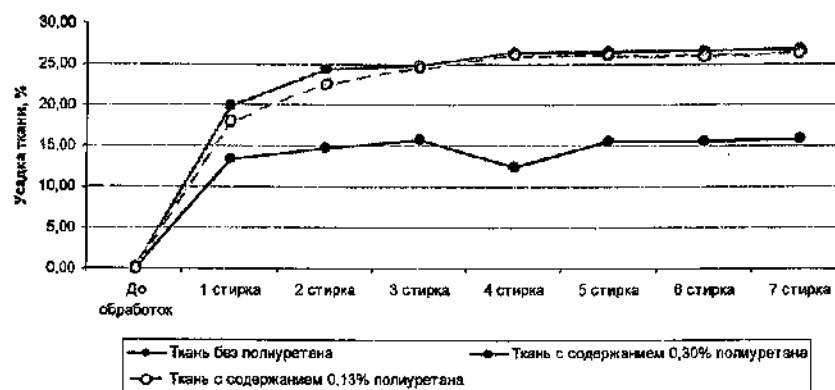


Рис. 3. Изменение усадки тканей в направлении основы после стирки при 60 °С

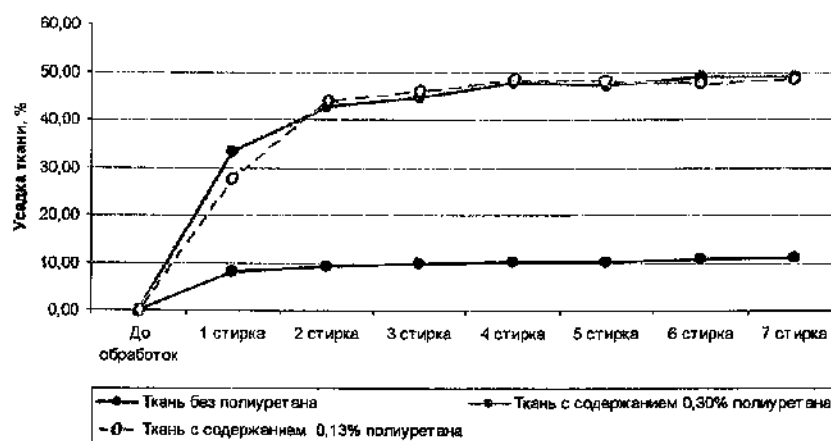


Рис. 4. Изменение усадки тканей в направлении утка после стирки при 60 °С

Введение полиуретана в уточную нить вызывает увеличение усадки тканей после мокрых обработок (стирок). Увеличение содержания полиуретана в системе утка приводит к увеличению усадки не только в направлении утка, но и в направлении основы.

#### ВЫВОДЫ

1. Усадка эластичных льносодержащих тканей зависит от температуры мокрых обработок (стирок). Рекомендуемой для стирки льносодер-

жащих тканей с вложением полиуретановых нитей КСК-структуры является температура 40 °С.

2. Наибольшая усадка льносодержащих тканей с вложением полиуретановых нитей КСК-структуры происходит в результате первой стирки. После четвертой стирки происходит стабилизация размеров тканей.

3. Увеличение содержания полиуретана в системе утка приводит к увеличению усадки не только в направлении утка, но и в направлении основы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Делекторская И.А. Использование КСК-способа для формирования эластичной пряжи / И. А. Делекторская, А. А. Телицын // Вестник Костромского государственного технологического университета. — Кострома. — 2002. — №5.
2. Скляльников В.П. Строение и качество тканей / В. П. Скляльников — М., 1984.
3. ГОСТ 30157.1-95. Методы определения изменений линейных размеров материалов после мокрых обработок и химической чистки. Проведение испытаний. — М. : Изд-во стандартов, 1995.

M.Yu. Koroleva, I.V. Mininkova

#### RESEARCH OF SHRINKAGE KINETICS OF POLYURETHANE FIBRE TST-STRUCTURE INSET FABRICS UNDER MULTIPLEXING WET TREATMENT EFFECT



УДК 677.072.612.017.428

**АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕКСТИЛЬНЫМ АРМИРУЮЩИМ НАПОЛНИТЕЛЯМ***И.Л. Верняева, И.А. Коржева*

В работе проведён анализ и классификация требований к текстильным армирующим наполнителям в зависимости от условий эксплуатации готовых композиционных изделий. Определены основные требования, предъявляемые к углеродно-вольфрамовым армирующим трикотажным полотнам для разрушающихся термо- и эрозионно стойких композитов. Сформулированы основные задачи, которые необходимо выполнить при создании новых армирующих материалов.

Процесс проектирования и создания деталей из анизотропных волокнистых композитов существенно отличается от процесса проектирования изделий с использованием традиционных материалов. В данном случае учитывается конструкционная анизотропия, при которой должно быть обеспечено совмещение поля сопротивления материала с полем нагружения, за счёт ориентации наполнителя в слоях композита. Текстильные полотна (ткани, трикотаж и др.) из термостойких нитей в сочетании с тугоплавкой проволокой в настоящее время наиболее востребованы для армирования термо- и эрозионно стойких разрушающихся композитов. В большинстве случаев свойства органических, высокомодульных, углеродных, металлических волокон и нитей, используемых для указанных целей, отличаются от свойств традиционного текстильного сырья. Для их переработки требуется создание новых технологий и режимов. Необходимо определить технологические возможности совместной переработки термостойких нитей в сочетании с тугоплавким металлом в текстильное полотно, а также определить возможную структуру и свойства материала с учётом особенностей исходного сырья.

Опираясь на накопленный опыт в исследованиях структур армирующих трикотажных наполнителей для композитов специального назначения [1, 2], авторами настоящей работы были определены основные требования, предъявляемые к армирующим материалам в зависимости от условий эксплуатации готовых изделий. Результаты исследований представлены в таблице.

Из анализа можно сделать вывод, что основных требований к трикотажным наполнителям достаточно много и что некоторые из них противоречат друг другу. Так, одно из основных требований – толщина (её рекомендуют увеличивать для уменьшения расслоения пластиков при эрозионном уносе) [3] находится в противоречии с требованием мелкопористости структуры. Для повышения толщины трикотажа, помимо плотности вязания, необходимо повышать линейную плотность перерабатываемой нити, а для мелкопористой структуры необходимо её понижать. Для получения оптимальных прочностных показателей пластиков необходимо получить трикотаж с максимальным объёмным заполнением, т.е. с низким модулем петли, но такой трикотаж плохо растягивается и

трудно принимает заданную форму, плохо пропитывается связующим. Кроме того, исследование процессов переработки термостойких нитей на трикотажных машинах показало, что объёмное заполнение трикотажа ограничивается процессом петлеобразования, поскольку нижний предел длины петли ограничен размерами рабочих органов, а верхний предел толщины перерабатываемой нити ограничен ниточным промежутком на машине. Требование максимального объёмного заполнения противоречит требованиям максимальных разрывных характеристик трикотажа, т.к. с увеличением плотности трикотажа его разрывные характеристики падают, особенно у хрупких термостойких нитей [4]. Существует и ещё ряд противоречий в требованиях к трикотажным наполнителям, перечислять которые нет смысла. Необходимо найти режимы работы трикотажного оборудования (напряжение, плотность вязания, величину оттяжки и др.), обеспечивающие требуемые свойства трикотажных наполнителей из комбинированных нитей.

Следует отметить, что в зависимости от назначения композиционных изделий и условий эксплуатации конструкций из них, требования могут быть разнообразны, а каждое предприятие, работающее в данной отрасли, имея свою технологию и оборудование, предъявляет индивидуальные требования к композитам.

Так как углеродно-вольфрамовые трикотажные полотна будут использованы для армирования разрушающихся термо- и эрозионно стойких композитов, заказчиком определены требования к композиту, а именно устойчивость к тепловому и механическому удару и устойчивость работы при вихревом потоке газа. Поэтому при разработке трикотажных полотен, основываясь на экспериментальных и теоретических данных, авторами работы были определены основные свойства армирующих трикотажных полотен, которые обеспечивают предъявляемые заказчиком требования.

1. Устойчивость к тепловому удару. Определяется общей термостойкостью армирующего наполнителя и равномерным распределением тепла при относительно низкой теплопроводности. В материале это обеспечивается наличием термостойкого сырья с добавками тугоплавкой проволоки, а также структурой наполнителя, которая должна обеспечить минимальное количество теплопроводных мостов.

Таблица

## Требования к наполнителям в зависимости от условий эксплуатации пластиковых изделий

Условия эксплуатации пластиковых изделий и требования к летательным аппаратам	Требования к пластикам и изделиям	Средства обеспечения требуемых свойств пластиков	Требования к наполнителю (трикотажу)	Средства обеспечения требуемых свойств наполнителя (трикотажа)
Устойчивость к тепловому удару	Термостойкость. Низкая теплопроводность	Химический состав наполнителя и связующего. Структура наполнителя	Термостойкость.  Минимальное количество теплопроводных мостов	Химический состав наполнителя. Дробление внутренней структуры полотна, мелкопористость структуры.
Устойчивость к механическому удару	Жёсткость конструкции.  Сопротивление растягивающим усилиям, изгибу. Упругость на сжатие, растяжение, изгиб	Повышение толщины пакета. Введение армирующего элемента. Механическая прочность наполнителя, определённое процентное соотношение наполнителя и связующего. Высокая адгезия наполнителя к связующему. Структура наполнителя. Механическая прочность соединений	Прочность на растяжение и сжатие.  Наличие демпфирующих элементов. Высокопрочные швы	Ориентация элементов петельной структуры. Высокое объёмное заполнение. Вид переплетения. Присутствие материалов, увеличивающих адгезию
Устойчивость работы при вихревом потоке газов	Устойчивость на эрозионный унос. Равномерность эрозии	Мелкозернистая структура. Монолитность или минимальная слоистость. Равномерность структуры по всем показателям	Мелкопористое строение. Повышенная толщина. Низкая растяжимость. Швы встык	Низкий модуль петли. Применение тонких нитей. Многослойность. Ориентация элементов петельной структуры и высокая объёмная плотность
Устойчивость формы поверхности и высокие аэродинамические свойства	Длительное сохранение сложной заданной формы изделий	Сложная форма наполнителя.  Уравновешенность структуры	Цельновязаная форма изделий или достаточная ширина полотна. Уравновешенность структурных элементов (незакручивающийся малорастяжимый трикотаж)	Обтяжка заготовки без складок и разряжений.  Использование переплетений с уравновешенной структурой (ластик, фанг)
Обеспечение надёжности управления и скрытности полёта	Радиопрозрачность	Химический состав компонентов пластика	Радиопрозрачность	Химический состав наполнителя
Облегчённость конструкции	Пониженная плотность	Минимальное количество секций и сопряжений, оптимальная плотность	Технологичность при изготовлении пластиков, оптимальное объёмное заполнение	Высокая пропитываемость. Достаточная растяжимость для хорошего облегания. Незакручиваемость, нераспускаемость

2. Устойчивость к механическому удару. Обеспечивается механической прочностью наполнителя на растяжение и сжатие и ориентацией петельной структуры.

3. Устойчивость работы при вихревом потоке газа. Обеспечивается мелкопористой и равномерной структурой наполнителя, что позволяет уменьшить эрозионный унос.

Таким образом, анализ взаимосвязи свойств армирующих наполнителей и готовых композиционных материалов показал, что создание новых структур, а особенно трикотажных, требует индивидуального подхода. Алгоритм решения поставленной задачи следующий.

- Выявить основные требования в зависимости от назначения композиционных изделий и условий эксплуатации конструкций из них.

- Исследовать зависимость свойств готового армирующего полотна от свойств и структуры исходного сырья. В случае использования многокомпонентных нитей эта задача усложняется, т.к. на свойства будут влиять и процентный состав, и «совместимость» компонентов.
- Исследовать влияние технологического процесса получения полотна на свойства и изменение свойств исходных нитей (прочность, жесткость и др.). Это позволит выявить оптимально возможные технологические режимы.
- Исследовать свойства готовых армирующих полотен, определяющие высокие показатели композиционных материалов.

#### ВЫВОДЫ:

1. В зависимости, от назначения композиционных изделий, технологии их получения и условий эксплуатации в каждом конкретном случае должны предъявляться индивидуальные требования к армирующей основе для изготовления композитов.

2. Авторами предложен алгоритм разработки структуры и технологии волокнистых наполнителей, который может быть использован при создании новых текстильных армирующих полотен и комбинированных нитей различной структуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Композиционные материалы : справочник / сост. В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1990.
2. Наполнители для полимерных композиционных материалов : справ. пособие / под ред. Г. С. Каца и Д. В. Милевски. – М. : Химия, 1981.
3. Рудой Б.Л. Композиты / Б. Л. Рудой. – М. : Московский рабочий, 1976.
4. Коржева И.А. Влияние технологического процесса вязания на разрывные характеристики комбинированной нити / И. А. Коржева // Научные труды молодых ученых КГТУ. Ч.1 (Секции I–VII). – Кострома, 2006. – Вып. 7. – С. 189.

I.A. Vernyaeva, I.A. Korzheva  
DEMAND ANALYSIS OF TEXTILE REINFORCING FILLERS

## ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

УДК 677.024

### АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЛИХТОВАНИЯ

*В.А. Кузнецов (ООО «Дельта-Текс», г. Иваново),*

*А.В. Подъячев, Д.В. Селезнев*

В статье дается обзор развития шлихтовального модуля шлихтовальной машины. Для повышения качества шлихтования пряжи предложено предварительное подсушивание основы и раздельное шлихтование двух половин основ. Новое решение позволит снизить расход шлихты и расход тепловой энергии на сушку основы.

Шлихтование – ответственный технологический процесс в подготовительных цехах ткацких производств [1]. От качества процесса шлихтования во многом зависит эффективность работы ткацких станков. По данным фирмы «Benninger», повышение эффективности в ткачестве всего на 1% обеспечивает экономию до 1000 \$ США на один ткацкий станок в год.

Процесс шлихтования осуществляется на специальном оборудовании – шлихтовальной машине, объектом анализа которой является собственно шлихтовальная секция. Для согласования скоростей между секциями шлихтовальной машины используются уравнивательные механизмы, с помощью которых регулируется натяжение, задается и поддерживается величина вытяжки. Привод осуществляется от двигателей постоянного тока через систему редукторов. В шлихтовальных машинах ведущих мировых фирм процесс управления приводом для согласования скоростей по секциям, а стало быть и величиной вытяжки, построен на двигателях переменного тока с частотными преобразователями.

Практически все параметры, определяющие качество шлихтования, закладываются собственно в шлихтовальной секции, состоящей из остова, на котором монтируются установка тянущего вала, установка погружного ролика, две установки отжимных валов с механизмами прижима и ванна. Снимаемая с тянущего вала основа с помощью погружного ролика вводится в ванну с раствором шлихты, после чего попадает в первую пару отжимных валов, а затем и во вторую пару. Ошлихтованная и отжатая основа поступает в сушильную секцию. Приводные металлические валы почти полностью погружены в раствор. Вращаясь, приводные валы захватывают раствор в жало валов, что способствует повышению эффективности обработки. Пропитка при существующей технологии

и конструктивном оформлении, принятом для ее реализации, имеет серьезные недостатки [4].

Причина несовершенства процесса шлихтования основ определяется самой природой волокна (речь идет о пряже из хлопка и в несколько меньшей степени о льняной пряже). В своем исходном состоянии волокна, да и пряжа, сделанная из них, некапиллярна и не способна воспринимать на себя раствор. Чем тяжелее основа, чем большее количество нитей она содержит и с большего количества сновальных валов она сматывается, тем сложнее осуществить качественное шлихтование. Фактически при принятой технологии раствор шлихты просто вжимается в пряжу, т.е. имеет место плюсование – механическое нанесение шлихты на пряжу. Чем концентрированнее раствор (более вязкий), тем труднее нанести его на пряжу, труднее осуществить процесс шлихтования. Применение менее концентрированной шлихты, обладающей меньшей вязкостью, вызывает необходимость для обеспечения требуемой величины приклея выпускать основу с увеличенной влажностью. Повышенная влажность основы, поступающей на сушку, увеличивает расход тепловой энергии на сушку, а при дефиците тепловой энергии с требуемыми параметрами снижается производительность шлихтовальной машины.

Совершенствованию процесса шлихтования уделяется значительное внимание. Технологи решают вопросы повышения качества приготовления собственно шлихты и ее состава, машиностроители направляют свои усилия на совершенствование конструктивного оформления процесса. Наибольший вклад в совершенствование процесса, был внесен фирмами «Sucker Muller» и «Benninger» [3]. Для уменьшения затрат энергии на сушку фирмы приступили к разработке новых, с более высоким модулем упругости, типов эластичных покрытий для валов шлихтовальных машин, что обеспечит сни-

жение влажности основ и даст возможность работать с повышенной, пропорционально снижению влажности, концентрацией шлихты.

С целью обеспечения равномерной пропитки по ширине обрабатываемых основ, особенно при создании широких шлихтовальных машин, исследовалось применение более совершенной конструкции отжимных валов. В практике устоялось совместное применение в валковой паре двух типов валов – вала обычной конструкции, как правило, с эластичным покрытием, и малопрогибного варианта приводного металлического вала. Однако такое решение вряд ли можно признать совершенным.

Наиболее принципиальными были решения, направленные на повышение качества самой ошлихтованной пряжи, перерабатываемой на ткацкий навой. Для этого в конструкцию машин были введены решения, обеспечивающие:

- предварительное подсушивание основы разделенной на две половины, с использованием разных групп барабанов с последующим сложением и совместным досушиванием;

- раздельное шлихтование двух половин основы (для плотных основ) на отдельных секциях в комбинации с новым вариантом сушки.

Такие решения позволяют улучшить качество шлихтования при разделении основ на две половины (снижение плотности) и более эффективно использовать возможности новых типов покрытий отжимных валов. Для осуществления раздельной проводки двух половин основ, без перепутывания нитей, идущих с разных сновальных валов, в шлихтовальных машинах стали применяться двухрядные стойки, вместо ранее принятых однорядных.

Пионером в реализации принципа предварительного подсушивания и последующего совместного досушивания выступила фирма «Sucker Muller». Итог – снижение ворсистости пряжи и повышение эффективности в ткачестве, а в сочетании с последующим применением раздельного шлихтования двух половин основ и предварительной их подсушки – повышение эффективности качества шлихтования.

В отечественном машиностроении также проводились работы по повышению качества шлихтования, но они не носили системного характера, затрагивающего все этапы обработки основ.

Для повышения эффективности шлихтования за счет повышения величины приклея был реализован принцип предварительного запаривания основы перед входом ее в ванну с клеевым раствором. Предполагалось, что после предварительной паровой обработки в порах пряжи, поступающей в клеевую ванну, будет образовываться

микровакuum. Последнее будет способствовать насыщению пряжи раствором. Однако эффект от применения такой подготовки был сопоставим с ошибкой определения величины приклея, а сама установка создавала значительные неудобства в обслуживании шлихтовальной машины, и принцип не нашел применения.

В работе [2] дается анализ шлихтовального модуля, в котором, кроме тянущего механизма, имеются два погружающих ролика и две пары отжимных валов. При шлихтовании после первого погружающего ролика основные нити отжимаются в отжимной паре и вторым погружающим роликом снова направляются в шлихту. После второго погружения основные нити проходят вторую отжимную пару и направляются в сушильный аппарат. В работе дана технологическая оценка такого способа нанесения шлихты на пряжу. Данная работа расширила сведения об изменении смачиваемости основной пряжи.

Наиболее интересной была попытка, выполненная на пряжах из льна сухого прядения, предусматривающая предварительную обработку нитей основы в отдельной ванне с горячей водой и последующим отжимом. Далее пряжа вводилась в стандартную шлихтовальную секцию, состоящую из традиционных двух пар отжимных валов. При испытаниях был достигнут великолепный результат: в ткачестве снизилась обрывность и запыленность в цехе, уменьшилась и величина приклея. Для реализации нового принципа шлихтования в последующем были спроектированы и изготовлены специальные машины с индексом «Л». Эти машины предназначались для обработки основ из льняной пряжи и тяжелых основ из хлопчатобумажной пряжи. Высокие результаты, достигнутые в процессе испытаний, не показали устойчивого эффекта в длительной эксплуатации. Постепенно снижалась концентрация шлихты в клеевой ванне, что вызвало необходимость частой смены (слива) раствора для поддержания стабильного технологического эффекта. В конечном итоге предложенное техническое решение в виде дополнительного отжимного устройства, предназначенного для предварительной обработки пряжи в горячей воде, реализованное при выпуске специальных машин, на производствах перестали использовать, а дополнительные устройства демонтировались.

Интересным было и апробирование в шлихтовальной машине технического решения, ранее разработанного для реализации технологии усиленного отжима при обработке тканей. На основе специального отжимного вала типа ВН-320 был спроектирован отжимной блок КМШБ, который устанавливался в шлихтовальной секции, взамен

выпускного отжимного вала с эластичным покрытием. И хотя введенное в работу устройство на основе вала высокоэффективного отжима использовалось при нагрузке, не превышающей 12 кН/м, остаточная влажность основы снизилась со 100 до 30%, что привело к полному отсутствию приклея на пряже. В результате сплошное пушение и высокая обрывность в ткачестве. Первый же навой в конечном итоге был снят со станка, а пряжа срезана.

В результате поиска технологии изготовления специального исполнения вала ВН-320 применительно к условиям шлихтования был найден вариант, который позволил более эффективно отжимать основу, сохраняя необходимую величину приклея. Следует отметить, что, пожалуй, впервые в шлихтовальных машинах оба выпускных вала – приводной металлический и прижимной с эластичным покрытием – имели малопрогибное исполнение. Параметры конструкции валов были выбраны из условия: сумма стрел прогиба обоих валов меньше деформации эластичного покрытия прижимного вала при рабочей нагрузке. Разработанное решение было реализовано при изготовлении 4 шлихтовальных машин. В новых машинах зона сушки была уменьшена более чем на 30%, установлены 7 барабанов, по сравнению с 11 в ранее выпускаемых машинах, а производительность при этом не уменьшилась. Были выпущены три машины ШБ-7/180 и одна ШБ-7/140. Последняя из изготовленных машин ШБ-7/180 была введена в работу в 1995 г. на Ярцевском ХБК и продолжает работать по настоящее время. Специальный наборный отжимной вал за весь период работы ни разу не снимался и не протачивался. Хотя решение оказалось работоспособным и эффективным, сама технология изготовления вала ВН-320 для шлихтования была очень сложной, и разработчики продолжали искать новые решения для шлихтования.

И такое решение было предложено. В нем были соединены преимущества предварительной обработки основы в горячей воде с последующим вводом подготовленной пряжи в шлихтовальную секцию и апробированная в шлихтовании на основе блока КМШБ технология усиленного отжима. В итоге была разработана, изготовлена и введена в работу в действующей шлихтовальной машине новая секция СПШ 13/140, в которой были совмещены преимущества предварительной обработки пряжи в ванне с горячей водой, ее усиленного отжима и последующей обработки в собственно шлихтовальной ванне. При проектировании новой шлихтовальной секции были заложены и ограничители – секция должна встать в действующую машину без нарушения фундамента и подключаться к существующим приводным точкам. В новой

шлихтовальной секции отсутствует дополнительное отжимное устройство, остались две пары валов. Только функции у них стали другие. Первая отжимная пара (усиленный отжим) работала после обработки пряжи в горячей воде, для чего была сделана отдельная небольшая ванна; вторая отжимная пара (усиленный отжим) работала после обработки пряжи в небольшой по объему клеевой ванне, раствор в которой обогревался исключительно глухим паром. Поскольку предусматривалось погружение пряжи в каждую из небольших по объему ванн, в новой шлихтовальной секции были установлены две воробы (в стандартной секции – одна).

Поскольку на выходе из клеевой ванны в новой секции так же было применено устройство, обеспечивающее повышенный отжимной эффект, новое решение, наряду со снижением расхода шлихты до 50%, естественно, обеспечило и снижение расхода тепловой энергии на сушку. В процессе испытаний четко отмечено и снижение показателя обрывности в ткачестве. Испытания первой секции проводились на пряже 20 текс, вторая секция работала на пряже 70 текс, третья, четвертая, пятая и шестая на пряже 25, 30 и 20 текс. Во всех перечисленных случаях в процессе работы отмечено снижение расхода шлихты до 50%, уменьшение расхода тепловой энергии до 40%, а показатель обрывности в ткачестве оставался неизменным.

Первой новую концепцию шлихтования, в полном объеме сформулированную и реализованную в России, взяла на вооружение фирма «Sucker Muller», затем «Bemlinger» и «Karl Mayer». Теперь можно сказать, что новая концепция шлихтования стала общемировой текстильной практикой. Естественно, фирмами были проведены значительные исследования, о содержании и направлении которых можно судить лишь по информации, помещенной в проспектах, распространяемых фирмами. Исследования затрагивали оценку влияния новой технологии шлихтования в ткачестве, а также рассматривалось продолжение эффекта в отделочных производствах. Конечно, выбирались соответствующие новой технологии материалы и конструктивные решения для шлихтовальных секций, но сами параметры не раскрывались.

Относительно отечественного варианта новой шлихтовальной секции, созданной для реализации новой концепции двухстадийного шлихтования можно сказать, что мощность технических решений, введенных для обеспечения работы по новой технологии обработки, существенно превосходила возможности для эффективной реализации в шлихтовальных машинах. У разработчиков, в отличие от инофирм, не было возможности



проводить специальные многошаговые исследования по оптимизации решений для новой технологии обработки, которые могли бы обеспечить снижение стоимости изготовления новых секций, более быструю окупаемость вложений в эксплуа-

тации и полное эффективное использование новой концепции шлихтования.

Все вышеизложенное позволяет сделать ВЫВОД, что технология двухстадийного шлихтования основ на сегодняшний день является перспективной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Живетин В.В. Устройство и обслуживание шлихтовальных машин / В. В. Живетин, А. Б. Брут-Бруляко. – 2 изд. – М. : Легпромбытиздат, 1988. – 240 с.
2. Брут-Бруляко А.Б. Технологический анализ условий отжима пряжи в клеильном аппарате шлихтовальной машины : дис. ... канд. техн. наук / А. Б. Брут-Бруляко. – Кострома : КТИ, 1974. – 186 с.
3. Официальный сайт фирмы «Benninger» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.benninger.ch>.
4. Текстильные машины. Оборудование. – Режим доступа : <http://www.ivtek mash.ru>.

V.A. Kuznetsov, A.V. Podyachev, D.V. Seleznev

## ANALYSIS OF CONSTRUCTION DECISION USING FOR SIZING EFFECTIVENESS INCREASE

УДК 621.835.642.05

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗЕВОБРАЗУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКИХ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ ИХ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

В.А. Лясич,

Ю.В. Кулемкин (ЦНИИМашдеталь, г. Москва)

В статье рассматриваются зевобразующие механизмы ткацких станков типа СТБ и Р-1-190, кулачковая и рычажная части этих механизмов содержат большое количество избыточных связей, которые при сборке приводят к появлению монтажных напряжений. Предложен вариант уменьшения числа избыточных связей, что приводит к надежности и долговечности этих механизмов.

Зевобразование в ткацких станках типа СТБ и Р-1-190 осуществляется многозвенными кулачково-рычажными механизмами, в конструкциях которых преобладают одноподвижные кинематические пары. По структурной классификации теории механизмов и машин они относятся к парам пятого класса, что приводит к появлению большого количества избыточных связей (ИС). В станке СТБ-175 этот механизм имеет их 24 [3]. В зевобразующем механизме (ЗОМ) станка Р-1-190 (рис. 1), имеющем число степеней свободы  $W = 3$  (одна основная и две местные), подвижных звеньев

$n = 11$ , кинематических пар 2-го класса  $p_{II} = 2$ , пар 4-го класса  $p_{IV} = 1$ , пар 5-го класса  $p_V = 14$ , количество ИС рассчитывают по формуле Малышева

$$q = W - 6p_{II} + 4p_{IV} + 5p_V = 15.$$

Известно, что ИС являются одной из причин снижения надежности и долговечности механизмов, поэтому, модернизируя механизм, следует стремиться к снижению числа таких связей.

На примере ЗОМ станка Р-1-190 рассматривается один из вариантов совершенствования структуры этих механизмов.

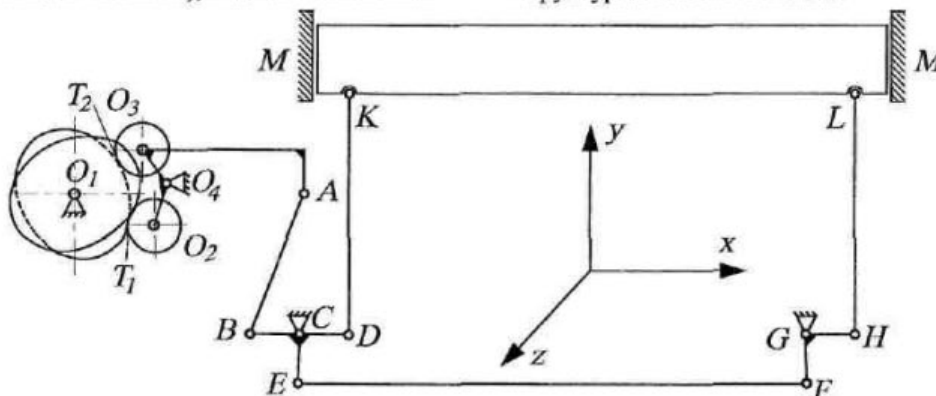


Рис. 1. Кинематическая схема зевобразующего механизма станка Р-1-190

Кулачковая часть этого механизма имеет замыкание двух высших кинематических пар  $T_1$  и  $T_2$  2-го класса. Толкатель с осью вращения  $O_4$  содержит четыре кинематические пары 5-го класса. Количество подвижных звеньев  $n = 4$ . Число степеней свободы  $W = 3$ . Тогда

$$q = W - 6n + 5p_V + 2p_{IV} = 3.$$

Вследствие частичного износа подвижных соединений кулачковой части механизма появляются зазоры в высших кинематических парах  $T_1$  и  $T_2$ , которые приводят к ударным нагрузкам в штих и другим нежелательным явлениям.

Увеличить срок службы кулачкового механизма можно введением подпружиненной оси одного из роликов [2]. При этом уменьшится до 2 и количество ИС.

Переходя к рычажной части механизма имеем:  $W = 1$ ,  $n = 8$ ,  $p_V = 11$ ,  $p_{IV} = 1$  (кинематическая пара М), получим количество ИС в этой части механизма

$$q = W - 6n + 5p_V + 4p_{IV} = 12,$$

количество замкнутых контуров  $k = p_V + p_{IV} - n = 4$  – это  $O_4ABCO_4$ ,  $CEFGC$ ,  $CDKMC$  и  $GHLMG$ .

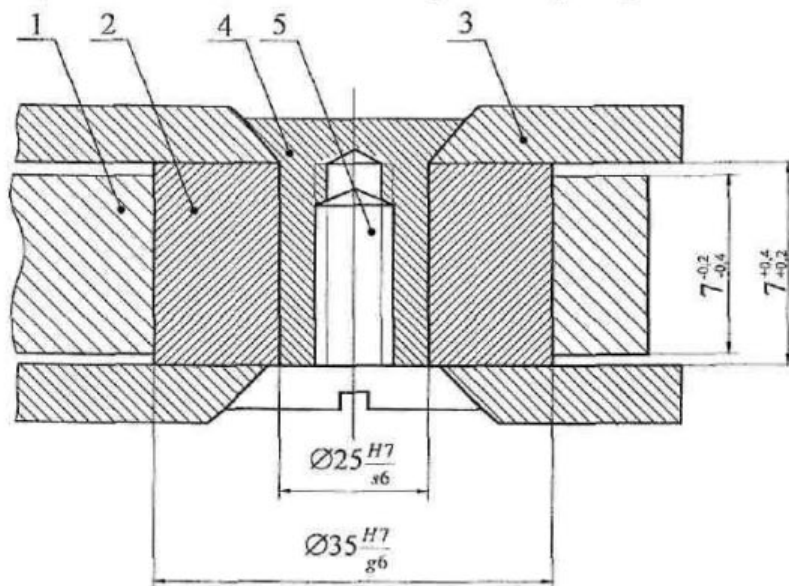


Рис. 2. Схема цилиндрической кинематической пары:  
1 – тяга; 2 – втулка-ось; 3 – рычаг; 4 – гайка; 5 – винт

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы / Л. Н. Решетов. – М. : Машиностроение, 1979.
2. Горский Б.Е. Модернизация кулачковых механизмов машин / Б. Е. Горский, Я. Л. Чернявский. – М. : Машиностроение, 1964.
3. Лясич В.А. Исследование структуры зевобразующих механизмов ткацких станков СТБ / В. А. Лясич, Ю. В. Кулемкин, В. А. Макаров // Технология текстильной промышленности. – 2006. – №6.

V.A. Lyassich, Yu.V. Kulyemkin

LOOM SHEDDING MECHANISMS MODERNIZATION UPON THEIR STRUCTURE ANALYSIS

УДК 677

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СИЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА НАЖИМНЫЕ ВАЛИКИ ВЫПУСКНОЙ ПАРЫ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ЛЬНА

*В.В. Смельский, Ф.И. Груздев, Ю.А. Левакова, Н.Ю. Ушанова*

В статье рассмотрена конструкция механизма нагружения нажимного валика вытяжного прибора ровничной машины РОН-216-ЛЗ и приведены данные исследований отклонений оси нажимного валика в связи с неравномерностью работы механизма нагружения при различной нагрузке на нажимной валик.

На прядильно-приготовительном оборудовании для переработки льняного волокна применяются следующие типы систем нагружения на нажимные валики вытяжных приборов: грузовая система – на ровничных машинах типа «Мэкки», на раскладочных машинах РП-500-Л, на головках чесальных машин Ч-600-Л; пружинная система – на ровничных машинах РН-216-Л, РОН-216-Л; пневматическая система – на ровничных машинах Р-216-Л, Р-216-ЛО и РМ-216-Л, на льняных ленточных машинах марок ЛЧ-4,3,2-Л1 и ЛЦ-3,2,1-Л, на автоматических раскладочных машинах АР-500-Л и гидравлическая система нагружения – на двупольных ленточных машинах ЛЛ-1,2,3-Ч. Во всех случаях нагрузка на ось нажимного валика той или иной машины передается через систему рычагов и тяг, т.е. через механизм нагружения [1].

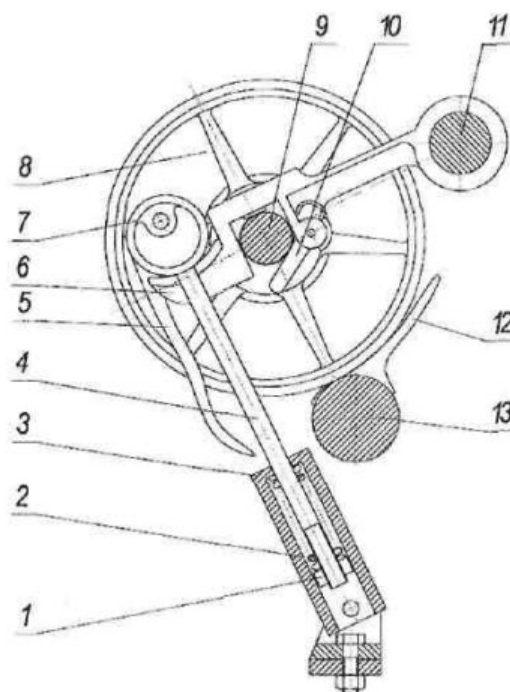
При применении той или иной системы нагружения на вытяжной валик решается задача создания такого внешнего поля сил трения в вытяжной паре, которое обеспечит закономерное смещение волокон в утоняемом продукте, его равномерность по линейной плотности после утонения. Характер поля сил трения в значительной мере зависит от равномерности зажатия продукта в жале валов вытяжной пары, т.е. связан со стабильностью работы механизма нагружения.

Существует множество факторов, приводящих к неравномерной работе механизма нагружения: деформация и неравномерный износ эластичного покрытия нажимного валика, биение оси нажимного валика и цилиндра, эллипсность формы нажимного валика, силы трения скольжения в шарнирах, неровнота мычки по линейной плотности, намоты волокна на нажимной валик, вибрация самой машины. В результате в механизме появляются колебания оси нажимного валика, вследствие чего нагрузка на нажимной валик меняется, что сказывается на самом процессе вытягивания и приводит к увеличению неравномерности выходящего продукта по линейной плотности [2].

Рассмотрим возвратно-поступательное перемещение тяги системы нагружения с учетом случайных воздействий и воздействий периодического типа при различной величине нагрузки на нажимной валик.

Исследования проведены на ровничной машине марки РОН-216-ЛЗ, используемой для выра-

ботки ровницы 1–2 ктекс. Конструкция данного механизма представлена на рис.1.



**Рис.1. Пружинная нагрузка на нажимной валик ровничной машины РОН-216-ЛЗ:**  
 1 – резьбовая втулка под пружину; 2 – пружина сжатия; 3 – стакан; 4 – тяга; 5 – рукоятка нагрузки и разгрузки; 6 – нажимной рычаг; 7 – эксцентрик; 8 – нажимной валик; 9 – ось нажимного валика; 10 – фиксирующий механизм; 11 – ось нажимного рычага; 12 – вытяжная порочка; 13 – вытяжной цилиндр

Усилие зажима нажимного валика 8 регулируется путем изменения длины тяги 4 при повороте ее вокруг своей оси рукояткой 5. Один оборот тяги составляет фактическое изменение нагрузки на величину 100 Н на ось валика (по часовой – в большую и против часовой стрелки – в меньшую сторону). При исследовании рассматривалось общее усилие, которое действует непосредственно на ось нажимного валика.

Для определения фактической нагрузки использовался динамометр сжатия с индикатором часового типа (рис.2). Расшифровка показаний индикатора осуществлялась путем тарировки динамометра. Проведена проверка условий нагружения

нажимных валиков по всей сторонке ровничной машины. Установлен разброс нагрузки в пределах от 400 до 900 Н на ось валика и для дальнейшего исследования был выбран один нажимной валик.

Были проведены измерения величин колебания оси нажимного валика без прохождения продукта. Для измерений использовался специальный кронштейн, который имеет держатель для установ-

ки индикатора часового типа и настройки его рабочего положения. Исследования проводили с использованием цифрового фотоаппарата высокой четкости с серийной многокадровой фотосъемкой для 12 точек. Боковая поверхность нажимного валика разбивалась на секторы (по  $30^\circ$ ), по которой фиксировался угол поворота валика при исследованиях и проверялись показания индикатора.

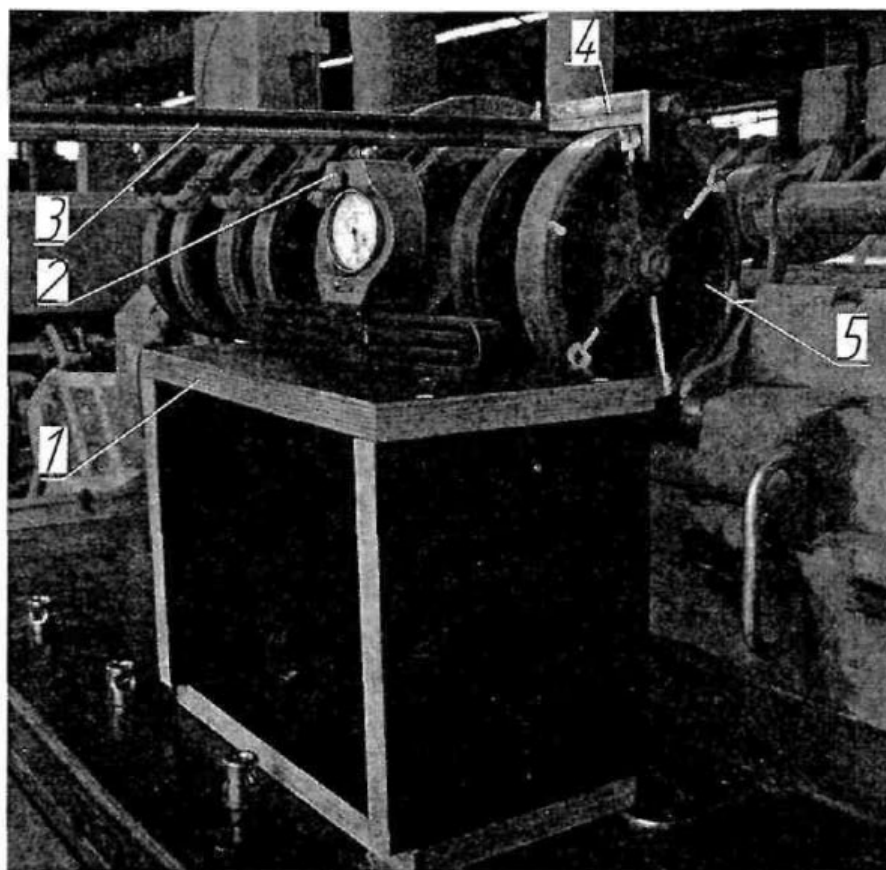


Рис.2. Установка для измерения нагрузки нажимного валика ровничной машины РОН-216-ЛЗ:  
1 – подставка; 2 – динамометр сжатия; 3 – рычаг; 4 – упорный кронштейн; 5 – нажимной валик

Путем изменения величины нагрузки получены графические зависимости колебаний оси нажимного валика при нагрузке 400, 500, 600, 700, 800 и 900 Н. Пример такой средней зависимости показан на рис. 3 при 700 Н.

Изменение нагрузки от средней величины приводит к увеличению колебания оси нажимного валика. Для математического описания представленных на рис. 3 (кривые 1–10) зависимостей использована тригонометрическая функция (разложение в ряд Фурье), которая с заданной точностью до 5% описывает процесс колебания оси нажимного валика. Установлено, что при средних значениях нагрузки на нажимной валик степень отклонения восстановленной теоретической функции от

исходной модели меньше, чем при крайних значениях [3].

Построенные графики колебаний подтверждают периодичность функции перемещения оси нажимного валика. Графики показывают, что среднее значение нагружения в пределах 600–700 Н является наиболее рациональным для данной машины, поскольку разброс значений колебаний при данной нагрузке является наименьшим.

#### ВЫВОДЫ

Подобрана рациональная нагрузка на нажимной валик, которая может быть рекомендована при технологической подготовке машины к выработке ровницы линейной плотности от 1 до 2 текс.



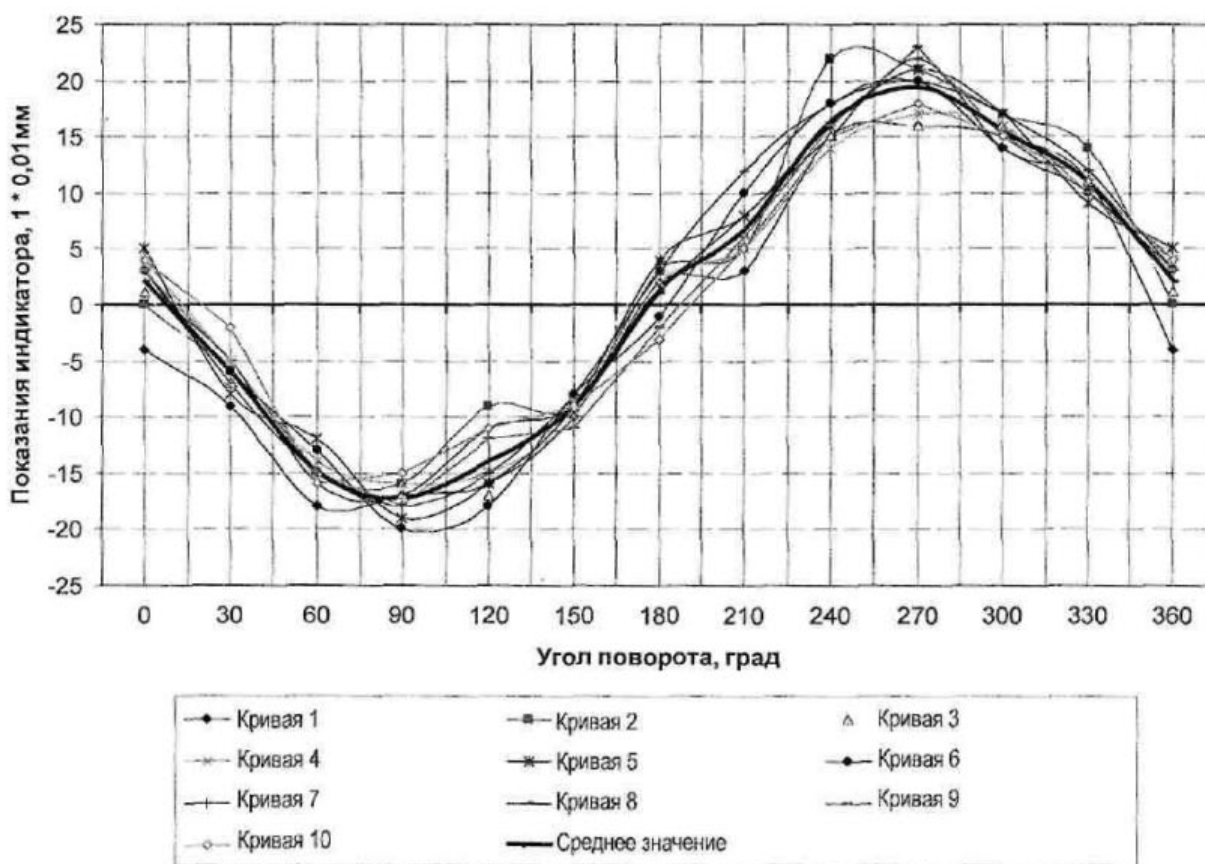


Рис.3. Графики перемещения оси нажимного валика РОН-216-ЛЗ при нагрузке 700 Н

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Л.Н. Ленточные, ровничные и раскладочные машины для переработки льна / Л. Н. Иванов, В. Л. Эфрос. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 272 с.
2. Груздев Ф.И. Исследование работы механизма нагружения нажимного валика вытяжной пары прядильной машины / Ф. И. Груздев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – №6С. – С.111–115.
3. Бойко С.В. Динамика текстильных машин / С. В. Бойко, Г. К. Кузнецов, С. Н. Титов. – Кострома: КГТУ, 1999. – 88 с.

F.I. Gruzdev, V.V. Smelskey, Yu.A. Levakova, N.Yu. Ushanova  
 RESEARCH OF POWERLOAD QUANTITY UPON FLAX ROVING FRAME  
 OUTLET PAIR PRESSURE ROLLERS

УДК 677.11.051.151.26

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВОЛОКНА В ТРЯСИЛЬНЫХ МАШИНАХ С НИЖНИМ ГРЕБЕННЫМ ПОЛЕМ

И.А. Ширинов\*

Излагается построение математической модели, описывающей по результатам анализа сил, действующих на участок слоя отходов трепания, перемещение волокна в трясильных машинах с нижним гребенным полем.

При проектировании трясильных машин необходимо знать степень влияния различных

конструктивных параметров на скорость перемещения материала в процессе обработки.

Параметром, определяющим направление и скорость перемещения материала в трясильной машине, считается угол опережения – угол между

\* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. В.А.Дьячкова

биссектрисой угла размаха иглы и нормалью к решетке. Перемещение материала объясняется преобладанием сил инерции в прямом направлении, обусловленных асимметричностью расположения иглы относительно нормали к решетке. В работе Ю.Н. Тарунина [1] поступательное движение материала объясняется тем, что при положительном угле опережения вылет иглы в переднем положении меньше, чем в заднем, в результате чего материал снимается с иглы при взаимодействии материала с решеткой.

Задачей исследования является количественная оценка возможности поступательных перемещений материала вдоль машины с нижним гребенным полем.

Рассмотрим влияние сил инерции на участок слоя, взаимодействующий с иглой, при перемещении иглы вперед и назад. Смещение центра масс участка слоя по игле в полярной системе  $OY\varphi$  определяется по полученной в предыдущих исследованиях зависимости:

$$\begin{aligned}
 Y_n = & \mp fg \sin(\varphi_{n-2}) \Delta t^2 - g \cos(\varphi_{n-2}) \Delta t^2 \mp \\
 & \mp f \frac{\rho_g CS (\omega_{n-2} Y_{n-2})^2}{2m} \Delta t^2 \mp \\
 & \mp \frac{\rho_g CS \left( \frac{Y_{n-1} - Y_{n-2}}{\Delta t} \right)^2}{2m} \Delta t^2 + \\
 & + 2Y_{n-1} - Y_{n-2} \pm 2f\omega_{n-2} (Y_{n-1} - Y_{n-2}) \Delta t \mp \\
 & \mp (f\varepsilon_{n-2} - \omega_{n-2}^2) Y_{n-2} \Delta t^2,
 \end{aligned} \quad (1)$$

где  $f$  – коэффициент трения волокна об иглу;  
 $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  
 $\varphi$  – угол отклонения иглы от вертикального положения, рад;  
 $\Delta t$  – приращение времени между итерациями, с;  
 $\rho_g$  – плотность воздуха,  $kg/m^3$ ;  
 $C$  – безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от формы тела  $M$ ;  
 $S$  – площадь миделева сечения участка слоя  $M$ ,  $m^2$ ;  
 $\omega$  – угловая скорость иглы,  $c^{-1}$ ;  
 $Y_n, Y_{n-1}, Y_{n-2}$  – смещение участка относительно оси гребенного валика в момент времени  $t_n, t_{n-1}, t_{n-2}$ ,  $M$ ;  
 $\varepsilon$  – угловое ускорение иглы,  $c^{-2}$ ;  
 $m$  – масса участка слоя  $M$ ,  $kg$ ;  
 $n$  – порядковый номер итерации.

На рисунке 1а и 1б показаны зависимости смещения центра масс участка слоя по игле  $Y$  от угла поворота иглы  $\varphi$  при движении иглы вперед и назад при следующих параметрах процесса трясения:

длина иглы  $L = 0,289$  м;  
 угол опережения  $\alpha = 15^\circ$ ;  
 частота вращения по часовой стрелке ведущего вала  $\omega = 26$  рад/с;  
 коэффициент трения волокна об иглу  $f = 0,2$ ;  
 плотность воздуха  $\rho = 1,2$   $kg/m^3$ ;  
 площадь миделева сечения участка слоя  $S = 0,0025$   $m^2$ ;  
 коэффициент аэродинамического сопротивления материала, зависящий от формы тела,  $C = 1$ ;  
 начальное положение центра масс участка слоя на игле  $Y_0 = 0,247$  м;  
 начальная скорость иглы  $V_0 = 0$  м/с.

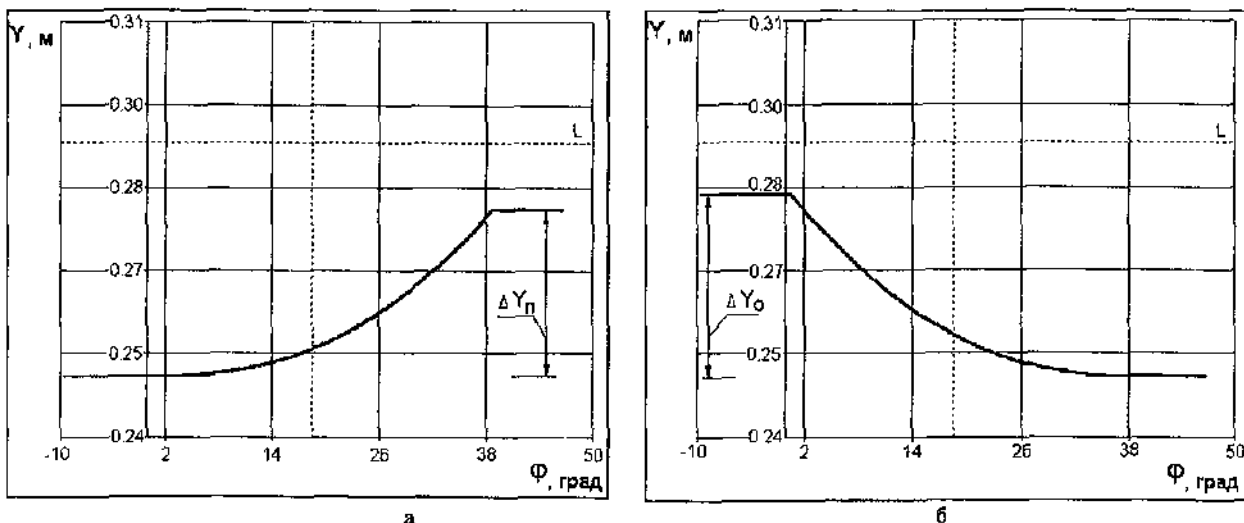


Рис. 1. Смещения участка слоя по игле в зависимости от угла наклона иглы:  
 а – при движении иглы вперед; б – при движении иглы назад



Из графиков видно, что различия в максимальных значениях смещений участка слоя  $\Delta Y$  составляют

$$\Delta Y = \Delta Y_n - \Delta Y_0 = 0,277 - 0,279 = -0,002 \text{ м,}$$

что является несущественной величиной. Также можно отметить, что при положительном угле опережения значение данной величины отрицательно. На основе этого можно сделать вывод, что разность сил инерции, действующих на участок слоя, взаимодействующий с иглой, при движении иглы вперед и назад, не может быть причиной поступательного движения материала в прямом направлении.

Определим влияние вылета иглы над решеткой в крайнем переднем и заднем положениях. Рассмотрим силы, действующие на участок слоя М, находящийся одновременно в контакте с иглой и решеткой (рис. 2).

При движении иглы из крайнего заднего положения до определенного угла наклона  $\varphi_{кр}$ , при котором начинается контакт волокна с решеткой, смещение участка слоя по игле определяется по зависимости (1).

Допустим, слой располагается на решетке равномерно, тогда при угле наклона иглы  $\varphi_{кр}$  расстояние от центра масс слоя до решетки будет равно половине толщины слоя. На материал начинают действовать нормальная реакция решетки  $N^{реш}$  и сила трения материала о решетку  $F_{тр}^{реш}$ .

При этом сила нормального давления, на слой со стороны решетки, будет определяться выражением:

$$N^{реш} = a|\Delta L|^b, \tag{2}$$

где  $\Delta L$  – величина сжатия слоя иглой и решеткой;  $a, b$  – коэффициенты сжатия слоя.

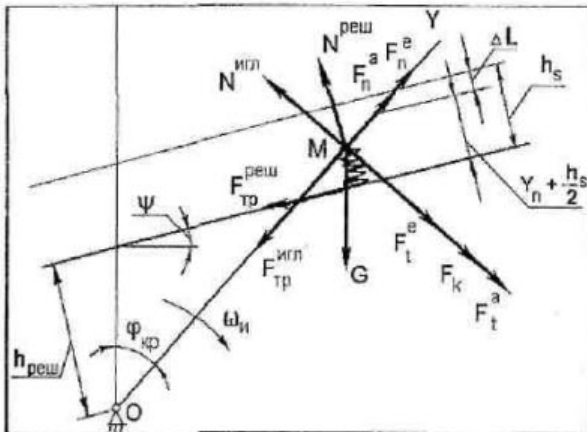


Рис. 2. Схема сил, действующих на участок слоя

Сила трения волокна о решетку определится как

$$F_{тр}^{реш} = N^{реш} f^{реш}, \tag{3}$$

где  $N^{реш}$  – нормальная реакция решетки;  $f^{реш}$  – коэффициент трения волокна о решетку.

При контакте участка слоя с решеткой по уравнению (1) вычисляется перемещение слоя под воздействием иглы и определяется величина сжатия участка слоя М иглой и решеткой (см. рис.2):

$$\Delta L = h_{реш} + h_s - \left( y_n \cdot \cos(\varphi_n + \psi) + \frac{h_s}{2} \right). \tag{4}$$

По зависимостям (2), (3) определяются сила нормального давления решетки и сила трения волокна о решетку. С учетом этих сил уравнение (1) переписывается в виде

$$\begin{aligned} y_n = & \mp fg \sin(\varphi_{n-2}) \Delta t^2 - g \cos(\varphi_{n-2}) \Delta t^2 \mp \\ & \mp f \frac{\rho_g CS (\omega_{n-2} y_{n-2})^2}{2m} \Delta t^2 \mp \\ & \mp \frac{\rho_g CS \left( \frac{y_{n-1} - y_{n-2}}{\Delta t} \right)^2}{2m} \Delta t^2 + \\ & + 2y_{n-1} - y_{n-2} \pm 2f\omega_{n-2} (y_{n-1} - y_{n-2}) \Delta t \mp \\ & \mp (f\varepsilon_{n-2} - \omega_{n-2}^2) y_{n-2} \Delta t^2 + \\ & + \frac{N^{реш}}{m} \cos(\varphi_n + \psi) - f \frac{N^{реш}}{m} \sin(\varphi_n + \psi) - \\ & - \frac{F_{тр}^{реш}}{m} \sin(\varphi_n + \psi) + f \frac{F_{тр}^{реш}}{m} \cos(\varphi_n + \psi). \end{aligned} \tag{5}$$

На рисунке 3а показана траектория движения центра масс участка слоя М, на рисунке 3б – зависимость смещения участка слоя М от угла наклона иглы  $\varphi$  с учетом взаимодействия материала с решеткой.

Участок слоя М, при достижении иглой угла наклона  $\varphi_{кр}$  (см. рис.3), взаимодействует одновременно с иглой и решеткой. Под действием иглы участок слоя, находящийся между решеткой и иглой, сжимается. Давление, оказываемое сжатым участком, приводит к смещению волокна вдоль иглы.

При движении назад вылет иглы значительно больше, чем в переднем положении, поэтому сжатия материала иглой и решеткой не происходит, а следовательно, материал смещается от оси гребенного валика только под действием центробежной силы инерции. Траектория смещения участка слоя будет аналогичной, показанной на

рис.16. Различия в максимальных значениях смещений участка слоя  $\Delta Y$  составят

$$\Delta Y = \Delta Y_n - \Delta Y_o = 0,308 - 0,279 = 0,029 \text{ м.}$$

Необходимо отметить, что при взаимодействии материала одновременно с иглой и решеткой в переднем положении разница в смещениях материала при движении иглы вперед и назад является существенной, и может быть причиной поступательного движения волокна в прямом направлении.

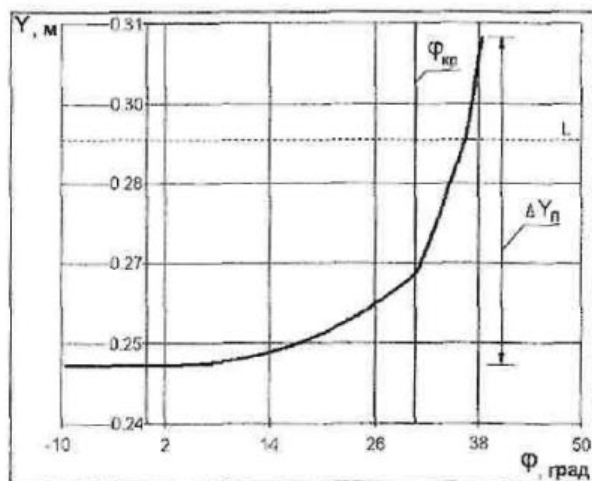
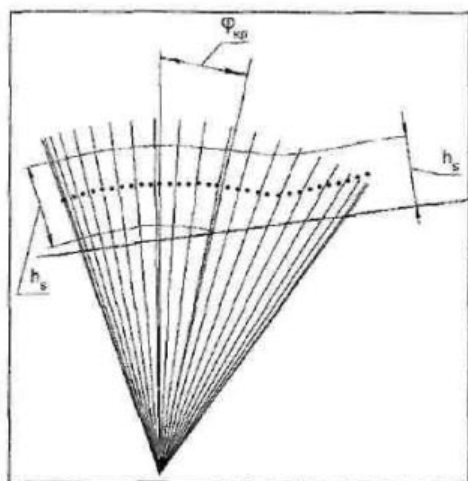


Рис. 3. Перемещения центра масс участка слоя  $M$  с учетом его взаимодействия с решеткой: а – траектория движения центра масс; б – смещение участка слоя по игле в зависимости от координаты иглы

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарунии Ю.Н. Исследование движения материала в трясильных машинах типа ТГ-135-Л1 / Ю. Н. Тарунии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965. – №2. – С 43–48.

I.A. Shirshov

#### REASONS OF FIBRE DISPLACEMENT IN SHAKING MACHINE WITH BOTTOM COMB FIELD

УДК 677.021

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТКАНЕОБРАЗОВАНИЯ

В.В. Романов

Приведены результаты исследований по совершенствованию электронной аппаратуры для задач контроля и управления процессом тканеобразования на ткацком станке.

Анализ современных тенденций конструирования ткацких станков ведущих мировых производителей «Picanol», «Dornier», «Toyota», «Sulzer» показывает, что степень их оснащённости электронными компонентами контроля технологического процесса возрастает [1, 2]. Большое внимание этими фирмами уделяется оперативному измерению натяжения нитей и ткани. В отечественной практике для этих целей наибольшее распространение нашли проволочные тензодатчики. Од-

нако в производственных условиях их применение в качестве сенсоров является проблематичным из-за нестабильных характеристик: дрейфа нуля, непостоянства коэффициента усиления и т.п. Взамен тензометрических датчиков натяжения возможно использование пьезоэлектрических датчиков и даже тепловизоров [3]. Область использования пьезодатчиков весьма широка и может включать: измерение вибраций в системе упругой заправки ткацкого станка [4, 5]; измерение сигналов

акустической эмиссии, излучаемых различными очагами деформации.

Применение их в качестве датчиков натяжения нити возможно как в режиме приема динамических нагрузок, так и в режиме статических нагрузок, т.к. частота колебаний натяжения не превышает нескольких герц [6]. Для реализации процесса измерения натяжения изготовлены чувствительный элемент и электронная схема усилительных каскадов датчика. Электрическое напряжение на выходе пьезоэлектрического трансформатора с точечным приложением усилия пропорционально механическому напряжению, поэтому выражение зависимости выходного напряжения  $U$  пьезоэлектрического трансформатора от измеряемого усилия  $F$  можно записать в виде:

$$U = U_0(1 + \gamma_1 F + \gamma_2 F^2), \quad (1)$$

где  $U_0$  – амплитуда выходного электрического напряжения при нагрузке  $F = 0$ , В;

$\gamma_1, \gamma_2$  – коэффициенты пропорциональности [6].

Ограничиваясь первыми двумя членами формулы (1), после соответствующих преобразований выходная характеристика пьезоэлектрического преобразователя примет вид:

$$U(F) = U_0 \left( 1 - \frac{bF}{e^{2a} - 1} \right), \quad (2)$$

где  $a, b$  – габаритные параметры датчика, м.

$U_0$  – амплитудное значение напряжения возбуждения, В.

При анализе систем изгибного типа их рассматривают как системы с сосредоточенными параметрами, характеризующиеся упругостью, потерями и массой, определяемой измеряемым усилием:

$$\ddot{y} + 2\delta\dot{y} + \omega_p^2 y = \frac{gF_0}{F} \sin \omega t, \quad (3)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;

$F$  – измеряемое усилие, Н;

$\delta = 0,5 h\gamma$  – коэффициент затухания колебаний;

$h$  – величина потерь, %;

$F_0$  – амплитуда возмущающей силы, пропорциональная напряжению возбуждения, Н:

$$F_0 = \frac{U_0 d_{33} \gamma}{a}, \quad (4)$$

где  $a$  – толщина пьезоэлемента, м;

В любом сечении пьезодатчика, выполненного в виде балочки нормальные напряжения, определяемые изгибающим моментом,

$$\sigma = \frac{M(x)z}{J}, \quad (5)$$

где  $M(x)$  – изгибающий момент в текущем сечении ( $x = 0-1$ ), Н·м;

$z$  – толщина балочки от ее середины, м;

$J$  – момент инерции,  $m^4$ .

Суммарные механические напряжения балочки определяются двойным интегрированием по высоте и длине:

$$\sigma_C = \int_{-a/2}^{+a/2} \int \frac{6Fx}{ba} dx = \frac{3Fl^2}{ba}, \quad (6)$$

где  $a$  и  $b$  – толщина и ширина балочки, м.

С учетом колебаний балочки механические напряжения:

$$\sigma_{ЭКВ} = \sigma_C k_D, \quad (7)$$

где  $k_D$  – коэффициент динамичности, определяемый по формуле:

$$k_D = \frac{y_0}{\xi_C},$$

где  $\xi_C = \frac{4l^3}{Yba^3}$ .

Тогда напряжение на выходе пьезоэлектрического трансформатора

$$U_{ВЫХ} = K_{П} \left( 1 + \frac{y_0}{\xi_C} \right) \frac{3Fl^2}{ba}, \quad (8)$$

где  $K_{П}$  – коэффициент пропорциональности, определяемый пьезомодулем и толщиной пьезоэлемента.

Собственная частота колеблющейся балочки,  $\omega_0$ , Гц

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g\gamma ba^2}{6Fl}}. \quad (9)$$

Выражения (8) и (9) показывают характер зависимости выходного напряжения и частоты преобразователя от величины изгибающего усилия.

Структура усилительного каскада, включающая схему накопителя заряда и нормирующий усилитель и предназначенная для измерения динамических нагрузок, представлена на рис. 1 [7].

Проверка измерителя натяжения на базе пьезодатчика в производственных условиях показала перспективность его использования в системах измерения и контроля (рис.2).

Заложенные в измерителе принципы можно использовать и для анализа других процессов, которые регистрируются пьезодатчиками – вибрации, акустической эмиссии.

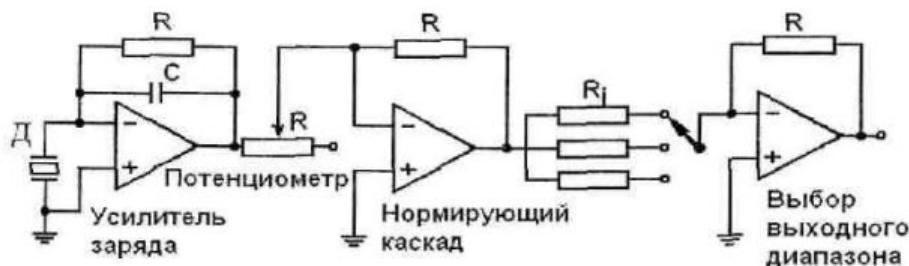


Рис.1. Структура усилительных каскадов измерителя:

Д – пьезоэлектрический датчик; R – сопротивления с номиналами, подбираемыми при монтаже; C<sub>1</sub> – конденсатор

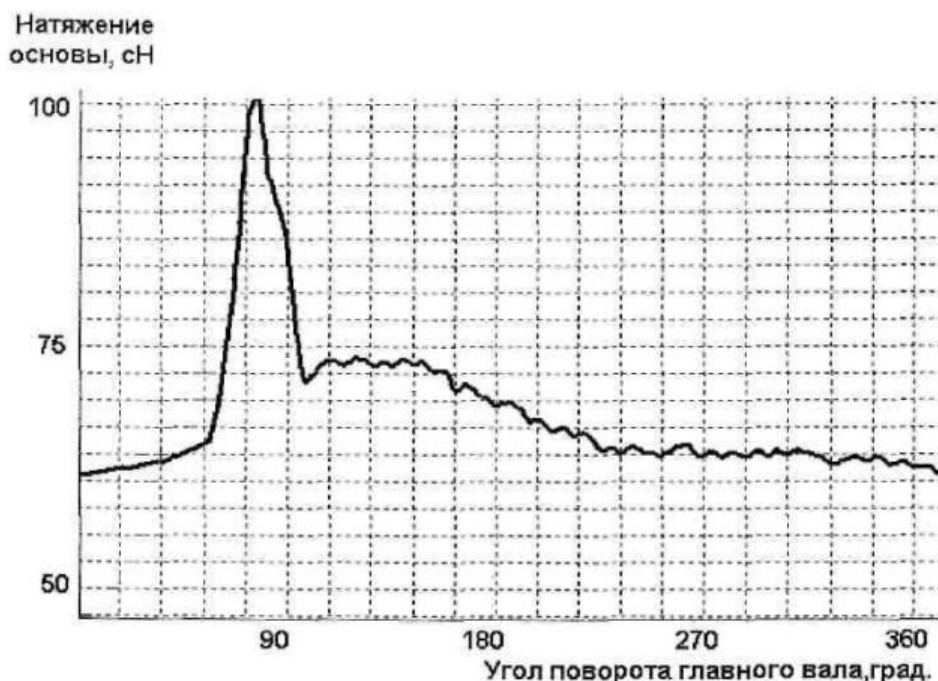


Рис.2. Изменение натяжения основы за цикл тканеформирования

При этом информационные свойства этих сигналов имеют большую ценность, если измерять не их суммарную мощность, а мощность компонентов, соответствующих определенным участкам спектра. Предлагаемое устройство позволяет в лабораторных и цеховых условиях оценить одновременно частоту и амплитуду вибрации. Структурная схема устройства для исследования вибраций показана на рис.3.

Основные узлы измерителя:

ДВ – пьезодатчик вибраций (акселерометр);

ВУ – входное устройство, собранное на полевом транзисторе, работающем в режиме истокового повторителя;

ФНЧ – фильтр нижних частот (фильтр второго порядка), построенный по схеме Саллена и Кея [8];

ПФ – перестраиваемый полосовой фильтр с элементами (органами) настройки (ОН) выполнен по схеме биквадратного активного фильтра [8]. Вместо полосового фильтра возможно использование эквалайзера на базе микросхем UAA180 (A277D, K1003ПП1) или Samsung KA2223.

#### ВЫВОДЫ

1. Испытания пьезоэлектрических датчиков для измерения натяжения нитей показали целесообразность и перспективность их дальнейшего использования.

2. Разработаны эффективные конструкции пьезоэлектрических преобразователей статических нагрузок и анализаторов спектра.

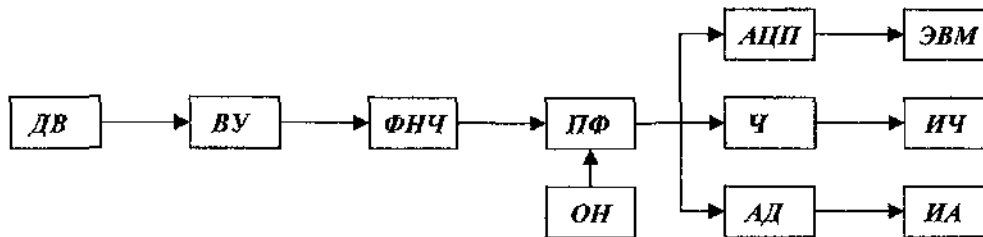


Рис. 3. Структурная схема измерителя вибраций

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт фирмы «Picanol» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.picanol.be>.
2. Официальный сайт фирмы «Dornier» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.lindauerdornier.com>.
3. Власов П.В. Прогнозирование технологического процесса ткачества / П. В. Власов, Я. Шосланд, С. Д. Николаев. – М. : МТИ, 1988. – 41 с.
4. Сигачева В.В. Развитие теоретических основ диагностирования механизмов разветвленной структуры ткацких станков и трикотажных машин с реализацией в автоматизированных системах : дис. ... докт. техн. наук / В. В. Сигачева. – Л., 1991.
5. Мнацаканян В.У. Технологические основы обеспечения точности и восстановления работоспособности деталей и узлов текстильных машин : дис. ... д-ра техн. наук / В. У. Мнацаканян. – М., 2006.
6. Трофимов А.Н. Пьезоэлектрические преобразователи статических нагрузок / А. Н. Трофимов. – М., 1985. – 95 с.
7. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC / под ред. У. Томпкинса. – М. : Мир, 1992. – 592 с.
8. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС / Л. Фолкенберри. – М. : Мир. – 572 с.

V.V. Romanov

PERFECTION OF SENSOR FOR FABRIC-FORMATION PROCESS PARAMETER RESEARCH

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

УДК 621.9

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СЛИВНОЙ СТРУЖКИ С УЧЕТОМ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ РАЗГРУЗКИ

С.В. Михайлов, А.П. Олейник

С помощью теоремы о разгрузке выполнен анализ влияния неоднородных по толщине стружки термомеханических напряжений на радиус кривизны стружки и длину контакта с передней поверхностью инструмента.

Завивание стружки как результат общего процесса стружкообразования проходит несколько стадий своего развития. Срезаемый слой металла, трансформируясь в стружку, поочередно пересекает области упругого деформирования, пластического течения, упругого разгрузки. Неоднородное напряженно-деформированное состояние в зонах первичной и вторичной деформаций приводит к тому, что стружка уже в начальный момент своего образования принимает криволинейную форму. При дальнейшем перемещении стружки вдоль передней поверхности инструмента уменьшение изгибающего момента от действия контактных напряжений вызывает перераспределение внутренних напряжений и изменение первоначальной кривизны стружки. За пределами контакта с резцом форма стружки может рассматриваться как результат двух противоположно действующих процессов – нагружения и разгрузки. Окончательная кривизна стружки будет определяться как разность кривизны стружки, возникающей в результате неоднородной деформации материала срезаемого слоя в зоне пластического течения, и величины изменения кривизны стружки, вызванного ее упругой деформацией при нагружении и разгрузке:

$$\frac{1}{r_n} = \frac{1}{r_{nl}} - \left( \frac{1}{r_p} - \frac{1}{r_{yl}} \right), \quad (1)$$

где  $r$  – радиус кривизны нейтральной оси стружки.

Данный уровень схематизации явления завивания стружки открывает возможность привлечения к исследованию рассматриваемого процесса основных законов теории упругости и пластичности.

В большинстве работ по резанию металлов процесс образования стружки рассматривается как процесс больших пластических деформаций на базе жесткопластической модели поведения материала. В этом случае при моделировании процесса завивания стружки упругой составляющей изменения ра-

диуса кривизны стружки пренебрегают [1, 2]. Согласно другой гипотезе, основной причиной завивания стружки считается упругая разгрузка стружки от действия внешних сил резания [3]. Вопрос о характере и степени влияния упругого деформирования стружки после прохождения ею участка пластического контакта на изменение радиуса кривизны имеет принципиальное значение как для понимания механизма завивания стружки, так и для его моделирования.

Необходимым условием искривления стружки при снятии действующей на нее нагрузки является неоднородная по толщине стружки упруго-пластическая деформация металла. О неравномерном напряженно-деформированном состоянии зоны резания свидетельствуют экспериментально установленные факты непостоянства по сечению стружки скорости деформации, степени деформации, температуры. Проведем количественную оценку величины изменения радиуса кривизны стружки при ее термомеханической разгрузке.

Механическую разгрузку стружки можно представить как нагружение балки в пределах упругости изгибающим моментом, по знаку обратным моменту при нагружении. Изменение кривизны стружки, на основании теоремы о разгрузке, может быть определено по формуле

$$\frac{1}{r_p} = \frac{M}{EJ}, \quad (2)$$

где  $M$  – изгибающий момент от действия внутренних нормальных напряжений, действующих вдоль оси стружки;

$E$  – модуль упругости материала стружки;

$J = \frac{a_2^3 b_2^3}{12}$  – момент инерции площади поперечного сечения стружки относительно нейтральной поверхности;

речного сечения стружки относительно нейтральной поверхности;

$a_2, b_2$  – толщина и ширина стружки.



В пределах контакта с инструментом стружка находится в состоянии динамического равновесия. Неравномерные по толщине стружки внутренние напряжения уравновешены внешними силами, действующими со стороны передней поверхности инструмента. Из условия равновесия стружки изгибающий момент от действия внутренних термомеханических напряжений равен изгибающему моменту внешних контактных сил резания и направлен в противоположную сторону. Для контактных напряжений, распределение которых показано на рис. 1, величина изгибающего момента в любом сечении стружки равна:

при  $0 \leq x \leq l_1$

$$M(x) = \frac{\tau_m b_2}{2} x \times \left[ \frac{l_2}{\mu} \left( \frac{l_2}{3} + l_1 - x \right) - \frac{l_2 a_2}{2} + (l_1 - x) \left( \frac{l_1 - x}{\mu} - a_2 \right) \right], \quad (3)$$

при  $l_1 \leq x \leq l_1 + l_2$

$$M(x) = \frac{b_2 \tau_m (l_1 + l_2 - x)^2}{2l_2} \times \left[ \frac{1}{3\mu} (l_1 + l_2 - x) - \frac{a_2}{2} \right], \quad (4)$$

где  $\tau_m$  – максимальное касательное напряжение на передней поверхности инструмента;

$l_2$  – длина участка упругого контакта стружки с инструментом;

$\mu$  – коэффициент трения;

$$l_1 = l_0 - \frac{a_1 \sin(\beta_1 - \gamma)}{\sin \beta_1}. \quad (5)$$

Уменьшение изгибающего момента в удаляющихся от режущей кромки сечениях стружки свидетельствует о том, что процесс разгрузки стружки начинается на участке ее контакта с инструментом. При этом закономерность изменения кривизны стружки в процессе перемещения по передней поверхности резца описывается зависимостью

$$\frac{1}{r(x)} = \frac{1}{r_0} - \frac{M_{\max} - M(x)}{EJ}, \quad (6)$$

где  $M_{\max}$  – максимальное значение изгибающего момента.

Для контактных напряжений, показанных на рис. 1,  $M_{\max}$  равно

$$M_{\max} = \frac{\tau_m b_2}{2} \left[ \frac{l_2(l_2 + 3l_1)}{3\mu} - \frac{l_2 a_2}{2} + l_1 \left( \frac{l_1}{\mu} - a_2 \right) \right]. \quad (7)$$

Расчеты показывают, что в результате снятия внешних сил стружка постепенно увеличивает радиус кривизны от  $r_0$  на выходе из зоны первичной пластической деформации до  $r_n$  в конце участка контакта с инструментом. Можно предположить, что увеличение радиуса  $r$  в результате ее разгрузки за пределом зоны вторичной пластической деформации приводит к упругому скольжению стружки по передней поверхности инструмента. Согласно такой гипотезе длина упругого контакта стружки с резцом зависит от тех же параметров, что и  $r_p$ , т.е. от модуля упругости обрабатываемого материала, размеров сечения стружки и степени неоднородности напряженного состояния по толщине стружки. Завершение процесса разгрузки стружки соответствует моменту отрыва стружки от передней поверхности инструмента. После полной разгрузки радиус кривизны стружки принимает свое окончательное значение. Суммарное изменение кривизны стружки от действия разгрузки равно

$$\frac{1}{r_p} = \frac{M_{\max}}{EJ}. \quad (8)$$

Полученные уравнения были использованы для расчета величин  $r_0$  и сравнения их значений с радиусами кривизны окончательно сформированной стружки. Результаты расчета и используемые для него экспериментальные данные сведены в таблицу 1.

Из таблицы видно, что для исследуемых условий резания изменения радиуса кривизны стружки в результате ее разгрузки не превышают 20 %. Решения, построенные с учетом предположения о треугольном законе изменения нормальных напряжений по передней поверхности инструмента, приводят к еще меньшим значениям изменения  $R_n$  от разгрузки.

Для полной оценки степени влияния упругой деформации изгиба стружки на его окончательную кривизну необходимо учесть долю упругих деформаций стружки, возникающих в начальный момент нагружения срезаемого слоя. Количественно определить влияние упругих составляющих деформации стружки при ее нагрузке на величину  $r_n$  проблематично. Однако достаточно очевидно, что суммарное изменение кривизны стружки с учетом ее нагрузки и разгрузки будет еще меньшей величиной, чем рассчитанное выше изменение кривизны стружки в результате ее разгрузки. При равенстве модулей упругости срезаемого слоя и стружки [4] различие изгибающих моментов, возникающих при упругой нагрузке и разгрузке  $M_{уп}$  и  $M_{\max}$  (см. рис. 1б), зависит от степени упрочнения частиц материала срезаемого слоя в зоне пластического течения.



Механизм влияния неоднородного распределения температуры в зоне резания на деформацию и форму стружки можно представить следующим образом. Нагретые до высокой температуры прирезцовые слои стружки стремятся удлинить относительно свободных слоев на величину  $\Delta$  (см. рис. 2). Менее нагретые внутренние слои стружки препятствуют этому удлинению, создавая в прирезцовых слоях напряжения сжатия. При интенсивном нагреве контактных слоев стружки напряжения в них превышают предел текучести, что вызывает дополнительную пластическую деформацию сжатия этих слоев. Во время охлаждения прирезцовые слои стремятся укоротиться, но не до первоначальной длины  $l$ , а больше – на величину пластического сжатия  $\Delta_{сж}$ . Препятствующие этому верхние слои стружки упруго сжимаются.

Учитывая большой температурный градиент по сечению стружки ( $t_n \gg t_c$ ), примем величину относительного температурного сжатия прирезцовых слоев стружки равным (см. рис. 2б)

$$\Delta_{сж} = \Delta = \Delta_2 - \Delta_1 = \alpha l (t_n - t_c), \quad (9)$$

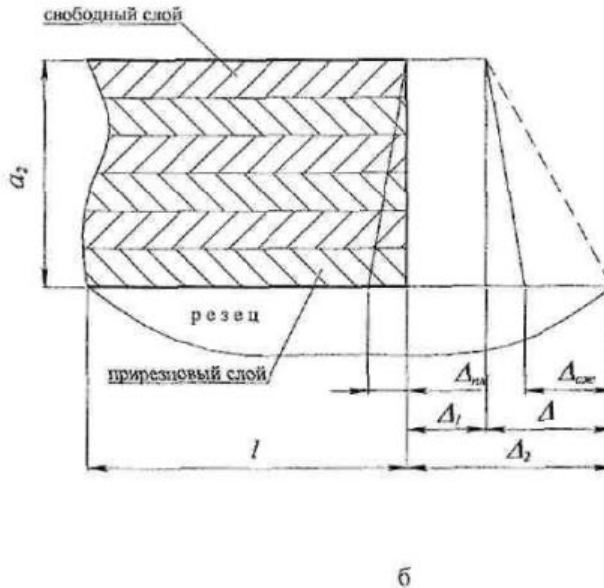
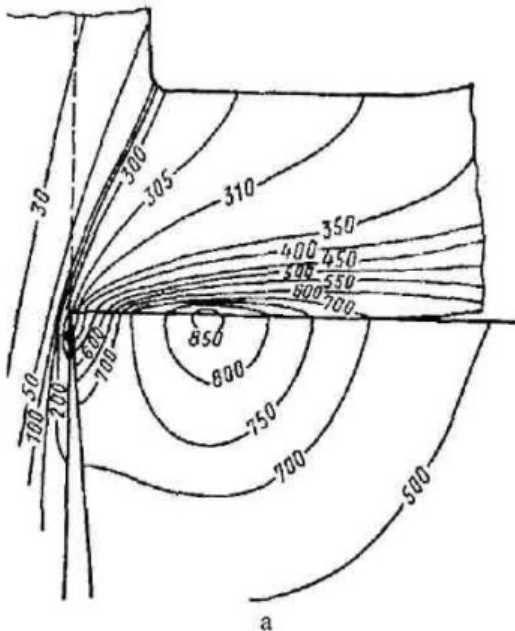


Рис. 2. Механизм влияния неоднородного распределения температуры в зоне резания на деформацию и форму стружки:

а – температурные поля при точении стали ШХ 15 резцом Т14К8 с  $\gamma = 0^\circ$ ;  $b_1 = 5,8$  мм;  $a_1 = 0,35$  мм;  $v = 80$  м/мин;  
б – модель стружки

Укорочение прирезцовых слоев стружки при их остывании приведет к некоторому распрямлению стружки и увеличению радиуса ее завитания  $R_n$ . Величина изменения радиуса кривизны стружки от температурных напряжений сжатия определяется по формуле:

$$\frac{R'_n}{R_n} = \frac{a_2(l + \Delta_{пл})}{a_2 l + R_n \Delta_{пл}}, \quad (13)$$

где  $R'_n$  – радиус кривизны стружки с учетом термомеханической разгрузки.

где  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения;  
 $l$  – длина пластического контакта стружки с резцом;  
 $t_n$  – температура прирезцового слоя;  
 $t_c$  – температура внутренних слоев стружки.

Относительное сжатие прирезцовых слоев  $\Delta$  включает упругие и пластические деформации (см. рис. 2 б):

$$\Delta_{сж} = \Delta_{упр} + \Delta_{пл}. \quad (10)$$

Величина  $\Delta_{упр}$  определяется по закону Гука:

$$\sigma = \epsilon_{упр} E, \quad (11)$$

где  $\epsilon_{упр} = \Delta_{упр} / l$  – степень деформации;

$E$  – модуль Юнга.

Решая уравнения (9)–(11) относительно  $\Delta_{пл}$  получим:

$$\Delta_{пл} = l \left[ \alpha (t_{max} - t_{min}) - \frac{\sigma_n}{E} \right], \quad (12)$$

где  $\sigma_n$  – предел пропорциональности обрабатываемого материала.

Анализ влияния термомеханической разгрузки стружки позволяет сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. Основной причиной естественного завивания стружки является неоднородная пластическая деформация материала срезаемого слоя в зоне резания. Доля упругой составляющей изменения радиуса кривизны стружки незначительна.

2. Термомеханическая разгрузка стружки вызывает увеличение радиуса ее кривизны, что приводит к образованию упругого контакта струж-

ки с передней поверхностью инструмента. Расчеты показывают, что влияние температурной разгрузки стружки на ее форму незначительно. При остывании стружки ее радиус кривизны изменяется на величину, не превышающую 2–3%.

3. Длина упругого контакта стружки зависит от модуля упругости и предела пропорциональности обрабатываемого материала, размеров поперечного сечения стружки и радиуса ее кривизны в нормальной к передней поверхности инструмента плоскости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деверст П. О необходимости процесса резания / П. Деверст // Режущие инструменты. Экспресс-информация. – 1979. – № 38. – С. 1–8.
2. Джонсон У. Теория пластичности для инженеров : пер. с англ. / У. Джонсон, П. Меллор. – М. : Машиностроение, 1979. – 567 с.
3. Куфарев Г.Л. Физическая модель формирования сливной стружки при непрерывном резании / Г. Л. Куфарев // Вестник машиностроения. – 1981. – № 10. – С. 54–58.
4. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести / Н. Н. Малинин. – М. : Машиностроение, 1968. – 400 с.
5. Полухин П.И. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов : справочник / П. И. Полухин, Г. Я. Гуц, А. М. Галкин. – М. : Металлургия, 1983. – 352 с.

S.V. Mikhaylov, A.P. Oleynik

#### MODELLING OF CONTINUOUS CHIP FORMATION PROCESS TAKING INTO ACCOUNT THERMO-MECHANICAL DUMPING

УДК 620.197

#### ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

*Н.И. Баурова (Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ))*

Исследована атмосферная коррозионная стойкость и влияние адгезионного взаимодействия между металлами и полимерными покрытиями с использованием ускоренных методов старения. Даны рекомендации по повышению противокоррозионной устойчивости металлоконструкций.

Существует множество способов получения интеллектуальных материалов [1], и один из наиболее простых и эффективных – это использование в качестве сенсоров углеродных волокон.

Отличительной особенностью углеродных волокон являются их уникальные электрофизические свойства. Они обладают способностью реагировать изменением своего электрического сопротивления на изменение внешней нагрузки [2]. Именно это свойство углеродных волокон, нитей и тканей делает возможным их применение в качестве чувствительных элементов для оценки напряженно-деформированного состояния детали и соединения.

Технология использования нового метода диагностирования металлоконструкций [3] заключается в том, что углеродное волокно наносится на участок наиболее вероятного возникновения повреждения непосредственно на слой полимер-

ного связующего (ПС), которое в данном случае выполняет функцию изолятора. Затем этим же полимерным связующим волокно пропитывается. Далее, после полного отверждения связующего с обоих концов пропитанного углеродного волокна, которое с помощью ПС приклеено к диагностируемой поверхности металлоконструкции, в режиме реального времени снимаются показания электрического сопротивления. По изменению этих показаний судят о скорости накопления повреждений на диагностируемом участке.

Используемая технология нанесения приводит к образованию на диагностируемом участке металлоконструкции трехслойного пакета (рис.1), состоящего из двух слоев ПС и слоя углеродного волокна. Если под тем слоем ПС, который находится непосредственно на поверхности металлоконструкций, начнет скапливаться влага, то велика вероятность образования подпленочной коррозии.

В этом случае данный метод диагностирования не может быть рекомендован к применению, поскольку он может привести к снижению коррозионной устойчивости.

Целью настоящей работы являлось изучение атмосферной коррозионной стойкости поверхности металла под полимерным покрытием с использованием ускоренных методов старения.

Изучение коррозионной стойкости проводили по методике, принятой в 25-м НИИ МО РФ. Сущность используемого метода заключалась в выдерживании металлических пластин с нанесенным на них слоем отвержденного ПС в различных климатических камерах, в том числе и в атмосфере соляного тумана.

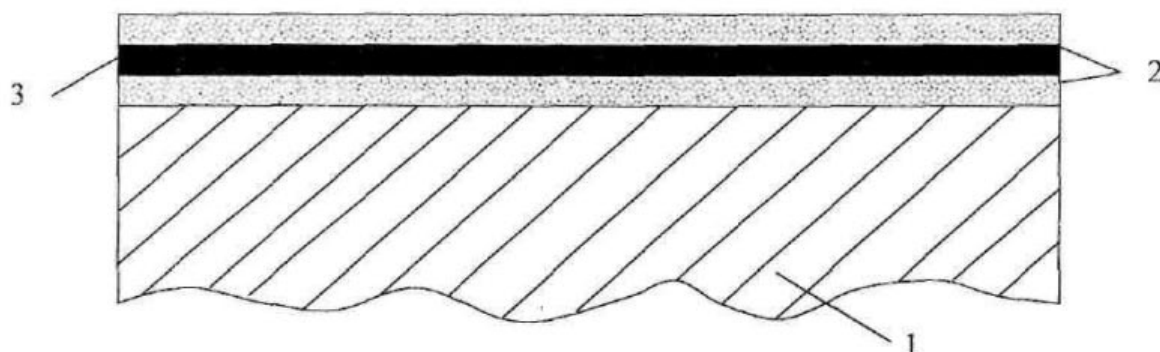


Рис. 1. Схема нанесения углеродного волокна:

1 – диагностируемая металлоконструкция; 2 – полимерное связующее; 3 – углеродное волокно

Для испытаний использовались пластины из Ст.10 размером 50×50×3 мм, на которые наносился слой ПС толщиной от 0,05 до 0,3 мм. В качестве ПС использовался наиболее распространенный эпоксидный клей, который (для уменьшения вязкости) был разбавлен спиртоацетоновой смесью в соотношении 1:1. Клей состоял из эпоксидной смолы ЭД-20 (100 мас.ч.), отвердителя полиэтиленполиамина (9 мас.ч.) и спиртоацетоновой смеси (100 мас.ч.). В качестве углеродного волокна использовалось волокно марки УКН-2-500 толщиной 0,1 мм. Данная толщина специально подбиралась опытным путем в различных партиях волокон.

Коррозионную стойкость оценивали через массовый показатель коррозии  $K_{\text{мас}}$ ,  $г/(м^2 \cdot ч)$  [4], который определялся по формуле

$$K_{\text{мас}} = \frac{\Delta m}{St}, \quad (1)$$

где  $\Delta m$  – потери массы металлического образца;

$S$  – площадь образца;

$t$  – продолжительность воздействия коррозионной среды.

Полученные результаты приведены в табл. 1.

Как видно из приведенных данных (табл.1), при выдержке в камере в условиях повышенных температур и влажности, без конденсации влаги, в течение 6 ч не удалось определить влияние различной толщины ПС. Для проведения дальнейших исследований толщина слоя ПС задавалась равной 0,1 мм, поскольку экспериментально было уста-

новлено, что данное значение соответствует минимальному значению толщины ПС, при котором не происходит его электрического пробоя. Данный показатель очень важен, поскольку слой ПС на поверхности металла должен обеспечить полную изоляцию углеродного волокна от поверхности металлоконструкции. В противном случае при замерах электрического сопротивления ток пойдет через металл, что приведет к невозможности проведения дальнейшего диагностирования.

Визуальный осмотр образцов после проведения коррозионных испытаний показал, что после выдержки их в камере соляного тумана в течение 48 и более часов имеет место частичное отслоение слоя ПС от металла. Такой тип разрушения связан с тем, что воздействие воды в основном направлено на разрушение адгезионных связей и в меньшей степени вызывает разрушение самого ПС. Характер разрушения под действием воды меняется от когезионного к адгезионному после выдержки в камере соляного тумана в течение 72 ч.

Таким образом, проведенные испытания показали, что используемое ПС не является причиной коррозионных повреждений, а наоборот, защищает поверхность металла от воздействия воды. Защитное действие ПС обусловлено специфическим влиянием адгезии, благодаря которой обеспечивается пассивация поверхности металла, торможение анодных реакций и существенное замедление отвода продуктов коррозии.

Можно предположить, что чем выше будет адгезионное взаимодействие между металлом и



ПС, тем более эффективными антикоррозионными свойствами будет обладать материал. Данное предположение экспериментально проверено при использовании различных методов очистки поверхности металла и двух разных типов клеев. Условия эксперимента и полученные результаты приведены в табл. 2. В качестве полимерных материалов, наряду с ранее применявшимся клеем на основе ЭД-20 и ПЭПА (без растворителя), также использовали эпоксидный клей горячего отверждения марки ВК-36, поскольку он обладает наибольшими значениями адгезионной прочности.

Таким образом, можно предположить, что высокая адгезия (у ВК-36 она практически в два раза выше, чем у ЭД-20+ПЭПА) изменяет характер энергетического состояния поверхности металла и, вероятно, имеет место его пассивация, обусловленная адсорбционными процессами.

Проведенные испытания показали, что использование в качестве тензочувствительных датчиков углеродных волокон, пропитанных эпоксидным связующим, приводит к повышению противокоррозионной устойчивости диагностируемых металлоконструкций.

Таблица 1

Условия проведения и результаты коррозионных испытаний

Условия проведения коррозионных испытаний	Время выдержки $t$ , ч	Толщина слоя ПС $S$ , мм	Потеря массы $\Delta m$ , г	Массовый Показатель коррозии $K_{\text{мас}}, \frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}$	Примечание
Температура $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ Влажность 95–100% (без конденсации влаги)	6	0,05	0	-	На поверхности металла хорошо видимые следы коррозии появились через 26 ч
	6	0,1	0	-	
	6	0,2	0	-	
	6	0,3	0	-	
	6	0,4	0	-	
	72	0,05	0,58	3,22	
Температура $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ Влажность 95–100% (с конденсацией влаги)	6	0,05	0	-	На поверхности металла хорошо видимые следы коррозии появились через 18 ч
	6	0,1	0	-	
	18	0,05	0,08	1,77	
	18	0,1	0,085	1,88	
	36	0,1	-	-	
	72	0,05	0,88	4,88	
Температура $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ Атмосфера соляного тумана 5% раствора NaCl	6	0,1	0,075	5	На поверхности металла хорошо видимые следы коррозии появились через 6 ч. Через 36 ч вся поверхность металла покрылась коррозией
	12	0,1	0,205	6,83	
	18	0,1	-	-	
	24	0,1	-	-	
	36	0,1	0,96	10,66	
	48	0,1	-	-	
60	0,1	-	-		
72	0,1	2,34	13		

Таблица 2

Условия проведения и результаты испытаний

Марка клея	Технология очистки поверхности металла	Время выдержки в камере соляного тумана, ч	Площадь металла, под слоем клея, пораженная коррозией, %
ЭД-20+ ПЭПА	Без подготовки	6	2,5
		12	6
	Обезжиривание ацетоном	6	-
		12	3
	Травление в растворе серной и соляной кислот	6	-
		12	-
ВК-36	Без подготовки	6	-
		12	1,5
	Обезжиривание ацетоном	6	-
		12	-
	Травление в растворе серной и соляной кислот	6	-
		12	-



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костиков В.И. Конструкционные материалы на основе углерода в современной технике / В. И. Костиков // Современные проблемы производства и эксплуатации углеродной продукции : сб. науч. тр. – Челябинск : ЧГУ, 2000. – С. 8–11.
2. Басов Ф.А. Интеллектуальные композиционные материалы и перспективы их применения / Ф. А. Басов // Энциклопедический справочник : сб. материалов. – М. : МАДИ, 2006. – №1. – С. 3–7.
3. Баурова Н.И. Разработка системы мониторинга технического состояния металлоконструкций с использованием углеродных волокон / Н. И. Баурова // Материаловедение. – М. : МАДИ, 2008. – №6. – С. 14–19.
4. Гриб В.В. Диагностические модели изменения технического состояния механической систем / В. В. Гриб [и др.]. – М. : МАДИ, 2007. – 300 с.

N.I. Baurova

STUDYING OF CORROSION RESISTANCE OF EPOXY ADHESIVES BEING USED DURING METAL-CONSTRUCTION DIAGNOSTICS

УДК 621.9.06-229.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВКИ НА ПЛАНКИ

В.С. Петровский, М.А. Тихомиров

Разработана математическая модель, позволяющая определять погрешность установки, вызванную погрешностью формы базовой поверхности. Рассмотрены два случая: контакт абсолютно твердых тел, контакт упругих тел.

Рассмотрим установку заготовки с номинально плоской установочной базой на приспособление, оснащенное двумя параллельно расположенными планками (рис. 1). Выберем две системы координат:  $XYZ$  – подвижную, связанную с деталью, и  $X_0Y_0Z_0$  – неподвижную, связанную с приспособле-

нием. Начало неподвижной системы координат совместим с осью симметрии одной из планок, направление осей подвижной системы координат, связанное с номинальным положением базовой плоскости заготовки, в исходном состоянии совместим с направлением неподвижной системы.

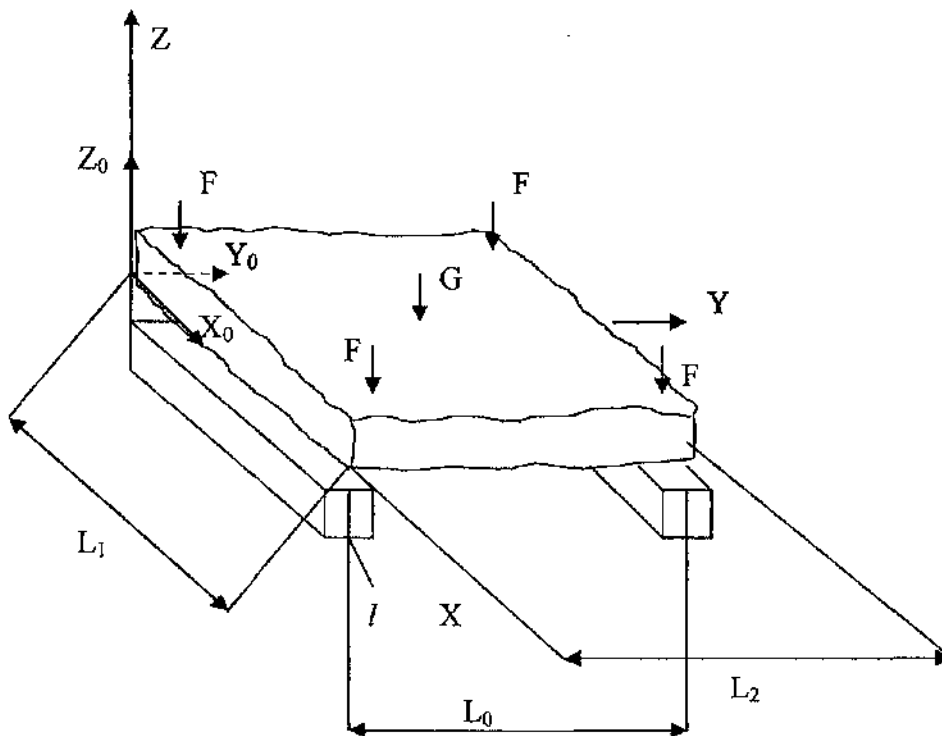


Рис. 1. Схема базирования заготовки на планки

Погрешность базовой поверхности представим в виде суммы двух независимых функций, каждая из которых состоит из погрешности размера, погрешности расположения и погрешности формы, представленной усеченным рядом Фурье

$$f(x, y) = A_0 + B_1x + \sum_{k=1}^n a \sin\left(\frac{2\pi k}{L_1}x + \psi_{1k}\right) + B_2y + \sum_{k=1}^n b \sin\left(\frac{2\pi k}{L_2}y + \psi_{2k}\right), \quad (1)$$

где  $A_0$  – погрешность размера;  
 $B_1, B_2$  – погрешности расположения;  
 $a, b$  – амплитуды погрешности формы в продольном и поперечном направлениях;  
 $n$  – число гармоник погрешности формы;  
 $\psi_1, \psi_2$  – начальные фазы гармоник;  
 $L_1, L_2$  – размеры заготовки.

Амплитуды и фазы гармоник моделировались случайными величинами.

Примем, что ширина планки  $l$  значительно меньше длины  $L$  и расстояния между планками  $L_0$ , а погрешность заготовки много меньше её размеров. При этих допущениях можно принять, что контакт заготовки с приспособлением будет происходить вдоль кривых  $c(x) = f(x, 0)$  и  $d(x) = f(x, L_0)$ , расположенных вдоль оси симметрии планок. Кроме того, малые повороты заготовки вокруг осей, расположенных в плоскости  $XYZ$  вызовут изменение координат  $x_0, y_0$ , величина которых второго порядка малости по сравнению с изменениями координаты  $z_0$ , поэтому изменением размеров и координат по осям  $x_0, y_0$  можно пренебречь.

Пусть первоначальный контакт детали с планками произойдет в точках  $P_1(x_1, 0), P_2(x_2, L_0)$  (рис. 2), соответствующих минимуму кривых  $c$  и  $d$ . Тогда новое положение кривых будет равно

$$\begin{aligned} c_1(x) &= c(x) - c(x_1), \\ d_1(x) &= d(x) - d(x_2). \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение прямой, проходящей через точки контакта, примет вид

$$a_1x + a_2y + a_3 = 0,$$

где  $a_1 = \frac{1}{x_2 - x_1}; a_2 = -\frac{1}{L_0}; a_3 = -\frac{x_1}{x_2 - x_1}$ .

Для определения третьей точки найдем углы поворота детали вокруг прямой  $P_1P_2$  до соприкосновения с планками.

$$\begin{aligned} \alpha_{1i} &= \arctg(c_1(x)/h), \\ \alpha_{2i} &= \arctg(d_1(x)/h), \end{aligned}$$

где  $h = \frac{a_1x + a_2y + a_3}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}$  – расстояние от произвольной точки  $P(x, y)$  до прямой  $P_1P_2$ .

Угол поворота заготовки может быть как по часовой, так и против часовой стрелки. Для каждого из положений найдем минимальный угол поворота, соответствующий действительному положению детали.

$$\alpha = \min(\alpha_1, \alpha_2).$$

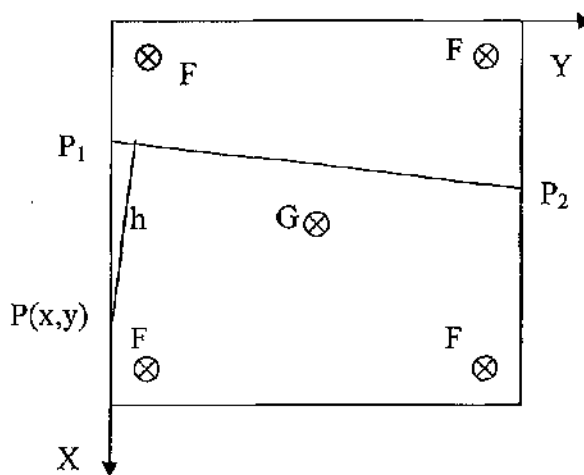


Рис. 2. Схема определения точек контакта

Устойчивым будет положение, при котором знак угла поворота совпадает со знаком суммарного момента сил  $M_\Sigma$  относительно прямой  $P_1P_2$ .

$$M_\Sigma = \sum F_i(x, y)h_i + M,$$

где  $F_i(x, y)$  – проекция активных сил на ось  $Z$ , приложенных в точке с координатами  $x, y$ ;  $M$  – момент от сил резания

Окончательно кривые  $c$  и  $d$  примут вид

$$\begin{aligned} c_2(x) &= c_1(x) + htg\alpha, \\ d_2(x) &= d_1(x) + htg\alpha. \end{aligned}$$

Тогда смещение точек от номинального положения равно

$$\begin{aligned} \Delta c(x) &= c_2(x) - c(x), \\ \Delta d(x) &= d_2(x) - d(x). \end{aligned}$$

На рис. 3 приведены результаты расчета по приведенной методике, выполненные в системе MathCad. Положение заготовки зависит от знака суммарного момента. Как видно из графиков, погрешности формы оказывают значительное влияние на смещение и поворот заготовки.

Оценка влияния деформаций на точность базирования проводилась методом конечных элементов с помощью программы ANSYS. На рисунке 1 показана схема базирования и закрепления заготовки на планки четырьмя прихватами, силы резания не учитывались.

Случайные поверхности заготовки (верхняя и нижняя) были построены при помощи средств САД-систем. Номинальные размеры заготовки 90×90×10 мм, неровность поверхностей находилась в пределах ±0,2 мм. Материал заготовки сталь,  $\sigma_t = 240$  МПа,  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа,  $\mu = 0,3$ . Для исключения контакта в исходном положении с планками заготовка была смещена по оси Z на 0,5 мм. Прихваты, двигаясь под постоянным усилием F, производят прижим заготовки к планкам. Для расчета использовались сила  $F = 1000$  Н на прихват (сила, необходимая для удержания заготовки при обработке) и единичная сила  $F = 1$  Н на прихват (для исключения значительных деформаций в заготовке).

На рис. 3 построены диаграммы, характеризующие смещение точек нижней поверхности заготовки, взятых вдоль осей X и Y. Из диаграмм видно, что при нагрузке единичной силой происходит лишь наклон заготовки в плоскости XOZ. Об этом говорит линейное расположение точек. Результаты расчета практически не отличаются от расчетов, выполненных ранее. При нагрузке в 1000 Н происходит незначительное искривление заготовки, а также поворот и смещение заготовки, что свидетельствует не только о деформации заготовки, но и о перераспределении зон контакта заготовки с планками. Разница в данном случае достигает до 0,4 мм, что составляет значительную величину.

Таким образом, при зажиме не жестких деталей, как показывает пример, конечный результат при учете деформаций может значительно отличаться от результатов, полученных при моделировании заготовки как абсолютно твердого тела.

Смещение точек по оси Z вдоль планки

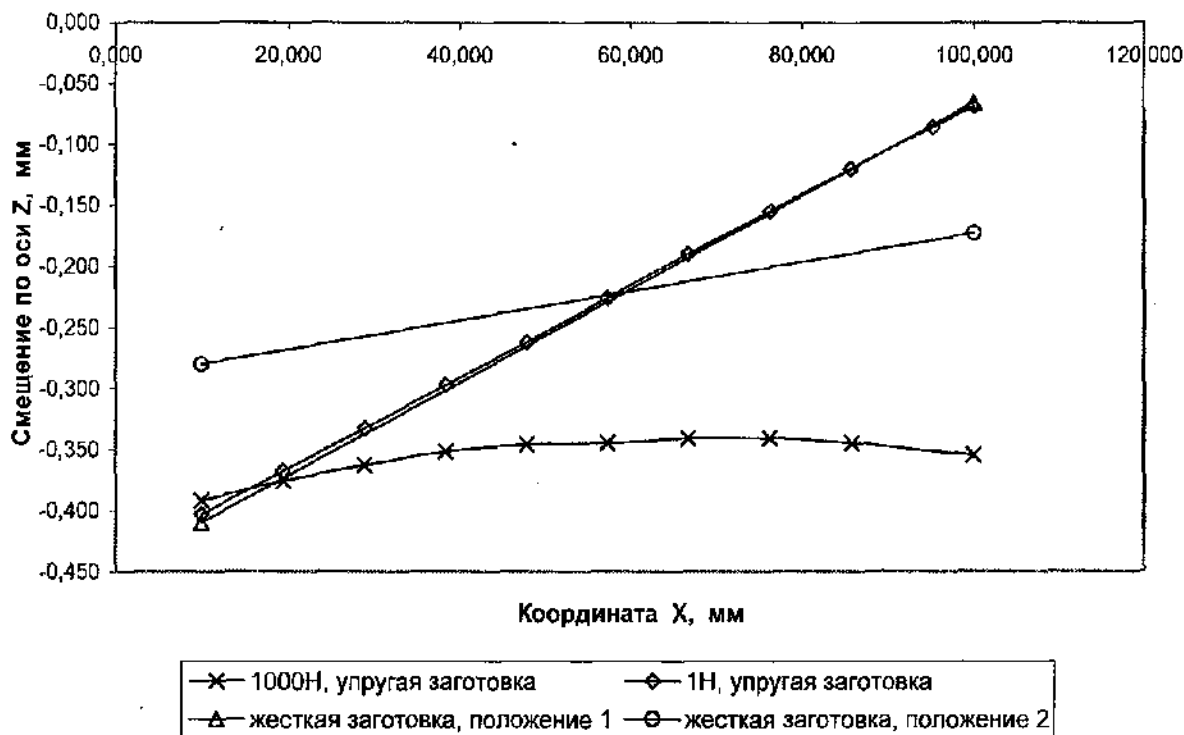


Рис. 3. Смещение точек, взятых вдоль оси X

V.S. Petrovskiy, M.A. Tibomirov  
 MODELLING OF ERRORS OF INSTALLATION UPON STRIPS

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 677.11.051

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ РМП-1

*С.М. Вихарев, Н.М. Федосова, Н.В. Батьков*

Статья посвящена вопросам модернизации разрывной машины РМП-1 и расширения возможностей исследования прочностных характеристик льняного волокна при создании новой информационно-измерительной системы на базе существующей разрывной машины.

Выбор типа и интенсивности механических воздействий на обрабатываемый волокнистый материал, поведение его в процессе обработки, а также количество и качество получаемого из него продукта зависят от большого числа факторов, изучению которых посвящено много исследований [1–5]. Особое внимание уделялось изучению механических свойств волокон, особенно их прочностных характеристик. Информация о них особенно важна при переработке волокнистых материалов для дифференциации технологических процессов с целью достижения наилучших результатов. Кроме того, механические свойства готового материала находятся в прямой зависимости от тех же свойств исходного сырья.

Действующими в настоящее время нормативными документами в области оценки качества льняных материалов [6–9] предусмотрено определение средней разрывной нагрузки образца с применением разрывной машины переносного типа РМП-1. Это довольно компактное и простое в ремонте устройство имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, ручная регистрация показаний по стрелочному указателю отрицательно влияет на точность и достоверность показаний. Другим серьезным недостатком является невозможность получения нагрузочной характеристики как зависимости приложенной силы от удлинения образца, поскольку может фиксироваться только усилие разрыва.

Для исключения указанных недостатков проведена модернизация разрывной машины РМП-1, предусматривающая установку двух датчиков реостатного типа (рис. 1). Один из них фиксирует перемещение подвижного зажима разрывной машины, второй передает информацию о нагружении образца. Простота конструкции данных датчиков позволяет передавать их показания на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) без применения дополнительных усилителей и преоб-

разующих устройств. В качестве АЦП была применена плата L-154 фирмы «L-Card». Это позволяет передавать информацию с датчиков непосредственно в регистрирующую ЭВМ (рис. 2). Таким образом, на базе переносной разрывной машины создается информационно-измерительная система для исследования прочностных характеристик различных волокнистых материалов. Стоит также отметить, что при включении одной ЭВМ на целую лабораторию она сможет (при наличии одной платы преобразователя) обслуживать четыре разрывных машины.

Как правило, для определения разрывных характеристик волокнистых материалов строится диаграмма «удлинение – нагрузка» (рис. 3). Основными особенностями любого прибора для определения разрывных характеристик являются тип зажимного устройства для закрепления образца, вид испытываемого образца, способ изменения нагрузки и удлинения и средство записи их величин для построения кривой «удлинение – нагрузка». Проведенная модернизация существенно не изменила методику проведения испытаний, а лишь внесла более полную информацию о процессе разрушения пучков льняных волокон. Кроме того, получаемые при разрыве волокнистого материала данные легко могут подвергаться статистической обработке в любом специализированном пакете, например Statistica, поскольку не требуется никакой предварительной их обработки.

Дальнейшая модернизация существующей разрывной машины может включать в себя устранение механической системы измерения силы на неподвижном зажиме машины с заменой ее на тензометрическую, создание системы управления приводом разрывной машины, что существенно расширит ее исследовательские возможности. Кроме того, данные меры должны привести к уменьшению габаритных размеров машины.

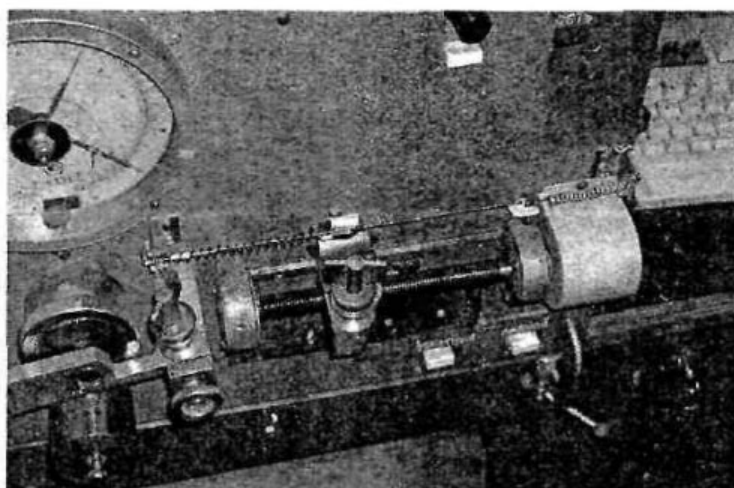


Рис. 1. Датчик подвижного зажима разрывной машины РМП-1

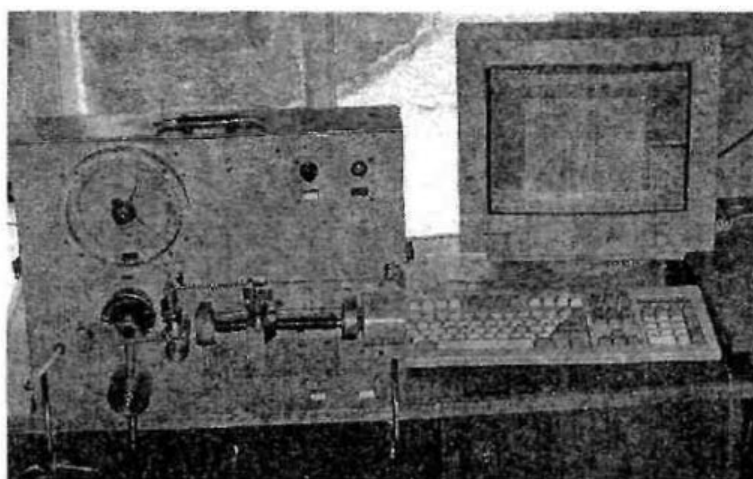


Рис. 2. Общий вид информационно-измерительной системы на базе разрывной машины РМП-1

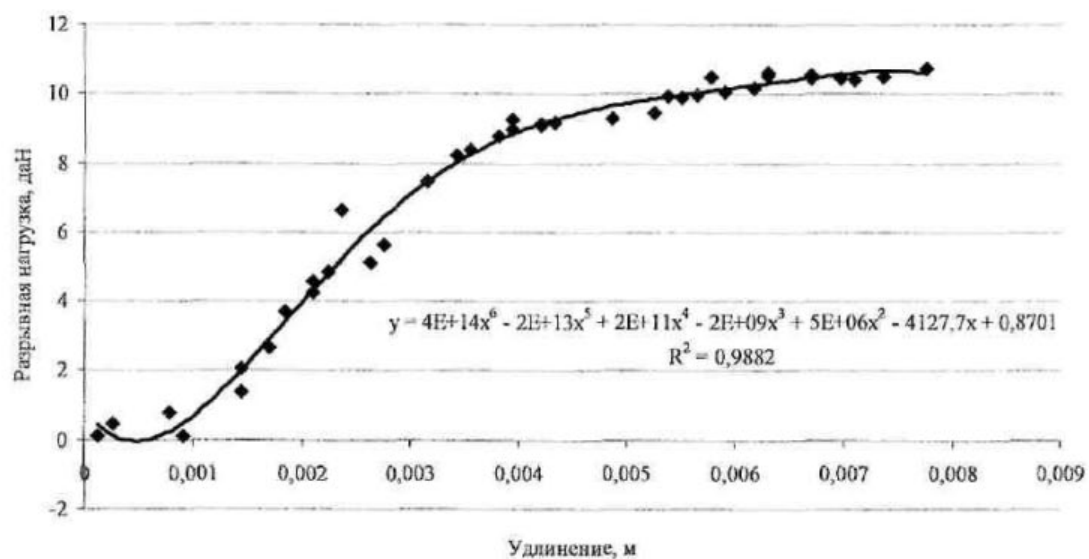


Рис. 3. Пример диаграммы «удлинение – нагрузка»

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перепелкин К.Е. Методы исследований свойств волокон и нитей : учеб. пособие / К. Е. Перепелкин, Г. Г. Лебедева. – Л., 1986.
2. Мортон В.Е. Механические свойства текстильных волокон : пер. с англ. / В. Е. Мортон, Д. В. С. Херл. – М. : Легкая индустрия, 1971.
3. Чиликин Н.М. Лен и льнопрядильное производство / Н. М. Чиликин. – М.–Л.: Промиздат, 1926.
4. Крагельский И.В. Физические свойства лубяного сырья / И. В. Крагельский. – М.–Л.: Гизлеппром, 1939.
5. Пиковский Г.О. Изучение факторов, влияющих на удлинение и крепость льняного волокна и пряжи / Г. О. Пиковский. – М., 1935.
6. ГОСТ 28285. Солома льняная. Требования при заготовках. – М. : Изд-во стандартов, 1989.
7. ГОСТ 24383. Треста льняная. Требования при заготовках. – М. : Изд-во стандартов, 1989.
8. ГОСТ 10330. Лен трепаный. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1976.
9. ГОСТ 9394. Волокно льняное короткое. – М. : Изд-во стандартов, 1976.

S.M. Viharev, N.M. Fedossova, N.V. Batkov  
 INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEM OF RMP-1 TEARING MACHINE BASE

УДК 677.05

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА  
 В СИСТЕМЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ\***

И.С. Никифоров

В статье предлагается альтернативный способ регулирования натяжения основы с использованием специализированного электропривода для катушки навоя.

Известно, что упругая система заправки ткацкого станка подвергается значительным деформациям при зевобразовании и прибое. Процессы эти сравнительно скоротечны, и классические основные регуляторы не в состоянии реагировать на кратковременные изменения натяжения основы [1]. В результате нити подвергаются многократным деформациям растяжения и изгиба, что пагубно отражается на их прочности и ведет к увеличению числа обрывов. На рис. 1а, б, в представлены репродукции тензограмм для нитей основы [2-4].

Несмотря на то что они были получены на различных станках, с использованием различных методов и оборудования, на каждой из них присутствуют области повышенного натяжения, соответствующие процессу зевобразовании. Натяжение в данных областях может превышать заправочное в два раза. В качестве альтернативы механическому основному регулятору можно предложить использование дополнительного электропривода. На рис. 2. изображен фрагмент кинематической схемы станка, реализующей этот принцип. Электропривод обеспечивает синхронизированный с раскрытием зева дозированный отпуск основы и ткани, компенсируя увеличение натяжения,

а в процессе закрывания зева осуществляет обратную подмотку, предотвращая излишнее ослабление заправки. Для реализации описанного выше способа регулирования необходимо обеспечить соответствующие динамические характеристики приводов.

Навой совершает вращательное движение относительно неподвижной горизонтальной оси. Дифференциальное уравнение вращения тела относительно неподвижной оси имеет вид [5]:

$$J_Z \ddot{\varphi} = \sum M_{ix}^E. \quad (1)$$

Для определения суммы моментов, действующих на навой, необходимо знать его момент инерции относительно оси вращения и закон движения.

Учитывая конструкцию навоя [6, 7], его момент инерции с основой относительно его продольной центральной оси  $J_{нав}$  будет складываться из моментов инерции фланцев  $J_{фл}$ , момента инерции ствола  $J_{ств}$  и момента инерции основы  $J_{осн}$ . Для упрощения расчетов будем считать каждое из этих тел полым цилиндром (рис. 3).

\* Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. В.В. Романова



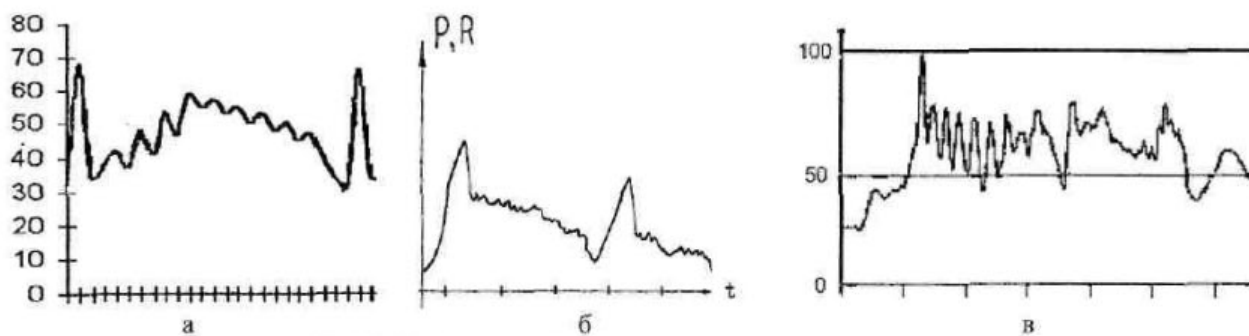


Рис. 1. Изменения натяжения основы с течением времени

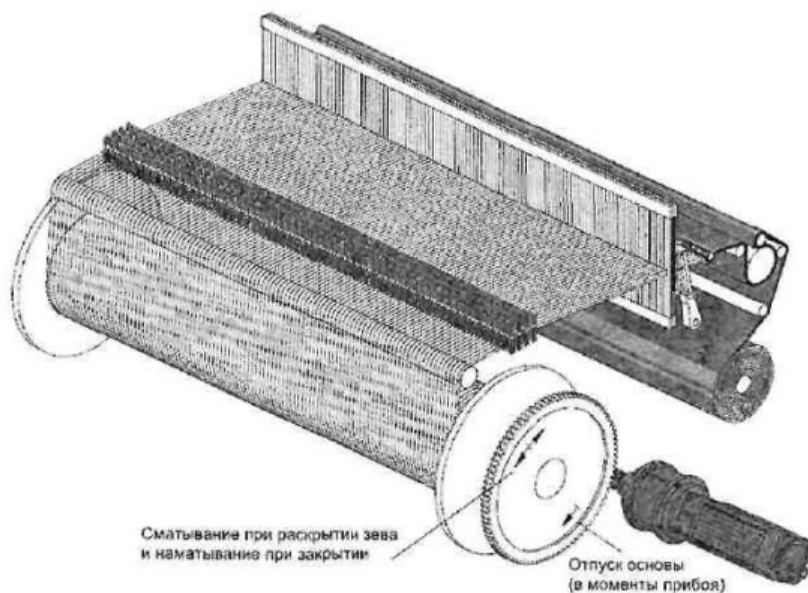


Рис. 2. Использование дополнительного привода в системе заправки

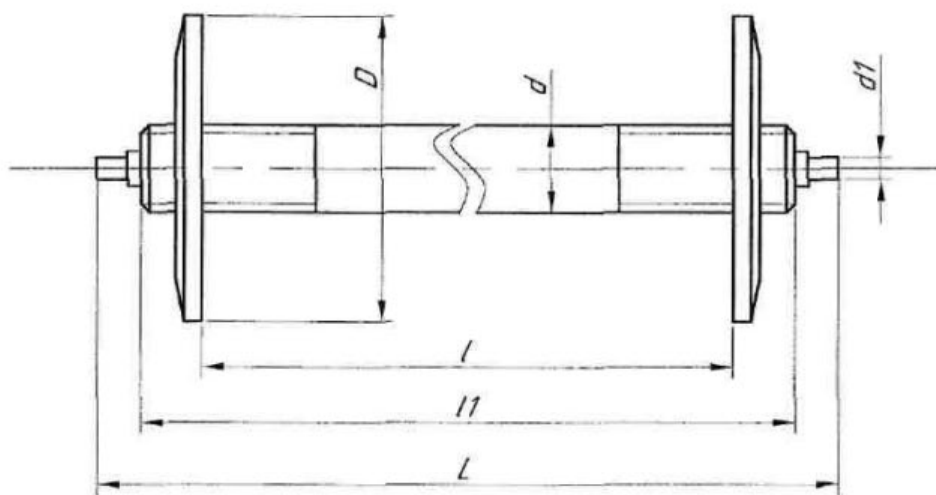


Рис. 3. Основные размеры ткацкого навоя

Момент инерции полого цилиндра относительно его центральной продольной оси  $J_{Cz}$ , кг·м<sup>2</sup> равен [5]

$$J_{Cz} = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2), \quad (2)$$

где  $R_1, R_2$  – наружный и внутренний радиусы полого цилиндра, м;

$m$  – масса полого цилиндра, кг.

Следовательно, момент инерции навоя  $J_{нав}$  равен

$$J_{нав} = 2J_{фл} + J_{ств} + J_{осн}, \quad (3)$$

$$J_{ств} = \frac{1}{8} m_{ств} (d^2 + d_{вн}^2). \quad (4)$$

где  $m_{ств}$  – масса ствола ( $m_{фл}$ ,  $m_{осн}$  – массы фланца и основы), кг;

$d, D$  – наружные диаметры ствола и фланца, м (см. рис. 3).

Вычислим момент инерции навоя 1-600/1-150-38 ГОСТ 28476-90 для рабочей ширины 1800 мм, полностью намотанного, с удельной плотностью намотки  $\rho_{нам} = 600$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр намотки основы  $D_{осн}$  принимается на 3–5 см меньше

диаметра фланцев. Материал ствола и фланцев – алюминий. Плотность алюминия  $\rho_{ал} = 2700$  кг/м<sup>3</sup>. Толщину фланцев  $h_{фл}$  примем равной 0,015 м. Внутренний диаметр ствола  $d_{вн}$  примем равными 0,9d. Длина ствола без цапф  $l_1 = l + 0,255$  м. Раскладка фланцев на навои  $l$ , м принимается равной

$$l = B + (0,02 \div 0,06),$$

где  $B$  – рабочая ширина ткацкой машины [6, 7].

В результате расчетов получим

$$J_{нав} = 11,727 \text{ кг·м}^2.$$

Определим закон движения навоя. На рис. 4 [8] изображены временные диаграммы перемещения и ускорения навоя, а также натяжения основы. В соответствии с предложенной схемой регулирования раскрытие и закрытие зева должно сопровождаться сматыванием и обратной подмоткой основы, что отражено на кривой 2, характеризующей угловое перемещение навоя. Кривая 3 получена путем дифференцирования кривой 2. Угловое ускорение на кривой 3 в промежутках времени  $t_1$  и  $t_2$  можно представить как сумму двух фрагментов синусоид.

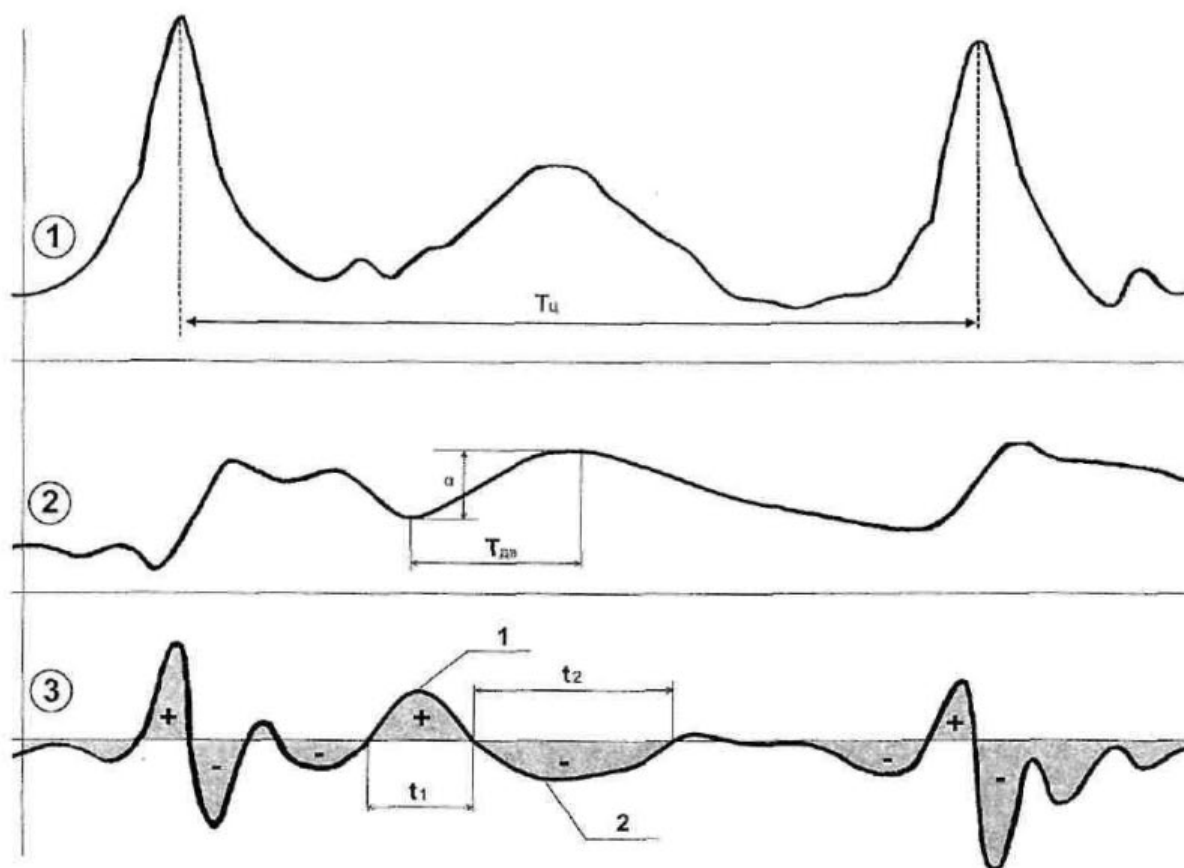


Рис. 4. Диаграммы натяжения основы (1), перемещения (2) и ускорения (3) навоя

Пиковые значения ускорения  $\varepsilon_{\max 1}$  и  $\varepsilon_{\max 2}$  соответствуют точкам 1 и 2 кривой 3. Определить их можно по формулам

$$\varepsilon_{\max 1} = \frac{\pi\alpha}{(1-2k^2)T_{\partial s}^2}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{\max 2} = -\frac{\pi\alpha}{2k^2T_{\partial s}^2}, \quad (6)$$

$$k = \frac{l_1}{T_{\partial s}}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  – угол поворота навоя;

$k$  – коэффициент асимметрии;

$T_{\partial s}$  – время сматывания основы.

В соответствии с формулами (5)–(7) получено:

$$\varepsilon_{\max 1} = 10,6 \text{ рад/с}^2;$$

$$\varepsilon_{\max 2} = -8 \text{ рад/с}^2. \quad (8)$$

Следовательно, система управления приводом должна отпускать основу во время раскрытия зева и подматывать её обратно во время закрытия зева с динамическими характеристиками, не ниже чем (8).

Анализ приведенных выше результатов позволяет перейти к проектированию регулируемого электропривода с учетом заданных ограничений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев В.А. Ткачество / В. А. Гордеев, П. В. Волков. – М.: Лег. и лиц. пром-сть, 1984. – 488 с.
2. Ликучева А.А. Разработка метода расчета параметров зевобразования на современных ткацких станках и пути снижения напряженности их заправок: дис. ... канд. техн. наук / А. А. Ликучева. – М., 2003. – 206 с.
3. Пыханова Т.В. Совершенствование метода прогнозирования обрывности основы с учетом стохастичности процесса: дис. ... канд. техн. наук / Т. В. Пыханова. – Кострома, 1996.
4. Официальный сайт фирмы «Dornier» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lindauerdornier.de>.
5. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Часть II. Динамика / А. А. Яблонский. – М.: Высш. школа, 1966. – 429 с.
6. ГОСТ 28476. Навои. Основные размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
7. ГОСТ 5951. Машины ткацкие. Рабочая ширина. – М.: Изд-во стандартов, 1978.
8. Назарова М.В. Теория процессов подготовки нитей к ткачеству: учеб. пособие / М. В. Назарова, М. Ю. Романов; ВолгГТУ. – Волгоград, 2006. – 68 с.
9. Мининкова И.В. Обоснование рациональных режимов подачи и отпуска основы на ткацком станке: дис. ... канд. техн. наук / И. В. Мининкова. – Кострома, 1992.

I.S. Nikiforov

#### ESTIMATION OF POSSIBILITIES OF ELECTRIC DRIVE USING IN WARP TENSION SYSTEM

УДК 677 : 658.012.011.56

#### АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРУКТУРЫ ПАКОВОК

Л.Ю. Кирпина

Статья содержит анализ возможных подходов к повышению качества структуры намотки на основе применения технологии FMEA.

Контроль качества выпускаемой продукции остается одной из актуальных проблем для текстильных предприятий. Учитывая специфику технологического процесса, следует отметить, что для производства высококачественного текстиля необходимо осуществлять мероприятия по управлению качеством, начиная с подготовительных операций, одной из которых является формирование текстильных паковок.

Дефекты структуры намотки, такие как образование жгутов при перемотке нити, приводят к ухудшению параметров паковки. Для того чтобы оценить влияние указанных дефектов намотки на

качество конечного продукта и определить корректировочные мероприятия по улучшению качества намотки, воспользуемся методом FMEA-анализа [1].

FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) – технология анализа возможности возникновения и влияния дефектов на потребителя, регламентированная стандартами ISO 9000.

Цели FMEA-анализа [2]:

- выявить все потенциальные элементы и процессы, которые могут привести к дефектам конечного продукта;

- выявить эффекты и последствия, к которым приведут эти дефекты;
- определить истинные причины дефектов и разработать меры по их недопущению.

В ходе реализации метода FMEA проводится экспертный анализ потенциальных дефектов по следующим критериям, каждый из которых оценивается по десятибалльной шкале:

1. Частота возникновения дефекта (A): 0 – дефект невозможен; 10 – вероятность возникновения дефекта 0,25 и выше.

2. Параметр вероятности необнаружения дефекта (E): 0 – дефект всегда выявляется до наступления последствий; 10 – дефект невозможно выявить до наступления последствий («скрытый» дефект).

3. Тяжесть последствий для потребителя (B): 0 – последствия дефекта не имеют значения; 10 – последствия дефекта влекут юридическую ответственность.

На основе трех параметров анализа вычисляется показатель риска потребителя, определяющий важность недопущения дефекта,

$$RPZ = A \times B \times E. \quad (1)$$

Если  $RPZ < 40$ , считается, что риск малый; если  $RPZ < 100$ , то риск средний; а в случае  $RPZ > 100$ , риск высокий. Требования FMEA диктуют, что все дефекты высокого риска должны быть устранены, причем в первую очередь устраняются дефекты, имеющие максимальное значение коэффициента приоритета риска.

Определим значения указанных критериев для технологической операции формирования паковки.

Жгутовая намотка возникает в тех случаях, когда период движения нитеводителя является кратным по отношению к периоду движения бобины, т.е. передаточное число между ними выражается несократимой дробью  $m/n$  [4]. В этом случае нить укладывается на одно и то же место до тех пор, пока диаметр намотки не увеличится настолько, что значение передаточного числа изменится. Можно сделать вывод, что при отсутствии рассеивающего механизма, образование жгутов и лент неизбежно, а значит, критерий A оценивается 10 баллами ( $A = 10$ ).

Результаты исследований свидетельствуют, что при визуальном контроле обнаруживаются только мощные жгуты, дефекты при больших значениях  $n$  находятся внутри паковки и могут быть обнаружены только при размотке бобины [5]. Этот факт можно рассматривать как признак «скрытого» дефекта, а значит, дефект невозможно выявить до наступления последствий. Следовательно, па-

раметр вероятности необнаружения дефекта может быть оценен 10 баллами ( $E = 10$ ).

Для оценки третьего параметра проанализируем данные экспертного опроса [5], в ходе которого было предложено оценить влияние различных дефектов намотки на качество готовой паковки по девятибалльной шкале. При составлении анкеты были выбраны 6 параметров (критериев), оценивающих качество намотки паковки по ее форме, среди которых рассматривался и такой критерий, как наличие жгутовой намотки. Для каждого критерия (дефекта намотки) были установлены три фиксированных значения (для жгутовой намотки – количество нитей в жгуте). Результаты экспертного опроса, касающиеся оценки влияния жгутов на качество намотки, приведены в таблице 1.

Таблица 1  
Данные экспертного опроса

Эксперт	Жгутовая намотка, число нитей		
	5	10	20
1	3	5	8
2	5	9	9
3	5	7	9
4	2	4	8
5	3	9	9
6	9	9	9
7	9	9	9
8	7	8	9
9	5	7	9
10	3	7	9
11	3	6	8
12	3	8	9
13	5	7	8
14	6	7	9
15	4	7	9
16	5	8	8
17	6	8	9
18	7	8	9
Среднее значение	5	7,4	8,7

Как видно из таблицы, даже для жгута с наименьшим значением показателя негативное влияние этого дефекта в среднем оценено пятью баллами. Для двух других значений среднее значение значительно выше и приближается к максимально возможному. А значит, оценив тяжесть последствий для потребителя 5 баллами, мы получим значение минимального вреда от этого дефекта намотки ( $B = 5$ ).

Таким образом, показатель риска потребителя, определяющий важность недопущения дефекта для случая дефектов намотки в виде жгутов и лент, для полученных нами оценок ( $A = 10$ ;  $B = 5$ ;  $E = 10$ ) составляет

$$RPZ = 10 \times 5 \times 10 = 500. \quad (2)$$

Полученное значение свидетельствует о том, что риск – высокий, а в соответствии с требованиями FMEA все дефекты высокого риска должны быть устранены, для чего разрабатываются корректирующие мероприятия.

Согласно методике рассматривают корректировочные мероприятия для каждого дефекта высокого риска в следующей последовательности [3]:

1. Исключить причину возникновения дефекта при помощи изменения конструкции или процесса: *уменьшается параметр А.*
2. Воспрепятствовать возникновению дефекта на основе статистического регулирования: *уменьшается параметр А.*
3. Снизить влияние дефекта: *уменьшается параметр В.*
4. Облегчить и повысить достоверность выявления дефекта: *уменьшается параметр Е.*

Таким образом, для повышения качества намотки необходимо понизить значения критериев А и Е. Уменьшение параметра А может быть достигнуто за счет подбора оптимальных технологических параметров, а уменьшение параметра Е – в ходе автоматизированного выявления дефектов намотки; наиболее перспективными для решения этой задачи являются системы, использующие средства технического зрения (СТЗ).

Результаты FMEA-анализа позволяют сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

- дефекты намотки в виде жгутов и лент оказывают большое влияние на качество структуры намотки паковок и, как следствие, приводят к снижению качества продукции на последующих этапах производства;
- повышение качества намотки может быть достигнуто за счет подбора оптимальных технологических параметров и автоматизированного выявления дефектов намотки посредством СТЗ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко С. FMEA-анализ проекта/конструкции / С. Карпенко. – М. : МГТУ им. Баумана, 2003.
2. FMEA-анализ (Failure Mode and Effects Analysis) [Электронный ресурс] : Открытый портал Standard.ru. Управление качеством. – Режим доступа : <http://www.standard.ru/iso9000/iso9000-txt17.phtml>.
3. Инструментарий качества. Технологии разработки и анализа разработанных изделий и процессов. FMEA-анализ : Библиотека ISO 9000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.iso9000.ru/library/fmea.htm>.
4. Рудовский П.Н. Методика количественной оценки параметров структуры намотки / П. Н. Рудовский, Л. Ю. Киприна, М. Н. Нуриев // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2004. – № 11. – С.27–30.
5. 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.

**L.Yu. Kiprina**  
**ANALYSIS OF POSSIBLE APPROACHES**  
**TO STRUCTURE PACKAGE QUALITY CONTROL AUTOMATIC SYSTEM**

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 681.14

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР В ОРГАНИЗАЦИИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Б.А. Староверов, В.И. Мальцев*

В статье дан подробный аналитический обзор существующих информационных систем организации и управления производством.

Организация современного текстильного производства требует применения информатизации всех видов производственных и административных процессов, называемых обобщающим термином «бизнес-процесс». В общем случае систему организации производства наглядно можно изобразить в виде управленческой пирамиды, которая представляет «циркуляцию» информационного взаимодействия всех уровней производства: от оперативного до тактического и стратегического (рис. 1). Каждый из этих уровней имеет свои цели и задачи взаимосвязанные между собой.

Основание пирамиды – это уровень исполнительской деятельности, где идет непосредственно выполнение необходимых действий, операций.

Здесь задействовано наибольшее количество людей, и формируется информация о технологических процессах. Средний уровень – это уровень управления организацией, который воплощает в жизнь различные решения через эффективное и целесообразное использование имеющихся в наличии ресурсов. На основе подробных первичных сведений здесь формируется более обобщенная интегрированная информация. Верхний уровень – это уровень руководителей, который по численности людских ресурсов находится в меньшинстве, но занимает стратегическое положение.

Рассмотрим более подробно основание пирамиды – организацию непосредственного управления производственными процессами (рис. 2).



Рис. 1. Управленческая пирамида



Рис. 2. Функциональные уровни управления технологическими процессами



Самый нижний уровень – это уровень возникновения технологической информации, следующий – уровень контроля и управления отдельными технологическими процессами и установками. Далее идёт система сбора информации с помощью локальных сетей и выход на SCADA-систему [1].

Для мониторинга и управления процессами в реальном времени широкое применение нашли программные продукты, объединенные названием SCADA-системы (Supervisory Control and Data Acquisition). SCADA-системы обеспечивают графическое представление данных в виде мнемосхем, графиков, диаграмм, архивирование информации, дистанционное управление с экрана и т.д. В последнее время стали всё шире использоваться «интеллектуальные» SCADA-системы. Они включают дополнительно следующие функции: ситуационный анализ состояния объекта, логический анализ событий, логический анализ аномальных ситуаций, диагностику состояния технологического оборудования, диагностику состояния технологического процесса, прогноз поведения процесса во времени, оперативный поиск действий персонала при возникновении аномальных и критических ситуаций, защиту от несанкционированных технологическим регламентом действий оперативного персонала и другие нестандартные функции.

Взаимодействие между АСУ ТП и системами административного управления осуществляется за счёт обмена информацией между системами, автоматизирующими технологический процесс, и системами, автоматизирующими административную деятельность по организации производства.

Функции уровней пирамиды, представленной на рис.1, необходимо также поддерживать информационно-программными средствами. В верхней части пирамиды должно быть такое информационное обеспечение, которое позволяет работать с системой взаимосвязанных показателей в масштабах всего предприятия или холдинга, стандартизировать управление качеством и оптимизировать бизнес-процессы. Обычно эти программные средства являются надстройкой ниже лежащего уровня тактического управления и обрабатывают данные этого уровня.

Сам уровень тактического управления представлен ERP-системами. Они решают задачи взаимоотношений с клиентами и поставщиками, задачи логистики, финансов, объёмно-календарного планирования производства, управления запасами и т.д. Набор функций ERP-систем чрезвычайно мощный и полностью покрывает задачи, решаемые на этом уровне.

Уровень оперативного управления реализуется с помощью MES-систем. Классический под-

ход при рассмотрении системы класса MES предполагает 11 функций, которыми такая система должна располагать. Эти функции были определены ассоциацией «Manufacturing Execution Systems Association» (MESA), и подробное их описание можно найти во многих источниках.

Однако ни одно программное обеспечение в полной мере не будет обладать всей необходимой функциональностью. Поэтому, говоря о программных реализациях оперативного управления, необходимо выделять самые важные для конкретной ситуации функции и выбирать ту систему, которая поможет решить соответствующие задачи. Не исключено, что для реализации набора функций потребуется использовать несколько информационных систем, тесно интегрированных между собой [2].

Оперативное управление производством невозможно реализовать в полной мере без системы данных о текущих производственных процессах, обработки этих данных и передачи их для анализа в MES-систему. Конечно, в ERP- или MES-систему можно данные вводить вручную, но это снижает оперативность и повышает риск занесения случайных и преднамеренных ошибок. Для исключения этого необходимо реализовать интеграцию MES-уровня с АСУ ТП. В этом случае на систему АСУ ТП возлагаются не только функции управления технологическим процессом, но и функции регистрации событий, обработки полученной информации, её хранения и предоставления на верхние уровни управления.

Как видно из приведённого обзора, наиболее развитыми и разнообразными по своим решениям и сложности являются системы управления технологическими объектами и производствами (АСУ ТП и АСУ П). В то же время наблюдается отставание в информационном обеспечении административного управления бизнес-процессами. И это не случайно. Процессы административного управления сложно формализовать в виде отдельных процедур, и эти процессы являются наиболее динамичными из-за изменения оперативной обстановки при организации производства. Поэтому информатизация административного управления производством является сложной и дорогостоящей проблемой. Вследствие этого на отечественных текстильных предприятиях она практически отсутствует. Обычно всё ограничивается бухгалтерскими программами или электронным документооборотом, который правильнее было бы назвать электронной картотекой документов на бумажных носителях.

Анализ существующих систем поддержки принятия решений (СППР) показывает, что решить данную проблему можно путём применения более удобных, простых и адаптивных систем, исполь-

зующих объективно-функциональный принцип построения. В частности, перспективной для внедрения на текстильных предприятиях является информационная система «Собга» [3]. Достоинством данной системы является возможность её эксплуатации и адаптации к изменяющимся условиям производства силами и средствами персонала самого предприятия без привлечения специалистов по информационным технологиям. Это достигается за счёт принципиально новой концепции построения этой системы. Описание бизнес-процессов осуще-

ствляется с помощью так называемых информационных объектов, которые формируются в виде электронных документов и связываются в единый процесс с помощью объединения общих полей (реквизитов) в виде динамической сетевой структуры.

Такое построение системы и достаточно простой «язык общения» с ней, практически не отличающийся от обычного текстового редактора, снимает многие организационные и экономические барьеры на пути широкого применения СППР в организации текстильного производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин Ю.Б. Типовой проект автоматизации технологических процессов на базе технологии Industrial Ethernet / Ю. Б. Кузьмин // *Промышленные АСУ и контроллеры*. – 2005. – №1. – С. 14–17.
2. Демидов В. Решение задач оперативного управления производством на различных уровнях информационной структуры предприятия / В. Демидов // *СТА*. – 2006. – № 1. – С. 14–16.
3. Моделирование и управление бизнес-процессами : монография / В. Н. Шведенко, Г. Л. Виноградова, Н. В. Миронова, М. Н. Егоров ; под общ. ред. В. Н. Шведенко. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2005. – 102 с.

#### B.A. Staroverov, V.I. Malytzev PROSPECTS OF DYNAMIC NETWORK STRUCTURE APPLICATION IN TEXTILE INDUSTRY ORGANIZATION

УДК 658.5.012.1.001.57

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КАК ЭТАП РЕШЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

*Г.Л. Виноградова, Е.А. Демчинова*

Проведен анализ логистических закупочных процессов предприятий с многономенклатурным производством. Показано, что необходимым этапом решения логистических задач, повышающих качество их решения, для таких предприятий является моделирование процессов. Построена модель логистического процесса в нотации IDEF3.

В современной конкурентной среде одним из эффективных способов удержания конкурентных преимуществ является сокращение времени вывода продукции на рынок. Часто ни цена, ни качество не имеют столь принципиального значения, когда речь идет о том, чтобы быстрее остальных сделать изделие, а еще лучше – еще быстрее [1]. Особую актуальность решение такой проблемы приобретает для предприятий среднего бизнеса с многономенклатурным производством. Управление и производство современных предприятий осуществляется в высокоавтоматизированной среде, обеспечивающей значительное сокращения сроков жизненного цикла производства продукции. Однако существует проблема «узких мест», сдерживающих выпуск продукции и увеличивающих время производства продукции.

Для предприятий среднего бизнеса с многономенклатурным производством одним из таких «узких мест» являются логистические процессы на стадии подготовки производства, в ходе которых осуществляется закупка необходимого сырья и материалов. Эти задачи усложняются для произ-

водства мелкосерийного типа за счет высокой частоты заказов, малых сроков их реализации в силу небольшой длительности цикла производства.

Анализ логистических закупочных процессов проведен на примере предприятия многономенклатурного производства по пошиву профессиональной обуви, срок службы которой незначителен (в силу специфики ее использования). Предприятие работает по типу связей с внешней средой – изготовление продукции на заказ. Продукция должна быть изготовлена в точно определенные заказчиками сроки, что гарантирует предприятию работу с постоянными клиентами и, следовательно, стабильную и нарастающую эффективность. Для этого необходимо решение задач по обеспечению доставки материалов «точно в срок» на производство, с минимизацией времени пролеживания материала на складе и в производстве.

Для обеспечения сроков заказов менеджерам необходимо оперативно решать большое количество задач, таких как: обеспечение производства необходимыми материалами; согласование с заказчиками вопросов по замене материалов на

равноценные, обеспечивающие требуемое качество обуви, в случае отсутствия необходимых материалов у поставщиков; согласование объемов, цены и сроков поставки нужного сырья с поставщиками; оптимизация его транспортировки; установление наличия складских запасов и его оптимизация. Объем и сложность этих задач на начальном этапе их решения требуют ввода этапа моделирования логистических закупочных процессов, протекающих в системе управления таких предприятий.

Существует широкий ряд различных технологий и стандартов моделирования процессов. Одной из известных и популярных технологий моделирования является технология документирования процессов IDEF3, основанная на структурном методе анализа SADT (Structured Analysis and Design Technique). Использование стандарта IDEF3 дает возможность описывать сценарий и последовательность операций процессов, т.е. позволяет отражать ветвления процессов с условиями. Моделирование процесса в этой технологии позволяет:

- определять ситуации, в которых требуется принятие решения, влияющего на жизненный цикл процесса;
- содействовать принятию оптимальных решений при реорганизации процессов;

- разрабатывать имитационные модели процессов, по принципу «как будет, если...».

Кроме того, наличие в стандарте возможности введения ссылок для операций процесса расширяет возможности моделирования и улучшает качество отражаемой информации о процессе, что в целом повышает качество решения поставленных задач. К такой дополнительной информации могут относиться связи операции с «внешними сущностями» и «хранилищами». Выбор этой технологии для моделирования логистических процессов определяется и тем обстоятельством, что данная технология поддерживается доступным инструментальным средством моделирования BPWin.

Модель процесса обеспечения производства сырьем и материалами, реализованная в стандарте IDEF3, показана на рис. 1. Моделирование осуществлялось в итеративном режиме с участниками операций и менеджерами процесса на различных этапах построения модели.

Моделирование в стандарте IDEF3 обеспечивает построение стационарной модели процесса, однако темпы поступления заказов диктуют необходимость использования динамических моделей логистических процессов. Полученная модель позволяет построить динамические модели с использованием сетей Петри, что повысит качество решения поставленных задач.

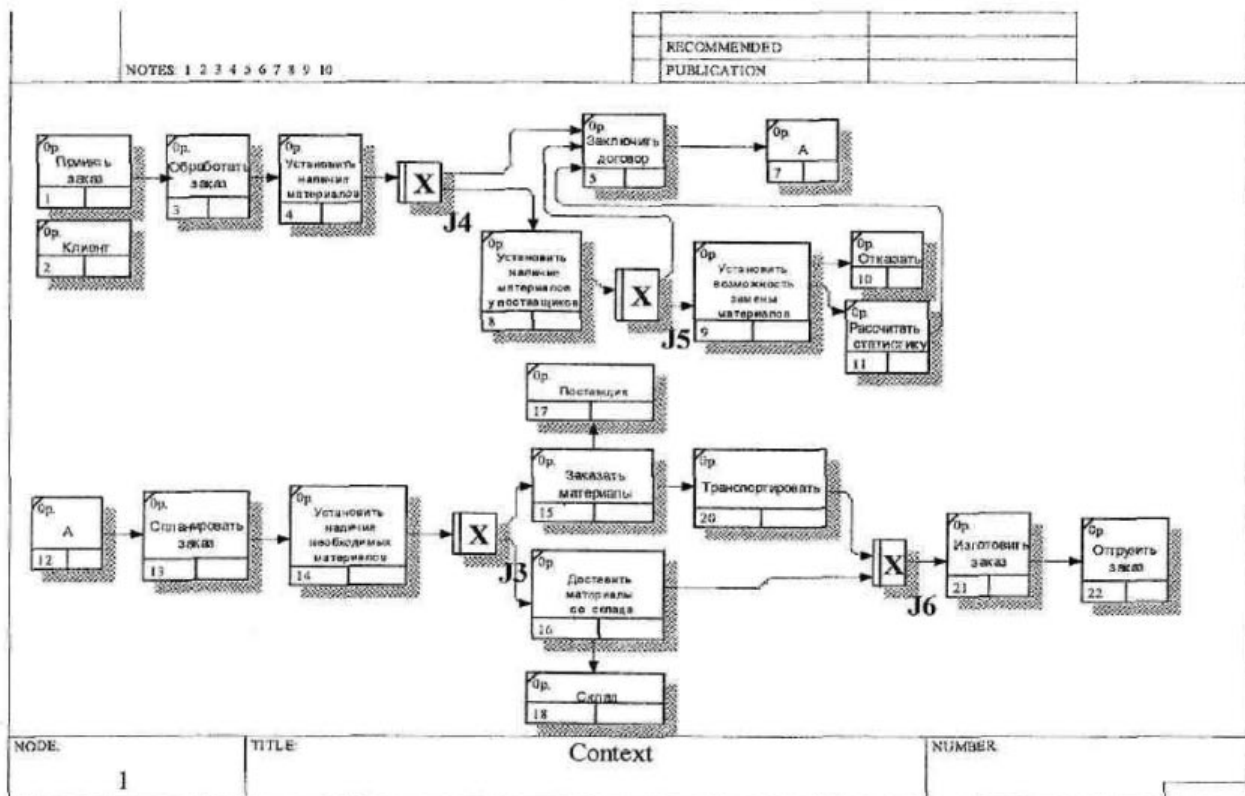


Рис. 1. IDEF3-модель логистического закупочного процесса

## ВЫВОДЫ

1. Раскрыта специфика задач в логистических закупочных процессах предприятий с многономенклатурным производством.

2. Обоснована необходимость моделирования логистических процессов как этапа решения

логистических задач, повышающего качество их решения.

3. Построена модель логистических закупочных процессов предприятия с многономенклатурным производством для последующего динамического моделирования в сетях Петри.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврищенко М. Управляя очередями, побеждаешь конкурентов / М. Гаврищенко // Умное производство. – 2008. – № 3. – С. 18–23.

G.L. Vinogradova, E.A. Demchinova

PROCESS MODELING AS LOGIC PROBLEM DECISION STAGE  
AT MULTI-NOMENCLATURE PRODUCTION ENTERPRISES

УДК 621.658.512.6

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ  
НА УРОВНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

О.Б. Андреева, В.А. Садов

Разработаны мероприятия по формированию элементов производственной системы на уровне производственных участков на основе анализа матрицы структуры производства. Приведены условия и рекомендации по совершенствованию структуры производственного участка, позволяющие на ранней стадии проектирования производства эффективно намечать пути для видоизменения производственной системы, ориентированной на изготовление продукта в соответствии с требованиями потребителя.

Цель формирования элементов системы производства на уровне производственного участка или рабочего места заключается в изолировании зависимости между параметрами процесса, связанными с продуктом, и производственным местом (участком). В этом случае изменение этих параметров не будет приводить к существенным изменениям участка, т.е. влияние изменений параметров процесса на формирование участка ограничено. На этом участке лишь намечается смена инструментов или изменения параметров процесса, связанных с продуктом. При этом затраты по изменениям производственного участка на этой линии минимизируются.

Для формирования элементов на участке в принципе требуется трехмерная (или объемная) матрица продукта, который необходимо изготовить [1]. В этой матрице должны отражаться взаимодействия между признаками продукта, его компонентами и структурой производства, которая должна обеспечить выпуск продукта в соответствии с его признаками, см. рис. 1. Под аргументом структуры производства в данном случае следует понимать собственно производство, включающее средства (оборудование, производственные площади, инструменты и приспособления и т.п.), технологические процессы, необходимые для формирования компонентов продукта, и зависимости, оказывающие влияние на продукт через установки, переходы, смены инструментов [2].



Рис. 1. Трехмерная матрица формирования продукта

Если учесть, что взаимодействия между производственными участками отражаются сменными воздействиями между признаками процесса, а также то, что признаки продукта (или требования потребителей) воспроизводятся через процессы, то можно ограничиться двумерной матрицей, пример вырезки из которой представлен на рис. 2. При заполнении столбцов такой матрицы необходимо принимать следующие условия: отсутствие переустановок определяется как нуль, достижение (проявление) признака процесса посредством выполнения соответствующего процесса по изготовлению компонента продукта определяется едини-



цей, в противном случае – нулем. Градация частоты изменений компонентов продукта, как и изменений его признаков, определяется на основе ABC-анализа (способа определения главного направления деятельности, важнейшей задачи, ос-

новного звена путём деления на три части: самое важное, средней важности, наименее важное), выполняемого при распределении программы выпуска продукции по объемам партии и типам изделий [3].



Рис. 2. Схема формирования элементов производственного участка.

Если функционирование производственного участка зависит от какого-либо признака процесса, выполняемого на другом участке, то можно утверждать, что такие участки взаимосвязаны друг от друга. Воздействия между участками отражаются этими взаимосвязями: между участками и между признаками процесса. При выработке формирующих мероприятий элементов системы они должны учитываться.

Существует три исходных положения к изменению влияния продукта на производственный участок:

1. Параметр процесса, связанный с продуктом.
2. Взаимодействие параметров процесса на участок.
3. Взаимодействие между производственными участками.

Модификация параметра процесса, связанного с продуктом, может происходить через изменение компонента продукта или изменение дисперсии его компонентов. Формирующие мероприятия в связи с компонентами продукта выводятся на базе матрицы структуры продукта. Изменение воздействия параметра процесса, связанного с продуктом, на производственный участок может достигаться при отказе от существующей технологии производства.

Имеется также возможность пересмотреть принадлежность производственного процесса участку. Это действие называется «сменой принадлежности к производственному участку». В дальнейшем участок может дробиться на два производственных участка, что называют «дифференци-

рованием». Суммирование двух участков в последующем обозначается как «интеграция». Таким образом, формирующими мероприятиями на уровне производственного участка являются:

1. Смена принадлежности производственного процесса.
2. Интеграция производственных участков.
3. Дифференцирование производственных участков.

Эти мероприятия можно представить схемой, приведенной на рис. 2. Для наглядности схемы ячейка с единицей при компоненте продукта будет закрашенной, а с нулем – незакрашенной («пустой»).

При выработке мероприятий по смене принадлежности компонента продукта производственному процессу и интеграции производственных участков анализируют столбцы по каждому варианту компонентов продукта.

Смена принадлежности производственному процессу достигается смещением процесса в пределах границ, которые заданы производственным участком. Производственный процесс 3.1 зависит от параметра процесса 1.1, связанного с продуктом. Все остальные участки, на которых осуществляются процессы, являются не зависимыми от этого параметра. Смещение процесса 3.1 в производственный участок У1 выгодно, т.к. выполняемые там процессы так же зависимы от параметра 1.1. После смещения участок У3 может не оснащаться уже инструментами и приспособлениями, необходимыми для параметра 1.1.

Интеграция производственных участков основывается на том, что несколько производственных участков объединяются в один. Соединение двух производственных участков возможно только при включении изменения продукта, т.к. производственная последовательность, заданная продуктом, не допускает такого исключения. Два производственных участка 1 и 2 являются зависимыми от параметров процесса, одинаково связанных через продукт. Соединение этих участков выгодно тем, что изменение параметра процесса 2.2 должно поддерживаться только одним участком. При этом соединении наблюдается эффект синергизма.

Возможность дифференциации участков выводится на основе анализа строк при компонентах продукта. Дифференцирование производственных участков основано на их разделении. Это мероприятие должно использоваться в том случае, если параметры процесса, связанные с продуктом, отличаются по их частоте изменений. Пример дифференцирования производственных участков приведен в рис. 2. Производственный участок У3 через процесс зависит от параметров процесса 1.1, 1.2 и 3.1, связанных с продуктом. Параметры процесса 1.1 и 1.2 изменяются со средней частотой, в то время как параметр 3.1 имеет высокую частоту изменений. На этой основе выгодно разделение производственного участка У3 на два участка У3а и У3б.

Таким образом, можно представить матрицу усовершенствованной структуры производства в виде таблицы 1.

Таблица 1.

Матрица структуры производства после выполнения мероприятий по совершенствованию производственных участков

Сокращения: КП – компонент продукта; Р – процесс, выполняемый вручную, А – процесс, выполняемый автоматически. Обозначения для частоты изменений признаков продукта: Н – низкая; С – средняя; В – высокая							КП 1			КП 2			КП 3			
							Число вариантов компонентов продукта									
Обозначение процесса: Число переустановок Количество программ Число смен инструментов в наладке Число инструментов							6			5			12			
							Частота изменений компонентов продукта									
Номер участка							Средняя			Средняя			Высокая			
							Параметры процесса									
Наименование процесса							1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3
							Число вариантов									
							2	5	4	4	3	3	3	1	3	1
							Частота изменений признаков продукта									
							С	В	С	С	Н	Н	С	В	С	Н
							У1	1.1	1	1	1	0	Р	1	0	0
3.1	1	0	50	1	Р	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3	1	0	1	0	Р	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
У2	1.2	1	1	1	0	Р	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2.1	1	0	1	4	Р	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2.2	1	0	1	0	Р	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.3	1	0	1	0	Р	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
У3	У3а	3.2	1	0	1	2	А	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	У3б	3.3	4	1	1	0	Р	0	0	0	0	0	0	0	1	0



Вместе с ходом выполнения производственного процесса на производственных участках могут формироваться сменные воздействия между самими участками. Матрица этих воздействий противопоставляется производственному участку. Особенные производственные участки, которые часто изменяются или переснащаются, должны иметь как можно меньшие сменные воздействия на другие участки.

#### ВЫВОДЫ

1. Формирование элементов производственного участка, входящего в состав производствен-

ной линии, может основываться на анализе матрицы структуры производства.

2. Поскольку взаимодействия между производственными участками отражаются сменными воздействиями между признаками процесса, для выработки рекомендаций можно воспользоваться двумерной матрицей структуры производства, где отражаются воздействия параметров процесса на участок.

3. Производственные участки могут формироваться через смену принадлежности производственному процессу, интеграцию и дифференциацию производственных участков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садов В.А. Методика организационного формирования производственных систем машиностроения / В. А. Садов. – Кострома : КГТУ, 2007. – 114 с.
2. Piller F.T. Modularisierung in der Automobilindustrie neue Formen und Prinzipien / F. T. Piller, D. Waringer // Berichte aus der Betriebswirtschaft. – Aachen : Shaker Verlag, 1999.
3. Boër C. Modular Assembly Stations : SPI-3 Project in Innovative Produktion Systems / C. Boër, R. Rinaldi ; sponsored by Italian Ministry of University and Scientific and Technological Research (MURST); CNR-ITIA – V.le Lombardia, 20/A I-20131 Milano (Italy); Project time scale: 1998–2001.

**O.B. Andreeva, V.A. Sadov**

**INDUSTRIAL SYSTEM ELEMENT FORMATION ON PRODUCTIVE BAY LEVEL**

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 002.56

### ОРГАНИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*В.Н. Шведенко, Н.А. Староверова, Е.Б. Плаксин*

Рассмотрены перспективы применения объектно-функциональной системы управления (ОФСУ) для автоматизации управления учебным процессом. В данной системе процесс управления объединяет два уровня: систему административного управления и сам учебный процесс. Такой подход позволяет бесконфликтно «внедрить» в традиционную иерархическую структуру административного управления гибкую (адаптивную) информационную систему поддержки принятия управленческих решений.

Учебный процесс и технология преподавания за многолетнюю историю прошли большой путь от неспешных диалогов между учителем и учениками до электронных учебников и дистанционного образования. Однако методы организации и управления учебным процессом в большинстве случаев остаются традиционными и не отвечают потребностям времени. Появление новых форм и технологий преподавания, интенсификация и увеличение разнообразия в организации учебного процесса, массовость и глобализация образования – все эти обстоятельства превращают учебный процесс в одну из разновидностей «индустрии», или бизнеса. В связи с этим в управлении образованием стали использоваться методы, применяемые в организации бизнеса. В частности, такое направление, как управление качеством образования во многом копирует технологии управления качеством производства продукции и услуг [1]. В условиях интеграции экономики нашей страны в мировую сетевую экономику (присоединение к ВТО) актуальным становится сертификация специалистов в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001:2000 и ISO 17024. Это, в свою очередь, требует применения адаптивной системы менеджмента качества образования (АСМКО), аналогичной системам менеджмента качества производства и бизнеса: определение рационального управленческого решения из множества допустимых альтернатив на основе определённых заранее критериев (оценок качества образования).

Наиболее известными технологиями построения системы управления бизнес-процессами являются такие, как SADT, группа стандартов серии IDEF, eEPC ARIS, G2 и т.п. Эти технологии реализованы в программных продуктах: BPWin, ARISToolset, ReThing, ECOGRAI, MS Visio, SmartTeam, Windchill и т.п. Каждая из рассматри-

ваемых систем имеет свои преимущества и недостатки. Например, отсутствие четких соглашений по моделированию управляющих воздействий в рамках eEPC ARIS может привести к созданию моделей, не отвечающих на поставленные вопросы, в то время как нотация IDEF0 системы BPWin позволяет решить эту задачу. С другой стороны, описание процедуры, выполняемой одним сотрудником, может быть сделано более точно при помощи eEPC ARIS, чем IDEF0, IDEF3 или BPWin.

Наряду с корректным описанием бизнес-процессов, для обеспечения функций управления следует особое внимание уделять информационному обеспечению объектов управления. Проектирование информационного обеспечения основывается на понимании задач, рассматриваемых в центрах принятия решений. Информационное обеспечение должно обладать развитой многоуровневой структурой и осуществлять связи как между различными бизнес-процессами внутри системы, так и с внешней средой. Это требует создания специальных методов согласования информационного обеспечения различных уровней, разработки системы связей между ними и специальных классификаторов.

Наиболее комплексно и эффективно решить эти проблемы позволяет применение объектно-функциональной системы управления (ОФСУ) [2]. В данной системе процесс управления объединяет два уровня: систему административного управления и сам производственный процесс или, в рассматриваемом случае учебный процесс. Такой подход позволяет бесконфликтно «внедрить» в традиционную иерархическую структуру административного управления гибкую (адаптивную) информационную систему поддержки принятия управленческих решений. Это достигается за счёт построения динамической структуры управления в рамках ОФСУ.

Для определения структуры и функций адаптивной информационной системы управления учебным процессом в соответствии с технологией ОФСУ необходимо осуществить вертикальную декомпозицию системы «сверху вниз» для определения центров компетенции в соответствии с уровнями иерархии административного управления и горизонтальную декомпозицию по этапам мониторинга в соответствии с учебным планом (декомпозиция по бизнес-процессам). В результате первого этапа определяется структура автоматизированной системы, в результате второго – функции системы мониторинга.

Для вуза характерны следующие уровни компетенции: ректор, проректоры, деканы, заведующие кафедрами, преподаватели, студенты. В соответствии с этим на рис. 1 представлена структура системы управления учебным процессом.

Учебный процесс, как разновидность любого технологического процесса, представляется в

виде взаимосвязанных последовательных и параллельных подпроцессов. Эта структура определяется логикой протекания и взаимодействия подпроцессов в рамках всего процесса. В свою очередь подпроцессы делятся на этапы в соответствии с календарным планом или интервалами времени, отводимыми на выполнение каждого этапа. Результат выполнения каждого этапа описывается (отражается) в виде информационного объекта (или просто объекта), который по существу представляет документ электронный или (и) бумажный. Таким образом, процесс можно описать как систему, элементы которой представляют собой объекты, а связи – функции, которые отражают последовательность происходящих на практике производственных действий в виде переходов от одного объекта или его форм к другому объекту или другим формам. В простейшем случае процесс может быть представлен последовательной цепью объектов или их форм, как показано на рис. 2.

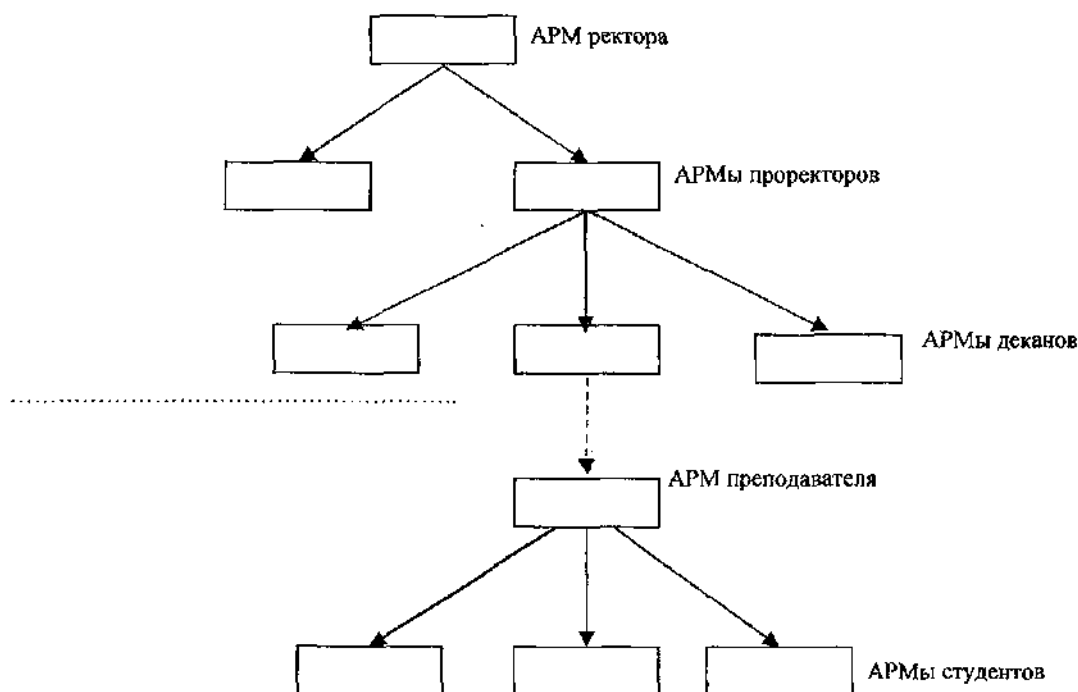


Рис. 1. Структура центров компетенции

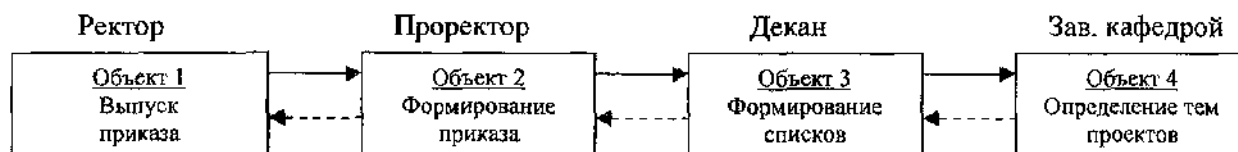


Рис. 2. Представление процесса «Темы дипломных проектов» в виде последовательности этапов (объектов)

Особенностью рассматриваемой объектно-функциональной технологии является то, что формы объектов представляют управляющие воздействия в виде распоряжений, указаний, приказов и т.д. и результаты выполнений в виде отчетов, справок, ведомостей, сообщений и т.п. При этом каждый объект и (или) его форма создаются для конкретного уровня иерархии управления – центров компетенции. Поэтому в рассматриваемой технологии каждый объект и его формы (документы в электронном виде) закрепляются за конкретными центрами компетенции или должностными лицами, а также перемещаются по ходу выполнения процесса из одного центра в другой. Проектирование и формирование бизнес-процессов осуществляется «сверху вниз», как показано на рис. 2 сплошными стрелками. Этим самым соблюдается основной принцип жизнеспособных АСУ – «принцип первого лица». Например, при проектировании и формировании процесса «Темы дипломного проектирования» в соответствии со схемой на рис.2 Объект 1 может быть приказом ректора, утверждающим темы дипломного проектирования, Объект 2 – проектом этого приказа. Соответственно стрелка обозначает: подготовить проректору

проект приказа. Объект 3 на уровне деканатов должен содержать список студентов, темы и руководителей дипломных проектов в рамках факультета. Стрелка от проектора к декану обозначает «сформировать список». На уровне заведующего кафедрой должны быть определены темы дипломных проектов, выполняемых на данной кафедре (Объект 4). Это отражается в формах, которые «спускаются сверху вниз». Очевидно, что процесс выполнения указаний или процесс заполнения форм идет «снизу вверх», как показано на рис.2 штриховыми стрелками.

Для осуществления обратной связи задающие воздействия (руководящие указания) сравниваются с результатами выполнения (рис.3). Если величина рассогласования  $\Delta$  меньше допустимой величины  $\Delta_{\partial}$ , то направление бизнес-процессов не меняется. Если  $\Delta \geq \Delta_{\partial}$ , то процесс изменяется в зависимости от причин отклонения. Документ в случае неточного или некачественного исполнения возвращается, как показано на рис.3, на доработку, или принятие решения в случае непредвиденной ситуации переводится на более высокий уровень (показано штриховой линией).

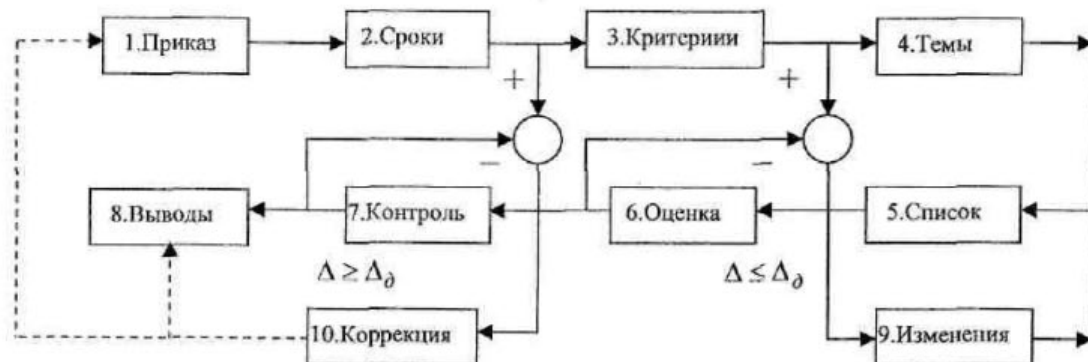


Рис. 3. Адаптация бизнес-процессов с использованием обратных связей

Для рассматриваемого примера величина отклонения может определяться по двум показателям: несоблюдение сроков выполнения или несоответствие качества выполненного задания. Если отклонение находится в оперативно исправимых пределах, то достаточно административных мероприятий на уровне исполнителей. Если отклонение такое, что грозит срывом процесса, то необходимо применять меры на более высоких уровнях компетенции организации системы управления. Очевидно, что «прописать» заранее всевозможные варианты развития процесса практически невозможно. Поэтому система автоматического управления должна настраиваться и адаптироваться к изменению ситуации в темпе с протеканием бизнес-процессов. Существ-

ующие системы управления бизнес-процессом требуют привлечение в таких ситуациях специалистов по информационным технологиям, что приводит к потере времени, дополнительным материальным и организационным издержкам.

Свободна от этих недостатков информационная система поддержки принятия управленческих решений (СППР), построенная на основе программного комплекса «Собга» фирмы «ГЕГУЛ», в которой реализуется концепция объектно-функционального подхода к формированию сетевых структур управления. Элементами этой системы являются информационные объекты, на основе которых создаются формы электронных документов, которые определяются задачами каждо-

го этапа бизнес-процессов. Результаты выполнения бизнес-процессов «снизу вверх» представляются заполненными экземплярами этих форм. Особенностью СППР «Собга» является то, что создание информационных объектов, форм и экземпляров не требует привлечения IT-специалистов и знания каких-либо языков программирования. Формирование информационных объектов, форм, а также заполнение форм производится по технологии, максимально приближенной к технологии заполнения обычных форм документов в тестовом редакторе. Это позволяет сопровождать и эксплуатировать автоматизированную систему самим организаторам и исполнителям бизнес-процессов.

В настоящее время силами сотрудников ЦНИТ КГТУ производится разработка и адаптация технологии применения СППР «Собга» на примере организации и мониторинга процесса выполнения дипломного проектирования. Анализ показал, что процесс «Дипломное проектирование» укрупненно представляется следующей последовательностью процессов:

1 – формирование состава ГАК, 2 – определение тем дипломных работ, 3 – организация и проведение преддипломной практики, 4 – организация и мониторинг выполнения дипломных проектов, 5 – проведение защит дипломных проектов. При детальном описании деятельности этих подпроцессов они декомпозируются на более мелкие этапы. Например, подпроцесс «Формирование состава ГАК» распадается на два – «Утверждение председателя ГАК» и «Утверждение состава ГАК». Подпроцесс «Формирование тем дипломных проектов» требуется дополнить подпроцессом «Корректировка тем дипломных проектов» и т.д.

Применение СППР «Собга» позволяет по мере выявления новых обстоятельств, условий и задач оперативно адаптировать структуру системы объектно-функционального управления процессом. Благодаря этому при сдаче системы в работу можно не заботиться о том, было ли что-то упущено или забыто, т.к. в процессе эксплуатации система может корректироваться сотрудниками соответствующих центров компетенции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нуждин В.Н. Стратегическое управление качеством образования : учебное пособие / В. Н. Нуждин, Г. Г. Кадамцева ; Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2003. – 88 с.
2. Моделирование и управление бизнес-процессами: монография / В. Н. Шведенко, Г. Л. Виноградова, Н. В. Миронова, М. Н. Егоров ; под общ. ред. В. Н. Шведенко. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2005. – 102 с.

V.N. Shvedenko, N.A. Staroverova, E.B. Plaksin  
ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS ADAPTIVE MANAGEMENT  
ON BASE OF DECISION MAKING SUPPORT OBJECT-FUNCTIONAL SYSTEM

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

УДК 674.812-419

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОЙ ФАНЕРЫ**

*С.А. Угрюмов*

Рассмотрена методика оценки, определены интегральный показатель и возможные направления повышения конкурентоспособности фанерной продукции.

Производство композиционных материалов, таких как фанера, древесно-стружечные плиты, является одним из наиболее перспективных и привлекательных направлений российского бизнеса. На продукцию данной отрасли наблюдается устойчивый спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынке. При относительно быстрой оборачиваемости средств предприятия имеют возможность получать высокую прибыль от реализации продукции.

Повышение качества и конкурентоспособности композиционных материалов относится к числу наиболее важных задач в деревообработке. Ее решение позволяет определять и использовать дополнительные резервы роста производительности, экономии расходов сырья, материалов и других средств, в целом ускорять темпы технического совершенствования производства.

Конечный результат любой предпринимательской деятельности — прибыль от реализации продукции. Для достижения максимальной прибыли от производственной деятельности любому предприятию необходимо реально представлять, как и за счет чего может быть достигнут положительный результат. При этом набор проблем, которые необходимо решить, выстраивая деятельность по организации производства композиционных материалов, вполне традиционен для деревообработки:

- правильный выбор направления производственной деятельности и ассортимента выпускаемой продукции;
- создание гибкой и оптимальной системы управления;
- выбор места расположения и структурирование предприятия;
- выбор баз с приемлемой инфраструктурой или возможностей для ее развития в кратчайшие сроки;
- обеспечение производства сырьевыми ресурсами, выбор сырьевой базы;
- обеспечение кадрами, в том числе специалистами низшего, среднего и высшего звена;

- маркетинг, организация сбыта как на внутреннем рынке, так и на экспорт;
- минимизация рисков и расходов;
- техническое оснащение производства, налаживание функционирования всех видов обеспечения;
- логистика, организация транспортировки сырья и готовой продукции, выбор оптимальных транспортных схем, решение таможенных проблем;
- утилизация отходов и охрана окружающей среды;
- охрана производства и предупреждение хищений, обеспечение всех видов безопасности;
- юридическое сопровождение производственной деятельности.

В работе [1] указано, что производство нового вида клееного материала — композиционной фанеры — целесообразно организовывать в условиях действующих фанерных предприятий, при этом часть указанных выше проблем исключается.

Организация производства композиционной фанеры позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции при снижении некоторых технологических и экономических затрат. С целью определения целесообразности организации выпуска нового продукта — композиционной фанеры — необходимо оценить ее конкурентоспособность по отношению к аналогу — фанере общего назначения, а также возможности сбыта.

Успех предприятия в значительной степени определяется спросом на выпускаемую продукцию. Если продукция пользуется спросом, считается, что она конкурентоспособна. При этом можно выделить три основных подхода к определению конкуренции.

1. Конкуренция как состязательность на рынке.
2. Конкуренция как элемент рыночного механизма, который позволяет уравновесить спрос и предложение.
3. Конкуренция как критерий соответствующего типа отраслевого рынка. Этот подход основывается на современной морфологии рынка.



Конкурентоспособность, как свойство товара, проявляется в рыночной конъюнктуре через способность удовлетворять определенные потребности покупателей в установленных условиях потребления и характеризуется множеством факторов, которые можно классифицировать в виде следующих групп.

1. Потребительские свойства данного товара.
2. Потребительские свойства товаров-конкурентов.
3. Маркетинговая поддержка данного товара.
4. Маркетинговая поддержка товаров-конкурентов.
5. Характеристика целевых рынков, на которых ведется конкурентная борьба.
6. Характеристика потребителей, за которых ведется конкурентная борьба.
7. Социально-экономическое положение производителей и потребителей.
8. Уровень экологических требований.

Таким образом, набор факторов, определяющих конкурентоспособность каждого конкретного товара, оказывается столь значительным и своеобразным, что становится проблематичной разработка какой-либо единой системы управления конкурентоспособностью аналогичной продукции. Однако формирование единого подхода к обеспечению конкурентоспособности на уровне одного предприятия или на уровне отрасли является возможным и целесообразным.

В работе [2] предложена методика оценки конкурентоспособности пиломатериалов, которая принята за основу для разработки критериев конкурентоспособности композиционной фанеры.

Новый продукт должен удовлетворять нормативно-техническим требованиям, предъявляемым к продукту-аналогу. Методический учет нормативных параметров при оценке конкурентоспособности может быть обеспечен путем введения специального показателя, который может принимать два значения: 0 или 1. Если продукт соответствует обязательным нормам и стандартам, то этот показатель равен 1, в противном случае принимает значение 0. Групповой показатель по всей массе нормативных параметров представляет собой произведение единичных показателей по каждому из них:

$$I_{\text{норм}} = \prod_{i=1}^n q_{\text{норм},i} \quad (1)$$

где  $I_{\text{норм}}$  – групповой показатель по нормативным параметрам;

$q_{\text{норм},i}$  – единичный показатель по  $i$ -му нормативному параметру;

$n$  – число нормативных параметров, подлежащих оценке.

Если хотя бы один из единичных параметров принимает значение 0, то групповой показате-

ль также становится равен 0, что говорит о неконкурентоспособности товара с точки зрения удовлетворения требуемым нормативным показателям. Групповые показатели по нормативным параметрам для различных видов конкурентоспособной продукции могут иметь одинаковые значения ( $I_{\text{норм}} = 1$ ) и между собой не различаться, поэтому выделить какой-либо отдельный товар возможно только за счет соответствующей рекламы.

Композиционная фанера – новый вид клееной продукции, на которую в настоящее время не разработано стандарта и нет нормативных требований. Исследование свойств композиционной фанеры, изготовленной в лабораторных условиях, позволяет утверждать, что по основным нормируемым показателям качества (плотность, прочность, водостойкость, токсичность) она приближается к аналогу – фанере общего назначения. Поэтому все единичные показатели нормируемых параметров можно принять равными 1, следовательно, групповой показатель по нормативным параметрам  $I_{\text{норм}} = 1$ .

Следующий показатель должен оценивать технические свойства продукта. Любая клееная продукция должна обладать комплексом технических параметров, определяющих ее эксплуатационную пригодность и сферы использования. Применительно к фанерной продукции, кроме нормативных показателей, сюда относятся факторы, определяющие ее дальнейшую пригодность (сортность шпона в наружных слоях, внешний вид, шероховатость и качество поверхности, формат, толщина материала, отклонения от линейных параметров и др.).

По величине технического параметра потребитель может оценить, насколько свойство нового продукта удовлетворяют его потребностям. Это можно выразить в количественной форме как процентное отношение величины отдельного технического параметра к величине того же параметра, при которой потребность удовлетворяется полностью. При этом единичные технические показатели могут быть определены по формуле

$$q_i = \frac{P_i}{P_{100}} \quad (2)$$

где  $q_i$  – единичный показатель по  $i$ -му техническому параметру;

$P_i$  – величина  $i$ -го параметра для анализируемой продукции;

$P_{100}$  – величина  $i$ -го параметра, при которой потребность удовлетворяется полностью.

Для прогнозирования соответствия технических параметров новой продукции предъявляемым эксплуатационным требованиям необходимо

определить групповой технический параметр на базе единичных с учетом значимости каждого единичного показателя:

$$I_{\text{техн}} = \sum_{i=1}^n q_i a_i, \quad (3)$$

где  $I_{\text{техн}}$  – групповой параметрический показатель по  $n$  техническим параметрам;  
 $a_i$  – значимость  $i$ -го параметра в общем наборе из  $n$  технических параметров.

Групповой показатель  $I_{\text{техн}}$  характеризует степень соответствия данного товара потребностям по всему набору технических параметров. Чем выше его значение, тем полнее удовлетворяются запросы потребителя.

Желаемые технические параметры и их значимость для фанерной продукции спрогнозировать довольно сложно, поскольку они зависят, прежде всего, от области применения. Например, в строительстве в конструктивных элементах важна прочность, в производстве мебели – декоративные свойства и токсичность, в изделиях, контактирующих с влагой и водой, – водостойкость. Поэтому групповой технический параметр предлагается оценивать по соответствию единичных показателей для новой продукции и аналога:

$$I_{\text{техн}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{техн. } i}}{n}, \quad (4)$$

где  $K_{\text{техн. } i}$  – единичный технический показатель.

В случае максимизации технического параметра (например, прочностных показателей) единичные технические показатели определяются по формуле

$$K_{\text{техн. } i} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (5)$$

где  $q_{i0}$  – единичный показатель по  $i$ -му техническому параметру для продукции-аналога.

В случае минимизации технического параметра (например, разбухания, водопоглощения) единичные технические показатели определяются по формуле

$$K_{\text{техн. } i} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i0}}{n}, \quad (6)$$

Пользуясь некоторыми сравнительными техническими параметрами композиционной фанеры и фанеры общего назначения, определенными экспериментально, оценим групповой технический показатель для композиционной фанеры. В расчетах использованы технические единичные параметры, представленные в табл.1, при этом считаем, что другие технические параметры примерно одинаковы.

$$I_{\text{техн}} = \frac{\frac{56}{62} + \frac{12,1}{14,6} + \frac{35}{49} + \frac{721}{740}}{4} = 0,86.$$

Таблица 1

Единичные технические параметры фанерной продукции

Анализируемая продукция	Наименование параметра			
	предел прочности при изгибе, МПа	разбухание по толщине, %	водопоглощение, %	плотность, кг/м <sup>3</sup>
Композиционная фанера (внутренний слой – костра льна)	56	14,6	49,0	721
Фанера общего назначения	62	12,1	35,0	740

В расчетах данного показателя величины разбухания и водопоглощения для аналога (фанеры общего назначения) записаны в числитель, поскольку они меньше (т.е. лучше), чем у композиционной фанеры.

Важное значение для потребителей имеет экологическая безопасность клееных материалов. Для композиционной фанеры она будет оцениваться по содержанию свободного формальдегида в мг на 100 г продукции. Экологический показатель определяется по формуле

$$I_{\text{экол}} = \frac{E_{i0}}{E_i}, \quad (7)$$

где  $I_{\text{экол}}$  – показатель по экологическим параметрам;

$E_{i0}$  – содержание свободного формальдегида в продукции-аналоге;

$E_i$  – содержание свободного формальдегида в анализируемой продукции.

Анализ проведенных экспериментальных исследований показал, что норма расхода связующего при производстве композиционной фанеры соответствует аналогичному показателю для производства аналога – фанеры общего назначения, следовательно, экологический показатель равен 1.

Важное значение для потребителей имеет стоимость приобретаемой продукции. В случае

конкуренции на рынке двух или нескольких продуктов необходимо определить комплексный экономический параметр

$$I_{\text{экон}} = \frac{C_0}{C}, \quad (8)$$

где  $I_{\text{экон}}$  – показатель по экономическим параметрам;

$C_0$  – отпускная цена продукции-аналога;

$C$  – отпускная цена новой продукции.

При полном совпадении технических характеристик нескольких видов продукции наиболее конкурентоспособной будет та, у которой отпускная цена будет минимальной.

Для расчета экономического показателя композиционной фанеры приняты расчетные значения отпускной цены за 1 м<sup>3</sup> фанерной продукции [3].

$$I_{\text{экон}} = \frac{7894}{7679} = 1,03.$$

На основе четырех рассмотренных показателей можно определить интегральный показатель конкурентоспособности анализируемой продукции

$$K_{\text{интегр}} = \frac{I_{\text{норм}} + I_{\text{техн}} + I_{\text{экол}} + I_{\text{экон}}}{4}, \quad (9)$$

где  $K_{\text{интегр}}$  – интегральный показатель конкурентоспособности продукции.

Если значение показателя  $K_{\text{интегр}} \geq 1$ , то рассматриваемая продукция конкурентоспособна по отношению к товару-аналогу.

Применительно к композиционной фанере:

$$K_{\text{интегр}} = \frac{1 + 0,86 + 1 + 1,03}{4} = 0,97.$$

#### ВЫВОДЫ

Интегральный коэффициент конкурентоспособности композиционной фанеры несколько меньше единицы. Поэтому для повышения конкурентоспособности необходимо отыскивать пути улучшения ее технических характеристик или снижения отпускной цены. При повышении прочностных характеристик и водостойкости или при снижении определенных производственных затрат и уменьшении себестоимости производства композиционной фанеры интегральный коэффициент станет больше единицы, при этом на данный вид продукции можно ожидать устойчивый спрос со стороны потребителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Угрюмов С.А. Организация технологического процесса производства композиционной фанеры / С. А. Угрюмов, А. А. Смирнов // Лесной вестник. – 2006. – №3. – С. 123–126.
2. Кирей В.В. Совершенствование системы управления конкурентоспособностью лесопильного производства : дис. ... канд. техн. наук / В. В. Кирей. – М. : МГУЛ, 2006. – 152 с.
3. Боровков Е.А. Расчет экономической эффективности модернизации фанерного производства на выпуск композиционной фанеры / Е. А. Боровков, С. А. Угрюмов // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. – Вып. 20. – Брянск : БИТА, 2007. – С.83–85.

S.A. Ugryumov

#### COMPETITIVE ABILITY DEFINITION OF COMPOSITION VENEER

УДК 630.3:531.6

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

С.И. Кожурин, Г.К. Букалов, Н.С. Кузнецова, И.М. Шапкина

В статье описан способ и принципиальные схемы использования энергии падающего дерева, реализация которых позволит снизить энергопотребление на лесозаготовках, а также открывает новые возможности уменьшения антропогенных воздействий на окружающую среду.

В процессе заготовки леса (отделения дерева от его корневой части, обрубки сучьев, раскряжевки и т.д.) широко используется энергия двигателей внутреннего сгорания. При работе двигателей подобного типа используются дорогостоящие нефтепродукты, в результате сжигания которых в атмосферу выбрасываются токсичные продукты.

Вместе с тем известно, что растущее дерево обладает механической потенциальной энергией. Разница энергии дерева после падения  $E_{\text{кон}}$ , Дж и энергии дерева до падения  $E_{\text{нач}}$ , Дж соответствует величине работы, совершаемой деревом при падении,

$$A = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}}. \quad (1)$$

Ниже приводятся расчеты по одной из доминирующих пород южнотаежных лесов – сосне первого разряда высот. Используя значения линейных и объемных размеров деревьев в зависимости от толщины, известные методы расчета механической энергии с учетом (1), можно рассчитать величину работы, совершаемой деревьями в процессе валки леса. В целях практического использования её необходимо сравнить с величиной работы, затрачиваемой в процессе лесозаготовок для первичной обработки ствола дерева – спливания, удаления сучьев, раскряжевки. Рассмотрим первую операцию процесса валки леса – отделение ствола от корневой системы посредством спливания.

Работу, необходимую на спливание дерева, можно вычислить, используя расчеты мощности, необходимой для пиления, которая определяется по формуле [1, 2]

$$N_p = \frac{1}{\eta} kbHU(1 + l_0\mu_{nc}), \quad (2)$$

где  $N_p$  – мощность резания, Вт;

$k$  – удельная работа резания, Дж/м<sup>3</sup>, численно равная удельному сопротивлению резания;

$b$  – ширина пропила, м;

$H$  – средняя высота пропила, м;

$U$  – скорость подачи, м/с;

$l_0$  – коэффициент, зависящий от усилия отжима;

$\mu_{nc}$  – коэффициент трения пильной цепи о шишу,  $\mu_{nc} = 0,2$ ;

$\eta$  – КПД двигателя пилы,  $\eta = 0,85$ .

Удельная работа резания определяется по формуле

$$k = k_0 a_n a_w a_p a_v a_t, \quad (3)$$

где  $k_0$  – основное значение удельной работы резания при пилении воздушно-сухой древесины острой пильной цепью, Дж/м<sup>3</sup>;

$a_n$  – коэффициент, учитывающий породу древесины (для сосны  $a_n = 1$ );

$a_w$  – коэффициент, учитывающий влияние влажности древесины при пилении, имеет следующие значения:

Влажность абс., %	8–10	15–20	35–50	100–150	150 и более
$a_w$	0,9	1,0	1,05	1,1	0,85

$a_p$  – коэффициент, учитывающий затупление пильной цепи;

$$a_p = 1 + 0,25 T_0, \quad (4)$$

где  $T_0$  – время работы цепи после заточки, обычно в пределах 4 ч;

$a_v$  – коэффициент, учитывающий скорость резания; при скоростях резания  $V \leq 60$  м/с  $a_v = 1$ ;

$a_t$  – коэффициент, учитывающий температуру воздуха, в летнее время  $a_t = 1$ ; в зимний период величина  $a_t$  определится по формуле

$$a_t = 1 + 0,1 \sqrt[3]{T}, \quad (5)$$

где  $T$  – абсолютное значение отрицательной температуры, °С.

Величина  $k_0$  зависит от ширины пропила и подачи на зуб и определяется по формуле

$$k_0 = \frac{2,65 \cdot 10^5}{(U_z b)^{0,33}}, \quad (6)$$

где  $U_z$  – подача на зуб, м;

$b$  – ширина пропила, м.

Коэффициент  $l_0$  определяется по формуле

$$l_0 = 0,2 a_p^2. \quad (7)$$

Произведение ширины пропила на среднюю высоту пропила и среднюю скорость подачи есть объем стружки, снимаемой за 1 с,

$$q = b H U. \quad (8)$$

Если в формулу (2) подставить объем стружки, получаемой за один рез, то получим не что иное, как работу, необходимую на спливание,

$$A = \frac{1}{\eta} kq(1 + l_0\mu_{nc}), \quad (9)$$

где  $q$  – объем стружки, образовавшейся за один пропил, м<sup>3</sup>. Его можно определить по формуле

$$q = S b, \quad (10)$$

где  $S$  – площадь сечения дерева в месте пропила, м<sup>2</sup>;

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2, \quad (11)$$

где  $d$  – диаметр в месте пропила (в комле), м.

Формулы (2)–(11) справедливы для всех видов резания со снятием стружки, изменяется лишь удельная работа резания  $k$ , определяемая опытным путем с учетом всех сопротивлений.

Ниже приводятся расчеты удельной работы резания в соответствии с выражением (4), при следующих типичных условиях ведения лесозаготовок:

- валка леса производится цепными бензиномоторными пилами, обеспечивающими ширину пропила 8 мм; при подаче на зуб 0,3 мм удельная работа резания  $k_0$  составляет 20,6 МДж/м<sup>3</sup>;
- заготовка древесины ведется в сосновых насаждениях,  $a_n = 1$ ;

- абсолютная влажность древесины составляет 35–50%,  $a_v = 1,05$ ;
- время работы после заточки цепи составляет 2 ч, значение  $a_p = 1,5$ ;
- спиливание производится наиболее широко распространенными отечественными пилами МП-5 «Урал-2», имеющими скорость резания 11,0 м/с; т.е. при скоростях резания  $V \leq 60$  м/с величина  $a_v = 1$ ;
- температура воздуха в зимнее, наиболее приемлемое для лесозаготовок время принимается минимальная,  $-15$  °С, тогда в соответствии с (5) величина  $a_t = 1,25$ .

Имея значения удельной работы резания и определив из выражений (10), (11) объем стружки, образующейся за один пропилов при валке одного дерева, рассчитывается работа, необходимая для спиливания деревьев.

Результаты сравнения величин механической энергии, необходимой для спиливания дерева, и потенциальной энергии, которой обладает растущее дерево, представлены на рис. 1.

Из рисунка видно, что потенциальная энергия растущих деревьев в 2–3 раза превышает энергию, затрачиваемую на отделение дерева от корневой системы.

Расчеты показывают, что запас потенциальной энергии растущего дерева может быть реально использован в промышленных целях. Для достижения этого потенциальная энергия растущего дерева должна преобразоваться в энергию, приводящую в действие рабочие органы лесозаготовительной техники – пильный механизм, сучкорезное устройство, манипулятор и т.д.

Принципиальная схема осуществления данного способа может быть, к примеру, представлена следующими гидравлическими системами (рис. 2).

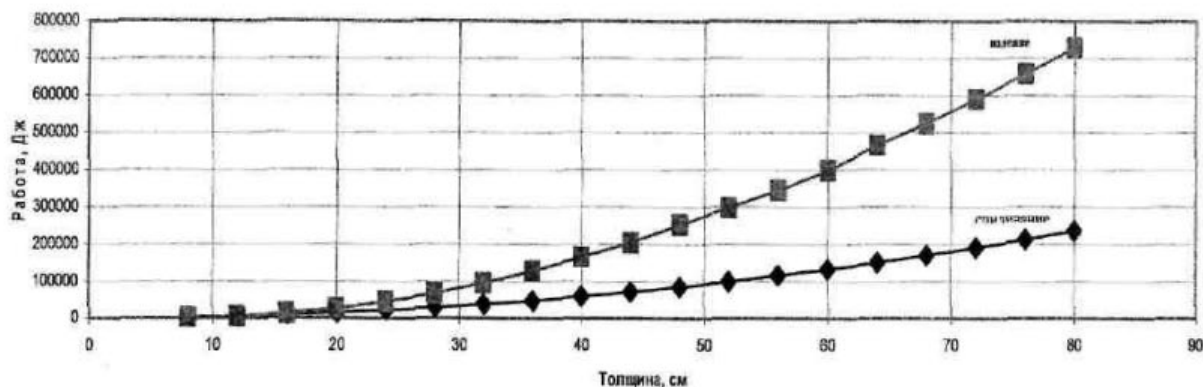


Рис. 1. Зависимость работы, затрачиваемой на спиливание и совершаемой при падении дерева, от его толщины

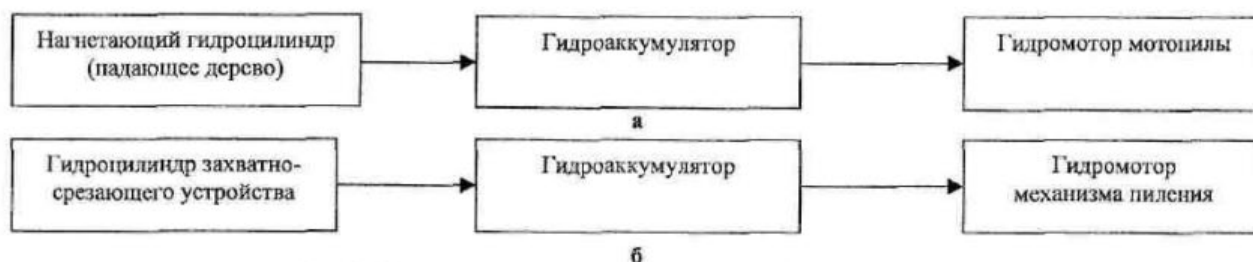


Рис. 2. Схемы использования потенциальной энергии дерева:  
а – валка деревьев мотопилой; б – валка валочно-пакетирующей машиной

В процессе валки леса мотопилой (рис. 2а) падающее дерево под силой тяжести воздействует на шток нагнетающего рабочую жидкость гидроцилиндра или непосредственно на шток гидроаккумулятора (в зависимости от его конструкции). Рабочая жидкость передает давление, в результате чего в гидроаккумуляторе происходит накопление энергии. При валке следующего дерева энергия из гидроаккумулятора посредством гидравлической

системы подается на гидромотор ручной цепной мотопилы, с помощью которой осуществляется спиливание дерева.

При валке леса с помощью валочно-пакетирующей машины манипуляторного типа (рис. 2б) энергия аналогичным способом аккумулируется при опускании спиленного дерева и укладке его на почву. При этом возможно использование гидроаккумуляторов, агрегированных в гидросистему ма-

шины. И в том и в другом случае используются серийно выпускаемые элементы гидропривода.

В процессе эксплуатации системы неизбежны потери энергии. Коэффициенты полезного действия имеют следующие средние значения: гидроцилиндры – 0,97, гидроаккумуляторы – 0,85, гидромоторы – 0,87 [3]. В целом, с учетом незначительного сопротивления движению жидкости в гидроприводах, суммарные потери энергии не превысят 30%. Учитывая, что количество потенциальной энергии растущих деревьев в 2–3 раза превышает энергию, затрачиваемую на их спиливание (см. рис. 1), её вполне достаточно для осуществления валки леса.

Продолжая рассматривать применение описанного способа на примере валки, представляется возможным рассчитать объемы экономии топлива на лесосечных работах. В среднем в Костромской области за год заготавливается около 3600 тыс. м<sup>3</sup> древесины. На валке леса преимущественно при-

меняются бензиномоторные пилы МП-5 «Урал-2», расход бензина для которых составляет 8,6 кг в смену. В течение года расход бензина на валке составляет 439 200 л, что при стоимости одного литра в пределах 20 руб. соответствует экономическому эффекту в сумме 8784 тыс. руб. в год.

Наряду с экономией топлива, реализация разработанного способа открывает новые возможности по снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду, связанной с сокращением вредных выбросов в атмосферу, образующихся при сжигании нефтепродуктов. Радикально улучшаются условия труда рабочих, занятых на лесозаготовках, в связи с заменой двигателей внутреннего сгорания мотоинструментов на гидравлические (механические) устройства. В результате этого полностью устраняется загазованность рабочих мест, сокращается вредное воздействие на работающих вибрации и шума, генерируемых бензиномоторными механизмами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Залегаллер Б.Г. Механизация и автоматизация работ на лесных складах / Б. Г. Залегаллер, П. В. Ласточкин. – М. : Лесн. пром-сть, 1973. – 408 с.
2. Верхов И. Ф. Машины и механизмы лесозаготовок / И. Ф. Верхов, Г. Ф. Шестаковский, Ю. И. Пучков. – М. : Лесн. пром-сть, 1975. – 320 с.
3. Лебедев Н. И. Объемный гидропривод машин лесной промышленности / Н. И. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-ть, 1986. – 296 с.

#### S.I. Kozhurin, G.K. Bukalov, N.S. Kuznetsova, I.M. Shapkina PROSPECTS OF USING OF ENERGY ALTERNATIVE SOURCES DURING LOGGING

УДК 674.03.677.7

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ У ГИБРИДНЫХ ФОРМ ЕЛИ

*И.А. Корнев\**

Проведены опыты по определению плотности и предела прочности при сжатии вдоль волокон у древесины гибридных форм ели 2В, 3С и 4Д. Даны практические рекомендации по использованию гибридов при воспроизводстве лесов целевого назначения.

Костромская область находится в зоне интродуктивной гибридизации ели европейской *Picea abies* (L.) Karst и ели сибирской *Picea obovata* Ledeb [1]. Поэтому еловые леса области в основном представлены различными гибридами двух видов ели, отличающимися друг от друга показателями продуктивности. Сравнительное изучение свойств гибридов ели, безусловно, имеет практический интерес для ведения лесного хозяйства. Фенотипическая структура и продуктивность еловых лесов региона изучена нами ранее достаточно

полно [5]. Если фенотипы ели отличаются по продуктивности, то можно предположить их отличия и по качеству древесины. В качестве исследуемых показателей качества древесины необходимо взять плотность и сжатие вдоль ее волокон. Известно, что плотность влияет на выход целлюлозы в целлюлозно-бумажном производстве, а испытания на сжатие характеризуют прочностные характеристики, которыми руководствуются в строительстве.

Цель работы – выявить зависимость качества древесины от фенотипов ели.

Исследования проведены в Парфеньевском и Судиславском районах Костромской области. По нашим данным, в Парфеньевском районе в основном встречаются фенотип ели 2В с преобладанием

\* Автор выражает благодарность М.Е. Захарову, выпускнику 2006 г. кафедры ЛИД КГТУ, за помощь в проведении полевых работ.



признаков ели сибирской и фенотип 3С с равным соотношением признаков обоих видов, а в Судиславском районе – фенотип 2В почти не встречается, но довольно часто, кроме фенотипа 3С, отмечается фенотип 4D с преобладанием признаков ели европейской [6].

Полевые работы проводили на лесосеках, где отбирали деревья в возрасте 80–90 лет, который находили по годичным кольцам. У спиленных деревьев измеряли длину мерной лентой и диаметр мерной вилкой, а для определения фенотипа с каждого дерева отбирали не менее 15 шишек. Затем при раскряжке хлыста на 6-метровые бревна выпиливали 3 диска толщиной 7–8 см с учетом того, чтобы из каждого можно было изготовить не менее 20 образцов для испытаний. Далее в лабораторных условиях выстрагивали образцы в форме прямоугольной призмы основанием 20×20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Изготовление образцов для испытаний проводили по ГОСТ 16483.0–78 [2], определение плотности по ГОСТ 16483.1–84 [3], условного предела прочности при сжатии вдоль волокон по ГОСТ 16483.10–73 [4].

Плотность определяли в абсолютно сухом состоянии. Для этого образцы высушивали при температуре 105°C в течение 4 ч, далее взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01 г и снова помещали в сушильный шкаф на 1 ч. Проводили повторное взвешивание, и если не было расхождений по массе, то фиксировали полученные данные, в противном случае продолжали сушку [ГОСТ 16483.7–71]. Линейные размеры образцов измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм.

Плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup> каждого образца вычисляли по формуле

$$\rho = \frac{m}{abl} = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса образца в абсолютно сухом состоянии, кг;  
 $a, b, l$  – размеры образца в абсолютно сухом состоянии, м;  
 $V$  – объем образца в абсолютно сухом состоянии, м<sup>3</sup>.

Полученные результаты округляли до 5 кг/м<sup>3</sup>.

Дальнейшие испытания (сжатие вдоль волокон) проводились в лаборатории кафедры сопротивления материалов КГТУ на 30-тонной машине для испытаний Альфреда Я. Амслера. Образец помещали в приспособление для испытания на сжатие (рис.1). Нагрузку на образец передавали через пуансон 2. Образец нагружали равномерно с постоянной скоростью, которая должна быть такой, чтобы образец разрушился через 1,0±0,5 мин после начала нагружения. Максимальную нагрузку  $P$  измеряли с погрешностью не более 1%.

Предел прочности образца с влажностью в момент испытания  $\sigma_w$ , МПа вычисляли по формуле

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{ab}, \quad (2)$$

где  $P_{\max}$  – максимальная нагрузка, Н;

$a$  и  $b$  – размеры поперечного сечения образца, мм.

Вычисление производили с округлением до 0,5 МПа. Результаты испытаний представлены в табл.1.

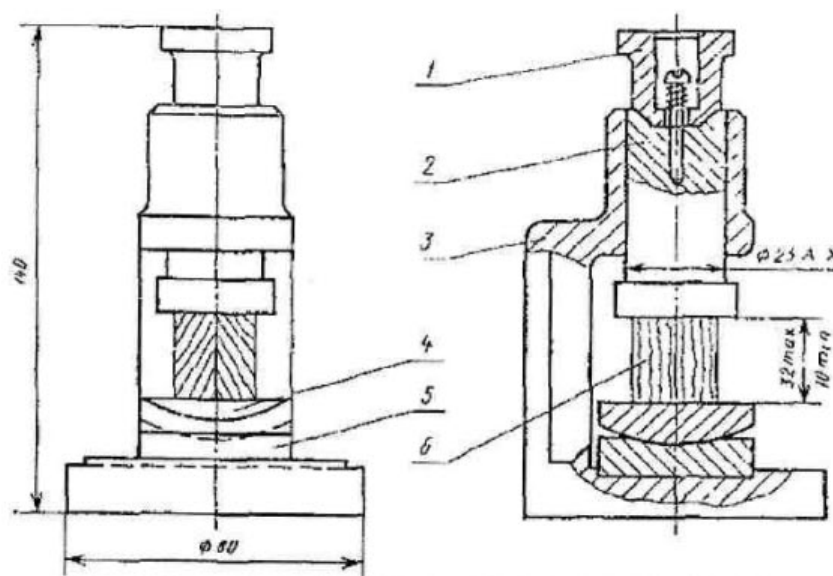


Рис. 1. Схема испытаний древесины на сжатие вдоль волокон:  
 1 – колпачок; 2 – пуансон; 3 – корпус; 4 – шаровая опора; 5 – плита; 6 – образец

Таблица 1

Результаты испытаний древесины ели разных фенотипов

№ выборки	Фенотип	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Средний предел сжатия вдоль волокон, МПа
Парфеньевский район			
1	2В	470	78,5
2	3С	415	65,5
Судиславский район			
1	3С	410	64,0
2	4D	370	55,5

После испытаний проводили статистическую обработку данных [2]. По каждой выборке вычисляли: среднее арифметическое значение, дисперсию, сумму квадратов отклонений, коэффициент вариации и доверительный интервал при 95% вероятности. Затем определяли достоверность вывода [7]. Показатель достоверности во всех случаях превышал 1,5–2 раза минимально допустимый ( $t_x \geq 3$ ).

На рис. 2 показаны частоты распределения плотности древесины в зависимости от фенотипа ели. Эти данные можно описать уравнениями 4-й степени. Коэффициенты достоверности аппрокси-

мации составляют 0,955; 0,970 и 0,971 у фенотипов 2В, 3С и 4D соответственно.

Анализируя графики на рис. 2, можно выделить явную тенденцию равномерного увеличения плотности древесины от фенотипа 4D к 3С и далее к фенотипу 2В. Аналогичная зависимость наблюдается с данными испытаний древесины на прочность при сжатии вдоль волокон.

В завершении работы был проведен однофакторный дисперсионный анализ для определения степени влияния фенотипов на плотность и предел сжатия вдоль волокон. Данные анализа влияния плотности приведены в табл. 2.

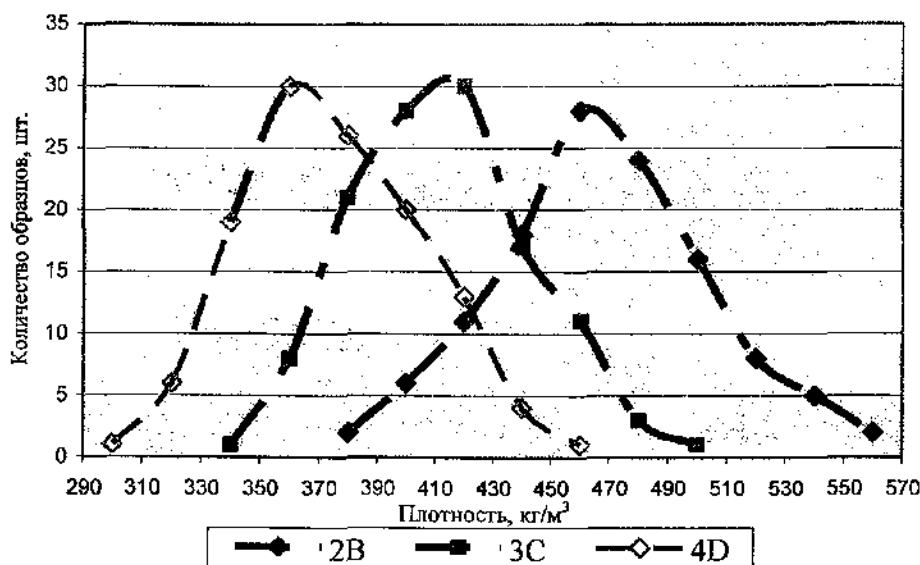


Рис. 2. Частота распределения плотности древесины ели

Таблица 2

Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Показатели	Формулы	Учитываемый фактор x (фенотип)	Не учитываемые факторы z	Все факторы y	
Сумма квадратов отклонений	$S_i^2$	433,8	942,2	1376	
Степень влияния фактора	$\eta^2_{xy} = S_i^2 / S_y^2$	0,32	0,68	1,00	
Число степеней свободы	$\nu_i$	2	227	229	
Дисперсии	$\delta^2_x = S_i^2 / \nu_i$	433,78	3,93	$\nu_x$	2
Критерий Фишера	$F = \delta^2_x / \delta^2_z$	110,5	-	$\nu_y$	< 3,49

Фактический критерий Фишера значительно превосходит минимально допустимое табличное значение. Из полученных данных следует, что 32% влияния на плотность древесины ели оказывает фенотип ели. Аналогично обстоит дело с испытаниями на прочность.

Таким образом, при воспроизводстве лесов целевого назначения можно руководствоваться формой изменчивости ели. Для целлюлозно-бумажной промышленности и строительства рекомендуются формы 2В с небольшой долей 3С, а для изготовления пиломатериалов облицовочного характера 3С и 4D.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров Е.Г. Интрогрессивная гибридизация, формообразование и смены растительного покрова // Ботан. журн. – 1972. – Т.57. – №8. – С.865–879.
2. ГОСТ 16483.0–78. Древесина. Методы испытаний. Общие требования. – Взамен ГОСТ 16483.0–70; введ. 1978.07.07. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 17 с.
3. ГОСТ 16483.1–84. Древесина. Метод определения плотности. – Взамен ГОСТ 16483.1–73; введ. 1984.13.04. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 6 с.
4. ГОСТ 16483.10–73. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. – Взамен ГОСТ 16483.10–72; введ. 1974.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 6 с.
5. Методика изучения фенотипической структуры еловых лесов / Н. В. Рыжова, В. В. Шутов, И. А. Коренев, О. Ю. Лебедев // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2001. – №3. – С.79–81.
6. Морфология шишек и продуктивность ели в Костромской области / Н. В. Рыжова, В. В. Шутов, И. А. Коренев, В. А. Малышев, О. Ю. Лебедев // Лесоведение. – 2003. – №5. – С. 61–71.
7. Сажин В.С. Методы исследований технологических процессов в лесозаготовительной промышленности: курс лекций / В. С. Сажин. – Ярославль: Изд-во Яросл. политех. ин-та, 1978. – 71 с.

I.A. Korenev

## RESEARCH OF FIR HYBRIDED FORM WOOD STRENGTH FACTORS

УДК 674.8 – 658.5

## ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ИХ ТОКСИЧНОСТИ

Т.Н. Вахнина

Рассматривается необходимость снижения токсичности плит как одно из условий сохранения конкурентоспособности отечественного плитного производства и результаты исследования по снижению токсичности древесно-стружечных плит.

Технологические и организационные изменения в экономике не являются равномерными и непрерывными. Современный экономический рост представляется как неравномерный процесс периодического последовательного замещения целостных комплексов технологически сопряженных производств – технологических укладов [4]. Автором теории длинных волн, из которой и возникла теория технологических укладов, был Н. Д. Кондратьев, доказавший в 20-е гг. XX в. наличие долгосрочных колебаний в экономике. Каждый существующий технологический уклад в своем развитии использует инфраструктуру, сложившуюся в предыдущем цикле. По мере развития очередного технологического уклада создается новый вид инфраструктуры, закладывая тем самым качественные изменения, необходимые для перехода на следующий уровень развития. Исследования кондратьевских циклов и технологических укладов были учтены при разработке научно-технической

политики современной России. В рамках этой политики были определены главные направления развития науки, техники и технологий, которые должны дать толчок формированию экономики будущего, повышению конкурентоспособности продукции и улучшению качества жизни.

Рациональное природопользование является одним из приоритетных направлений развития науки и техники, утвержденных в 2006 г. [4]. К критическим технологиям в рамках данного приоритетного направления относятся технологии экологически безопасного ресурсосберегающего производства. Для того чтобы отечественное производство древесно-стружечных плит (ДСП) не отставало от темпов развития современного технологического уклада, чтобы снять барьеры, препятствующие выходу его продукции на мировой рынок, необходимо заниматься проблемами экологической безопасности его продукции, т. е. в первую очередь проблемой снижения содержания

свободного формальдегида. Следует заметить, что при вступлении России в ВТО потребуются в короткие сроки гармонизировать отечественные стандарты с требованиями международных норм. Уже сейчас в рамках Национальной программы работ по стандартизации НИПКИДревплит разработан проект ГОСТ «Плиты древесно-стружечные. Технические требования» (взамен ГОСТ 10632-89), который в максимально возможной мере гармонизирован с европейским стандартом EN 312. Новый стандарт впервые ограничивает использование древесных плит для производства бытовой мебели и мебели для общественных помещений, а также изделий, эксплуатируемых внутри жилых помещений. Для производства такой мебели и изделий будет разрешено использовать только плиты, соответствующие по содержанию свободного формальдегида классу E1 (до 8 мг на 100 г абсолютно сухой плиты).

Проблема обеспечения безопасности человека в социальной и экологической сферах является одной из важнейших. Поэтому особую значимость приобретают проекты, направленные на разработку и внедрение в производство продукции, отвечающей современным требованиям безопасности в соответствии с основным документом – техническим регламентом «О безопасности продукции деревообработки» [3]. Снижение содержания свободного формальдегида в ДСтП является только одной из основных задач, решаемых в рамках проводимых исследований по снижению токсичности отечественной продукции. В нашей стране традиционно отвердителем карбамидоформальдегидных смол служит хлористый аммоний. Он сравнительно дешев. Но хлористый аммоний, кроме того, что придает хрупкость отвержденному связующему, имеет и ещё один существенный недостаток: содержит соединение хлора. В настоящее время хлорсодержащие химические соединения признаны канцерогенными и должны быть исключены из материалов, применяемых в контакте с человеком [3].

Поэтому задача снижения токсичности ДСтП органично связана с разработкой новых отвердителей, не только снижающих выделение формальдегида из плит, но и не содержащих хлора.

Одним из направлений снижения токсичности ДСтП является использование связующего с добавками полифосфата аммония (ПФА) [1, 5]. Исследования, проводимые на кафедре МТД КГТУ, показали, что использование ПФА в качестве отвердителя карбамидоформальдегидной смолы не только снижает содержание свободного формальдегида в плитах, но и сокращает продолжительность прессования, а также придаёт ДСтП повышенную огнестойкость.

В рамках указанного направления проведены также опытные запрессовки с целью получения плит на композиционном связующем с добавками алюмоборфосфатного концентрата (АБФК) [2]. При испытании плит были получены хорошие результаты – содержание свободного формальдегида не превышало 6 мг на 100 г плиты. При этом следует заметить, что при прессовании стружки, смешанной только с АБФК, были получены плиты с худшими показателями по содержанию свободного формальдегида – 18 мг на 100 г плиты. Сложность работы с совмещенными органофосфатными связующими обусловлена высокой химической активностью ПФА и АБФК, в результате которой реакция поликонденсации карбамидоформальдегидной смолы с фосфатной добавкой идет почти мгновенно. При этом отверждение связующего может произойти на этапе осмоления стружки или во время транспортировки стружечного брикета. Плитное производство является многокомпонентным, необходимо не только обеспечить высокие показатели качества выпускаемых плит, но и минимизировать время цикла горячего прессования. На следующем этапе работы было проведено экспериментальное исследование влияния технологических факторов процесса производства на показатели качества плит на карбамидоформальдегидном связующем с добавкой АБФК. Эксперимент проводился согласно В-плану второго порядка.

Были получены математические модели зависимости выходных величин – прочности плит при статическом изгибе  $Y_1$  и содержания свободного формальдегида  $Y_2$  от основных технологических факторов процесса производства – удельной продолжительности прессования  $X_1$ , температуры плит пресса  $X_2$  и доли добавки АБФК  $X_3$ :

$$Y_1 = 19,48 + 1,63 X_1 - 0,155 X_2 - 0,08 X_3 - 1,35 X_1^2 - 1,78 X_2^2 - 1,545 X_3^2 - 0,615 X_1 X_2 - 0,48 X_1 X_3 - 0,81 X_2 X_3,$$

$$Y_2 = 10,51 - 1,575 X_1 - 0,37 X_2 - 0,77 X_3 - 3,41 X_1^2 + 4,66 X_2^2 - 2,6 X_3^2 - 0,535 X_1 X_2 + 1,67 X_1 X_3.$$

Проанализировав полученные результаты, можно сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. При максимальной температуре и минимальной добавке АБФК в связующее минимальное значение выделяющегося свободного формальдегида находится в области удельной продолжительности прессования 0,425 мин/мм. Это будет приводить к значительному удорожанию готовой продукции и возможно в случае, когда необходимо будет добиться класса эмиссии E0 по Европейскому стандарту. Пока не вступил в силу новый

ГОСТ 10632 можно выпускать плиты с выделением формальдегида не более 10 мг/100 г плиты. Это достигается при следующих сочетаниях технологических факторов:

- температура прессования 190°C ( $X_2 = +1$ ), добавка АБФК в наружные слои 5% ( $X_3 = +1$ ), удельная продолжительность прессования 0,2 мин/мм.
- температура прессования 170°C ( $X_2 = -1$ ), добавка АБФК в наружные слои 5% ( $X_3 = +1$ ), удельная продолжительность прессования 0,2 мин/мм.

При этом достигается также максимальная прочность плит при статическом изгибе (при удельной продолжительности прессования 0,375 мин/мм, температуре прессования 170°C и добавке АБФК в наружные слои 5% прочность плит при статическом изгибе 17,5 МПа).

2. При увеличении удельной продолжительности прессования выделение свободного формальдегида сначала возрастает до максимума, затем уменьшается при всех сочетаниях технологических факторов. Это объясняется тем, что с течением времени начинает работать фактор выделения формальдегида из самой древесины. После достижения максимального значения токсичность плит начинает снижаться с увеличением продолжительности прессования. Это происходит потому, что за время прессования выделяется основная часть свободного формальдегида, в результате токсичность готовых плит уменьшается.

3. Влияние температуры прессования на токсичность готовых плит также неоднозначно. Для всех сочетаний технологических факторов

минимальное выделение формальдегида находится в центре диапазона варьирования температуры 180–185°C. Затем выделение формальдегида начинает увеличиваться. Это хорошо согласуется с процессами, происходящими в связях при нагреве. При увеличении температуры прессования ускоряется процесс поликонденсации, связывается большее количество свободного формальдегида и уменьшается его выделение из готовой плиты. При дальнейшем увеличении температуры прессования начинают преобладать процессы термодеструкции, некоторые сформировавшиеся связи разрушаются, выделение формальдегида увеличивается. Это хорошо согласуется с зависимостью прочности плит при статическом изгибе в данном диапазоне.

4. Характер влияния добавки АБФК в наружные слои такой же, как и удельной продолжительности прессования. В диапазоне варьирования добавки от 2,5 до 3,75% количество АБФК в наружных слоях недостаточно, чтобы связать свободный формальдегид, поэтому выделение формальдегида увеличивается. При большем количестве добавки создается большее количество клеевых связей и уменьшается выделение свободного формальдегида.

Полученные результаты позволяют как в рамках создания новых производств, так и при модернизации действующих организовать выпуск ДСтП, которые способны конкурировать с зарубежной плитной продукцией в условиях гармонизации отечественной нормативной документации с европейскими стандартами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахнина Т.Н. Повышение огнестойкости древесностружечных плит / Т. Н. Вахнина // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2007. – №15. – С. 113–115.
2. Вахнина Т.Н. Интенсификация производства древесно-стружечных плит / Т. Н. Вахнина, М. И. Затор // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-технич. конф. – Вып. 18. – Брянск : БГИТА, 2007. – С. 83–84.
3. Кржижановская С.Г. Федеральный закон «О техническом регулировании»: первые результаты его исполнения в мебельной и деревообрабатывающей промышленности / С. Г. Кржижановская // Деревообрабатывающая промышленность. – 2006. – №4. – С.2–4.
4. Кутык Б.Н. Интегральный макропрогноз инновационно-технологической и структурной динамики экономики России на период до 2030 года / Б. Н. Кутык, Ю. В. Яковец. – М. : Институт экономических стратегий, 2006. – 432 с.
5. Николаев Н.Е. Фосфатные связующие в производстве древесных плит многофункционального назначения / Н. Е. Николаев, В. П. Стрелков, В. А. Чумаевский // Состояние и перспективы развития производства древесных плит : тез. докл. междунар. науч.-практ. семинара, 20–21 марта 2002 г. – Балабаново : ВНИИДрев, 2002. – С. 70–72.

T.N. Vahnina

WOOD PARTICLE BOARD NATIVE MANUFACTURE COMPETITIVE ACTIVITY INCREASING AND METHODS OF BOARD TOXICITY DECREASING

УДК 674:621.7

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ

*А.А. Титунин*

Предложен усовершенствованный метод оценки эффективности использования древесных ресурсов, основанный на применении теории функции желательности и современных средств вычислительной техники.

Лесопромышленный комплекс, в состав которого входит деревообрабатывающая промышленность, на сегодняшний день значительно отстает от ведущих отраслей российской индустрии. Его доля в структуре промышленного производства не превышает 4%, что намного ниже аналогичного показателя других стран. Анализ состояния вопроса показал, что, владея почти четвертью мировых запасов, Россия в мировом лесопромышленном производстве занимает лишь 2,3%. Одной из причин низкой эффективности использования древесного сырья является отсутствие необходимого методического и организационно-технического обеспечения предпроектных и проектных работ, направленных на развитие производств с углубленной переработкой древесного сырья и отходов деревообработки. Это, в свою очередь, обусловлено большим разнообразием видов древесных ресурсов, направлений их использования, а также многоцелевой тенденцией решения вопросов организации переработки древесного сырья [1]. При реконструкции действующих и организации новых производств необходимо учитывать не только экономические критерии, но и экологические, эколого-экономические, социальные и др.

При большом количестве критериев выбор того или иного способа использования малоценного и вторичного древесного сырья представляет собой довольно сложную оптимизационную задачу, иногда исключаящую однозначность решения из-за многоцелевой направленности исследуемой проблемы. Поэтому весьма перспективным при решении подобных задач представляется использование комплексных показателей. Примером такого показателя может быть так называемая функция желательности [2–4].

Под «желательностью»  $g$  в данном случае следует понимать тот или иной требуемый уровень параметра оптимизации (обобщающего или дополнительного показателя). Функция желательности определена в интервале от 0 до 1 и используется в качестве безразмерной шкалы, названной шкалой желательности, для оценки уровней параметров оптимизации.

С помощью шкалы желательности оцениваются вычисленные значения показателей с точки зрения их соответствия каким-либо «эталонным» значениям. Каждому фактическому значению функции желательности придается конкретный смысл,

связанный с уровнем какого-либо показателя эффективности использования малоценного и вторичного древесного сырья. В качестве критериев оценки эффективности переработки древесного сырья используются как количественные, так и качественные показатели. В этом случае применение теории функции желательности научно обосновано.

В теории функции желательности разные исследователи предлагают свои варианты шкалы желательности, которая разбивается на ряд интервалов [3, 5, 6] или же на ней отмечаются только реперные точки [7]. Для исследуемой проблемы повышения эффективности использования древесного сырья была предложена шкала, наиболее отвечающая особенностям исследуемой проблемы: наряду с интервалами она содержит и реперные точки [1]. В качестве реперных точек предложено использовать минимально допустимый ( $g = 0,37$ ) и среднеотраслевой ( $g = 0,63$ ) уровни исследуемого показателя.

Необходимо отметить, что значения  $g$  на шкале желательности можно смещать вверх или вниз в зависимости от конкретных ситуаций. При сопоставлении показателей каких-либо критериев значениям безразмерной шкалы желательности возможны варианты, отличающиеся друг от друга в зависимости от особенностей исследуемой проблемы, а также от результатов ранжирования самих критериев.

Построение шкалы желательности и установление соответствия между значениями параметров и их желательностью – наиболее сложный и ответственный шаг в процедуре вычисления комплексного показателя эффективности использования малоценного и вторичного древесного сырья  $K_{\text{д.в}}$ . Если для некоторых показателей промежуточные значения на шкале желательности определяются объективной значительностью конкретного свойства и возможностью его улучшения, то для оценки других показателей может оказаться полезным мнение независимых исследователей (экспертов).

Метод оценки эффективности направления использования малоценного и вторичного древесного сырья предусматривает применение функции желательности в качестве комплексного показателя и может быть представлен в виде блок-схемы (рис. 1). Суть метода заключается в том, что значения каждого из параметров оптимизации  $u_j$ , которых в задаче может быть сколь угодно много,



переводятся в соответствующие желательности  $g_i$ . Затем, с учётом оценок уровней отдельных параметров, рассчитывается комплексный показатель.

или обобщённая функция желательности  $G$ , представляющая собой среднее геометрическое желательностей отдельных параметров.

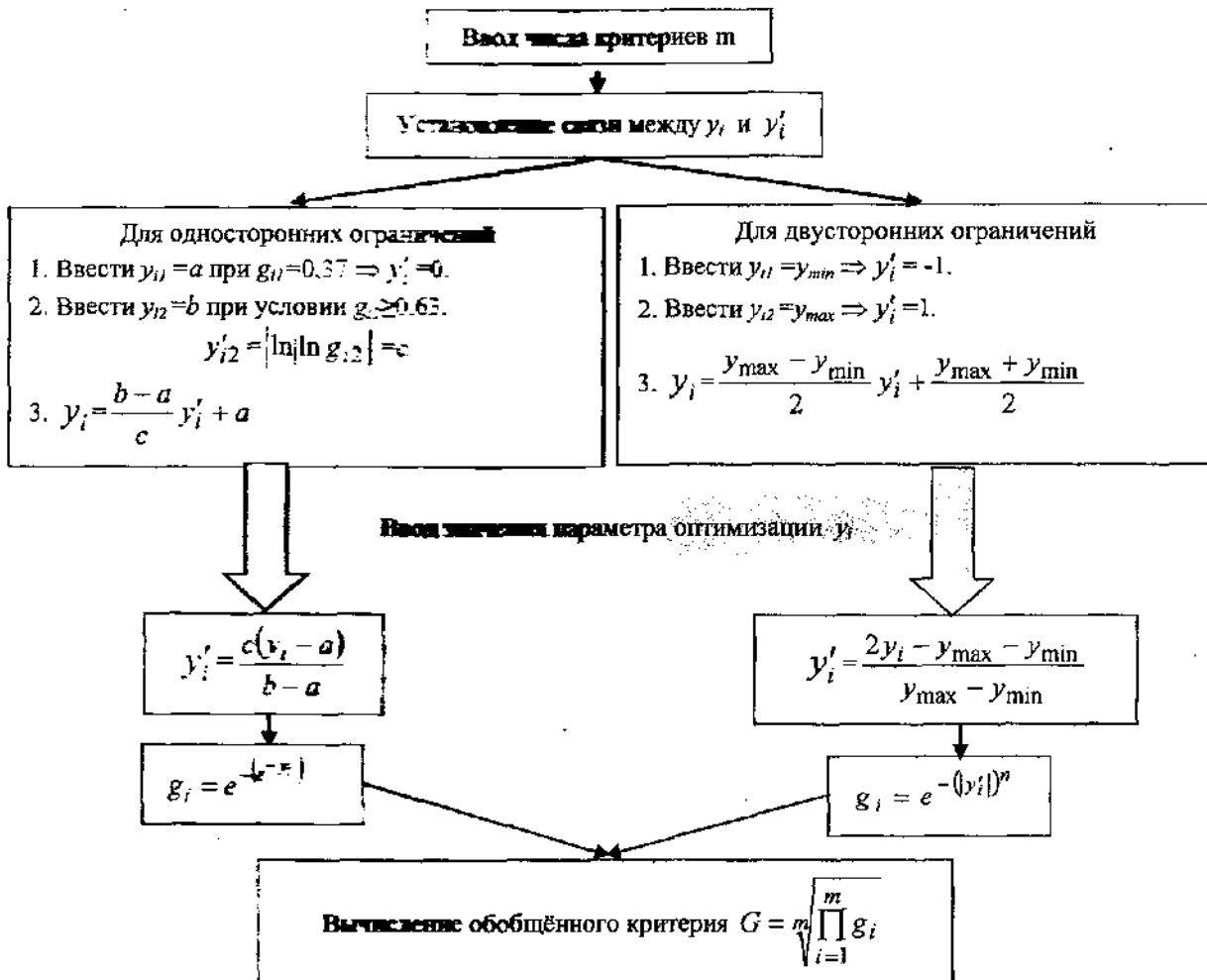


Рис. 1. Алгоритм определения обобщённого критерия эффективности использования древесных ресурсов

В результате обобщённая функция желательности оказывается единственным параметром взамен многих. Сравнивая значения  $G$  различных вариантов, выбирается тот, который в большей мере соответствует поставленным целям. Именно для этого варианта вычисляемое значение обобщённой функции желательности будет наибольшим.

Как следует из рис. 1, возможны два способа перевода значений показателей эффективности в соответствующие желательности, зависящие от вида ограничений для данного критерия. Если эти ограничения односторонние, т.е. имеют вид  $y \leq y_{max}$  или  $y \geq y_{min}$ , то функция желательности выражается уравнением

$$g_i = e^{-(x_i)^n}$$

Если ограничения для критерия двусторонние, т.е. имеют вид  $y_{min} \leq y \leq y_{max}$ , функцию желательности удобно задавать выражением

$$g_i = e^{-(y'_i)^n}$$

Показатель степени  $n$  можно вычислить, если задать некоторому свойству  $y$  значение  $g$  (предпочтительно в интервале  $0,6 < g < 0,9$ ) и рассчитать соответствующую величину  $y'$ :

$$y'_i = \frac{2y_i - (y_{max} + y_{min})}{y_{max} - y_{min}}$$

после чего воспользоваться выражением  $n = \frac{\ln \ln \frac{1}{g}}{\ln |y'|}$ .

В соответствии с рассмотренным алгоритмом была разработана программа для автоматизации расчётов по определению обобщённого критерия. Применение средств вычислительной техники значительно упрощает процедуру выбора эффективного варианта и повышает точность результатов расчётов по сравнению с графическим методом [2–7]. С помощью разработанной программы был определен эффективный вариант использования вторичного древесного сырья (табл.1) для одного из деревообрабатывающих предприятий.

Простое сравнение показателей по вариантам не позволяет сделать однозначный выбор, а с помощью обобщенного критерия становится очевидной эффективность IV варианта.

Таким образом, применение теории обобщённой функции желательности для определения эффективности использования малоценного и вторичного древесного сырья позволило осуществить выбор оптимального варианта по значению комплексного показателя.

Таблица 1

Расчётные показатели использования вторичного древесного сырья

Показатель	Вариант				
	I	II	III	IV	V
Товарная продукция, тыс. руб.	617616	632598,3	558216,2	580514,5	613036
Себестоимость продукции, тыс. руб.	463516,6	480044,5	421786,7	455193,8	459876,3
Прибыль, тыс. руб.	154099,4	152553,8	136429,5	125320,7	153159,7
Рентабельность, %	33,25	31,8	32,3	27,5	33,3
Экологические платежи, тыс. руб.	1449,4	18449,2	638,0	35234,1	1720,0
Капитальные вложения, тыс. руб.	103419	100336	11756	1800	99886
Срок окупаемости, лет	0,68	0,75	0,09	0,02	0,66
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	43567,3	29884,1	109766,4	78129,2	45623,0
Индекс доходности	1,48	1,34	11,55	50,05	1,52
Внутренняя норма прибыли, %	48	34	1050	4910	52
Чистая прибыль, тыс. руб.	117116	115594	103686	95244	116401
Коэффициент комплексного использования древесных отходов, руб./м <sup>3</sup>	0,63	0,72	0,28	0,41	0,61
Обобщенный критерий	0,52	0,52	0,60	0,70	0,54

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титуниин А.А. Ресурсосбережение в деревообрабатывающей промышленности. Организационно-технические аспекты : монография / А. А. Титуниин. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2007. – 141 с.
2. Карташова Т.М. Обобщенный критерий оптимизации – функция желательности / Т. М. Карташова, Б. И. Штаркман // Кибернетика : информационные материалы. – М. : АН СССР, 1970. – № 8 (45). – С. 53–63.
3. Новик Ф.С. Математические методы планирования экспериментов в металлургии / Ф. С. Новик. – М. : МИСиС, 1971. – 107 с.
4. Harrington E. The desirability function / E. Harrington // Industrial Quality Control. – 1965. – V. 21. – № 10. – P. 494–498.
5. Морозова Н.В. Разработка стратегии развития стеклопластиковых производств в условиях наукограда Бийска : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.10 : защищена 28.12.2006 / Н. В. Морозова. – Барнаул : Алтайский гос. техн. ун-т, 2006. – 117 с.
6. Родионова Л.Н. Оценка конкурентоспособности продукции [Электронный ресурс] : Маркетинг в России и за рубежом / Л. Н. Родионова, О. Г. Кантор, Ю. Р. Хакимова. – Электрон. версия печ. публикации. – М. : Финпресс, 2000. – № 1. – Режим доступа : <http://www.mavriz.ru/articles/2000/1>.
7. Боталова Н.В. Разработка региональной системы социального партнерства в сфере труда : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 : защищена 15.05.2007 / Н. В. Боталова. – Ижевск : Удмуртский гос. ун-т, 2007. – 199 с.

А.А. Titunin

PERFECTION OF COMPLEX ESTIMATION METHOD OF WOOD RESOURCE USING

УДК 630

## ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В.С. Сажин

В статье приведен анализ состояния лесопромышленного комплекса в Российской Федерации и обоснованы основные направления вывода его из кризиса.

Российский лесопромышленный комплекс (ЛПК) находится в крайне сложном положении. Объем лесозаготовок здесь за последние 15–20 лет снизился в 2 раза, хотя расчетная лесосека в лесах Рослесхоза увеличилась на 10%. Объем всех видов рубок составил около 160 млн м<sup>3</sup>, т.е. всего 28,6% от общей расчетной лесосеки.

Это же можно наблюдать и на примере Костромской области – самой многолесной в Центральном регионе России. Расчетная лесосека Костромской области используется всего на 30–35%. Лесозаготовками здесь занимаются в подавляющем большинстве физические лица. Так в лесах ОГУ «Судиславское лесничество» работают более 60 лесозаготовителей, из них только 8 имеют годовой объем производства 1,5 тыс. м<sup>3</sup> и более. О какой рентабельности, производительности труда и комплексном использовании древесины и древесного сырья может идти речь в этой ситуации? Такая же картина и по другим районам области. В 1991 г. расчетная лесосека в костромских лесах Рослесхоза использовалась на 79,4%. Средний объем лесозаготовок на леспромхоз превышал 280 тыс. м<sup>3</sup> в год. Таким крупным предприятиям под силу было строить лесовозные дороги, вести глубокую переработку древесины, закупать и эффективно использовать новую технику, содержать социально-бытовую сферу в лесных поселках, обеспечивать их население работой с хорошими зарплатами.

Мелкие лесозаготовители выжимают последние ресурсы из физически и зачастую морально устаревшей техники, осваивают в основном недорубы прошлых лет, расположенные вблизи существующих дорог или вывозят древесину по зимним дорогам. С каждым годом увеличивается расстояние вывозки, а следовательно, возрастает себестоимость заготавливаемой древесины. Можно ожидать, что через 8–10 лет мелкие лесозаготовительные предприятия, не говоря о физических лицах, прекратят свое существование.

Большой урон лесной отрасли нанесла практика банкротства. Дробление леспромхозов на отдельные производственные участки и частая смена собственников привели в конечном счете к расширению производственных мощностей. Произшло распыление лесозаготовительного производства.

Закрытие леспромхозов в лесных районах, где они были основными поселкообразующими предприятиями, привело в большинстве лесных районов области к социальной катастрофе. В лесных поселках остались в основном пенсионеры и

инвалиды. Для того чтобы как-то содержать семьи, некоторые занялись незаконными рубками. Только официально зарегистрированных незаконных рубок в лесах Рослесхоза выявлено в 2004 г. свыше 23 тысяч. С чего же начинать возрождение отечественного ЛПК?

Прежде всего необходимо ликвидировать сезонность в лесозаготовительной отрасли путем создания предприятий круглогодичного действия. А для этого необходимо строительство лесовозных дорог с твердым покрытием, которое практически прекратилось с 1992 г. В лесах Рослесхоза на 1000 га лесного фонда приходится 1,2 км дорог (при норме 10 км). При отсутствии дорог круглогодичного действия лесозаготовители в настоящее время стремятся вывозить лес по зимним (снежным или ледяным) дорогам. В нашей области зимние дороги можно эксплуатировать не более 4 месяцев в году. Кроме того, состояние зимних дорог во многом зависит от непредсказуемых метеорологических факторов (оттепели, метели, снегопады и пр.). Сезонность лесозаготовок приводит к негативным последствиям:

- квалифицированные работники уходят из отрасли;

- на смену квалифицированным кадрам на лесозаготовки привлекаются сезонные рабочие, не имеющие ни опыта работы в отрасли, ни соответствующих знаний и умений. Отсюда резкое снижение производительности труда и рост себестоимости круглых лесоматериалов, повышение травматизма, нарушения правил рубок, неполное освоение отведенного в рубку лесфонда (до 14% ликвидной древесины от объема вывезенной остается на пройденных рубкой делянках);

- неэффективно используется техника;

- население лесных поселков, лишившись заработка, провоцируется на незаконные рубки, воровство, пьянство и потребление наркотиков.

Исследованиями института «ГИПРОЛЕС-ТРАНС» установлено, что на заготовку 100 тыс. м<sup>3</sup> леса необходимо построить 20,13 км лесовозных дорог. Общая стоимость этих дорог составляет 1 47 млн руб., или 147 руб. на каждый заготовленный кубометр древесины. Очевидно, что мелким лесозаготовителям и лесозаготовительным предприятиям в одиночку не решить проблему дорожного строительства. Необходима научно обоснованная схема транспортного освоения лесфонда по каждому региону и объединение лесозаготовителей в крупные лесозаготовительные предприятия с глубокой переработкой леса.

Только в лесозаготовительных предприятиях круглогодичного действия с объемом вывозки заготовленного леса не менее 100 тыс. м<sup>3</sup> в год целесообразно использовать современную высокопроизводительную технику и передовые технологии. При выборе систем машин и технологии необходимо учитывать характеристику лесфонда, почвенно-грунтовые условия, наличие подроста, развитость деревообрабатывающих производств и пр. Необоснованное применение даже самой современной техники и технологии может оказаться экономически невыгодной. Так, опыт работы Чухломского филиала ОБФ «Фория – Кострома» показал, что система машин харвестер – форвардер может эффективно работать при выполнении ряда условий (работа харвестера в 3 смены; на делянке не должно быть лиственных толстомерных деревьев и не более 15 % тонкомерных деревьев и пр.). Для смешанных разновозрастных насаждений, характерных для лесов Костромской области, такие условия в большинстве случаев не выполнимы.

Деконцентрация лесозаготовок резко изменила транспортное освоение заготовленного леса. Если 15 лет назад более 90% древесины вывозилось в хлыстах, то в настоящее время почти половина заготовленного леса вывозится в сортиментах. Страны с развитой лесозаготовительной отраслью (США, Канада, Норвегия), наоборот, наращивают объемы хлыстовой вывозки и вывозки деревьями. При малых объемах лесозаготовок, носящих сезонный характер, невыгодно строить и содержать нижние лесные склады. Дешевле получать сортименты на погрузочных площадках и вывозить их потребителю. При этом природоохранные аспекты, социальные проблемы лесных поселков таких лесозаготовителей не волнуют. Этим объясняется тот факт, что на освоенных лесосеках у частных предпринимателей остается до 14% и более ликвидной древесины, тогда как при хлыстовой вывозке (Буйский и Зебляковский лесозаготовительные предприятия) около 3,5%. При отсутствии в предприятиях производств по переработке низкокачественного сырья вывозить дрявяную древесину невыгодно. Ее оставляют в лесу, сжигают или продают населению. Причем вывозка дров возлагается на покупателей.

Поднять производительность труда и снизить себестоимость круглых лесоматериалов можно только за счет внедрения в лесную промышленность современных дорогостоящих машин и оборудования. Для получения экономического эффекта необходима эксплуатация этой техники в течение всего года в две смены квалифицированными специалистами и своевременное проведение технического обслуживания. Это возможно только при ликвидации сезонности в лесозаготовительной отрасли и концентрации лесозаготовок.

Все операции по первичной обработке заготовленного леса следует перенести на нижние склады. Вновь вернуться к хлыстовой вывозке, а с развитием перерабатывающих производств – к вывозке древесины деревьями. Это позволит в среднем на 12–15 % увеличить объем вывозимой с лесосеки древесной массы, в том числе на 7–8 % за счет ветвей, сучьев и вершинок. В лесу останутся только такие операции, как валка, трелевка, погрузка и (при хлыстовой вывозке) очистка стволов от сучьев.

В Костромской области имеются все объективные условия для производственной деятельности лесозаготовительных предприятий постоянного и относительно равномерного лесопользования. Эти предприятия должны выполнять весь комплекс работ: от заготовки леса, первичной и глубокой обработки древесины до рубок ухода и мероприятий по восстановлению леса. Только в таких предприятиях может быть решена проблема комплексного использования древесины и создания благоприятной социальной инфраструктуры в лесных поселках.

Такие предприятия успешно функционировали в Костромской области. Годовой объем лесозаготовок в этих предприятиях доходил до 500 тыс. м<sup>3</sup> в год. Все технико-экономические показатели производственно-хозяйственной деятельности таких предприятий (Буйский, Нейский, Галичский, Зебляковский и др. леспромхозы) выгодно отличались от предприятий, не занимавшихся переработкой древесины. В этих леспромхозах, наряду с круглыми лесоматериалами, производились пиломатериалы и мелкопиленая продукция, черновые мебельные заготовки, столярные изделия, фиброплита, поддоны, товары народного потребления, колотые балансы, технологическая щепка, древесный уголь и пр. Древесные отходы использовались для производства тепловой энергии, а до 1960-х гг. и для выработки электроэнергии.

Заработная плата лесозаготовителей значительно превышала заработную плату работников деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной отрасли. В настоящее время, наоборот, средний заработок лесозаготовителей в 1,4 раза ниже, чем в деревообработке, и в 1,8 раза по сравнению с целлюлозно-бумажным производством.

Нет сомнений, что в конечном счете лесозаготовками будут заниматься только крупные самостоятельные лесозаготовительные предприятия или лесозаготовительные предприятия, входящие на правах сырьевого цеха в состав крупных деревообрабатывающих, мебельных или целлюлозно-бумажных комплексов.

В первом случае лесозаготовительные предприятия сами будут производить глубокую и качественную переработку заготовленной древесины,

что позволит им значительно увеличить объем товарной продукции и стать рентабельными.

Во втором случае убытки лесозаготовительного цеха будут покрываться прибылью деревообрабатывающих и перерабатывающих производств.

Концентрация лесозаготовительного производства позволит внедрять новые прогрессивные технологии.

Одним из направлений совершенствования лесоскладских работ является специализация раскряжевно-сортировочных потоков на 3–4 категории хлыстов (деревьев): низкокачественные, тонкомерные, деловые средних и крупных размеров (отдельно хвойных и лиственных пород).

В этом случае низкокачественная древесина, минуя раскряжевку, будет перерабатываться на универсальное древесное сырье – технологическую щепу. Переработку тонкомерных хлыстов (деревьев) целесообразно производить на агрегатных сучкорезно-окорочно-рубительных установках с получением технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства. Учитывая, что в нашей области будет построен ЦБК, расширение мощностей по производству технологической щепы следует считать целесообразным.

Оставшиеся деловые хлысты (деревья) будут поступать на сучкорезно-раскряжевно-сортировочную линию. Сучья, ветви и верхинки, при вывозке древесины деревьями, отходы от первичной обработки заготовленного леса и деревообрабатывающих цехов целесообразно использовать для выработки теплоносителей (угля, древесных брикетов или пеллет), тепло- и электроэнергия.

Стремительный рост цен на энергоносители уже сейчас обеспечил конкурентоспособность древесного топлива по сравнению с углеводородным.

В себестоимости готовой продукции деревообрабатывающих производств до 40% составля-

ет стоимость сырья, которая во многом зависит от транспортных расходов. Приблизив деревообработку к лесозаготовкам, можно значительно снизить себестоимость готовой продукции.

Во многом рентабельность лесозаготовок зависит от цен на круглые лесоматериалы, топливо, смазочные материалы, машины и оборудование и пр. Динамика роста цен далеко не в пользу лесной отрасли. За последние 15–20 лет цены на лесозаготовительную технику выросли в 80–100, на топливо в 110–300 раз, тогда как на круглые лесоматериалы всего в 25–30 раз.

Таким образом, обслуживание и эксплуатация техники и оборудования стала основной статьей расходов в калькуляции себестоимости производства круглых лесоматериалов. Раздробленность лесозаготовителей, поступление на рынок в значительных объемах незаконно заготовленной древесины, отсутствие инфраструктуры в лесной отрасли не позволяют проводить обоснованную ценовую политику на лесную продукцию, которая позволила бы поднять рентабельность лесозаготовок.

Вышесказанное свидетельствует о том, что для повышения эффективности ЛПК Российской Федерации необходимо:

- перейти от сезонных лесозаготовок к круглогодичным с обязательным строительством лесовозных дорог с твердым покрытием;
- вернуться к постоянно действующим комплексным лесозаготовительным предприятиям с концентрацией объемов производства, обеспечивающих эффективную работу современной техники и внедрение передовых технологий;
- приблизить деревообработку к лесозаготовкам;
- создать инфраструктуру лесной отрасли, отвечающую запросам времени;
- решить проблему ценообразования круглых лесоматериалов.

V.S. Sazhin

#### ANALYSIS OF MODERN FOREST INDUSTRIAL COMPLEX POSITION AND DEVELOPMENT PROBLEMS

УДК 66.092-977:547.724.1

#### ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФУРФУРОЛА

Л.А. Тихомиров

В статье представлено описание техпроцесса производства фурфурола из отходов деревообрабатывающих производств методом термохимического крекинга. Обоснована эффективность его применения вместо традиционных гидролизных и пиролизных способов производства фурфурола.

На кафедре МТД КГТУ с 1995 г. проводились исследования по получению перспективных клееных материалов (древесно-стружечных плит и фанеры) на основе фурановой смолы, обладающих высокими показателями водо-, био-, огне- и хими-

ческой стойкости и отвечающих возрастающим экологическим требованиям.

В результате проведенных работ разработана новая технология и получена клеевая продукция с необходимыми свойствами. Проведенная

независимая экспертиза подтвердила высокие экологические и физико-механические свойства полученной продукции.

Однако ожидаемый экономический эффект от выпуска экспериментальной партии фанеры на основе фурановой смолы не был получен. Первостепенной причиной стала высокая стоимость фурфурола, основного компонента фурановой смолы, обусловленная монополией изготовителей фурфурола и низким объемом производства фурфурола в России.

Возможным способом снижения себестоимости фурфурола является его производство на модульных установках при термохимическом разложении непосредственно на лесосеке.

Задача увеличения объемов производства фурфурола и снижения его себестоимости согласуется с основными направлениями развития ЛПК «Совершенствование структуры лесопромышленного производства в направлении углубленной химической и химико-механической переработки всей заготовленной биомассы древесины» и решает задачу комплексного использования сырья и утилизации отходов.

Основным потребителем низкосортной древесины и отходов в настоящее время является производство древесных плит, однако указанные материалы могут быть эффективно переработаны в углеродные. Наиболее известные способы переработки древесного сырья – это гидролиз и пиролиз (крекинг, термохимический крекинг).

Термохимический крекинг – один из современных способов карбонизации органического сырья, переработки органических полимеров в конденсированное и газообразное состояние.

Термохимический крекинг природных органических полимерных и низкомолекулярных соединений относится к числу моделируемых химических способов переработки, позволяющих значительно изменить кинетику протекания процессов карбонизации углеродсодержащего сырья, ускорить массообменные и термодинамические процессы, получать воспроизводимые параметры продуктов реакций, создавать технологию контролируемого и управляемого процесса.

Разработка технологии моделируемого термохимического крекинга растительного сырья является ключевым моментом в создании энергосберегающего непрерывного производственного процесса замкнутого цикла, экологически безопасного для окружающей среды, и максимального использования модульного принципа исполнения.

В промышленном производстве углеродных материалов технологии термохимического крекинга растительного и углеводородного сырья в своем концептуальном подходе используют варианты прямого термоудара при пиролизе органических

природных соединений с применением каталитических добавок для целенаправленного ведения процесса.

Процессы термического разложения связаны со значительными энергетическими затратами. Однако при использовании каталитической смеси – «сера – галогенид», «сера – смесь галогенидов», наблюдается сильный экзотермический эффект. При 155°C происходит саморазогрев смеси до температур 660–680°C.

В основных продуктах карбонизации пентазанов (дезацетилированных ацилсодержащих ксиланов (гемицеллюлоз) гексозанов) найдены фурфурол, метанол, углекислота, вода, ацетальдегид, ацетон, уксусная кислота, этанол, фуран, пропаналь и другие производные ксилозы, ксилозона, ксилана (смесь одноатомных фенолов).

На ЗАО «ВНИИДрев» разработана установка, построенная по модульному принципу, которая реализует непрерывный процесс производства углерода. Добавление дополнительных модулей (активации, смешения) позволяет получать модифицированные углеродные материалы с контролируемыми свойствами.

Мобильные модульные установки производительностью 0,3–1,2 т/сутки могут быть размещены на любых лесозаготовительных и лесоперерабатывающих предприятиях, имеющих растительные отходы. Это позволит создать одностадийное производство углеродных материалов при снижении затрат электроэнергии в 2–3 раза, металлоемкости в 5–6 раз, увеличении выхода углерода и снижении себестоимости в 2–4 раза за счет использования каталитических добавок и рационального аппаратного оформления и увеличить выход углерода, приблизив к теоретически возможному уровню.

На рис. 1 представлена схема установки для проведения термохимического крекинга.

Исходным сырьем для термохимического крекинга являются: отходы лесопереработки, отходы гидролизного и целлюлозно-бумажного производства, опилки, щепа, обрезки досок с максимальным размером не более 20–30 мм и влажностью не более 10%. Могут использоваться другие растительные отходы, имеются технологии переработки вершинников хвойных пород деревьев и древесной коры.

Основные виды продуктов, получаемых в результате термохимического крекинга древесного сырья на установках модульного типа (выход продукта в процентах от веса исходного сырья):

1. Хвойные породы:

- древесный полукокс до 50% или активированный уголь до 30–35%, порошкообразные и гранулированные формы;



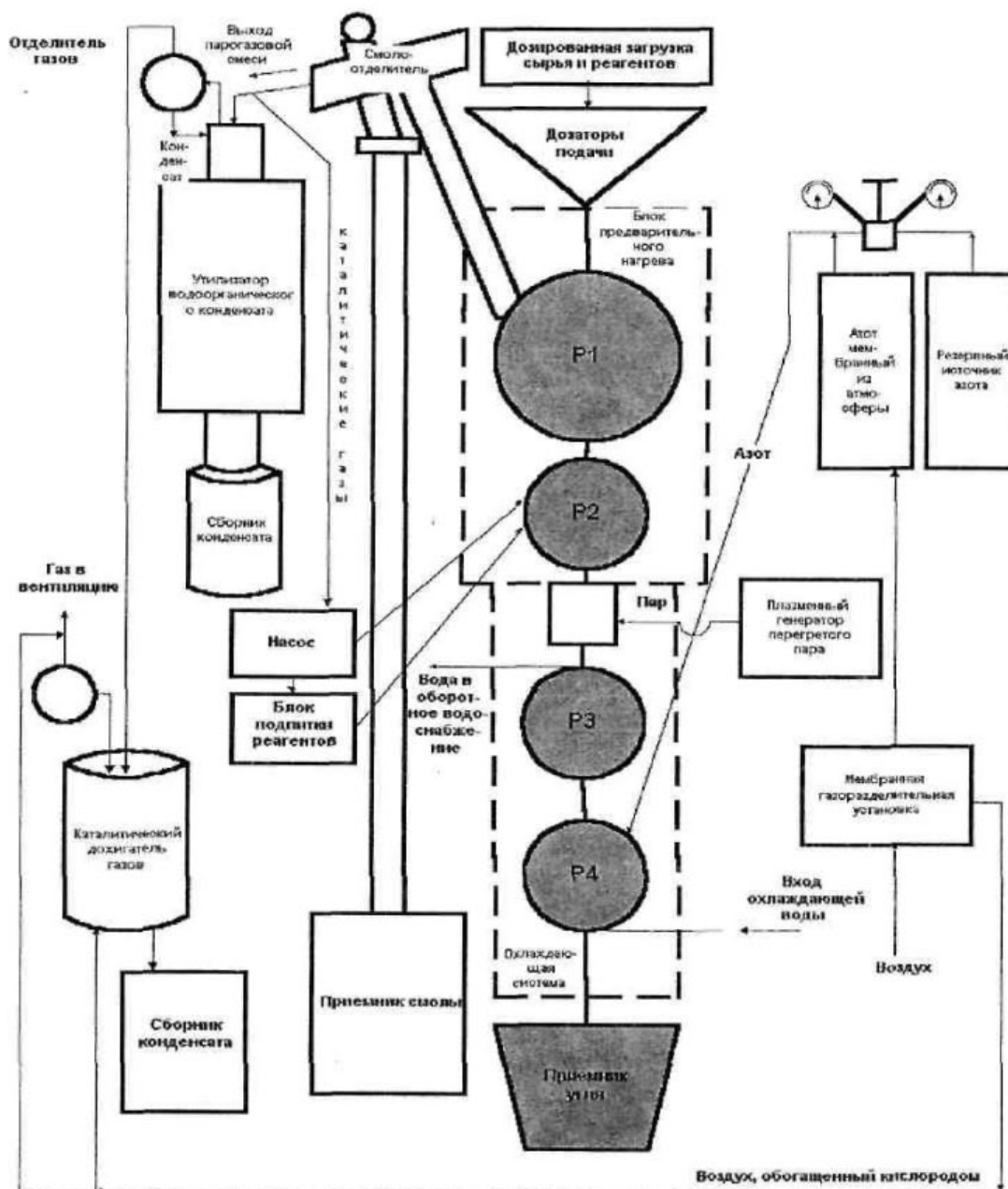


Рис.1.Схема установки для проведения термохимического крекинга:

P1 – реактор спаренный, со шнековыми транспортерами, нагревателями и индивидуальным электроприводом;

P2 – реактор со шнековым транспортером, нагревателем и индивидуальным электроприводом шнекового транспортера;

P3 – реактор со шнековым транспортером и охлаждением; P4 – реактор со шнековым транспортером и охлаждением

- пиролизные смолы 6–7%, включающие фурфурол (для получения ванилина, янтарной кислоты) и другие компоненты;
- спирты, кислоты, водорастворимые органические конденсаты 30–35%.

2. Берёза:

- древесный полукокс до 50% или активированный уголь (порошкообразные и гранулирован-

ные формы), в том числе для медицинских применений до 30–35%;

- дёготь и фурфуроловые производные до 10%;
- водорастворимые органические конденсаты до 30–35%.

ВЫВОДЫ

1. Предварительные расчеты показывают, что при производстве фурфурола методом термо-

химического крекинга выход фурфурола из древесного сырья составит от 6 до 10%, что сопоставимо с выходом фурфурола при гидролизном методе производства.

2. В условиях рыночной экономики комплексная переработка растительного сырья приобретает особое значение и целесообразность. Разработка и реализация гибкой технологической схемы с получением нескольких видов продукции (древесный активированный уголь, полуккок, углеродный сорбент, смолы, скипидар, канифоль, копильная жидкость, моно-, поли- и олигосахариды, кормовые дрожжи, фурфурол, кормовая белковая добавка, белково-минеральная добавка, биологически активные вещества, удобрения, топливо и

др.) позволят не только более глубоко перерабатывать сырьё, утилизировать жидкие и твёрдые отходы, но и производить конкурентоспособную продукцию в соответствии со спросом на рынке (до 300 \$ с одной тонны древесных отходов).

3. Переработка древесных отходов в фурфурол для организации производства водостойкой низкотоксичной фанеры на основе фурановых смол будет способствовать одновременному решению нескольких актуальных задач: утилизации образующихся отходов, производству конкурентоспособной продукции, созданию рабочих мест, ликвидации несанкционированных отвалов древесных отходов, улучшению экологической обстановки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маматов Ю.М. Фурановые смолы (производство и применение) / Ю. М. Маматов. – М. : ОНТИТЭИмикробиопром, 1974.
2. Титуниц А.А. Решение актуальных проблем переработки древесины / А. А. Титуниц, Л. А. Тихомиров // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2006. – № 13. – С.101–103.

L.A. Tihomirov

**THERMO-CHEMICAL CRACKING – FURFURAL PRODUCTION PROSPECTIVE METHOD**

# ДИЗАЙН

УДК 669.017

## СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*С.И. Галанин, С.В. Успенский, А.С. Галанина, В.О. Агафонов*

Описаны методики определения цвета и отражательной способности различных металлических поверхностей, в том числе сложной формы и малых геометрических размеров

В современном мире цвет играет чрезвычайно важную роль, он часто является необходимой составляющей коммерческого успеха производимой продукции. Воспринимаемый нами цвет предмета зависит от множества факторов, таких как его размер, фактура и текстура поверхности, освещение, цвет и освещённость фона и окружения. И, что более важно, цвет является субъективным феноменом и существенно зависит от наблюдателя, что затрудняет его измерение [1].

Художественно-эстетическое восприятие художественных ювелирных изделий из различных металлов, наряду с блеском, в значительной степени определяется их цветом, особенно в последнее время, когда значительно расширилась номенклатура и цветовая гамма металлов и сплавов, используемых при изготовлении украшений. Однако на сегодняшний день не существует простых способов и оборудования для определения цвета и отражательной способности (блеска) поверхности ювелирных изделий, во-первых, из-за малой их величины, во-вторых, из-за зависимости цвета металла от освещения. Поэтому их создание является весьма актуальной задачей [2].

Цвет – это свойство света вызывать зрительные ощущения в соответствии с длиной волны излученного или отраженного света, т.е. спектральными характеристиками света. Видимый свет (рис.1) – это электромагнитные колебания с длиной волны от 370 до 760 нм (от фиолетового до красного).

Диапазон отражённых от поверхности, например, металла длин волн зависит от природы материала. Сохранение цвета, как и блеска, зависит от химической стойкости, твердости материала и технологии обработки его поверхности [3]. Цвет можно определить как визуально, так и при помощи различных приборов. Визуальный способ субъективен и применим только для предварительной оценки. Определить цвет образца и его цветовое отличие от эталона можно инструментальными спектрофотометрическими методами,

используя трехцветный колориметр, двулучевой спектрофотометр, спектральный анализатор и др. [4]. Спектрофотометрические методы заключаются в измерении коэффициентов отражения и интенсивностей спектрально разложенных световых потоков. Их использование на производстве даёт точные результаты, позволяет исключить ошибки, связанные с явлением метаметрии, позволяет работать с образцами повышенной цветовой контрастности, а также с образцами, обладающими люминесценцией. Но в спектрофотометрических приборах используются высокоточные оптические системы, оптико-волоконные технологии, высокочувствительные светоэлементы [2]. Из-за этого стоимость таких приборов очень высока, и для малых и средних предприятий (каковыми в основном являются ювелирные предприятия) использование этих приборов экономически нецелесообразно.

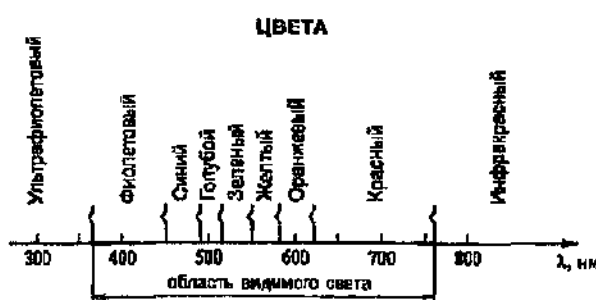


Рис. 1. Спектр видимого света

Следовательно, необходима разработка простых способов определения цвета металлических поверхностей с использованием распространённого относительно недорогого оборудования и программного обеспечения, например программы Adobe Photoshop.

Для получения цветных изображений в виртуальном пространстве существуют алгоритмы представления цвета под общим названием – цветовая модель. Это – математический способ опи-

сания и получения цветов. Цветовые модели различаются по области применения [6]. При работе с программой Adobe Photoshop можно использовать две цветовые модели.

Цветовая модель RGB относится к типу аддитивных, в которых дополнительные цвета образуются путем сложения основных цветов: Red (красный), Green (зеленый), Blue (синий). Сумма трех цветовых каналов дает белый цвет [6].

По известным характеристикам RGB можно рассчитать доли спектрально чистых красного, зеленого и синего светов для получения света, отражаемого образцом, и определения средней длины волны отраженного света. Зная характеристики RGB, можно рассчитать

$$\begin{cases} \bar{r} = \frac{R}{R+G+B}, \\ \bar{g} = \frac{G}{R+G+B}, \\ \bar{b} = \frac{B}{R+G+B}, \end{cases} \quad (1)$$

из (1) следует расчет средней длины волны как функции сложения трех элементарных световых потоков разной интенсивности. Если рассматривать отраженный свет с длиной волны  $\lambda$ , то одна единица энергии  $\lambda$  может быть уравнена аддитивной смеси  $\bar{r}$  единиц  $R$  вместе с  $\bar{g}$  единиц  $G$  и  $\bar{b}$  единиц  $B$

$$1\lambda \equiv \bar{r}R + \bar{g}G + \bar{b}B, \quad (2)$$

где  $R$ ,  $G$  и  $B$  – реальные основные цвета с длинами волн соответственно 700, 546,1 и 435,8 нм.

Тогда среднее значение длины волны отраженного света можно вычислить по формуле

$$\lambda_{cp} = (\bar{r} \cdot 700) + (\bar{g} \cdot 546,1) + (\bar{b} \cdot 435,8). \quad (3)$$

Цветовая модель Lab имеет наиболее широкий диапазон, т.к. основана на человеческом восприятии цвета и включает в себя все другие цветовые модели. Любой цвет представляется яркостью (*Lightness*) и двумя хроматическими составляющими:  $a$  – изменяется в диапазоне от зеленого до красного,  $b$  – от синего до желтого. В этой цветовой модели целесообразно конвертировать изображения, а также проводить тоновую коррекцию. Данная цветовая модель – полный прототип системы координат цвета CIELab (рекомендованной МКО для расчета координат цвета, средней длины волны отраженного света и цветового различия). Она не требует сложных переводов результатов анализа в системы МКО, а также отражает ошибки всего лишь одной величиной –  $L$ .

Основная проблема при работе с редактором Photoshop 7.0 – необходимость перевода данных диаграмм в размерность системы МКО. Например, в системе Lab МКО 1976 г. значение  $L$  изменяется в пределах от 0 до 100, а значения  $a$  и  $b$  от –120 до +120. На диаграмме же в редакторе Photoshop 7.0 значения всех этих величин изменяются в диапазоне от 0 до 255. Следовательно, для линейного перевода необходимо пользоваться формулами:

$$\begin{cases} L^* = \frac{L}{255} \cdot 100, \\ a^* = \frac{a \cdot 240}{255} - 120, \\ b^* = \frac{b \cdot 240}{255} - 120, \end{cases} \quad (4)$$

где  $L$ ,  $a$  и  $b$  – данные диаграммы Photoshop 7.0;  $L^*$ ,  $a^*$  и  $b^*$  – координаты в системе CIELab 1976 г.

Для более точного расчета необходимо знать точные кривые распределения спектрально чистых цветов, учитывая интенсивность каждого из трех цветов, построить кривую распределения отраженного от образца света. Далее следует продифференцировать площадь под кривой и получить действительную среднюю длину волны. Если произвести вышелеречисленные действия, расчет среднего значения будет не важен, т.к. полученный график, схожий с реальным составом отраженного света, будет отображать все особенности данного цвета, включая метамерию.

По третьей рекомендации МКО для приблизительно равномерного пространства  $L^*a^*b^*$  МКО 1976 г., которое имеет официальное сокращение CIELab, расчет ведётся со следующими исключениями:

$$\begin{cases} L^* = 116(Y_R)^{1/3} - 16, \text{ если } Y_R > 0,008856, \\ L^* = 903,3Y_R, \\ a^* = 500[f(X_R) - f(Y_R)], \\ b^* = 0,4 \cdot 500[f(Y_R) - f(Z_R)]. \end{cases} \quad (5)$$

По приведенным выше зависимостям выводятся формулы расчета  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  из известных значений  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ :  
при  $Y_R > 0,008856$

$$\begin{cases} Y_R = \frac{L}{903,3}, \\ X_R = \frac{a}{7,787 \cdot 500} + Y_R, \\ Z_R = \left( 7,787 Y_R + \frac{16}{116} - \frac{b}{200} \right)^3, \end{cases} \quad (6)$$

при  $Y_R \leq 0,008856$

$$\begin{cases} Y_R = \left( \frac{L+16}{116} \right)^3, \\ X_R = \left[ (a/500) + Y_R^{1/3} \right]^3, \\ Z_R = \left( Y_R^{1/3} - \frac{b}{200} \right)^3. \end{cases} \quad (7)$$

Удельные координаты находятся по следующим формулам:

$$\begin{cases} \bar{x} = \frac{X_R}{X_R + Y_R + Z_R}, \\ \bar{y} = \frac{Y_R}{X_R + Y_R + Z_R}, \\ \bar{z} = 1 - \bar{x} - \bar{y}. \end{cases} \quad (8)$$

В результате определяются значения равновесных координат  $x$  и  $y$ . Они наносятся на график цветности, по которому определяется средняя длина волны отраженного от образца света. Для этого по данным координатам распределения длин волн видимой части строится кривая отраженного света от идеально матового белого тела. При этом все точки, соответствующие всевозможным цветам, должны находиться внутри полученной фигуры. Чем ближе точка в радиальном расположении к точке источника света, тем выше отражающая способность образца.

Ранее разработан прибор и методика определения блеска поверхности [5]. Прибор состоит из микроскопа МСБ-9 с кратностью увеличения  $\times 0,6$ ;  $\times 1$ ;  $\times 2$ ;  $\times 4$  и  $\times 7$ , снабженного поворотным столиком для установки образцов; кронштейна с лампой – точечным источником света; видеокамеры EQ-350/P; тонера AVER media 305 с функцией «стоп-кадр» и компьютера на базе процессора Intel Pentium III. Исследуемый образец или ювелирное изделие помещается на предметный столик. Источники света при необходимости могут меняться, если возникает потребность в измерении цвета поверхности при разном освещении (дневном и вечернем).

С помощью прибора возможно определение цвета поверхности образца в виде средней длины волны отраженной световой волны  $\lambda_{ср}$ , представленной в цифровом виде. Полученная величина сравнивается с характеристиками эталонных образцов. Таким образом, измеряется относительная величина цвета, т.к. для абсолютных значений необходимо наличие источника света, обладающего строго фиксированной спектральной характеристикой. Такой источник в предлагаемом приборе отсутствует. Однако полученные данные

достаточно информативны, т.к. характеризуют цвет металла в реальных условиях эксплуатации ювелирных изделий.

Характеристики RGB фиксированной поверхности анализируются с помощью программы Adobe Photoshop (рис.2). В программе выбирается закладка «гистограмма» и канал цвета: красный соответствует характеристике R, зеленый – G, синий – B. По каждому каналу определяются максимальные значения этого цвета на выбранной поверхности через медиану на линейке гистограммы. Зная характеристики RGB поверхности, можно рассчитать среднее значение длины волны отраженного света по формулам (1)–(3). Полученное значение сравнивается с эталонным.

Описанная методика удобна для быстрого определения цвета реальных ювелирных изделий. Однако определение цвета является относительным, т.к. присутствует обязательное сравнение с эталонными образцами. Другим недостатком является то, что характеристики цвета эталонных образцов могут изменяться с течением времени.

Альтернативой может служить метод прямого сканирования с последующей электронной обработкой. В его основе лежит использование профессиональных сканирующих систем, широко применяемых для контроля качества цветной печати, настройки цветопередачи цветных мониторов и других устройств вывода для вычислительной техники. Прототипом такой сканирующей системы может служить «Scanner EPSON Perfection 1670» с разрешающей способностью в пределах 12800–9600 dpi (точек на дюйм<sup>2</sup>). С его помощью производится сканирование с высоким разрешением части или всей поверхности образца. Полученное изображение сохраняется в .bmp<sup>1</sup> формате и обрабатывается в программе Adobe Photoshop 7.0 и MS Excel 2000.

Метод основан на работе с растровым изображением, полученным сканированием образца с помощью EPSON Perfection 1670. Растровая графика – вид двумерной компьютерной графики, в которой любое изображение представляется как массив цветных точек (пикселей). Все растровые изображения характеризуются размером, разре-

<sup>1</sup> Формат *bmp* (*Bit Map*) – один из первоначально созданных форматов для сохранения изображения, применим для использования практически во всех современных программах обработчиках. Основным недостатком является большой размер из-за отсутствия какой-либо системы сжатия. Однако превосходное качество цветопередачи и возможность работы во всех цветовых моделях с любой глубиной цвета делают его незаменимым. На практике он точно передает цветовые тона при получении изображений с устройств ввода, таких как сканер или цифровая фотокамера.

нием и глубиной цвета – количеством информации о цвете в битах, приходящейся на один пиксел изображения [6]. Для лучшего качества использу-

ется разрешение 1200 dpi. Далее изображение сводится к размеру 505×522 dpi глубиной цвета 8 бит и средним размером 770 кбайт.

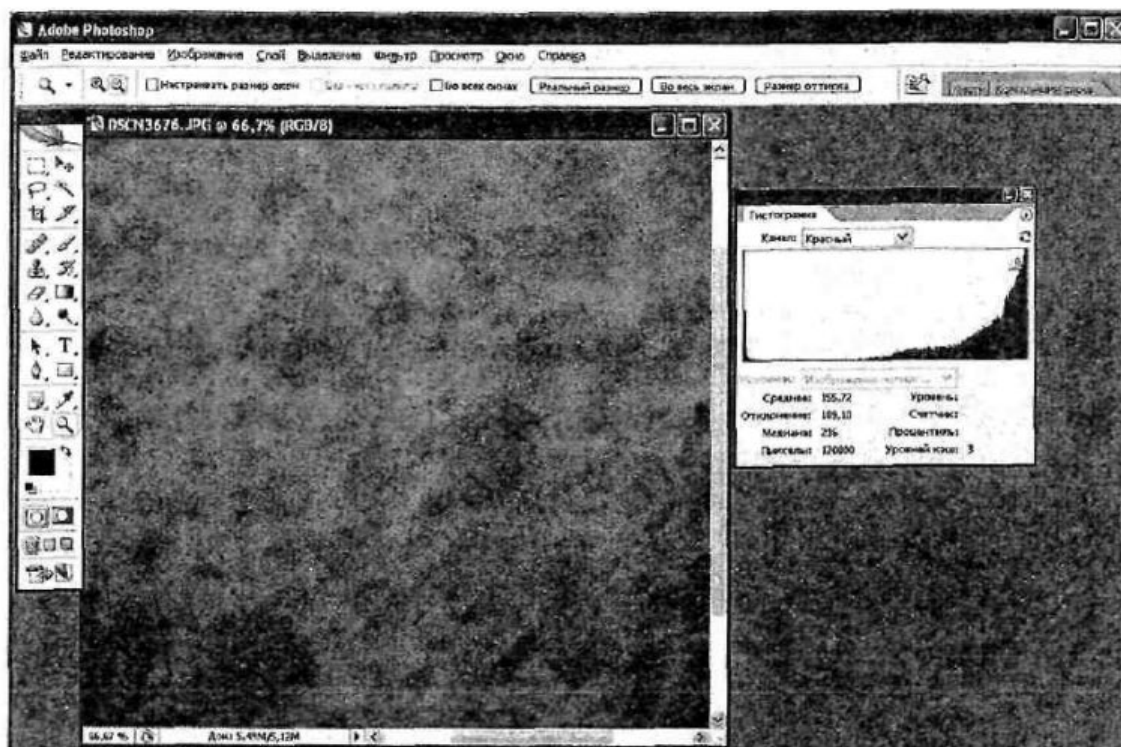


Рис.2. Определение характеристик RGB в программе Adobe Photoshop

Для комплексного анализа цвета и блеска поверхности образцов выполняются следующие действия.

1. Сканирование образца с помощью *EPSON Perfection 1670* при стандартных настройках коррекции цвета (рис. 3). Разрешение выбирается по мере необходимости, в зону сканирования не помещаются заведомо бракованные места образцов.

2. Открытие сканированного изображения в *Photoshop 7.0*.

3. Установка цветовой модели *LAB*: для этого выбирается закладка «Изображение/ Режим/ Лабораторные цвета».

4. Измерение параметров *L*, *a*, *b*. Для этого выбирается закладка «Изображение/ Гистограмма». Из строки «Медиана» выписывается значение для каждого из параметров (в строке «Главное» указывается значение параметра, которому соответствует самое большое число пикселей; в строке «Медиана» указывается среднее значение параметра, полученное дифференцированием площади под кривой).

5. Для определения отражающей способности параметр «Яркость» или *L* в системе *LAB* прорабатывается подробнее: измеряется площадь гистограммы, для чего силуэт упрощается до про-

стейших геометрических фигур, и рассчитывается их суммарная площадь.

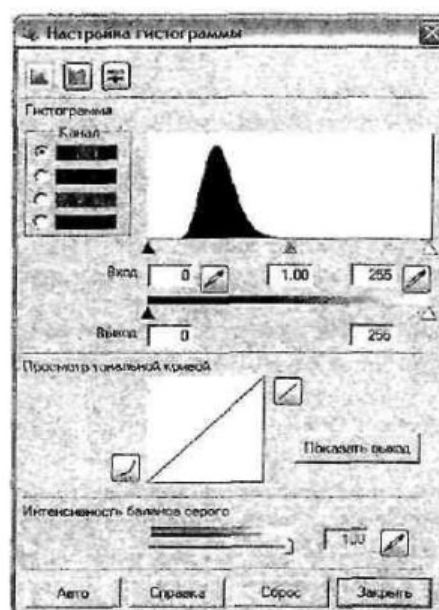


Рис.3. Коррекция цветовой гаммы при сканировании образцов в *EPSON Scan*



6. Перевод полученных значений с помощью *Photoshop 7.0* в значения, соответствующие стандартам *CIELAB*, используя формулы (1).

7. Расчёт координат цвета по формулам (5)–(7). Для расчёта средней длины волны используется формула (3).

8. Расчёт блеска по формуле [5]

$$БЛ = \frac{A_i / S_i}{A_э / S_э} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где  $A_i$ ,  $S_i$  и  $A_э$ ,  $S_э$  – положение пика на линейке гистограммы и площадь под огибающей гистограммы исследуемого образца и эталона соответственно.

В (9) вместо  $A_i$  вставляется значение «Медиана»  $L$  образца и  $A_э$  – значение «Медиана»  $L$  эталона (зеркала).

9. Расчёт цветового различия по формуле

$$\Delta E(L\alpha\beta) = \sqrt{(L^2 + a^2 + b^2)}, \quad (10)$$

Недостатком метода прямого сканирования является возможность получения данных только с плоских образцов.

#### ВЫВОДЫ

Предложены два метода комплексной оценки цвета и блеска поверхности с помощью прибора и прямым сканированием образцов. Методы позволяют с использованием распространённого и относительно недорогого оборудования и программного обеспечения достаточно быстро определять искомые данные.

Методы могут быть с успехом использованы в промышленности для экспресс-оценки показателей поверхности выпускаемой продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколова М.Л. Дизайн : учебник для вузов / М. Л.Соколова, И. Ю. Мамедова, М. Ш.Фурникэ ; под ред. Б. М. Михайлова. – М. : МГАПИ, 2005. – 127с.
2. Контролёр работ по металлопокрытиям : учебник для ПТУ / Н. М.Шмелёва. – М. : Машиностроение, 1985. – 176 с.
3. Соколова М.Л. Металлы в дизайне / М. Л. Соколова. – М. : МИСИС, 2003. – 176 с.
4. Луизов А.В. Цвет и свет / А. В. Луизов. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 256с.
5. Способ определения блеска поверхности / С. И. Галанин, С. В. Успенский, М. В. Сорокина, В. Н. Ломагин, Д. Н. Субботин // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2006. – № 13. – С. 71–74.
6. Цвет в промышленности / под ред. Р. Мак-Дональда ; пер. с англ. И. В. Пеновой, П. П. Новосельцева ; под ред. Ф. Ю. Телегина. – М. : Логос, 2002. – 596 с.

S.I. Galanin, S.V. Uspensky, A.S. Galanina, V.O. Agafonov  
SURFACE COLOR DEFINITION METHODS

## ПРОМЭКОЛОГИЯ

УДК 620.9:621.314

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*В.М. Каравайков,*

*Н.Р. Подкопаева (Департамент ТЭК администрации Костромской области),*

*С.В. Гаркушина (ОАО «Волгоградоблгаз»)*

Разработана методика эколого-технической оценки эффективности энергетических технологий, определены критерии оценки, на основании которых возможно определение приоритетных направлений развития альтернативной энергетики Костромской области.

Все существующие критерии оценки пригодности тех или иных нетрадиционных преобразователей энергии в качестве основы для альтернативных энерготехнологий можно подразделить на три группы: 1) качественные; 2) количественные; 3) технологические. К основным качественным критериям выбора альтернативных преобразователей энергии относятся: экономичность, экологичность, безопасность, стабильность, надежность, долговечность. Однако в реальной практике каждый качественный критерий требует количественной оценки.

Количественные критерии: стоимость энергии и установленной мощности; эффективность (в качестве этого показателя могут быть использованы КПД, удельное количество вырабатываемой мощности и т.п.); период окупаемости затрат на создание объекта; рентабельность; срок службы и др.

Технологические критерии: материалоемкость; энергоемкость; конструктивная и технологическая сложность; унифицированность производства и др.

В связи со значительным количеством критериев задача выбора из всего многообразия альтернативных преобразователей энергии (АПЭ), действительно пригодных в качестве альтернативных для широкомасштабного использования, существенно усложняется из-за отсутствия интегральных критериев, а также неопределенности, связанной с использованием качественных критериев.

Все количественные критерии тем или иным образом отражаются на основных экономических показателях АПЭ: стоимости единицы энергии и стоимости единицы установленной мощности. Причем первый показатель является главным, т.к. показывает себестоимость производимого товара – энергии. При сравнении АПЭ с традиционными преобразователями энергии надо помнить, что удельная стоимость установленной

мощности не имеет столь решающего значения (в определенных пределах), т.к. срок окупаемости затрат на освоение АПЭ существенно меньше, благодаря отсутствию затрат на топливо и транспорт. Себестоимость установленной мощности (и энергии) снижается экспоненциально с увеличением установленной мощности энергостанции [1]. АПЭ сравнивают по производимой ими экономии (замещению) условного топлива: тонна условного топлива – 8140 кВт·ч (тепловой) энергии [2].

Следует отметить, что проводимые технико-экономические обоснования проектов АПЭ, как правило, не содержат экономической оценки всего экологического вреда, наносимого отдельной традиционной электростанцией, эквивалентной по мощности. В то же время такая оценка могла бы внести существенные коррективы в размеры себестоимости энергии традиционной энергостанции, что решающим образом отразилось бы на конкурентоспособности АПЭ. Одна работающая на угле электростанция мощностью 1000 Вт создает убыток в 12 млн долл. из-за коррозии различных материалов. Если сюда добавить еще экологический налог, который сегодня в Европе составляет в среднем 10 долл. за 1 тонну выброшенного в атмосферу углекислого газа, то себестоимость энергии традиционных электростанций возрастет на 20–30 %. Если этот налог ввести в России, то это приведет к банкротству большинства топливных электростанций или к существенному повышению тарифа на энергию.

К сожалению, сегодня не существует методик расчета стоимости энергии, учитывающих потери от заболеваемости, смертности, снижения урожайности агрокультур, появления мутантов среди различных организмов на Земле вследствие эксплуатации традиционной энергетики (расчет пока невозможен из-за отсутствия полных достоверных

статистических данных). Тем не менее, все названные факторы говорят о том, что любой из традиционных видов энергопреобразователей не выдержит конкуренции ни с одним из альтернативных преобразователей энергии. Таким образом, экологические факторы начинают существенно влиять на экономические параметры анализируемых энергопреобразователей. Для того чтобы в нашей стране начались позитивные изменения в этом вопросе, необходимо принятие специального экологического законодательства (аналогичного законодательствам зарубежных стран) на федеральном уровне.

Как качественные, так и количественные критерии выбора АПЭ должны учитывать все многообразие «эталонных» экономических, экологических и технических параметров энерготехнологий. Для повышения объективности выбора необходимо и качественные критерии определить в количественном выражении. К сожалению, до настоящего времени не были определены интегральные критерии, обеспечивающие такой выбор. В своей работе мы ставим задачу определения интегральных критериев, позволяющих построить модель оптимального альтернативного преобразователя по совокупности эколого-экономических и технологических факторов, что обеспечит возможность объективного выбора приоритетных будущих альтернативных энерготехнологий. Важность правильности такого выбора определена тем, что при прогнозировании долгосрочного развития энергетической отрасли любые ошибки в формировании структуры стратегических программ могут привести к огромным материальным потерям в будущем, что неизбежно негативно отразится на всех сферах экономики.

Эколого-экономическую эффективность как критерий выбора различных энерготехнологий мы оцениваем с использованием трех показателей:

1. Экологичность – отсутствие или минимизация вреда окружающей среде;
2. Экономичность – величина рентабельности, удельные стоимости мощности и энергии, экономический эффект от замещения (или сбережения) топлива;
3. Эффективность – КПД, надежность, стабильность, доступность, технологичность, качество энергоснабжения, материалоемкость.

Критерий эколого-экономической эффективности представим в виде

$$E_3 = \mathcal{E}_1 \mathcal{E}_2 \mathcal{E}_3, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3$  – показатели экологичности, экономичности и эффективности соответственно.

Названные показатели необходимо определить количественно.

Экологичность можно представить в виде степени экологической безопасности исследуемой технологии

$$\mathcal{E}_1 = \frac{\mathcal{E}_6}{\mathcal{E}_{аб}}, \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}_6, \mathcal{E}_{аб}$  – экологическая и абсолютная экологическая безопасность соответственно.

Абсолютная экологическая безопасность (практически недостижимая величина) может быть принята за единицу. Тогда экологичность энерготехнологии тождественна ее экологической безопасности

$$0 < \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_6 > 1. \quad (3)$$

Экологическая безопасность  $\mathcal{E}_6$  – вероятность нанесения вреда человеку и окружающей среде. Экологический вред среде  $\mathcal{E}_в$  можно представить величиной, обратной экологической безопасности:

$$\mathcal{E}_в = 1/\mathcal{E}_6 = PНВ + АВ + ПНВ, \quad (4)$$

где РНВ – регулярно наносимый вред окружающей среде;

АВ – вред вследствие аварий;

ПНВ – величина отдаленных последствий от наносимого вреда.

Степень экологического вреда зависит от таких факторов, как 1) величина угрозы для здоровья человека: а) слабая, б) средняя, в) высокая; 2) угроза для жизни поколений – воздействие на генетический аппарат: а) слабое, б) среднее, в) высокое; 3) территория вредного воздействия, численность населения, попадающего под воздействие одного объекта; 4) регулярность и длительность воздействия; 5) нанесение вреда экосистеме и др.

Названные факторы могут быть определены из статистических данных или экспертных оценок. Например, известно, что для ТЭС, работающих на газе, нормализованный выброс в атмосферу примерно в 10 раз меньше, чем для ТЭС той же мощности, использующих уголь [3]. Для угольных ТЭС вероятная численность заболеваемости – десятки тысяч человек на одну энергостанцию [4], для газовых теплоэлектростанций – тысячи человек. Материальный ущерб на энергостанцию: для угольных – единицы миллионов долларов (примерно 1 долл./кВт) [4] без учета величины экологического налога (около 10 долл./т выброса окислов углерода [5]).

Величина экологического ущерба включает:

- экологический налог на все выбросы вредных веществ;
- затраты на социальное обеспечение устранения вредных последствий выбросов;

- потери человеко-дней на предприятии вследствие заболеваний по причине воздействия экологических факторов в результате деятельности энергопредприятия;
- ущерб от разрушающего воздействия выбросов на конструкции, оборудование, транспорт и т.п.;
- ущерб от аварий с экологическими последствиями.

Если оценить экологический вред, наносимый нетрадиционными энерготехнологиями, то на первом месте среди них ГеоТЭС с прямым сбросом термальной воды в водоемы (при высокой минерализации сбрасываемой воды), а затем следуют ветровые электростанции (ВЭС), для которых степень и радиус воздействия увеличивается с мощностью: десятки и сотни метров – для малых ВЭС (единицы кВт), сотни и тысячи метров для ВЭС большей мощности. Экологичность ориентировочно определена для каждой электротехнологии: АЭС –  $\Theta_1 < 10^{-6}$ ; ТЭС (на угле) –  $\Theta_1 < 10^{-4}$ ; ТЭС (на газе) –  $10^{-4} < \Theta_1 < 10^{-3}$ ; ВЭС (мегаватной мощности) –  $\Theta_1 \sim 10^{-3}$ ; ВЭС (малой мощности) –  $10^{-2} < \Theta_1 < 10^{-1}$ ; ГЭС –  $\Theta_1 \sim 0,1$  [3]. Экологичность нетрадиционных энерготехнологий – микро- и миниГЭС, биогазовые установки, солнечные, геотермальные энергоустановки имеют экологичность выше 0,1.

Эффективность мы определяем как совокупность параметров, влияющих на соотношение величин вырабатываемой энергии и необходимых затрат. При анализе эффективности энерготехнологий обычно рассматриваются величины: коэффициент (КПД); время работы (в зависимости от погодных условий, нагрузки и т.д.); материалоемкость (технологичность); надежность (по числу отказов в год); качество энергии (соответствие стандартам).

Коэффициент интегральной эффективности энергоустановки определяем в виде

$$K_{\Sigma \varepsilon} = \eta_{\varepsilon} K_{\text{вм}} K_{\text{м}} K_{\text{н}} K_{\text{к}}, \quad (5)$$

где  $\eta_{\varepsilon} = N_{\text{д}}/N_{\text{затр}}$  – КПД энергоустановки;

$N_{\text{затр}}$  – затраченная мощность;

$K_{\text{вм}} = T_{\text{д}}/T_{\text{г}}$  – коэффициент времени действия в году,  $T_{\text{д}}$  – время действия в году;

$K_{\text{м}} = M_{\text{опт}}/M_{\text{р}}$  – коэффициент материалоемкости,  $M_{\text{опт}}$ ,  $M_{\text{р}}$  – оптимальная и реальная материалоемкость энергоустановки;

$K_{\text{н}} = n_{\text{опт}}/n_{\text{р}}$  – коэффициент надежности,

$n_{\text{опт}}$ ,  $n_{\text{р}}$  – оптимальное и реальное число отказов в год;

$K_{\text{к}} = Q_{\text{д}}/Q_{\text{опт}}$  – коэффициент качества энергии;

$Q_{\text{р}}$ ,  $Q_{\text{опт}}$  – реальное и оптимальное (нормируемое) качество энергии соответственно.

Абсолютную величину эффективности  $\Theta_{3(a)}$ , кВт·ч/долл. можно представить как количество энергии, отнесенное к затратам на ее производство

и умноженное на коэффициент интегральной эффективности

$$\Theta_{3(a)} = K_{\Sigma \varepsilon} \frac{W_{\varepsilon}}{P_{\Sigma}} = \frac{K_{\Sigma \varepsilon} N_{\text{у}} K_{\varepsilon} T_{\varepsilon}(\text{ч})}{\Sigma_{\Sigma}} = \frac{K_{\Sigma}}{C_2}. \quad (6)$$

Относительная величина эффективности  $\Theta_3$  должна быть нормирована по отношению к идеальной.

$$\Theta_3 = \frac{\Theta_{3(a)}}{\Theta_{3(\text{ид})}} = \frac{K_{\Sigma \varepsilon} C_{2(\text{ид})}}{C_2 K_{\Sigma \varepsilon(\text{ид})}}. \quad (7)$$

Величина  $\Theta_{3(\text{ид})}$  может быть определена для каждого вида энергопреобразователей по лучшим реальным достижениям (или исходя из расчетов). Например, при нормируемой мощности для эталонной («идеальной») электростанции получим  $K_{\Sigma \varepsilon} \sim 0,6$ ;  $C_2 = 0,02$  долл./кВт·ч (на уровне современных лучших достижений) и  $\Theta_{3(\text{ид})\text{эл}} = 0,6/0,02 = 30$  кВт·ч/долл. Для теплостанций имеем  $K_{\Sigma \varepsilon} \sim 0,9$ ;  $C_2 = 0,004$  долл./кВт·ч и  $\Theta_{3(\text{ид})\text{тепл}} = 0,9/0,004 = 225$  кВт·ч/долл. [3]. Величины  $\Theta_{3(\text{ид})}$  определены приблизительно, однако при оценках различных технологий главным образом важен порядок этих величин.

Учитывая параметр экономичности  $\Theta_2$ , определенный по методике [6], рассчитываем критерий эколого-экономической эффективности по формуле (1), который может служить критерием при определении эколого-экономической эффективности сравниваемых энерготехнологий.

При анализе и выборе того или иного АПЭ, кроме эколого-экономической эффективности, необходимо учитывать географический, территориальный фактор преобладания потенциала конкретного вида возобновляемого источника энергии, доступность (экономичность, рентабельность) его использования на рассматриваемой территории. Так, например, несмотря на высокие показатели для малых ГЭС, удаленность большинства потенциальных источников (малых рек) от потребителей резко снижает их экономический потенциал. При анализе и выборе АПЭ следует руководствоваться известными картами, указывающими территориальное преобладание потенциала. Эколого-экономическая эффективность с учетом этого территориального фактора может быть определена из формулы

$$E_{\text{эп}} = E_{\varepsilon} K_{\text{эп}}, \quad (8)$$

где  $K_{\text{эп}} = P_{\varepsilon}/P_{\Sigma \varepsilon}$  – отношение экономического потенциала конкретного вида ресурса нетрадиционного возобновляемого источника энергии (НВИЭ) и суммарного экономического потенциала всех видов НВИЭ на данной территории.

Для каждого региона страны может быть рассчитана величина  $E_{\text{ЭТ}}$  и определена эколого-экономическая целесообразность и приоритет-

ность использования конкретного вида НВИЭ и конкретной энерготехнологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких П.П. Почем нынче ветер / П. П. Безруких // АВОК. – 1994. – №3/4. – С. 15–16.
2. Нестеров П.М. Экономика природопользования и рынок / П. М. Нестеров, А. П. Нестеров. – М. : ЮНИТИ, 1997. – 413 с.
3. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии : аналитический альбом / под ред. А. И. Гриценко. – М. : ВНИИ ПГ ГТ ; НКАО-Ф «Энергосбережение» ; Авиаиздат, 1996. – 220 с.
4. Легасов В.А. Проблемы энергетики // В. А. Легасов, И. И. Кудлин // Природа. – 1982. – №2. – С. 8–23.
5. Муругов В.П. Стимулирование использования возобновляемых источников энергии / В. П. Муругов, А. Б. Пинов // Возобновляемая энергия. – 1998. – №3. – С.45–46.
6. Беляев Ю.М. Критерии эколого-экономической эффективности энергетических технологий / Ю. М. Беляев // Промышленная энергетика. – 2003. – №8. – С. 39–44.

V.M. Karaaikov, N.R. Podkopaeva, S.V. Garkushina  
**DEFINITION OF NON-TRADITIONAL ENERGY TECHNOLOGY  
 ECOLOGY-TECHNICAL EFFECTIVENESS**

УДК 331.45

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА  
 НА РАБОЧИХ МЕСТАХ С ВРЕДНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА**

*Ю.П. Винс, Д.А. Хмелев, В.Г. Никитин\**

Данная статья подготовлена на основе материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, проведенной испытательной лабораторией ООО «СКК» на территории Костромской области в 2007 г. Используются результаты оценки условий труда на рабочих местах 10 предприятий, относящихся к сфере жилищно-коммунального, нефтегазового и автотранспортного хозяйства, общественного питания, ювелирного производства. Было аттестовано от 30 до 50% рабочих мест предприятия.

Одним из главных приоритетов в успешной работе предприятия на рынке является организация безопасности труда рабочих в соответствии с действующим законодательством. Согласно Приложению к Постановлению Минтруда и социального развития РФ от 8 февраля 2000 г. № 14 [1] одной из главных задач службы охраны труда на предприятии является организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами, а также работы по улучшению условий труда. Особенно остро эта проблема стоит на предприятиях с вредными условиями труда.

Согласно Трудовому кодексу РФ вредные условия труда характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и его потомство.

Определение понятий «вредный» и «опасный» фактор рабочей среды приводится в Р2.2.2006–05 [2].

*Вредный фактор рабочей среды* – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства.

*Опасный фактор рабочей среды* – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти. В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные факторы рабочей среды могут стать опасными.

Действительно, вредные и опасные условия труда на рабочих местах нарушают внутреннее равновесие организма. В этом случае может наступить нарушение функционирования организма в целом и его систем, которое в зависимости от времени воздействия и числа вредных производственных факторов может вызвать серьезную опасность для здоровья и жизни человека. Социальные последствия изменений в состоянии здоровья, вызванных условиями труда на рабочих местах в промышленности, могут стать источниками серьезных проблем для государства, т.к. профессиональные заболевания и несчастные случаи на производстве, и тем более наступившая вследствие

\* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Г.К. Букалова

этого инвалидность, приносят существенный вред работнику, его семье и всему обществу в целом.

Данные о том, насколько актуальна эта проблема в нашей области приводятся в статистическом сборнике «Труд в Костромской области» [3].

Обобщив их, можно сделать вывод о том, что на конец 2005 г. число работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, достигает в некоторых отраслях 25,6% (в обрабатывающих

отраслях промышленности) и 26,5% (в отраслях, связанных с производством и распределением электроэнергии, газа и воды) (рис. 1).

Причем доля мужчин, занятых на рабочих местах с вредными и опасными условиями труда в некоторых отраслях производства лишь немного превышает этот показатель среди женщин, а в сфере добычи полезных ископаемых даже уступает ему.



Рис. 1. Удельный вес численности работников, занятых во вредных и опасных условиях труда (на конец года; в процентах от общей численности работников соответствующего вида экономической деятельности)

Как видно из этой диаграммы, в некоторых отраслях каждый четвертый работник подвержен неблагоприятным факторам, оказывающим негативное воздействие на психическое и физическое здоровье.

Одним из таких факторов, определяющих вредность условий труда на рабочем месте, является напряженность трудового процесса.

Под *напряженностью* труда понимают характеристику трудового процесса, отражающую нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника [2].

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для воз-

никновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы (показатели) трудового процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки.

Интеллектуальные нагрузки рассматривают трудовой процесс с точки зрения его мыслительной деятельности [4]. Экспертная оценка устанавливается на основе изучения функциональных обязанностей работников, технических регламентов работы или наблюдения, алгоритма деятельности.

Под сенсорными нагрузками понимают воздействия на центры сенсорных систем, к которым относят зрение, слух, речь, характерные для любого вида труда и особенно для умственного.

Кроме того, к таким нагрузкам относится блок характеристик, включающий: длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов за 1 час,



число объектов одновременного наблюдения, условно характеризующее произвольное волевое внимание, направленное на предмет деятельности.

Третий оцениваемый тип – это эмоциональные нагрузки. Они обусловлены разнообразными причинами, наиболее существенными из них является риск для здоровья и жизни (своей и других лиц) безотносительно к степени его вероятности.

Отрицательные эмоциональные нагрузки, будучи проявлением профессионального стресса, сопровождаются напряжением вегетативных функций (повышение уровней пульса и кровяного давления, усиление потоотделения, изменение температурной реакции кожи) [2]. При постоянном воздействии это может привести к негативным последствиям со стороны сердечнососудистой системы.

Такой показатель как монотонность нагрузок оценивает число элементов в операции и их продолжительность в секунду, т.е. характеристики сенсомоторной (рукотворной) деятельности. Эти показатели можно исследовать хронометражным методом на примере любых работ локального, локально-регионального и регионального типа, выполняемых на конвейере с непрерывным или прерывистым тактом.

Последний оцениваемый показатель – режимные нагрузки. При оценке этого фактора особое внимание обращается на такие показатели режима труда, как наличие суточных и вахтовых смен, ненормированный рабочий день, наличие регламентированных перерывов и др.

В зависимости от степени выраженности перечисленных нагрузок напряженности трудово-

го процесса может быть присвоена одна из следующих степеней: 1.0 – труд ненапряженный (легкой степени напряженности); 2.0 – труд допустимый по напряженности; 3.1 – труд средней степени напряженности; 3.2 – труд напряженный и 3.3 – труд очень напряженный.

Напряженность трудового процесса степени 3.1 и выше определяет общую оценку условий труда на рабочем месте как вредные.

Однако наличие вредных условий труда на рабочем месте, равно как и их отсутствие, а также обоснованность предоставления работникам компенсаций, подтверждается только аттестацией рабочих мест по условиям труда.

Трудовым кодексом РФ и ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» на работодателей возложена обязанность периодически проводить аттестацию рабочих мест по условиям труда [1].

По данным, полученным ООО «СКК» в ходе проведения аттестации рабочих мест по условиям труда в Костромской области за 2007 год, из более 200 рабочих мест, на которых проводилась аттестация, более 70% относятся к классу вредных по условиям труда, в том числе 44% по фактору напряженности трудового процесса (рис. 2).

Рабочие места, где показатель напряженности трудового процесса достигает и превышает степень 3.1, это в основном, рабочие места водителей транспортных средств, руководящих работников, рабочих, чья деятельность сопряжена с риском для собственной жизни или ответственностью за жизнь и здоровье других людей.

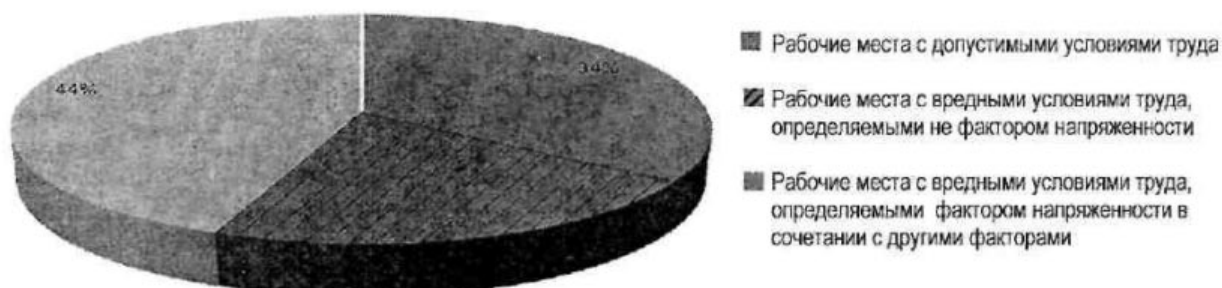


Рис. 2. Доля рабочих мест с вредными условиями труда

Схематично распределение таких рабочих мест по отраслям производства показано на рис. 3.

Представленные данные нельзя считать исчерпывающими, поскольку доля аттестованных рабочих мест по условиям труда среди всех рабочих мест в целом невелика. Однако на основе этой информации можно судить о том, что проблема высокой напряженности труда достаточно актуальна для нашей области.

Согласно российскому законодательству в тех случаях, когда работодатель по обоснованным технологическим и иным причинам не может в полном объеме обеспечить соблюдение гигиенических нормативов на рабочих местах, он должен в соответствии со ст.11 ФЗ № 52-ФЗ обеспечить безопасность для здоровья человека выполняемых работ [1]. Это может быть достигнуто посредством выполнения комплекса защитных мероприятий: организационных, санитарно-гигиенических, на-

пример, ограничения времени воздействия на работника вредного фактора путем использования рациональных режимов труда и отдыха, средств индивидуальной защиты и пр.

С другой стороны, законодательство РФ гарантирует работникам компенсации за работу во вредных условиях труда.

В Трудовом кодексе оговорены размеры и условия предоставления компенсаций за вредные и опасные условия труда: оплата труда в повышенном размере, предоставление дополнительного от-

пуска, выдача молока, лечебно-профилактического питания, спецодежды и т.д. Но ни одна из перечисленных мер не может снизить напряженность трудового процесса работника до нормативных.

Необходимо искать другие, более действенные пути снижения напряженности трудового процесса, что позволит не только повысить производительность труда работников, но и защитить их от перегрузок нервной системы, неблагоприятного влияния на органы чувств и эмоциональную сферу.

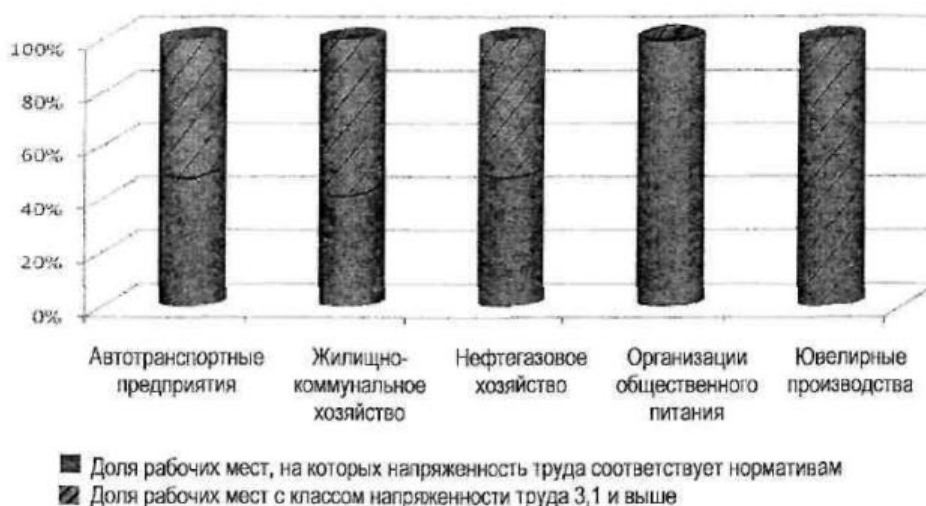


Рис. 3. Доля рабочих мест с высокой напряженностью трудового процесса в различных отраслях производства

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по организации работы службы охраны труда в организации : приложение к Постановлению Минтруда и соцразвития РФ от 08 февраля 2000 г. № 14.
2. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда. Утв. гл. госуд. врачом РФ 01.11.2005 г.
3. Труд в Костромской области : статистический сборник. – Кострома, 2006.
4. Методы оценки тяжести и напряженности трудовых процессов. Утв. гл. госуд. санитарным врачом по Санкт-Петербургу В. И. Курчановым 27.01. 2000 г.
5. Об основах охраны труда в Российской Федерации : федер. закон №181 : [принят Гос. думой 23 июня 1999 г.].

Yu.P. Vins, D.A. Hmelev, G.K. Bukalov  
ANALYSIS OF LABOR PROCESS TENSION  
AT JOB PLACES WITH HARMFUL WORKING CONDITIONS

УДК 658.3: 575

**ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ**  
Е.А. Макшанчикова (УТЭН Ростехнадзора по Костромской области),  
С.В. Бойко, Ю.В. Андрианов

Рассмотрен ряд проблем, препятствующих внедрению системы управления охраной окружающей среды на предприятии, предложены основные составляющие системного подхода к формированию экологической политики предприятия.

По мере развития научно-технического прогресса и усложнения стоящих перед национальной

экономикой задач растет загрязнение окружающей среды, увеличивается вероятность экологических

кризисов и катастроф, ужесточаются требования, предъявляемые к системе управления природоохранной деятельностью, что предполагает необходимость ее постоянного развития.

Связь экономической безопасности с понятиями «развитие» и «устойчивость» объясняется следующим образом [1]. Развитие — один из компонентов экономической безопасности системы. Если система не развивается, то у нее резко сокращается возможность выживания, сопротивляемость и приспособляемость к внутренним и внешним условиям. Устойчивость и безопасность — важнейшие характеристики предприятия как единой системы. Их не следует противопоставлять, каждая по-своему характеризует состояние предприятия. Устойчивость отражает прочность и надежность ее элементов, вертикальных, горизонтальных и других связей внутри системы, способность выдерживать внутренние и внешние «нагрузки». Безопасность связана с тем, что предприятия, представляющие собой открытую систему, функционируют в нестабильной враждебной окружающей среде и подвергаются негативному воздействию со стороны ее элементов [2]. Задача безопасности — свести к минимуму вероятность такого воздействия и ущерб, который может быть нанесен предприятию.

В безопасном устойчивом функционировании промышленных предприятий заинтересованы и общество, и государство, и сами предприятия.

Одним из аспектов безопасного функционирования предприятия является обеспечение экологической безопасности на всех стадиях его деятельности [3]. Это возможно только тогда, когда предприятию будет экономически выгодно осуществлять затраты на безопасность в целом и экологическую безопасность в частности.

Основной целью промышленного предприятия является получение максимальной прибыли в процессе производства и реализации продукции, оказания услуг. Как следствие, предприятие стремится производить только те затраты, которые позволяют получить доход либо уменьшить возможные расходы в будущем. Например, расходы на исследование рынка, рекламу, закупку нового оборудования традиционно считаются продуктивными, т.е. способными принести прибыль, а расходы на уплату штрафов, ликвидацию аварий и катастроф — непродуктивными, которых следует избегать.

Таким образом, затраты на профилактические мероприятия по обеспечению безопасности являются продуктивными, т.к. они создают дополнительный доход в настоящем или будущем.

Наряду с этим, возникает ряд проблем, связанных с обеспечением экологической безопасности промышленного предприятия. Вот лишь некоторые из них.

- Низкий уровень экологического образования руководителей и рядовых сотрудников мешает реализации мероприятий, связанных с обеспечением рационального использования ресурсов и охраной окружающей среды.

- Платежи за негативное воздействие предприятия на окружающую среду носят форму очередного налогообложения. Чаще предпринимателю бывает выгодно заплатить за загрязнение и остановиться на этом, не задумываясь об экологически чистых технологиях и мероприятиях по снижению негативного воздействия на среду, тем более что суммы платежей не являются особо обременительными.

- При недостаточном финансировании предприятий невозможно приобрести новейшие установки, технологии, оборудование, которые позволят существенно снизить нагрузку на окружающую среду.

- Многие предприниматели просто не задумываются над экологической проработкой внедряемых проектов. Хотя с экономической точки зрения затраты на оценку экологических рисков более эффективны, если они проводятся на ранних стадиях внедрения. Эти затраты окулаются через экологические платежи и в большей степени за счет создания эффективных систем управления и снижения рисков в производственной деятельности предприятий.

- Низкий уровень экологического сознания потребителей и производителей не создаёт условий для востребованности экологически чистой продукции. Сейчас производителю выгоднее заполнить рынок дешёвой и не совсем безопасной продукцией, чем тратить средства на обеспечение её экологической чистоты. Этому же способствует низкий уровень благополучия населения. Потребитель не всегда может позволить себе купить качественный продукт, выпущенный на предприятии, заботящемся об экологичности своего производства, и тем самым поддержать его.

- Бюрократические препятствия в разработке экологической документации, в согласовании документов различного уровня вносят свою долю непонимания и также способствуют формированию негативного отношения к проблемам природопользования.

- Изменить ситуацию могло бы более тесное сотрудничество России со странами, входящими в ВТО, где экологические требования являются очень жесткими, но, к сожалению, пока доля российских предприятий, работающих на зарубежные поставки, незначительна.

Перечисленные проблемы являются препятствием в создании системы управления окружаю-

шей средой (СУОС) на предприятиях. Несмотря на то что работы в этом направлении ведутся и есть положительные результаты, говорить о системном подходе к формированию экологической политики предприятий пока рано. Такой подход должен основываться на нескольких ключевых моментах, три из них приведены ниже.

1. Риск-анализ воздействия предприятия на окружающую среду.

Для разработки конкретных программ экологического содержания необходим тщательный анализ воздействия предприятия на окружающую среду. В результате такого анализа устанавливаются степень и частота негативного воздействия, ущерб, наносимый среде и тем самым экономике региона, доля вреда, наносимого конкретным предприятием по сравнению с другими хозяйствующими субъектами, т.е. рассматриваются экологические риски деятельности предприятий. Эколого-экономический анализ позволяет получить представление о вкладе предприятия в общую картину воздействия на среду, сделать более ясным подход к установлению платежей за пользование ресурсами, наметить приоритетные меры по снижению негативного воздействия. Особенно важны оценки экологических рисков на предпроектных и проектных стадиях развития предприятия, их отсутствие может в будущем обернуться значительными убытками при возникновении социальных конфликтов и ситуаций, приводящих к негативным последствиям.

2. Управление эколого-экономическими рисками на уровне предприятия.

На основе программно-целевого управления необходимо осуществление комплекса взаимосвязанных мероприятий, направленных на снижение экологических рисков, создание условий для экологически безопасного производства. Именно для эффективного управления эколого-экономическими рисками необходимо создание на предприятии СУОС – одной из подсистем системы менеджмента. В рамках деятельности предприятия экологическая составляющая не должна носить хаотичный, аварийный характер, быть результатом экстренных мер по устранению происшествия или непредвиденных платежей. Необходимо придерживаться тенденции перехода в культуре риска от «реагирования» к «предупреждению», наметившейся в последние годы в развитых индустриальных странах. Пока не получила должного развития система экологического аудита на предприятии, а ведь известно, что одна из составляющих любой системы управления – это аудит на всех этапах деятельности.

3. Внешнее стимулирование ресурсосберегающей и природоохранной политики предприятий.

Опыт формирования экологической политики предприятий, накопленный к настоящему времени в России, позволяет с уверенностью говорить о том, что без надлежащего контроля со стороны государства бесполезно ожидать экологизации деятельности на уровне региона и на уровне конкретного предприятия. Формы контроля и меры, принимаемые по его результатам, могут быть различными, затрагивающими любые сферы деятельности предприятий. Так, например, сейчас в России в целях корпоративного управления интенсивно развиваются технологии формирования рейтингов предприятий. Это особенно важно для компаний с участием международного капитала. Однако при формировании внутриотраслевых и межотраслевых критериев, на основе которых выстраиваются рейтинги инвестиционной привлекательности, факторы риска, и особенно экологического, учитываются крайне слабо.

Кроме того, необходима активизация деятельности в этом направлении на уровне субъектов Федерации. Именно власти на местах должны быть заинтересованы в том, чтобы взвешенно и продуманно подойти к использованию местных ресурсов и свести негативное воздействие промышленности региона на среду к минимуму. Для этого необходимо тесное сотрудничество обучающихся и контролирующих органов с непосредственными исполнителями экологических требований, постоянная разъяснительная работа, формирование позитивных экономических стимулов природоохранной деятельности.

Только при выполнении перечисленных условий можно говорить о системном подходе к формированию экологической политики предприятия, созданию на нём условий для успешного функционирования СУОС. Определенный оптимизм и уверенность в неизбежном вовлечении предприятий в экологизацию промышленности обусловлены тем, что уже сейчас на ряде предприятий России созданы и эффективно работают системы управления окружающей средой. Примером могут служить ОАО «АК «Транснефть», «ТАГМЕТ» в Ростовской области, объединение «Ставролен» на Ставрополье, ОАО «Сибнефтепровод», ЗАО «Лукойл-Черноморье» в Краснодарском крае.

Изменение отношения государства к проблемам экологии, наметившееся в последние годы, проявляется в принятии новых законов и подзаконных актов, реструктуризации контролирующих органов, возросших платежах за пользование ресурсами и загрязнение среды. Хочется верить, что все эти меры – не кратковременная кампания, а результат продуманной государственной политики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экономическая безопасность. Производство – Финансы – Банки / под ред. В. К. Сенчагова. – М. : Финстатинформ, 1998. – 621 с.
2. Вишняков Я.Д. Бизнес и окружающая среда: коэффициент враждебности окружающей среды развитию бизнеса / Я. Д. Вишняков, С. В. Лозинский // Менеджмент в России и за рубежом. – 1998. – №3. – С. 43–53.
3. Бурков В.Н. Моделирование экономических механизмов обеспечения безопасности / В. Н. Бурков, А. В. Щепкин // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 2000. – № 6. – С. 55–68.

E.A. Makshanchikova, S.V. Boyko, Yu.V. Andrianov  
PROBLEMS OF ENVIRONMENT CONTROL MANAGEMENT SYSTEM INTRODUCTION  
AT ENTERPRISES

УДК 621.22.001.25

## АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОАО «КОСТРОМСКАЯ ГРЭС»

*И.В. Сусоева, В.И. Пантелеев*

В статье рассмотрены технологические участки ОАО «Костромская ГРЭС», представляющие наибольшую опасность, и факторы возникновения пожара. Представлены наиболее типичные сценарии развития аварийных ситуаций. Выполнен расчет сил и средств для тушения вероятных пожаров.

В современном мире высоких технологий любая отрасль промышленности и экономики напрямую или косвенно зависит от энергетических ресурсов. В наше время не осталось, наверное, ни одного человека, который в своей повседневной жизни не пользуется электричеством, поэтому перед энергетиками стоит задача по обеспечению бесперебойного энергоснабжения всех потребителей: от промышленных гигантов до населения.

ОАО «Костромская ГРЭС» одна из наиболее крупных и экономичных тепловых электростанций России, являющаяся неотъемлемой частью единой энергетической системы России. Электроэнергия, вырабатываемая на электростанции, поставляется во многие регионы Центрального федерального округа: в Костромскую, Ивановскую, Владимирскую, Ярославскую, Вологодскую, Московскую и другие области.

ОАО «Костромская ГРЭС» ведомственно принадлежит к Российскому акционерному обществу энергетики и электрификации «ЕЭС России».

Костромская ГРЭС предназначена для выработки электрической энергии и выдачи её в единую энергосистему России, а также выполняет следующие виды деятельности:

- производство и выдачу тепловой энергии;
- производство, передачу и распределение электроэнергии;
- монтаж, наладку и ремонт энергообъектов, энергетического, теплоэнергетического оборудования и установок потребителей;
- строительство, эксплуатацию объектов газового хозяйства;

- изготовление, эксплуатацию, монтаж, ремонт, проектирование, экспертизу безопасности объектов котлонадзора;
- изготовление оборудования для подъемных сооружений;
- хранение нефтепродуктов;
- выгрузку опасных грузов.

Общая мощность Костромской ГРЭС равна 3600 МВт (8 энергоблоков по 300 МВт и 1 энергоблок –1200 МВт). Основным видом топлива является природный газ, поставляемый по магистральному трубопроводу. Расход газа около  $2,7 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> в год. Резервным топливом служит мазут, поставляемый по железной дороге и водным путем по реке Волге с нефтеперерабатывающих предприятий России. Расход мазута составляет 5% от общего потребления топлива. Основной продукцией Костромской ГРЭС является электроэнергия для нужд населения и промышленных предприятий.

Источником водоснабжения для ГРЭС является река Волга. Вода для охлаждения конденсаторов турбин забирается циркуляционными насосами. Отработанная вода сбрасывается выше водозабора.

Газ поступает по трубопроводам к котлам в котлотурбинный цех (КТЦ). Мазут поступает в железнодорожных цистернах, сливается в баки мазутного хозяйства.

Технологический процесс производства электроэнергии реализуется в КТЦ-1 и КТЦ-2 на основе использования энергии пара, получаемого в котлоагрегатах, разогреваемых за счет сжигания природного газа или мазута. На котлах имеются



отдельные форсунки для газа и мазута. Для образования пара в котлоагрегаты подается питательная вода, приготовляемая в химическом цехе.

Под действием пара вращаются паровые турбины, которые приводят в движение генераторы, производящие электроэнергию.

Условная схема ОАО «Костромская ГРЭС» показана на рис. 1.

Наибольшую пожарную опасность представляют следующие технологические участки: система смазки турбин, кабельное и мазутное хозяйства и система охлаждения обмоток генераторов.

Проанализировав технологические процессы производства электроэнергии на Костромской ГРЭС, наиболее типичными случаями возникновения пожаров являются сценарии, представленные на рис. 2.

Наиболее опасными факторами пожара в рассматриваемых сценариях развития аварийных ситуаций являются:

- в турбинном отделении разрыв маслопровода подачи масла на опорные или уплотняющие подшипники турбоагрегата и подшипники турбины, а также попадание его на нагретые поверхности оборудования;

- в котельном отделении повреждение мазутопровода или арматуры и попадание мазута на нагретые поверхности оборудования.

Для каждой аварийной ситуации выполнен расчет сил и средств, необходимых для локализации пожара в соответствии с методикой, предложенной В.П. Иванниковым [1].

Результаты расчета сил и средств для тушения наиболее вероятных пожаров на ОАО «Костромская ГРЭС» приведены в табл. 1.

Следует отметить, что любой из указанных выше вариантов пожара приведет к большим экономическим затратам на его локализацию и ликвидацию, к выходу из строя технологического оборудования, также может вызвать гибель людей.

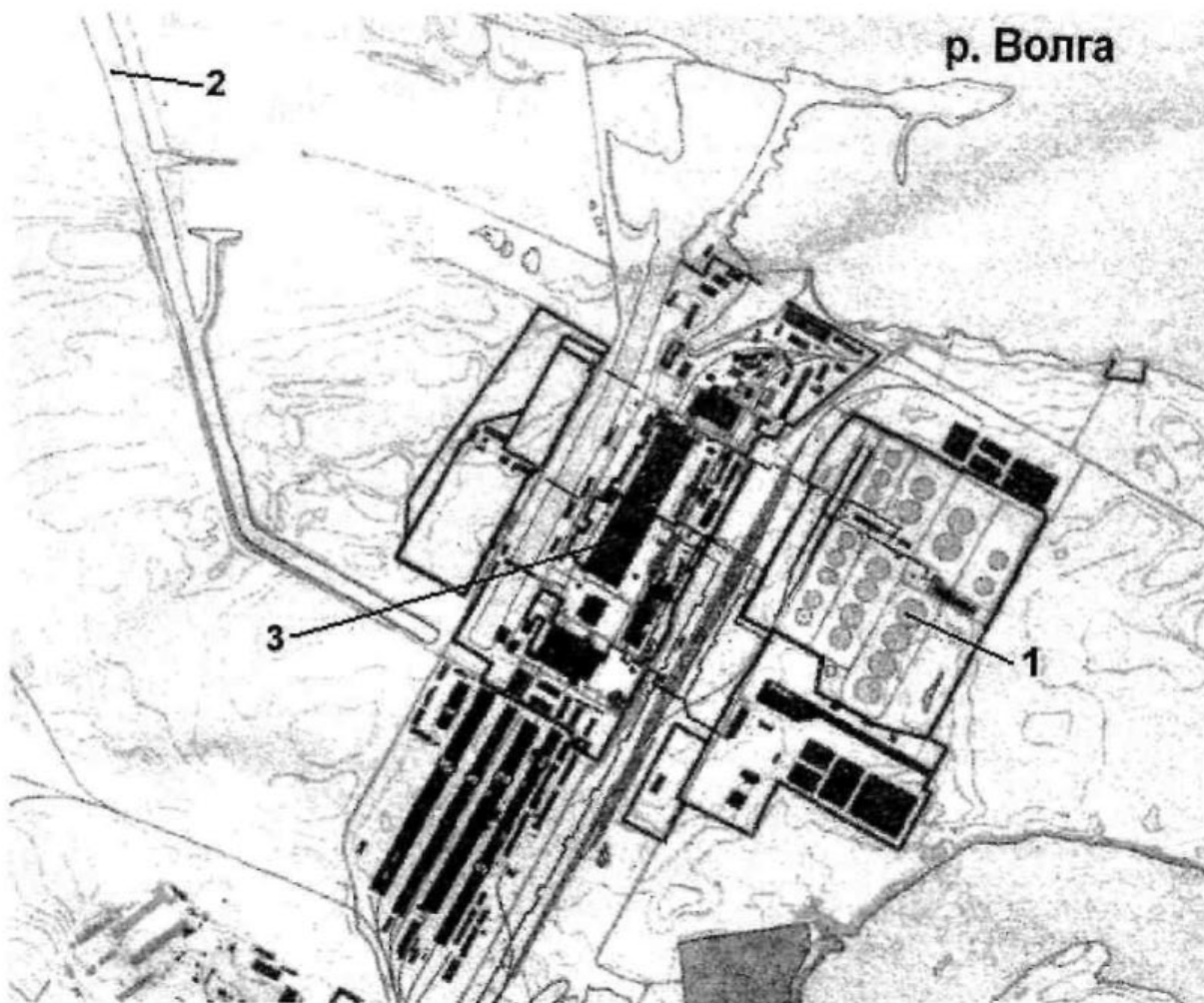


Рис. 1. Схема ОАО «Костромская ГРЭС»:

1 – резервуары с мазутом; 2 – подводной канал; 3 – здание главного корпуса



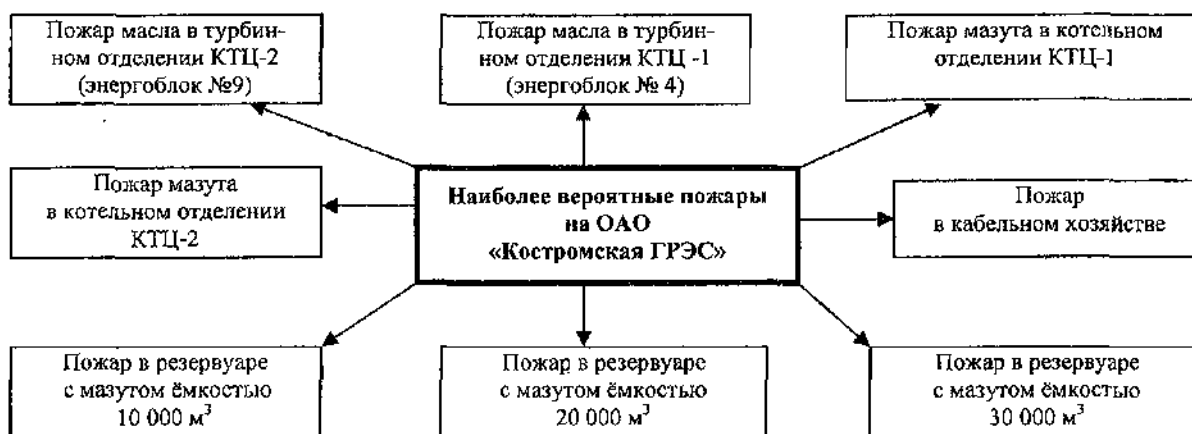


Рис. 2. Сценарии возникновения наиболее типичных пожаров

Таблица 1

Результаты расчета сил и средств

Возможные пожары	Показатели расчета				
	расход воды на тушение, л/с	количество пенообразователя, л	количество пожарных автомобилей, шт.	количество пеногенераторов ГПС-600, шт.	
Пожар масла в турбинном отделении КТЦ-2	68	11670	7	12	
Пожар масла в турбинном отделении КТЦ -1	79	13605	8	14	
Пожар мазута в котельном отделении КТЦ-1	73	12645	8	13	
Пожар мазута в котельном отделении КТЦ-2	69	11370	7	11	
Пожар в кабельном хозяйстве	Отсек №31	57	9720	5	10
	кабельный полужтаж	51	87505	6	9
Пожар в резервуаре с мазутом ёмкостью 10 000 м³	98	11664	5	12	
Пожар в резервуаре с мазутом ёмкостью 20 000 м³	143	19440	7	20	
Пожар в резервуаре с мазутом ёмкостью 30 000 м³	194	28188	10	29	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванников В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В. П. Иванников, П. П. Ключ. – М. : Стройиздат, 1987. – 288 с.

I.V. Sussoeva, V.I. Panteleev  
ANALYSIS OF EMERGENCY CONDITION SITUATIONS  
AT JOINT-STOCK COMPANY «KOSTROMA GRES»

УДК 630.1

РОЛЬ ЛЕСОВ В УГЛЕРОДНОМ БАЛАНСЕ ПЛАНЕТЫ

В.А. Кудрявцев

В работе рассмотрено влияние лесных экосистем, антропогенной деятельности на состояние атмосферы, глобальное потепление климата в конце прошлого века. На основании научных данных зарубежных (главным образом американских) экологов и лесоведов приводятся механизмы взаимодействия загрязнителей атмосферы и лесных экосистем, а также некоторые прогнозы состояния окружающей среды, углеродного баланса и климата на планете до 2020 года.

С древних времен лес как составляющая природной среды играл для человечества важную

(если не главную) роль в формировании хозяйственного уклада, быта, нравов и даже государствен-

ности, например в России. Лес служил самым надежным и почти единственным убежищем от внешних врагов, заменяя русскому человеку горы и замки. Например, костромской крестьянин Иван Сусанин, используя лес как природный лабиринт, неведомый чужестранцам, завел польских интервентов в гибельные непроходимые болота. Лесовод Н.К. Генко защитил самарские черноземы на сотни лет от суховеев и метелей путем полосного разведения леса в степи. Однако, если в прошлом лес защищал, кормил и одевал человека, то в настоящее время он сам нуждается в защите и лечении.

Технократический XX век оставил людям третьего тысячелетия загрязненные реки, воздух, засоленные почвы, низкопродуктивные вторичные леса и сплошные вырубki, это характерно и для Костромской области. Поэтому важно рассмотреть факторы, лежащие в основе этих неблагоприятных воздействий на природную среду в целом и на лес в частности.

Анализ зарубежных литературных источников позволяет сделать выводы, что содержание двуокиси углерода в атмосфере на конец прошедшего столетия увеличивалось со скоростью  $1,8 \cdot 10^3$  мкг/м<sup>3</sup> в год [1]. Находящиеся в атмосфере 700 млн т углерода в форме двуокиси ежегодно пополняются 2,3 млн т, что означает 3% прироста в десятилетие [1]. Антропогенное сжигание ископаемого топлива поставляет в атмосферу ежегодно 5 млн т углерода [3]. Такое же количество углерода может поступать за счет сведения лесов и разрушения почв. Около 75% углерода из всех источников удаляется эффективными механизмами поглощения, причем самым важным из них считается океан; потенциальный вклад вносит и растительность. Деятельность человека приводит к повышению концентрации окиси и двуокиси углерода в атмосфере. Окись углерода обладает потенциальной токсичностью для млекопитающих, двуокись углерода представляет интерес из-за своей способности оказывать влияние на температуру земной поверхности.

По оценкам тщательного мониторинга, проведенного в 1985 г. на Гавайях, Аляске, в Швеции, Австралии и на Южном полюсе концентрация двуокиси углерода составляла  $6,0 \cdot 10^5$  мкг/м<sup>3</sup>. Однако в 1977–1978 гг. количество двуокиси углерода возросло на  $2,7 \cdot 10^3$  мкг/м<sup>3</sup> [1]. При сохранении таких темпов роста к 2020 г. содержание двуокиси углерода в атмосфере может удвоиться по сравнению с сегодняшней величиной [3, 10]. По данным Вудвелла [10] в атмосфере содержится  $700 \cdot 10^{15}$  г углерода в виде CO<sub>2</sub>, земная биота включает  $800 \cdot 10^{15}$  г редуцированного углерода, органика почвы (гумус, торф) содержит  $1000\text{--}3000 \cdot 10^{15}$  г углерода. Самый большой пул углерода сосредоточен в мировом океане –  $40000 \cdot 10^{15}$  г.

Между биотой и поверхностными водами океана происходит постоянный, решающий по своей важности обмен углерода в форме диоксида углерода. Общее поступление двуокиси углерода в атмосферу за счет растительности близко к нулю (равновесие).

Поступление CO<sub>2</sub> за счет лесных пожаров, разложения органического вещества и дыхания растений сбалансировано усвоением двуокиси углерода в процессе фотосинтеза, осуществляемого растительностью. Однако в условиях повсеместного и быстрого сведения лесов равновесие может быть нарушено.

Сера поступает в атмосферу из антропогенных и природных систем в количествах, приблизительно равных  $50\text{--}70 \cdot 10^{12}$  г в год [1]. Двуокись серы и сульфаты относятся к примесям атмосферы, которые представляют первостепенный интерес для специалистов здравоохранения, охраны растительности и окружающей среды. Это объясняется их ролью в увеличении кислотности осадков, также серосодержащие примеси оказывают главное воздействие на сельскохозяйственные и лесные экосистемы. Для круговорота серы характерно то, что в поступлении серных соединений в атмосферу природные экосистемы играют более важную роль, чем антропогенная деятельность.

Продукты, качественно влияющие на воздух планеты: окислы азота и аммиак выделяются почвами в больших количествах. Значительное число почвенных бактерий и грибов продуцируют аммиак в процессе минерализации гумуса. Кислый pH, низкие температуры, низкий уровень испарения и высокая емкость катионного обмена, присущие многим почвам умеренных лесов, не способствуют выделению аммиака, однако установлено [4], что почвы соснового, дубового лесов и лугов выделяют в среднем соответственно 3,4; 2,6 и 1,8 кг аммиака с 1 га за неделю. Но лесные почвы не играют доминирующей роли в продуцировании этих газов, однако размеры лесных экосистем позволяют сделать эти выбросы сопоставимыми с выбросами сельскохозяйственных угодий. Кроме указанных веществ, леса выделяют в атмосферу углеводороды и твердые частицы (аэрозоли). Естественные и антропогенные пожары также ведут к выделению углеводородов, твердых примесей и окислов углерода. Алифатические насыщенные и этиленовые ненасыщенные углеводороды также в числе других углеводородов выделяются лесными экосистемами, причем последние, как и все ненасыщенные органические газы, химически активны, и многие из них являются опасными загрязнителями атмосферы. В загрязненном городском воздухе содержится свыше 100 различных углеводородов,

самыми активными из них являются оледины. В целом на Земле благодаря естественным биологическим процессам в атмосферу поступает во много раз больше летучих органических газов, чем вследствие человеческой деятельности.

Принято считать, что первым результатом увеличения концентрации двуокиси углерода в атмосфере планеты станет потепление климата. Однако очевидно, что последствия даже незначительного глобального потепления окажут серьезное влияние на развитие лесных экосистем. Такие процессы, как фотосинтез, транспирация, дыхание и плодоношение чрезвычайно чувствительны к температурным колебаниям. При потеплении интенсивность дыхания и процессов распада могут превысить фотосинтетическую продуктивность. Увеличение транспирации и испарения могут оказать стрессовое воздействие на растения в сухих местообитаниях. Вследствие изменений в динамике популяций насекомых, распространяющих пыльцу, или из-за выживаемости семян может измениться и характер размножения. Важно учитывать и возможное расширение географических ареалов обитания экзотических микробиологических патогенов или насекомых, причем безвредные эндемические микроорганизмы и насекомые после потепления могут получить статус опасных вредителей.

Первичные лесные эмиссии в региональном масштабе могут превратиться во вторичные примеси атмосферы, которые играют определенную роль в синтезе озона, причем химия синтеза окислителей чрезвычайно сложна, и, если в атмосфере присутствуют углеводороды, альдегиды и другие активные соединения, то они могут образовывать пероксирадикалы, которые окисляют окись азота до двуокиси. С уменьшением количества доступной окиси азота свободный озон, не вступивший в реакцию с ней, накапливается в довольно высоких концентрациях [5].

Многими видами древесных пород выделяются неоднородные по составу терпены; их состав жестко регулируется генетическими механизмами. В США Расмуссен [8] представил данные, подтверждающие о принадлежности изопрена к числу важных элементов эмиссий леса в атмосферу еще в то время, когда царил полная неопределенность во мнениях относительно роли гемитерпена как производного изопрена. С участием Расмуссена было установлено, что многие покрытосемянные и некоторые голосемянные растения выделяют изопрен. В отличие от монотерпенов изопрен выделяется лиственной только на свету.

Биота, помимо терпенов, способна выделять в атмосферу и другие углеводороды. В период цветения и созревания плодов многие покрытосемянные выделяют этилен. В США известно еди-

ничное наблюдение, подтверждающее, что этилен в определенных условиях может выделяться и голосемянными. Метан в неактивной форме поступает из анаэробных экосистем в результате деятельности метаногенных бактерий [1]. Эти организмы обычно считаются характерными для длительно заболоченных участков.

Помимо углеводородов и прочих химических соединений, лесными экосистемами выделяются твердые примеси (аэрозоли). К их числу относятся пыльца некоторых деревьев, являющаяся опаснейшим загрязнителем воздуха. Время и механизм раскрытия пыльников, последующий выброс пыльцы не одинаковы у представителей различных семейств. Так, выброс у голосемянных происходит после отделения спорофиллов шишечек. Вызванное обезвоживанием стягивание кроющих чешуек высвобождает пыльцу, которая затем разносится ветром. У покрытосемянных высвобождение пыльцы происходит при раскрытии стенок гнезда пыльника. Кроме ветра, пыльца этих растений может разноситься птицами, летучими мышами и насекомыми. Пыльца древесных растений, фрагменты ядов насекомых и рептилий, споры грибов, пыль, перья и шерсть животных, кровососущие членистоногие представляют целый ряд аллергенов, которые вызывают у людей болезненную реакцию.

Углеводороды могут создавать в атмосфере твердые органические соединения при условии их соответствующей концентрации, активности газовой фазы и предпосылок к образованию веществ с физическими характеристиками, необходимыми для превращения газа в аэрозоль. Наиболее важный класс предшественников органических аэрозолей в городах представляют циклические оледины, например циклопентен [6]. О том, что в роли предшественников органических аэрозолей могут выступать терпеноиды растений, в США первым высказал предположение Вент. Несколько позднее он подсчитал, что органические газообразные вещества растительного происхождения могут способствовать образованию 500 млн т субмикроскопических частиц, ежегодно поступающих в атмосферу планеты. Дополнительные данные подтвердили предположение о том, что активация терпенов ведет к их объединению фотохимическим путем в мельчайшие частицы. Терпены, в частности  $\alpha$ -пинен, выделяемые лиственной деревьев, могут вступать в реакции с образованием субмикронных частиц в атмосфере. Данные о производстве, переносе и времени нахождения этих частиц в естественных условиях ограничены, а их роль в образовании дымки над лесными территориями не совсем ясна, но, вероятно, достаточно серьезна.

При сгорании естественных лесов и валежа лесные экосистемы поставляют в атмосферу раз-

личные загрязнители. При локальных и региональных лесных пожарах в атмосферу поступают загрязнители в форме частиц, углеводородов и окислов углерода, а также окислы азота и озон. В последние годы вследствие совершенствования методов борьбы с пожарами приток загрязнителей в атмосферу несколько сократился. Однако выжигание тропических лесов ведется в широких масштабах и может иметь серьезные последствия для качества воздуха всей планеты.

В глобальном масштабе величина поступления окиси углерода от лесных пожаров колеблется в пределах  $11 \cdot 10^6$  [1] –  $6 \cdot 10^7$  т в год [7]. По

оценкам Вонга, общий приближенный приток двуокиси углерода в атмосферу планеты составляет  $5,7 \cdot 10^9$  т углерода в год [9].

Многочисленные модели оценки глобального повышения температуры в расчете на удвоение количества двуокиси углерода указывают на возможное потепление в пределах  $0,7-9,6$  °C [1]. Несмотря на значительную неопределенность этих данных, по-видимому, можно заключить, что в начале 2000-х гг. средняя температура на Земле выйдет за пределы значений, известных людям в течение последних 1000 лет [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смит У.Х. Лес и атмосфера / Уильям Х. Смит ; пер. Н. Н. Наумовой ; под ред. А. С. Керженцева. – М. : Прогресс, 1985.
2. Fate of fossil fuel carbon dioxide and the global carbon budget / W. S. Broecker, T. Takahashi, H. J. Simpson, T. H. Peng // Science. – 1979. – № 206. – P. 409–418.
3. Ember L.R. Global environmental problems: Today and tomorrow / L. R. Ember // Environ. Sci. Technol. – 1978. – № 12/ – P. 874–876.
4. Kim C.M. Influence of vegetation types on the intensity of ammonia and nitrogen dioxide liberation from soil / C. M. Kim // Soil Biol. Biochem. – 1973. – № 5. – P. 163–166.
5. Mauqh T.H. Air pollution: Where do hydrocarbons come from? / T. H. Mauqh // Science. – 1975. – № 189. – P. 277–278.
6. Ozone and Other Photochemical Oxidants / National Akademi of Sciences. – Washington, D.C., 1977. – 717 p.
7. Seiler W. The cycle of atmospheric CO / W. Seiler // Tellus. – 1974. – № 26. – P. 116–135.
8. Rasmusen R.A. Terpenes: Their analisis and fate in the fmosphere. Ph. D. : tesis / R. A. Rasmusen. – Washington : Univ., St. Louis, Missouri, 1964.
9. Wong C.S. Atmospheric input of carbon dioxide from burning wood / C. S. Wong // Science. – 1978. – № 200. – P. 197–200.
10. Woodwell G.M. The carbon dioxide question / G. M. Woodwell. – Sci. Amer. – 1978. – № 238. – P. 34–43.

V.A. Kudryavtzev

#### FOREST ROLE IN PLANET CARBON BALANCE

УДК 553.97

#### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВЛИЯНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

О.А. Кутузова\*

Рассмотрена методика определения влияния торфяного месторождения на прилегающую территорию с точки зрения целесообразного использования его как местного топливного ресурса. Полученные модели позволяют оценить значимость этого месторождения в региональном энергетическом балансе.

Задача по определению эффективности использования торфяных месторождений как источников местных топливных ресурсов имеет пространственный или географический характер, поэтому должна решаться с использованием моделей и функций пространственного влияния объектов по технологии ГИС – САПР [1].

Функция влияния может быть представлена в виде массива чисел, задающего эту функцию, или аналитически:

$$s_{ij} = f(S_i, R_j, r_{ij}), \quad (1)$$

где  $s_{ij}$  – величина влияния в текущей  $i$ -й точке рассматриваемой территории  $j$ -го объекта;  
 $S_i$  – оценочная величина свойства объекта в месте его непосредственного пространственного положения;

\* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Б.А. Староверова

$R_i$  – диапазон влияния  $j$ -го объекта, т.е. расстояние, за пределами которого влиянием объекта можно пренебречь;

$r_{ij}$  – расстояние между  $i$ -й точкой и  $j$ -м объектом.

На основе данной функции может быть построена модель пространственного влияния, которая графически представляется в виде координатно-определённой возвышенности или впадины или географически в виде линий равного уровня. Известно, что в сложных системах энергетики соотношение между составляющими ошибки для установившихся режимов составляют: из-за неточности исходных данных 82–84%; из-за неточности модели 14–15%, из-за неточности метода 2–3%. Ввиду такой большой доли погрешности исходных данных возникает и погрешность в конечных расчетах, что приводит к значительной зоне неопределённости при выборе оптимального режима работы системы.

Основной проблемой является определение вида этой функции и её параметров, т.к. это связано с необходимостью учёта большого количества факторов технического, экономического и социального характера. Решение такого класса задач практически возможно методами экспертных оценок. Однако при этом возникают проблемы, связанные с нечеткими по своей природе заключениями экспертов, требующими для своего описания соответствующего аппарата, в частности аппарата теории нечетких множеств.

Нечеткое подмножество  $A$  множества  $X$  характеризуется функцией принадлежности  $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$ , которая ставит в соответствие каждому элементу  $x \in X$  число  $\mu_A(x)$  из интервала  $[0, 1]$ , характеризующее степень принадлежности элемента  $x$  подмножеству  $A$ . Носителем нечеткого подмножества  $A$  называется четкое подмножество из  $X$ , на котором

$$\mu_A(x) > 0: \sigma(A) = \{x / \mu_A(x) > 0\}.$$

Определим основные термины для задачи исследования системы использования торфяных месторождений.

*Функция принадлежности* – аналитическая зависимость, закон, по которому можно вычислить степень влияния объекта на свойства территории.

*Базовое множество* – составляет четкое множество точек пространства с координатами  $(x, y)$ , в которых определяется влияние объектов.

*Нечеткое подмножество* – подмножество точек  $(x, y)$  с непрерывной градацией степени влияния объекта на свойства этой точки.

*Носитель* – четкое множество точек пространства с координатами  $(x, y)$ , в которых функция принадлежности  $\mu_A > 0$ .

*F-множества* – все точки исследуемой территории, в которых определено влияние объектов одного класса, например торфяных месторождений.

Вопрос о построении функции принадлежности является одним из самых важных в теории нечетких множеств [2]. Естественно, эти же проблемы возникают и при определении функций пространственного влияния в технологии пространственного моделирования.

Во многих практических ситуациях функция принадлежности должна быть оценена исходя из частичной информации о ней (по выборкам и на основании априорной информации, в которую входят ограничения на эту функцию), если такой информации недостаточно, приходится прибегать к эвристическим методам нахождения этих функций.

Несмотря на то что функции принадлежности могут быть произвольной структуры, наибольшей популярностью пользуются функции гауссовского типа, а также треугольные и трапециевидальные функции. Наиболее универсальной является обобщенная функция Гаусса

$$\mu_A(x, \sigma, c, b) := \exp \left[ - \left[ \frac{x - c}{\sigma} \right]^{2b} \right].$$

Функция имеет два параметра:  $b$  и  $\sigma$ .

Параметр  $b$  характеризует ширину зоны неопределённости,  $\sigma$  – радиус функции принадлежности. С помощью этих параметров можно изменять графическую конфигурацию модели.

Для получения конкретной модели экспертно необходимо определить величину  $S_i$  и параметры  $b$  и  $\sigma$ , при которых обеспечивается адекватность модели.

Основным горючим компонентом торфа, как и всякого другого топлива, является углерод. Теплота сгорания углерода 8100 ккал/кг. При сжигании он дает около 65–70% теплоты сгорания торфа. Вторым по значению горючим компонентом является водород, он дает при сжигании 30–35% теплоты сгорания торфа. Азот и кислород являются балластом, т.к. увеличение их содержания в торфе снижает количество углерода и водорода, при сгорании которых выделяется тепло. В связи с этим содержание углерода является основным показателем ценности торфа как топливного ресурса. В настоящее время накоплен статистический материал о составе и свойствах различных видов торфа. В результате получены уравнения регрессии для элементарного состава торфа, груп-

пового химического состава, состава золы и других характеристик. Например, в работах Н.Г. Лиштвана и Е.С. Короля [3] предлагается следующее уравнение регрессии для определения содержания углерода (в % от органического вещества):

$$C = 0,02R - 0,004Ac + 0,006Qr + 0,2pH + 22,9, \quad (2)$$

где R – степень разложения торфа;

Ac – зольность;

Qr – теплота сгорания горючей части в калориметрической бомбе;

pH – кислотность.

Ошибка такого уравнения составляет 0,57%. Параметрами этой функции являются общетехнические характеристики, по которым проводится первичная оценка торфяного сырья. В геологоразведочных работах и в торфяном производстве определение этих показателей считается обязательным.

Таким образом, величин  $S_i$  значимости торфяного месторождения в месте его нахождения (см. выражение (1)) определяется следующим образом:

$$S_i = C(R, Ac, Qr, pH) V, \quad (3)$$

где C – количество углерода в единице веса;

V – запас торфа 40% влажности.

Запас торфа 40% влажности считается основной характеристикой объема запасов месторождения. Исходя из этого показателя, проектируются мощности торфоперерабатывающих производств.

На следующем этапе необходимо определить параметры функции принадлежности. Для этого рассмотрим зависимость ширины зоны неопределённости от параметра  $b$  в пределах минимального значения – 0,05 и 0,90 от максимального значения функции принадлежности:

$$d(b, \sigma) := \sigma \left( \sqrt{\ln 0,05} - \sqrt{\ln 0,9} \right). \quad (4)$$

По данным торфодобывающих предприятий автоперевозки торфяной продукции целесообразны на расстояние 70 км от торфяной залежи, а расстояние 100 км предельно допустимым. Следовательно, целесообразно функцию принадлежности определить по точке перегиба 0,2, которая будет при 70 км, и по минимальному значению 0,05, которое примет функция при расстоянии в 100 км. Исходя из этого определяются параметры функции:

$$\begin{cases} e^{-\left(\frac{70}{\sigma}\right)^{2b}} = 0,2; \\ e^{-\left(\frac{100}{\sigma}\right)^{2b}} = 0,05. \end{cases}$$

Решение системы даёт следующие значения:  $\sigma = 53,342$ ;  $b = 0,871$ .

Таким образом, функция пространственного влияния определяется следующей аналитической зависимостью:

$$\begin{aligned} F_{vl\_torf}(x, R, Ac, Qr, pH, V) = \\ = V(0,02R - 0,004Ac + 0,006Qr + 0,2pH + 22,9) \cdot \exp\left[-\left[\frac{x}{53,342}\right]^{1,742}\right], \end{aligned}$$

где R, Ac, Qr, pH, V – данные «Торфяного кадастра Костромской области»;

x – расстояние от границ месторождения.

Данная модель позволяет с достаточной точностью определять целесообразность использования конкретного месторождения как топливного ресурса для нужд регионального топливно-энергетического комплекса в зависимости от его качественных характеристик и объёмов залежей торфа и от расстояния до потребителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк А.Б. Геоинформационные системы и их применение в управлении территориально распределёнными объектами : учебное пособие / А. Б. Гнатюк, Б. А. Староверов. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2006. – 115 с.
2. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
3. Лиштван И.И. Основные свойства торфа и методы их определения / И. И. Лиштван, Н. Т. Король. – Минск : Наука и техника, 1975. – 319 с.

O.A. Kutusova

#### MODEL DEFINITION OF PEAT FIELD SPACE INFLUENCE



## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

УДК 378:331 – 057.85

### РАБОТОДАТЕЛИ О КАЧЕСТВЕ ПОДГОТОВКИ В ВУЗЕ

*М.В. Киселева, В.М. Ретин*

В статье представлены основные результаты социологического опроса руководителей предприятий г. Костромы и области, являющегося первым шагом на пути построения эффективной системы взаимодействия университета и работодателей, принимающих на работу наших выпускников. Приведены этапы исследования — разработка анкеты, описание использованной методики и процедуры проведения.

В настоящее время стало практически невозможно рассматривать качество образования в вузе и говорить о качестве подготовки специалистов в отрыве от ситуации, складывающейся на рынке труда. «На современном этапе одна из основных проблем российской системы профессионального образования заключается в ее неадекватности требованиям современной экономики. Количество и качество выпускаемых ежегодно рабочих и специалистов не соответствует реальным запросам рынка труда. Рынок труда испытывает острый дефицит в квалифицированных кадрах, а значительное число выпускников остается невостребованными. Это объясняется, прежде всего, тем, что отсутствует эффективная система взаимодействия работодателей и представителей образовательного пространства. На сегодняшний день система профессионального образования практически не способна учитывать внешний заказ на подготовку определенного уровня работников.

Во-первых, образовательные учреждения в массе своей не проводят анализ потребностей рынка труда, что ведет к несоответствию учебных программ требованиям современной ситуации, а также несоответствию перечня изучаемых профессий имеющейся структуре ВВП и промышленного производства России.

Во-вторых, используемая лекционно-семинарская модель образования в большей степени ориентирована на теоретическую подготовку, что приводит к излишней обобщенности теоретических знаний, слабым практическим навыкам выпускников. При этом устройство и механизмы управления образовательными учреждениями не позволяют воспринимать внешний заказ и оперативно вносить необходимые изменения в структуру и содержание учебного процесса» [1]. Это мнение работодателей. Представители рынка труда видят причину низкой эффективности профессиональной подготовки в замкнутости системы образования и в отсутствии внешней профессионально-общественной оценки качества подготовки специалистов и учебных программ вуза.

Следовательно, для обеспечения качественного образования и удовлетворения общественной потребности в квалифицированных кадрах необходима определенная перестройка системы образования на основе эффективного взаимодействия образования и рынка труда, которая могла бы обеспечить адаптацию подготовки специалистов к требованиям реальной экономики.

С целью построения системы взаимодействия университета и работодателей, принимающих на работу наших выпускников, лаборатория качества учебного процесса КГТУ организовала анкетирование руководителей предприятий и организаций Костромы и области.

На начальном этапе необходимо было решить следующие задачи:

1. Определить структуру требований работодателей к выпускникам вуза (выявить наиболее важные и менее значимые профессиональные и личностные качества выпускников КГТУ для работодателя как в среднем по вузу, так и по различным направлениям подготовки).
2. Получить оценку профессиональных и личностных качеств выпускников КГТУ различных специальностей со стороны работодателей.

Формой проведения исследования (метод опроса) было выбрано анкетирование путем рассылки анкет на предприятия и организации.

Важным этапом данного исследования было создание «Анкеты работодателя». Общемировая тенденция обновления высшего образования заключается (наряду с другими важными направлениями) в переходе от квалификационного подхода в профессиональном образовании к компетентностному. На сегодняшний день странами Болонского соглашения в качестве единого языка для описания академических и профессиональных профилей предлагается язык компетенций. В Берлинском коммюнике (2003 г.) признано необходимым выработать структуру сравнимых и совместимых квалификаций для национальных систем высшего образования, которая бы позволила описать ква-

лификации с точки зрения рабочей нагрузки, уровня, *результатов обучения, компетенций* и профиля (для удовлетворения многообразных личных и академических потребностей, а также запросов рынка труда). В этом контексте компетентностный подход рассматривается как своего рода инструмент усиления социального диалога высшей школы с миром труда, средство углубления их сотрудничества. Именно поэтому лаборатория качества учебного процесса для оценки качества образования выпускников предложила в своей анкете руководителям предприятий оценить именно компетенции молодых специалистов – выпускников КГТУ.

Профессиональные компетенции – это готовность и способность целесообразно действовать в соответствии с требованиями дела, методически организованно и самостоятельно решать задачи и проблемы, а также самооценивать результаты своей деятельности. То есть это связанные с предметом навыки, соответствующие методы и технические приемы, присущие различным предметным областям. Понятие «компетенций» включает в себя знание и понимание (теоретические знания академической области, способность знать и понимать), знания как действия (практическое и оперативное применение знаний в конкретной ситуации), знание как бытие (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими в социальном контексте) [2]. Компетенции реализуются и оцениваются.

На первоначальном этапе создания анкеты решалась задача выделить компетенции, которые должны отражать образовательный потенциал выпускника вуза.

Выбор пунктов, включаемых в анкету, всегда является пристрастным и спорным. Обзор литературы по этому вопросу показал, что дискуссии вызывают и различные классификации. Для выяснения номенклатуры компетенций, которая была бы научно обоснована, разработчиком анкеты был проведен обзор различных исследований в области универсальных навыков и компетенций. Список классификаций и навыков, заслуживающих рассмотрения, оказался велик. Так, список компетенций, выявленных программой TUNING, составил 85 наименований. Организаторами проекта TUNING было проведено два анкетных опроса. Первый выявлял так называемые **универсальные** навыки и компетенции, а также то, как они оцениваются выпускниками и работодателями. Во втором опросе (в первой части) эту оценку давало академическое сообщество [2]. Чтобы подготовить в рамках проекта TUNING анкету для работодателей, рабочей группой данного проекта был проведен анализ около 20 исследований как российских, так и зарубежных. Был составлен список из 85 различных

навыков и компетенций, признанный обоснованным вузами и компаниями. Эти компетенции и навыки были разбиты на три категории: инструментальные, межличностные и системные.

Также в процессе работы над анкетой работодателя лабораторией качества учебного процесса были изучены требования FEANI<sup>2</sup> для присвоения звания Eurlng, требования международной организации Engineers Mobility Forum (EMF). Данные требования и критерии EMF были разработаны на основе традиций англосаксонских стран с развитой рыночной экономикой, слабым государственным регулированием в сфере платного высшего образования, массовым привлечением к инженерной профессии выпускников с академической степенью «бакалавр». Также была изучена классификация, предложенная проф. И.А. Зимней.

Вся эта информация была учтена при составлении анкеты работодателя, а конкретнее, при формировании показателей критерия 1 «**Образовательный потенциал выпускника вуза**».

В процессе оценки кандидата на вакантную должность важной составляющей на сегодняшний день оказывается, наряду с оценкой профессиональной подготовленности работника, условие соответствия личных качеств кандидата требованиям работодателя (особенно для управленческого персонала, специалистов и служащих). Работодатели ожидают от системы высшего образования такой подготовки выпускников вуза, при которой, наряду с конкретными знаниями и навыками в профессии, они обладали бы социальными навыками, способностью к познанию и самосовершенствованию. Важным компонентом модели выпускника являются социальные компетенции, проявляющиеся в способности определять и осуществлять наиболее адекватные способы взаимодействия с другими людьми, принимать и оценивать чьи-то достижения, формировать и отстаивать свою жизненную позицию [3]. Поэтому социально-правовая и коммуникативная компетентность также были включены в «Образовательный потенциал выпускника».

При этом следует различать компетенции и личные качества (свойства) человека: смелость, выносливость, честность и т.д. Очевидно, что компетенции, которые необходимо вырабатывать в вузе у студентов, должны подкрепляться определенными личными качествами (например, работоспособность, ответственность, увлеченность, преодоление трудностей, сдержанность, оптимизм, терпимость в общении с коллегами и др.). Поэтому вторым критерием, предлагаемым для оценки в

<sup>2</sup> Европейская федерация национальных инженерных организаций, членами которой являются 27 европейских стран, объединяющих более 80 национальных инженерных ассоциаций.

анкете работодателя, являются «Личные качества выпускника вуза», необходимые для их профессиональной деятельности.

Кроме того, чтобы быть востребованными обществом и рынком труда, молодые специалисты, наряду с профессиональными (специальными) знаниями, умениями и навыками, должны обладать развитым творческим потенциалом, быть мобильными в широком смысле этого слова, должны уметь учиться, повышать свою квалификацию, как сейчас говорят, «учиться на протяжении всей жизни». В связи с этим в анкету был добавлен третий критерий — «Мотивация профессионального роста молодого специалиста», желание получать дополнительное образование, обучаться на курсах повышения квалификации и т.д.

В результате проведенной работы в анкете были представлены 3 критерия, являющиеся наиболее важными для работодателя:

- образовательный потенциал выпускника вуза;
- личные качества выпускника вуза;
- мотивация профессионального роста молодого специалиста.

**Критерий 1** «Образовательный потенциал выпускника вуза» представлен подкритериями А, Б, В, Г:

- А. Профессиональные компетенции;
- Б. Информационная компетентность;
- В. Социально-правовая компетентность;
- Г. Коммуникативная компетентность.

Каждый из данных подкритериев представлен определенным комплексом показателей, которые и являются вопросами анкеты; они зашифрованы аббревиатурой, соответствующей подкритериям, для удобства последующей обработки таблиц с данными и графической интерпретации результатов.

**Критерий 2** «Личные качества выпускника вуза» не разделен на подкритерии и представлен комплексом из 14 показателей – личных качеств, значимых для профессиональной деятельности.

**Критерий 3** «Мотивация профессионального роста молодого специалиста» состоит из четырех показателей.

В целом анкета по 3 критериям содержит 41 показатель-вопрос анкеты (табл. 1).

После определения критериев и показателей, которые должны оценить работодатели, была выбрана методика исследования и обработки результатов — методика «SERVQUAL» (сокращенная аббревиатура от «service quality», или «качество услуги») [4].

Работодателям предлагалось заполнить анкету, состоящую из нескольких частей. Первая колонка анкеты, используя пятибалльную шкалу Лайкерта (полностью не согласен – полностью согласен), фиксирует ожидания работодателей относительно подготовленности молодого специа-

листа, отмечая наличие перечисленных в анкете качеств, навыков и умений.

С помощью аналогичной шкалы фиксируется потребительское восприятие качеств выпускника. По этому же принципу третья часть анкеты фиксирует по пятибалльной шкале Лайкерта (совсем не важно – очень важно) важность или значимость для работодателей каждого из предложенных качеств, навыков и умений выпускника.

Таким образом, оценка качества образовательных услуг КГТУ проводилась через оценку качеств (профессиональных и личностных) молодых специалистов (по таблице компетенций и качеств).

В основу данной методики положено допущение, что качество в сфере услуг вовлекает в себя сравнение потребителем своих ожиданий качества перед потреблением услуги с восприятием качества в момент непосредственного потребления. В случае с образовательными услугами руководители, принимающие к себе на работу наших выпускников, также ожидают от них определенной подготовки и в дальнейшем сравнивают реальные знания и умения молодого специалиста, его личные качества, которые он демонстрирует на своем рабочем месте. При этом опытный руководитель знает, какие качества работника для него очень важны, какие менее значимы.

Единицей измерения качества служит коэффициент качества  $Q$ , который рассчитывается как разница рейтингов восприятия и ожидания по каждому из 41 оцениваемого качества, знания, умения и навыка (образовательного, личностного или мотивационного):

$$Q_i = P_i - E_i,$$

где  $P_i$  – восприятие качества респондентом (работодателем);

$E_i$  – ожидание качества при  $i = 1, 2, \dots, 41$ .

Нулевое значение какого-либо коэффициента качества  $Q$  означает совпадение уровня ожидания качества по какому-либо показателю и уровня восприятия по этому показателю (в нашем случае по качеству выпускника). Отрицательные значения (негативные) указывают на то, что уровень ожиданий превышает уровень реального восприятия. Положительные значения указывают на то, что восприятие качества выше уровня ожиданий. Положительные значения коэффициентов указывают на суперкачество, обычно встречаются не часто. Удовлетворительным результатом считаются негативные коэффициенты качества, максимально приближающиеся к нулевому значению.

Обработка анкет производилась путем расчёта средних баллов по выделенным критериям и вычислению разности средних баллов восприятия и ожидания.

Таблица 1

## Анкета работодателя

Оцениваемые качества, знания, умения, навыки	Ожидания	Восприятие	Важность
<b>1. Образовательный потенциал выпускника вуза – молодого специалиста</b>			
<b>1. Профессиональные компетенции</b>			
1.1. Теоретические знания по профилю полученной специальности, естественно-научные и математические знания, лежащие в основе инженерной деятельности в конкретной сфере. Системные профессиональные знания в данной области инженерных наук	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
1.2. Практическая подготовка по профилю полученной специальности, умение применять на практике полученные знания (способность осуществлять подбор и использование необходимого оборудования, инструментов и методов, соединять теорию и практику для решения инженерных задач. Знание технологий и методов эксперимента, а также ограничений их применения)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
1.3. Использование знаний для анализа деятельности, процессов, способность к проектированию (разработка и реализация проектов по заданным требованиям), исследованиям (проведение экспериментов, интерпретация результатов, способность делать выводы)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
<b>2. Информационная компетентность</b> (способность ориентироваться в информационном потоке: умение находить и систематизировать различные источники информации по определенному критерию, компьютерная грамотность, владение новыми информационными и мультимедийными технологиями (электронная почта, Интернет)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
<b>3. Социально-правовая компетентность</b>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
.....	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
<b>4. Коммуникативная компетентность</b>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
.....			
<b>2. Личные качества выпускника вуза – молодого специалиста</b>			
Видение новых возможностей (коммерческих, производственных)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Инициативность и творческое отношение к работе	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Целеустремленность	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Способность быстро осваивать новые знания. Восприимчивость к инновациям, нововведениям	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Лидерские качества (как в профессиональной сфере, так и в личной или общественной)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
.....	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
.....	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
<b>3. Мотивация профессионального роста молодого специалиста</b>			
Готовность к повышению квалификации на краткосрочных и долгосрочных курсах	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Готовность к получению второго высшего образования	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Готовность к обучению в аспирантуре	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Готовность к служебным командировкам	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Готовность к овладению смежными и дополнительными профессиями и специальностями	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Кроме результатов, полученных в результате обработки анкетных таблиц, была проделана работа по представлению полученных данных в графическом виде.

Для анализа результатов была использована методика, позволяющая получать графическую интерпретацию результатов и анализировать полученные данные как бы в двухмерной форме (рис.1): на оси абсцисс откладываются фактически

полученные значения коэффициентов качества, на оси ординат – фактическая важность критериев качества услуги. Все результаты в виде точек с буквенным шифром наносятся на интерпретационную карту «важность – коэффициент качества». Две оси делят результаты опроса на четыре равных квадранта, которые дают информацию для принятия стратегических решений по совершенствованию качества.

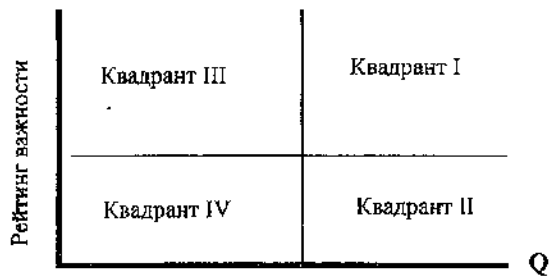


Рис.1. Матрица оценки качества услуг

**Квадрант I** (высокие коэффициенты качества – высокая важность) указывает, что качества выпускника, которые попали в эту часть графика, очень важны для работодателя и в реальности хорошо развиты у оцениваемого выпускника или приобретены им в ходе обучения в университете.

**Квадрант III** (высокая важность – низкие коэффициенты качества) указывает на проблемы, т.к. важность качеств выпускников, попавших в эту область графика, очень велика для работодателей, но по их же мнению коэффициенты качеств находятся не на адекватном уровне (недостаточно присутствуют у выпускника). Задача университета заключается в том, чтобы срочно поднять эти коэффициенты качества до уровня квадранта I.

К качествам выпускников, попавшим в квадранты II (высокие коэффициенты качества – низкая важность) и IV (низкие коэффициенты качества – низкая важность), можно относиться спокойно, т.к. при средних показателях коэффициентов качества они являются маловажными и неприоритетными для работодателей.

Необходимо подчеркнуть, что графическая презентация результатов исследования дает лишь относительную картину качества, выявляя болевые точки, но именно такой подход позволяет делать рекомендации по их устранению.

После отработки вышеописанных методик был осуществлен этап определения выборки. При проведении анкетирования работодателей основным критерием отбора предприятий, организаций и фирм являлся опыт приема на работу молодых специалистов, окончивших КГТУ. При выборке организаций для исследования мы исходили из цели представить наибольшее количество разных типов организаций, чтобы учесть все разнообразие мнений по предмету исследования. В выборку включены организации и предприятия, работающие в различных отраслях (производство, услуги населению, финансы, торговля, транспорт, коммуникации). Размер организации «крупные» – более 1000 чел., занятых в организации, или «средние» – 100–1000 чел., занятых в организации, не учитывался.

И коротко о процедуре проведения исследования:

– вместе с анкетой университет рассылал работодателям письмо с разъяснениями по ее заполнению и просьбой вернуть заполненную анкету с указанием координат респондентов для возможности обратной связи;

– анкета и разъясняющее письмо рассылались на предприятия и в организации со студентами, отправлявшимися на практику в данные учреждения, с руководителями практик от КГТУ, а также в отдельных случаях анкеты передавались работодателям заведующими выпускающих кафедр, которые поддерживают тесные контакты с предприятиями.

Для каждой из 41 компетенции, содержащейся в анкете, респондентов просили указать:

- ожидание по знаниям, умениям и навыкам молодого специалиста;
- важность навыка или компетенции, по мнению респондентов, для работы по их профессии;
- уровень реального восприятия навыка или компетенции, которого, по мнению респондентов, молодые специалисты достигли по завершении обучения в КГТУ, т.е. по данному показателю мы получаем реальную оценку подготовки специалиста.

На предприятия было передано 213 анкет, вернулись заполненными в лабораторию качества 174 анкеты. В опросе участвовали руководители 105 предприятий г. Костромы (на отдельных предприятиях заполняли анкету на двух, трех и более специалистов разных профессий, соответственно от 105 предприятий и организаций было получено 174 анкеты). Необходимо подчеркнуть, что анкеты заполнялись на конкретных выпускников КГТУ, в анкете предусмотрена графа, которая содержит специальность выпускника и год окончания нашего университета (без указания фамилии).

На вопросы анкеты отвечали:

а) руководители структурных подразделений предприятий, которые имели опыт работы с молодыми специалистами после вуза и которые являются теми, кто формулирует основные требования к квалификации и качествам сотрудника и непосредственно работает с молодыми специалистами;

б) руководитель предприятия в организации среднего размера, который сам занимается отбором или принимает окончательное решение об отборе персонала и обучении сотрудника в процессе работы.

Характеристика выборки. Среди участников опроса 47% респондентов являются представителями производственной сферы, 10% – сфера государственного управления, 6% – предприятия сферы торговли и т.д. Большинство предприятий, участвующих в опросе,



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 50 лет. Имеют договоры с КГТУ о проведении производственно-технологических и преддипломных практик 78% предприятий. Стаж работы респондентов от 1 года до 44 лет, но в списке все-таки преобладают люди, уже имеющие большой опыт руководящей работы и достаточный профессиональный стаж, поэтому их мнение о наших выпускниках, несомненно, заслуживает внимания.

Посредством данного опроса впервые была сделана попытка получить количественную информацию о качестве подготовки молодых специалистов в КГТУ вне стен нашего вуза. Объем статьи не позволяет представить все полученные результаты, но основные данные в целом по вузу следующие.

Наиболее высокие рейтинги важности в разделе анкеты «Образовательный потенциал выпускника вуза» работодатели присвоили следующим качествам выпускников:

- теоретические знания по профилю полученной специальности, системные профессиональные знания в данной профессиональной области;
- практическая подготовка по профилю полученной специальности, умение применять на практике полученные знания;
- компьютерная грамотность на уровне среднего пользователя (набор текста, таблиц, работа со сканером);
- умение вести цивилизованный диалог, проводить переговоры; умение слышать и слушать другого человека.

В списке личных качеств выпускника высокие рейтинги важности получили такие качества выпускников, как:

- инициативность и творческое отношение к работе;
- целеустремленность;
- способность быстро осваивать новые знания, восприимчивость к инновациям, нововведениям;
- организованность, собранность;
- исполнительность и умение подчиняться, понимание субординации;
- дисциплинированность, соблюдение трудовой дисциплины;
- чувство ответственности за порученную работу;
- способность работать самостоятельно.

В разделе анкеты «Мотивация профессионального роста молодого специалиста» работодатели отметили наиболее важным качеством готовность к повышению квалификации на краткосрочных и долгосрочных курсах.

Таким образом, выделяя компетенции молодого специалиста, которые являются наиболее

важными для респондентов в каждом из трех основных критериев, мы выявляем структуру требований работодателей к выпускнику. Используя данную анкету, можно выявить наиболее важные и менее значимые компетенции для работодателей как в среднем по всем специальностям вуза, так и по отдельным группам специальностей.

Рассчитывая коэффициент качества для каждого показателя-компетенции, мы получаем уже конкретную оценку этих компетенций, личных качеств и мотиваций к профессиональному росту со стороны опрошенных работодателей.

Оценивая уровень подготовки молодых специалистов, работодатели в целом удовлетворены тем объемом базовых знаний, которые вчерашние выпускники получают в нашем университете, глобальный коэффициент качества по вузу составил – 0,08.

Очень высоко работодатели оценивают компьютерную грамотность наших выпускников, владение ими новыми информационными и мультимедийными технологиями. Также высоко оценивается работодателями социально-правовая компетентность выпускников КГТУ, такие их личные качества, как готовность к овладению смежными и дополнительными профессиями и специальностями, чувство ответственности за порученную работу, исполнительность, уровень общей культуры.

Гораздо больше нареканий вызывает уровень специальных знаний, теоретических знаний по профилю полученной специальности, наличие системных профессиональных знаний в данной конкретной профессиональной области, практическая подготовка по профилю полученной специальности, умение применять знания на практике. Молодым специалистам, окончившим наш университет, по мнению работодателей, не хватает как специальных знаний, так и практических навыков.

Среди профессиональных компетенций, оцененных максимальным баллом по важности для работодателей, стала практическая подготовка по профилю полученной специальности, работодатели отмечают, наряду с недостатком у выпускников практических знаний, также узкий профессиональный кругозор молодых специалистов.

В условиях современной экономики большое значение придается работодателями способности системно мыслить, умению перерабатывать большие объемы информации и вычленять главное, использовать знания для анализа деятельности, процессов. По мнению многих работодателей у специалистов необходимо развивать такие качества, как способность к проектированию, умение разрабатывать и реализовывать проекты по заданным требованиям (для инженерных специальностей), способность к исследованиям (организация



и проведение экспериментов, интерпретация результатов, способность делать выводы).

Все вышеперечисленные компетенции составляют тот комплекс качеств, который определяет в первую очередь способность выпускника быстро приобрести недостающие для работы знания и навыки, включиться в профессиональную деятельность и в дальнейшем приобретать новые знания и навыки в соответствии с меняющимися требованиями производства, бизнеса и т.д. Даже если в вузе студент не приобрел качественных знаний по некоторым предметам, он всегда может получить их самостоятельно, если обладает определенными общепрофессиональными компетенциями.

Тенденцией современного инновационного образования является овладение студентами базовыми компетенциями с учетом перспективы их вероятных изменений, с возможностью в дальнейшем получать знания самостоятельно.

Эта тенденция в высшем профессиональном образовании согласуется с данными, полученными от работодателей, — особое значение (второе место в рейтинге важности качеств молодого специалиста) для опрошенных работодателей имеют готовность и способность молодых специалистов быстро осваивать новые знания, воспринимать инновации, нововведения.

Максимальную важность работодатели присвоили такому качеству, как организованность и собранность молодого специалиста. Необходимо отметить, что личные качества сегодня становятся одним из важных критериев при приеме на работу. В меньшей степени у работодателей востребованы такие качества, как направленность на карьеру, целеустремленность, готовность к получению второго высшего образования. Минимальный рейтинг важности работодатели присвоили готовности вчерашнего выпускника обучаться в аспирантуре.

В целом общий вывод можно сформулировать так: по мнению работодателей, решающую роль в становлении молодого специалиста, безусловно, играет его базовая подготовка в вузе и уме-

ние активно применять полученные знания на практике в своей профессиональной деятельности.

Далее наиболее сложной задачей является этап преобразования выявленных требований к специалистам со стороны работодателей в цели и задачи образовательной деятельности, процесс реагирования на данные требования изменениями в подготовке студентов (например, в вариативной части учебных планов).

Сегодня, как правило, сотрудничество вуза с рынком труда ограничивается финансовой поддержкой материально-технической базы со стороны работодателей (и это тоже важно), но на сегодняшний день на первый план выдвигается задача выявления требований к содержанию подготовки специалистов, настройки образовательных программ университета в соответствии с запросами потребителей, в первую очередь работодателей.

Основная цель университета — подготовить конкурентоспособного специалиста. Под *конкурентоспособностью выпускников вузов* понимается *совокупность профессионального, интеллектуального и социального капиталов* человека, а также способности эффективно участвовать на рынке труда для достижения профессиональных целей, следовательно, конкурентоспособность характеризуется успешностью, эффективностью и результативностью профессиональной деятельности специалиста. Исходя из вышесказанного, конкурентоспособность специалиста-выпускника вуза может рассматриваться как интегральный показатель качества подготовки.

Очевидно, что для повышения конкурентоспособности нашего вуза на рынке образовательных услуг, а наших выпускников на рынке труда сегодня важно ориентироваться на опережающее развитие содержания обучения, на повышение качества наших образовательных программ и качество образовательного процесса в университете в тесной взаимосвязи с внутренними и внешними потребителями наших образовательных услуг.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деловой рейтинг высшего образования / Н. Брусникин, М. Бондарик, О. Дымарская, С. Творогова // Ученый совет. — №12. — 2006.
2. Байденко В.И. Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования: методическое пособие / В. И. Байденко — М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. — 114 с.
3. Киселева М.В. Профессионально значимые личностные качества выпускника / М. В. Киселева // Вестник Костромского государственного технологического университета. — 2006. — № 13. — С. 118–124.
4. Parasuraman A. SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality / L. Berry, V. Zeithaml // Journal of Retailing. — 1988. — Vol. 69 (Spring). — P. 12–40.

M.V. Kisseleva, V.M. Repin

EMPLOYERS ABOUT QUALITY TRAINING AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

**ИНФОРМАЦИЯ**  
**о работе Всероссийского семинара по текстильному машиноведению**  
**(Костромской филиал семинара по ТММ при РАН)**

В 2007 году при КГТУ продолжил успешно работать Костромской филиал семинара по ТММ при РАН. За год состоялось 10 заседаний семинара, на которых было заслушано и обсуждено 10 докладов.

- 18.01.07** Создание математической модели послойной структуры пряжи и нити на основе реальных свойств волокон.  
*Хомяков Е.С., ассистент, КГТУ.*
- 15.02.07** Обоснование режима работы МТА с использованием входного автоматизированного контроля технологических качеств льнотресты.  
*Петров С.С., аспирант, КГТУ.*
- 22.03.07** Механика гибкого тела в приложении к процессу трепания.  
*Бойко С.В., докторант, к.т.н., КГТУ.*
- 19.04.07** Разработка ресурсосберегающих технологий переработки текстильных отходов.  
*Башков А.П., докторант, к.т.н., ИвГТА.*
- 24.05.07** Развитие теории формирования и строения ткани.  
*Степанов С.Г., докторант, к.т.н., ИвГТА.*
- 21.06.07** Совершенствование аппаратов периодического действия для жидкостной обработки бобин.  
*Киселев Н.В., докторант, к.т.н., КГТУ.*
- 20.09.07** Восстановление кулачкового механизма батанной коробки ткацкого станка СТБ методом дуговой металлизации.  
*Цветков Д.М., аспирант, КГТУ.*
- 18.10.07** Разработка процесса получения металлизированной льносодержащей ткани медицинского назначения.  
*Смирнов А.Б., аспирант, КГТУ.*
- 15.11.07** Исследование динамики механизма прокладывания утка модернизированного металлткацкого станка DM-200-М.  
*Шляпугин Р.В., аспирант, ИвГТА.*
- 20.12.07** Разработка исходных требований к конструкции механических передач вытяжных приборов.  
*Филатова Н.И., аспирант, КГТУ.*

В числе докладчиков: докторантов – 4, аспирантов – 6. Кроме работников вузов г.Костромы в работе семинара приняли участие работники из г. Иваново.

В работе семинара регулярно принимают участие 12 профессоров и около 15 кандидатов наук. Посещаемость семинара от 20 до 30 человек.

Руководитель семинара, проректор по научной работе, д.т.н., профессор Р.В. Корабельников

**ИНФОРМАЦИЯ**  
**о работе семинара по научным проблемам материаловедения**  
**производства текстильной и легкой промышленности**  
**за 2007/2008 учебный год**

- 05.09.07** Разработка методов оценки теплофизических характеристик нетканых текстильных материалов технического назначения.  
*Трещалина А.В.*
- 04.10.07** Разработка методов оценки и прогнозирование качества швов в одежде из льняных тканей.  
*Колмогорова Т.А.*

- 01.11.07 Утверждение тем аспирантов.  
*Шапочка Н.В., Замышляева В.В.*
- 06.12.07 Разработка метода оценки, исследование и прогнозирование льняных тканей к сдвигу.  
*Морилова Л.В.*
- 05.02.08 Моделирование свойств текстильных материалов с использованием пакета прикладных программ «ANSIS».  
*Голубков Д.В.*
- 06.03.08 Взаимосвязь и развитие мужского костюма и ювелирных украшений.  
*Аксуратова О.Л.*
- 16.04.08 Разработка методов оценки и прогнозирование драпируемости тканей.  
*Иванова О.В.*
- 19.05.08 Разработка методики выбора направления диверсификации технологических процессов в производстве текстильных материалов технического назначения.  
*Лебедев А.Л.*
- 05.06.08 Отчет аспирантов и соискателей.

Руководитель семинара д.т.н., профессор Н.А. Смирнова

**ИНФОРМАЦИЯ**  
о работе Общероссийского научного семинара  
«Технология текстильных материалов»  
за 2007/2008 учебный год

- 27.09.07 Совершенствование технологии процессов подготовки льняной ровницы к мокрому прядению и повышение качества чистольняной пряжи  
*Пестовская Е.А., соискатель кафедры МТВМ, КГТУ.*
- 27.09.07 Совершенствование процесса чесания и интенсификация очистки льняного волокна от костры и сорных примесей.  
*Иваницкий В.В., аспирант кафедры прядения, КГТУ.*
- 25.10.07 Разработка метода автоматизированного исследования параметров структуры однослойных пестротканей.  
*Музалевская А.А., аспирант кафедры ткачества, КГТУ*
- 29.11.07 Моделирование процесса разрушения элементарных волокон.  
*Войцеховский Р.П., аспирант кафедры ТМ, КГТУ*
- 31.01.08 Моделирование структуры льняного чесаного волокна и ее изменение в процессе вытягивания.  
*Смирнов А.А., аспирант кафедры ТМ, КГТУ*
- 28.02.08 Оценка эффективности технических и технологических решений для обработки недотрёпанного льна.  
*Бойко С.В. доц. кафедры ТМиСМ, КГТУ*
- 28.02.08 Совершенствование способа формирования ткани на бесчелночных ткацких станках.  
*Гречухин А.П., аспирант кафедры ткачества КГТУ.*
- 24.04.08 Совершенствование технологии получения и переработки бескруточной льняной ровницы.  
*Кириллова Е.С., ассистент кафедры ВТ, КГТУ*
- 29.05.08 Разработка автоматизированного метода контроля структуры паковок крестовой намотки.  
*Кирпина Л.Ю., ст. преп. кафедры ВТ, КГТУ*

Руководитель семинара д.т.н., профессор А.П. Соркин

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Развитие диссертационных советов университета Р.В. Корабельников, П.Н. Рудовский .....	3
-------------------------------------------------------------------------------------------	---

### **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

1. Визуализация процесса взаимодействия льняных прядей с билами трепальных барабанов С.В. Бойко, Д.А. Волков, Е.Л. Пашин VISUALIZATION OF FLAX STRAND INTERACTION PROCESS WITH SCOTCHING DRUM BEATERS S.V. Boyko, D.A. Volkov, E.L. Pashin .....	5
2. Влияние основных параметров взаимодействия волокна с колосником на силу удара и характеристики льняного волокна Р.В. Корабельников, Д.А. Лебедев, Е.И. Громова INFLUENCE OF MAIN PARAMETERS OF FIBRE INTERACTION WITH FIRE BAR UPON IMPULSIVE FORCE AND FLAX FIBRE CHARACTERISTICS R.V. Korabelynikov, D.A. Lebedev, E.I. Gromova .....	8
3. Колебания пряди льносырца при трепании С.Е. Маянский, М.С. Енин FLAX RAW MATERIAL STRAND VIBRATIONS DURING SCOTCHING S.E. Mayanskey, M.S. Yenin .....	11
4. Скорости участков пряди, огибающих кромку бильной планки В.А. Дьячков, Д.В.Иванюк SPEED OF STRAND AREAS BENDING BEATER BAR EDGE V.A. Dyachkov, D.V. Ivanyuk .....	14
5. Экспериментальная проверка влияния обработки трепаного льна катодитом на качественные параметры прочеса С.Г. Смирнова, А.П. Соркин, П.Н. Рудовский, А.Б. Гаврилова, В.Л. Петров EXPERIMENTAL CHECKING INFLUENCE OF SCOTCHING FLAX TREATMENT BY CATHOLYTE UPON COMBING QUALITY PARAMETERS S.G. Smirnova, A.P. Sorkin, P.N. Rudovskoy, A.B. Gavrilova, V.L. Petrov .....	18
6. Оптимизация параметров заправки вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л8 для выработки оческовой пряжи У.Ю. Титова, М.А. Пшонникова OPTIMIZATION OF SETTING-UP PARAMETERS OF SF-88-F8 SPINNING FRAME DRAWING MECHANISM FOR WASTE YARN PRODUCTION U.Yu. Titova, M.A. Pshonnikova .....	21

7. Шлифование льняной оческовой пряжи С.М. Миновская, А.Б. Брут-Бруляко FLAX WASTE-YARN SIZING S.M. Minovskaya, A.B. Brut-Brulyako .....	23
8. О форме намотки лент на барабане ленточной сновальной машины В.П. Зайцев, В.Л. Маховер, Р.Г. Сайманов, Т.В. Манина ABOUT FORM OF BELT WINDING UPON CYLINDER WARPING MACHINE DRUM V.P. Zaytzev, V.L. Mahova, R.G. Saymanov, T.V. Manina .....	25
9. Распознавание параметров переплетения ткани с использованием формулы включений и исключений Г.Г. Сокова, И.В. Землякова, А.А. Музалевская IDENTIFICATION OF PARAMETERS OF FABRIC WEAVES WITH CONNECTION AND EXPULSION FORMULAR USING G.G. Sokova, I.V. Zemlyakova, A.A. Muzalevskaya .....	28
10. Методика определения упругих параметров слоя намотки М.Н. Нуриев TECHNIQUE OF LAYER WINDING ELASTICITY PARAMETER UNDER GUIDANCE DEFINITION M.N. Nuriyev .....	29
11. Тенденции развития трикотажной промышленности Л.В. Сухова KNITTED FABRICS INDUSTRY DEVELOPMENT TREND L.V. Suhova .....	32
12. Оптимизация заправочных параметров плосковязальных машин Н.В. Банакова, Л.А. Толстикова-Крутикова* OPTIMIZATION OF FLAT KNITTING MACHINE SETTING-UP PARAMETERS N.V. Banakova, L.A. Tolstikova-Krutikova .....	33
13. Прогнозирование качественных показателей короткоштапельного льняного волокна, полученного методом контролируемого разрыва А.Р. Корабельников, А.А. Шальгин, С.Н. Вихарев PREDICTION OF QUALITY OF SHORT-STAPLE FLAX FIBRE PRODUCING OF CONTROL BREAKAGE METHOD A.R. Korabelynikov, A.A. Shalugin, S.N. Viharev .....	35

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. Новый метод оценки содержания костры в коротком льняном волокне А.Е. Виноградова NEW METHOD OF SHORT-FLAX FIBRE SHIVE CONTENT ESTIMATION A.E. Vinogradova .....	39
2. Исследование влияния отделки кожевой ткани на эксплуатационные свойства шубных овчин Н.Н. Шапочка, Е.Н. Борисова, Ж.Ю. Койтова, Е.В. Смирнова RESEARCH OF LEATHER FABRIC FINISHING ENFLUENCE UPON FUR-COAT SHEEPSKIN SERVICE PROPERTIES N.N. Shapochka, E.N. Borissova, J.Yu. Koytova, E.V. Smirnova .....	41

3. Влияние свойств исходных компонентов пакета одежды на качество готового изделия  
Л.Л. Чагина, Н.А. Смирнова  
INFLUENCE OF CLOTHES SET OUTCOME COMPONENT PROPERTIES UPON FINISHED  
ARTICLE QUALITY  
L.L. Chagina, N.A. Smirnova ..... 45
4. Исследование зависимости изменения усадки тканей с вложением полиуретановых  
нитей КСК-структуры от многократных мокрых обработок  
М.Л. Королева, И.В. Мининкова  
RESEARCH OF SHRINKAGE KINETICS OF POLYURETHANE FIBRE TST-STRUCTURE INSET  
FABRICS UNDER MULTIPLEXING WET TREATMENT EFFECT  
M.Yu. Koroleva, I.V. Mininkova ..... 48
5. Анализ требований к текстильным армирующим наполнителям  
И.Л. Верняева, И.А. Коржева  
DEMAND ANALYSIS OF TEXTILE REINFORCING FILLERS  
I.A. Vernyaeva, I.A. Korzheva ..... 51

## ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

1. Анализ конструктивных решений, применяемых для повышения эффективности  
шлихтования  
В.А. Кузнецов, А.В. Подъячев, Д.В. Селезнев  
ANALYSIS OF CONSTRUCTION DECISION USING FOR SIZING EFFECTIVENESS INCREASE  
V.A. Kuznetsov, A.V. Podyachev, D.V. Seleznev ..... 54
2. Модернизация зевообразующих механизмов ткацких станков на основе их  
структурного анализа  
В.А. Лясич, Ю.В. Кулемкин  
LOOM SHEDDING MECHANISMS MODERNIZATION UPON THEIR STRUCTURE ANALYSIS  
V.A. Lyassich, Yu.V. Kulyemkin ..... 57
3. Исследование величины силовой нагрузки на нажимные валики выпускной пары  
ровничной машины для льна  
В.В. Смельский, Ф.И. Груздев, Ю.А. Левакова, Н.Ю. Ушанова  
RESEARCH OF POWERLOAD QUANTITY UPON FLAX ROVING FRAME OUTLET PAIR  
PRESSURE ROLLERS  
F.I. Gruzdev, V.V. Smelskey, Yu.A. Levakova, N.Yu. Ushanova ..... 59
4. Перемещение волокна в трясильных машинах с нижним гребенным полем  
И.А. Ширшов  
REASONS OF FIBRE DISPLACEMENT IN SHAKING MACHINE WITH BOTTOM COMB FIELD  
I.A. Shirshov ..... 61
5. Совершенствование датчиков для исследования параметров процесса  
тканеобразования  
В.В. Романов  
PERFECTION OF SENSOR FOR FABRIC-FORMATION PROCESS PARAMETER RESEARCH  
V.V. Romanov ..... 64



**ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ**

1. Моделирование процесса формирования сливной стружки с учетом термомеханической разгрузки  
С.В. Михайлов, А.П. Олейник  
MODELLING OF CONTINUOUS CHIP FORMATION PROCESS TAKING INTO ACCOUNT THERMO-MECHANICAL DUMPING  
S.V. Mikhaylov, A.P. Oleynik ..... 68
2. Исследование коррозионной стойкости поверхности металлов в зависимости от адгезионных свойств полимерных связующих  
Н.И. Баурова  
STUDYING OF CORROSION RESISTANCE OF EPOXY ADHESIVES BEING USED DURING METAL-CONSTRUCTION DIAGNOSTICS  
N.I. Baurova ..... 72
3. Моделирование погрешности установки заготовки на планки  
В.С. Петровский, М.А. Тихомиров  
MODELLING OF ERRORS OF INSTALLATION UPON STRIPS  
V.S. Petrovskiy, M.A. Tihomirov ..... 75

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

1. Информационно-измерительная система на базе разрывной машины РМП-1  
С.М. Вихарев, Н.М. Федосова, Н.В. Батьков  
INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEM OF RMP-1 TEARING MACHINE BASE  
S.M. Viharev, N.M. Fedossova, N.V. Batkov ..... 78
2. Оценка возможности использования управляемого электропривода в системе натяжения нитей основы  
И.С. Никифоров  
ESTIMATOR OF POSSIBILITIES OF ELECTRIC DRIVE USING IN WARP TENSION SYSTEM  
I.S. Nikiforov ..... 80
3. Анализ возможных подходов к созданию автоматизированной системы контроля качества структуры паковок  
Л.Ю. Киприна  
ANALYSIS OF POSSIBLE APPROACHES TO STRUCTURE PACKAGE QUALITY CONTROL AUTOMATIC SYSTEM  
L.Yu. Kiprina ..... 83

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

1. Перспективы применения динамических сетевых структур в организации текстильного производства  
Б.А. Староверов, В.И. Мальцев  
PROSPECTS OF DYNAMIC NETWORK STRUCTURE APPLICATION IN TEXTILE INDUSTRY ORGANIZATION  
B.A. Staroverov, V.I. Malytzhev ..... 86

2. Моделирование процессов как этап решения логистических задач на предприятиях с многономенклатурным производством  
Г.Л. Виноградова, Е.А. Демчинова  
PROCESS MODELING AS LOGIC PROBLEM DECISION STAGE AT MULTI-NOMENCLATURE PRODUCTION ENTERPRISES  
G.L. Vinogradova, E.A. Demchinova ..... 88
3. Формирование элементов производственной системы на уровне производственного участка  
О.Б. Андреева, В.А. Садов  
INDUSTRIAL SYSTEM ELEMENT FORMATION ON PRODUCTIVE BAY LEVEL  
O.B. Andreeva, V.A. Sadov ..... 90

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

1. Организация адаптивного управления учебным процессом на основе объектно-функциональной системы поддержки принятия решений  
В.Н. Шведенко, Н.А. Староверова, Е.Б. Плаксин  
ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS ADAPTIVE MANAGEMENT ON BASE OF DECISION MAKING SUPPORT OBJECT-FUNCTIONAL SYSTEM  
V.N. Shvedenko, N.A. Staroverova, E.B. Plaksin ..... 94

### **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

1. Определение конкурентоспособности композиционной фанеры  
С.А. Угрюмов  
COMPETITIVE ABILITY DEFINITION OF COMPOSITION VENEER  
S.A. Ugryumov ..... 98
2. Перспективы использования альтернативных источников энергии при лесозаготовках  
С.И. Кожурин, Г.К. Букалов, Н.С. Кузнецова, И.М. Шапкина  
PROSPECTS OF USING OF ENERGY ALTERNATIVE SOURCES DURING LOGGING  
S.I. Kozhurin, G.K. Bukalov, N.S. Kuznetsova, I.M. Shapkina ..... 101
3. Исследование показателей прочности древесины у гибридных форм ели  
И.А. Коренев  
RESEARCH OF FIR HYBRIDED FORM WOOD STRENGTH FACTORS  
I.A. Korenev ..... 104
4. Повышение конкурентоспособности отечественного производства древесно-стружечных плит и способы снижения их токсичности  
Т.Н. Вахнина  
WOOD PARTICLE BOARD NATIVE MANUFACTURE COMPETITIVE ACTIVITY INCREASING AND METHODS OF BOARD TOXICITY DECREASING  
T.N. Vahnina ..... 107

5. Совершенствование метода комплексной оценки использования древесных ресурсов  
А.А. Титунин  
PERFECTION OF COMPLEX ESTIMATION METHOD OF WOOD RESOURCE USING  
А.А. Titunin ..... 110
6. Проблемы лесопромышленного комплекса  
В.С. Сажин  
ANALYSIS OF MODERN FOREST INDUSTRIAL COMPLEX POSITION AND DEVELOPMENT  
PROBLEMS  
V.S. Sazhin ..... 113
7. Термохимический крекинг – перспективный способ получения фурфурола  
Л.А. Тихомиров  
THERMO-CHEMICAL CRACKING – FURFURAL PRODUCTION PROSPECTIVE METHOD  
L.A. Tikhomirov ..... 115

## ДИЗАЙН

1. Способы определения оптических характеристик металлических поверхностей  
С.И. Галанин, С.В. Успенский, А.С. Галанина, В.О. Агафонов  
SURFACE COLOR DEFINITION METHODS  
S.I. Galanin, S.V. Uspenskey, A.S. Galanina, V.O. Agafonov ..... 119

## ПРОМЭКОЛОГИЯ

1. Определение эколого-технической эффективности нетрадиционных энергетических технологий  
В.М. Каравайков, Н.Р. Подкопаева, С.В. Гаркушина  
DEFINITION OF NON-TRADITIONAL ENERGY TECHNOLOGY ECOLOGY-TECHNICAL  
EFFECTIVENESS  
V.M. Karaaikov, N.R. Podkopaeva, S.V. Garkushina ..... 124
2. Анализ напряженности трудового процесса на рабочих местах с вредными условиями труда  
Ю.П. Винс, Д.А. Хмелев, В.Г. Никитин  
ANALYSIS OF LABOR PROCESS TENSION AT JOB PLACES WITH HARMFUL WORKING  
CONDITIONS  
Yu.P. Vins, D.A. Hmelev, G.K. Bukalov ..... 127
3. Проблемы внедрения системы управления охраной окружающей среды на предприятии  
Е.А. Макшанчикова, С.В. Бойко, Ю.В. Андрианов  
PROBLEMS OF ENVIRONMENT CONTROL MANAGEMENT SYSTEM INTRODUCTION  
AT ENTERPRISES  
E.A. Makshanchikova, S.V. Boyko, Yu.V. Andrianov ..... 130
4. Анализ аварийных ситуаций на ОАО «Костромская ГРЭС»  
И.В. Сусоева, В.И. Пантелеев  
ANALYSIS OF EMERGENCY CONDITION SITUATIONS AT JOINT-STOCK COMPANY  
«KOSTROMA GRES»  
I.V. Sussoeva, V.I. Pantelev ..... 133

5. Роль лесов в углеродном балансе планеты  
В.А. Кудрявцев  
FOREST ROLE IN PLANET CARBON BALANCE  
V.A. Kudryavtzev ..... 135
6. Методика определения моделей пространственного влияния торфяных месторождений  
О.А. Кутузова  
MODEL DEFINITION OF PEAT FIELD SPACE INFLUENCE  
O.A. Kutusova ..... 138

## **ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

1. Работодатели о качестве подготовки в вузе  
М.В. Киселева, В.М. Репин  
EMPLOYERS ABOUT QUALITY TRAINING AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION  
M.V. Kisseleva, V.M. Repin ..... 141
- Информация о работе Всероссийского семинара по текстильному машиноведению  
(Костромской филиал семинара по ТММ при РАН) за 2007 год ..... 148
- Информация о работе семинара по научным проблемам материаловедения производств  
текстильной и легкой промышленности за 2007/2008 учебный год ..... 148
- Информация о работе Общероссийского научного семинара «Технология текстильных  
материалов» за 2007/2008 учебный год ..... 149

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Редакционно-издательский отдел просит авторов, направляющих статьи в “Вестник КГТУ”, руководствоваться следующими правилами:

1. К публикации принимаются оригинальные исследования в виде статей и кратких сообщений, **ранее не опубликованных** в других изданиях.
2. Рукопись статьи представляется в двух вариантах: печатном (на одной стороне белого стандартного листа А4 формата, шрифт №14) и электронном (в формате txt, rtf, doc, шрифт №10, интервал одинарный, гарнитура “Таймс”, в шаблоне normal, без табуляций, без архивирования). Печатный и электронный вариант должны быть идентичны. **На дискете не должно быть других файлов, кроме файла статьи.** Название файла обязательно указать на распечатке.
3. Объем статей, включая таблицы и рисунки, **не должен превышать 5** машинописных страниц. Материал излагается в следующей последовательности: УДК, название, инициалы и фамилии авторов, аннотация не более 8 строк, основной текст, выводы, библиографический список, инициалы и фамилии авторов на английском языке, название на английском языке.
4. Иллюстрации (чертежи, графики, структурные схемы) выполняются чисто и четко черной тушью на белом листе. Размер рисунка не более 10×15 см. На обороте указывается номер рисунка, “верх”, “низ”. Название и все обозначения вносятся в текст в месте расположения рисунка, после ссылки на него. Все рисунки помещаются, не сгибая, в отдельный конверт, сопровождаются описью с указанием их номеров и названий. Вклеивать рисунки в текст недопустимо. Количество рисунков **не должно превышать четырех**. В электронном варианте допускается представить рисунок отдельным файлом в формате, совместимом с Word (все элементы рисунка должны быть сгруппированы).
5. Таблицы в печатном варианте и электронном, если он создан в редакторе Word, даются полностью, с указанием номера таблицы (если она не одна) и ее названия. В электронном варианте, созданном в другом текстовом редакторе, в месте расположения таблицы указывается ее номер и название, далее каждая ячейка таблицы набирается отдельной строкой.
6. В электронном варианте, созданном в Word, формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation (версия редактора формул не выше 3.0). В печатный вариант статьи, набранный в формате, отличном от Word, формулы следует вписывать от руки крупно, четко и разборчиво, соблюдая соотношение размеров надстрочных и подстрочных индексов, показателей степени, прописных и строчных букв, особенно аккуратно вписывать сходные по начертанию буквы (h и n, l и e и т.д.), буквы греческого алфавита обводить красным кружком. Между текстом и формулой оставлять пустую строку.
7. Литература должна быть приведена в конце статьи в виде библиографического списка по ГОСТ 7.1—2003 “Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие правила составления” в порядке упоминания ссылок в тексте статьи. Ссылки на литературный источник даются в тексте статьи в квадратных скобках (например: «В докторской диссертации Р.З. Буряшева [1] принята ...»). **Не допускается применение концевых сносок.**
8. Оригинал статьи должен быть подписан автором (авторами). Здесь же надо указать почтовый адрес и номер контактного телефона.
9. Дискету необходимо проверить на исправность и наличие вирусов.
10. К статье прилагается заверенная выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией к публикации статьи в журнале.
11. РИО оставляет за собой право производить литературное редактирование и корректуру рукописей.

*Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, возвращаются авторам.*

Научное издание

**ВЕСТНИК  
КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 17

*Рецензируемый периодический научный журнал*

*Рег. свид. ПИ №ФС5-1064 от 16.06.2005*

---

Редактор	О.В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н.И. Поповой
Перевод	А.В. Соколовой

Подписано в печать 19.09.08. Формат бумаги 60×84 1/8.  
Печать трафаретная. Печ. л. 19,625. Заказ 588. Тираж 450 (1 з. 75).

Редакционно-издательский отдел  
Костромского государственного технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Держинского, 17  
Т. 31-15-21      E-mail: [rio@kstu.edu.ru](mailto:rio@kstu.edu.ru)