

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное агентство по образованию**

**ВЕСТНИК**

**КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Рецензируемый периодический научный журнал*

**№ 15**

**Кострома**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
КТГУ

**2007**

**В 387**

Вестник Костромского государственного технологического университета : рецензируемый периодический научный журнал / Костромской гос. технол. ун-т. — Кострома : КГТУ, 2007. — № 15. — 151 с.  
**ISBN 978-5-8285-0353-7**

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

**Г.К. Кузнецов**, доктор технических наук, профессор

**М.Г. Левин**, доктор технических наук, профессор

**С.Е. Проталинский**, доктор технических наук, профессор

**В.С. Петровский**, доктор технических наук, профессор

**А.Б.Брут-Бруляко**, доктор технических наук, профессор

**В.И. Жуков**, доктор технических наук, профессор

**В.А. Дьячков**, доктор технических наук, профессор

**А.П. Соркин**, доктор технических наук, профессор

**А.А. Титунин**, кандидат технических наук, профессор

**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

**Л.Н. Роднов**, доктор философских наук, профессор

**Е.А. Флейман**, доктор исторических наук, профессор

**О.В. Тройченко**, начальник РИО, **А.В. Анохова**, секретарь

**ISBN 978-5-8285-0353-7**

© Костромской государственный  
технологический университет, 2007

## *Развитие научных исследований в Костромском государственном технологическом университете*

Костромской государственной технологической университет (КГТУ) ведет научные разработки, соответствующие «Приоритетным направлениям развития науки и техники», «Критическим технологиям», утвержденным Постановлением Правительства РФ. Высокий уровень научных школ, квалифицированный профессорско-преподавательский состав, огромное количество разработок и научных достижений ставят КГТУ в один ряд с ведущими научными учреждениями страны. В университете сформировались 16 научных школ, возглавляемых ведущими учеными. Научные школы прошли становление на основе многолетних научных исследований. Среди них следует выделить научные школы:

1. *Физика конденсированного состояния* – д.ф.-м.н., проф. В.В. Благовещенский, д.ф.-м.н. проф. Э.П. Белозерова, д.ф.-м.н., проф. И.П. Бородин и др.
2. *Машины, агрегаты и процессы легкой промышленности* – д.т.н., проф. Г.К.Кузнецов д.т.н., проф. С.Е. Проталинский, д.т.н., проф. Р.В. Корабельников, д.т.н., проф. А.А. Телицын, д.т.н., проф. В.А. Мартышенко, д.т.н., проф. А.Р. Корабельников, д.т.н., проф. С.Н. Титов и др.
3. *Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья* – д.т.н., проф. А.П. Соркин, д.т.н., проф. П.Н. Рудовский, д.т.н., проф. А.Б. Брут-Бруляко, д.т.н., проф. В.А. Дьячков, д.т.н., проф. В.И. Жуков и др.
4. *Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами* – д.т.н., проф. Б.А. Староверов.
5. *Системы автоматизированного проектирования* – д.т.н., проф. М.Г. Левин, д.т.н., проф. В.Н. Шведенко.
6. *Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности* – д.т.н., проф. Н.А. Смирнова, д.т.н., проф. Ж.Ю. Койтова, д.т.н., проф. Е.Л. Пашин и др.
7. *Энергетика и организация производства* – д.т.н., проф. В.М. Каравайков, д.т.н., проф. В.В. Смелский.
8. *Технология и оборудование механической и физико-технической обработки* – д.т.н., проф. В.А. Гусев, д.т.н., проф. В.С. Петровский, д.т.н., проф. С.В. Михайлов и др.
9. *Отечественная история* – д.и.н., проф. Е.А. Флейман, д.и.н., проф. А.И. Евстратова, д.и.н., проф. И.И. Никонов.

10. *Экономика и управление народным хозяйством* – д.э.н., проф. М.И. Беркович, д.э.н., проф. А.Л. Немиров, д.э.н., проф. Л.А. Соколов, д.э.н., проф. В.П. Дудяшова и др.

11. *Теория и история права и государства; история правовых учений* – д.ю.н., проф. Г.Г. Бриль, д.ю.н., проф. А.М. Евстратов.

Рассмотрим основные аспекты развития научных исследований за 2003–2007 гг. Костромской государственной технологической университет проводит научные исследования по нескольким научным направлениям, среди которых можно выделить следующие:

- создание научных технологических процессов глубокой переработки льна с применением новых методов автоматизированного проектирования;
- создание моделей процессов формирования текстильных продуктов из волокнистых материалов;
- совершенствование теории функциональных систем текстильных машин;
- научные основы современных методов анализа структуры текстильных изделий и хода технологических процессов;
- создание новых методов управления народнохозяйственным комплексом мезоэкономического уровня;
- исследование проблем истории и культуры.

Каждое из этих направлений разрабатывалась в среднем по 20 темам с привлечением профессорско-преподавательского состава КГТУ, других вузов, организаций Костромы и Костромской области, а также других регионов.

Анализ направлений исследований показывает, что в КГТУ ведутся исследования как фундаментального, так и прикладного характера.

Среди научных работ преобладают работы технического профиля, их доля составляет в среднем 70 %, затем научные работы финансово-экономической направленности 18 % и, наконец, гуманитарного и общественно-правового направления 12%.

Широкий спектр исследований на высоком научном уровне ведется благодаря наличию кадров высшей квалификации. В научно-исследовательской работе принимают участие штатные научные сотрудники, аспиранты, докторанты и соискатели ученых степеней, студенты. В период с 2003 по 2007

год в КГТУ были защищены 21 докторская диссертация (из них 14 в советах КГТУ), 142 кандидатских диссертаций (из них 82 в советах КГТУ). За пять лет было принято 21 человек в докторантуру, 171 человек в очную и 73 в заочную аспирантуру. Эффективность работы докторантуры и аспирантуры представлена на рис. 1, 2.

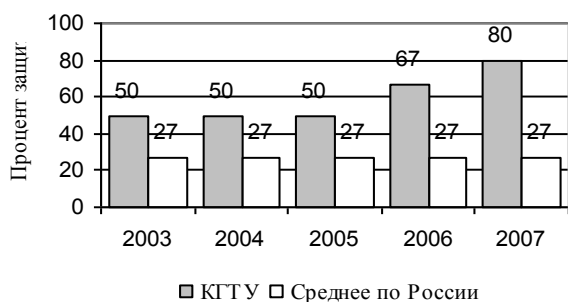


Рис.1. Эффективность работы докторантуры

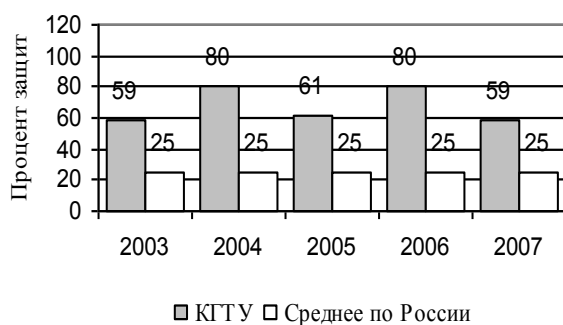


Рис. 2. Эффективность работы аспирантуры

Ведущие ученые КГТУ удостоены почетных званий «Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации», «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», «Заслуженный деятель физической культуры и спорта», «Почетный работник высшей школы Российской Федерации» и др.

В целях совершенствования подготовки кадров высшей квалификации для предварительного обсуждения докторских и кандидатских диссертаций в КГТУ работают:

- 1) профессорский семинар;
- 2) Всероссийский семинар по текстильному машиноведению (Костромской филиал семинара по теории машин и механизмов Российской академии наук);
- 3) Всероссийский семинар по научным проблемам агропромышленной переработки лубо-волоконных материалов;
- 4) Общероссийский научный семинар «Технология текстильных материалов» инженерной академии им. А.М. Прохорова.

В общем объеме финансирования научных исследований вуза из всех источников доля хозяйственных договоров составляет более 60%.

Бюджетное финансирование науки осуществлялось Министерством образования и науки России по тематическим планам НИР вузов (ЕЗН), и суммарный объем финансирования за пять лет составил около 3 млн рублей.

Приоритетными в университете были и остаются фундаментальные исследования, стратегически значимые для экономического и социального развития Костромского региона и страны в целом.

Вопрос о «полезности» фундаментальной науки непрост и традиционен. Развитие фундаментальной науки важно для любой эпохи и любого общества. Это – культура и образованность общества – факторы, в конечном счете определяющие общественное развитие. Фундаментальная наука всегда была значима в КГТУ с его богатыми научными традициями.

Прикладные исследования в университете развивались в соответствии с федеральными и отраслевыми приоритетами научно-технического развития по 18 направлениям научных исследований. Основным механизмом, обеспечивающим соответствие тематики прикладных исследований сложившимся и прогнозируемым приоритетам экономического и технологического развития страны, являются научно-технические программы Минобрнауки России по производственным технологиям, информационным технологиям и электронике, новым материалам, технологиям живых систем, транспорту, топливу, энергетике и др.

Система конкурсного финансирования фундаментальной науки позволила координировать исследования, поддерживать динамично развивающиеся коллективы и направления. По общему мнению, одним из наиболее эффективных механизмов финансирования научных исследований в высшей школе стала система грантов.

Плановый объем финансирования за пять лет по научным и научно-техническим программам и грантам составил 2306,5 тыс. руб.

Эффективное осуществление высшими учебными заведениями научных исследований и инновационной деятельности в современных условиях немислимо без широкого использования телекоммуникационных сетей и соответствующих информационных технологий. Поэтому КГТУ совместно с Костромским центром научно-технической информации (КЦНТИ) ежегодно формирует информационные материалы для включения в общероссийские базы данных «Информационная карта региона», «Промышленная продукция России», «Промышленные инновации», «Проекты применения технологий», «Энергосбережение России».

Одной из важных сфер реформирования научной деятельности КГТУ является сотрудничество университета и промышленных предприятий.

Продолжает работу на базе КГТУ научно-учебно-производственный центр (НУПЦ), который связывает научные и производственные интересы КГТУ и завода «Красная маевка», Костромского специального конструкторского бюро текстильного машиностроения (СКБ ТМ), Всероссийского научно-исследовательского института лубяных культур (ВНИИЛК), Костромского научно-исследовательского института льняной промышленности (КНИИЛП). Успешно решаются задачи реализации системного подхода при создании новых технологий и оборудования по переработке льняных волокон и созданию технологической оснастки для ремонта и обслуживания оборудования в интересах подготовки квалифицированных специалистов и научных работников.

В настоящее время наиболее успешно развивается сотрудничество по проектам, в которых заинтересованы машиностроительные, деревообрабатывающие, строительные организации, топливно-энергетические объединения, предприятий текстильной направленности и др.

На сегодняшний день в КГТУ функционирует шесть научных центров (лабораторий):

- Межвузовская лаборатория химии льна, в задачу которой входит исследование изменений свойств льна в процессе его переработки;
- Научный экологический центр, сотрудники которого по заказам предприятий занимаются составлением проектов нормативов на предельно допустимые нормы содержания (ПДС) вредных веществ и предельно допустимые нормы выбросов (ПДВ);
- Лаборатория композиционных материалов, где ведутся работы по созданию материалов с текстильной основой для автотракторной и аэрокосмической отраслей промышленности;
- Региональный центр энергосбережения, задача которого состоит в разработке и создании систем управления и мониторинга энергоэффективности промышленного производства на основе энергоаудита и разработке рекомендаций по сбережению теплового и электрического вида энергии;
- Лаборатория по аттестации рабочих мест, занимающаяся проведением анализа вредных условий рабочих мест на предприятиях различных форм собственности;
- Учебно-научно-производственная лаборатория деревоперерабатывающих производств, где ведутся исследования по созданию новых экологически чистых и экономичных технологических процессов;
- Лаборатория наукоемких технологий, задачей которой является освоение и внедрение в научную и

практическую деятельность новых современных производственных технологий, построенных на базе персонального компьютера.

Работа по развитию научных центров продолжается в интересах сохранения и развития научно-технического потенциала КГТУ.

Наиболее существенными научными разработками университета, востребованными промышленностью, являются:

- малогабаритная техника для первичной переработки льна в крестьянских и фермерских хозяйствах (каф. ТПЛВ Б.И. Смирнов, Э.В. Новиков);
- новая технология и технические средства для модификации льняного волокна по длине и толщине, развитие теории и практики очистки волокна (каф. ТПЛВ Е.Л. Пашин, каф. ТММиПТМ Р.В. Корабельников, А.Р. Корабельников);
- новая ровничная машина для льна и хлопка (каф. ТМиСМ А.П. Соркин, П.Н. Рудовский);
- новая малогабаритная прядильная машина для выработки пряжи из натуральных волокон в смеси с эластомерами (каф. ДМиПТУ проф. А.А. Телицын);
- технология получения комбинированных нитей и трикотажа специального назначения (каф. МТВМ И.Л. Верняева, В.Н. Кротов, И.А. Коржева);
- методика расчета аэродинамических прядильных устройств (каф. ВМ А.К. Наумов);
- технология получения экологически чистых клеевых материалов на основе фурановых смол (каф. МТД С.А. Угрюмов, Л.А. Тихомиров);
- разработка автоматизированных устройств контроля качества текстильных материалов (каф. ТМШП Н.А. Смирнова, каф. АМТ В.В. Лапшин);
- создание теории управления устойчивым развитием региональной экономической системы (каф. ЭиУ А.Л. Немиров, М.И. Беркович);
- разработка тканых и вязаных материалов новых структур с использованием натурального меха (каф. ТМШП Ж.Ю. Койтова);
- программа социально-экономического развития города Костромы на 2007–2010 годы (каф. БУиА Т.Н. Левковская);
- программа энергосбережения в Костромской области (каф. ТПЛВ В.М. Каравайков) и др.

Результаты научных исследований публикуются в статьях центральных журналов, а также в монографиях. Новые технологии и оборудование патентуются, ежегодно преподаватели КГТУ получают около 15 патентов на изобретения.

На рис. 3 представлен ежегодный выпуск монографий (а) и полученных патентов (б) за пять лет.

Перспективные разработки получают поддержку в конкурсах различного уровня. В 2005 году коллектив ученых-текстильщиков под эгидой КГТУ

представил результаты многолетней работы и стал лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники. В научный коллектив вошли представители КГТУ: проф. Р.В. Корабельников, проф. В.Н. Кротов, проф. А.А. Телицын, проф. Е.Л.Пашин. В 2006 году удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники д.т.н., проф. А.П. Соркин.

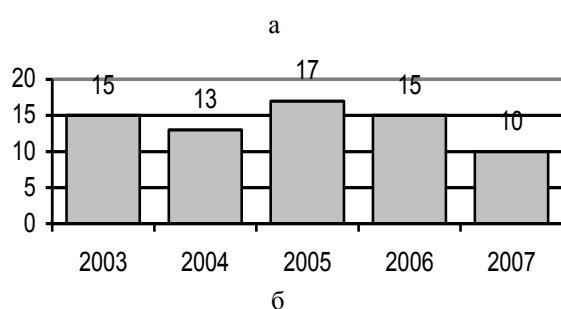
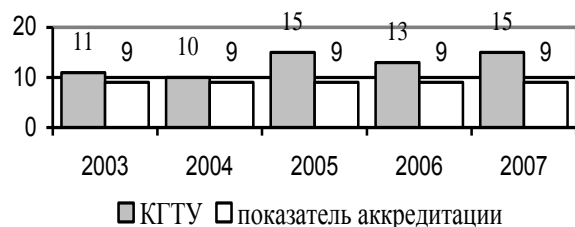


Рис. 3. Количество монографий (а) и патентов (б) за 5 лет

В университете планомерно ведется популяризация науки и научных исследований, студенты активно привлекаются к научным исследованиям, проводимым на кафедрах, что способствует притоку молодежи в науку и крайне важно для развития университета.

Научно-исследовательскую работу студентов в университете организует совет НИРС, куда входят проректор по научной работе, деканы, заместители деканов по научной работе и ответственные за НИРС по кафедрам, студенты. Ежегодно ставится задача совершенствования научной работы со студентами, выбора и подготовки лучших студентов к внутривузовским, межвузовским, всероссийским и международным конференциям, конкурсам, олимпиадам. Утверждается план мероприятий по комплексной системе НИРС.

Ежегодно в КГТУ проводится межвузовская научно-техническая конференция молодых ученых и студентов «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству», в которой принимают участие молодые ученые более пятнадцати вузов России и стран СНГ, среди которых родственные вузы: Московский государственный текстильный университет, Ивановская государственная текстильная академия,

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности и др.

Каждый год проводится открытый конкурс на лучшую научную студенческую работу, III тур Всероссийского конкурса выпускных квалификационных работ по направлениям:

1. Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности;
2. Лесоинженерное дело, технология лесопромышленных производств;
3. Технология и оборудование производства натуральных волокон.

За последние годы студенты КГТУ участвовали и побеждали во многих престижных Всероссийских конкурсах и олимпиадах, среди наград:

1. Более десятка медалей и дипломов первой степени за участие во Всероссийских конкурсах выпускных научных работ, которые проводились в Москве, Санкт-Петербурге, Иванове, Брянске, Нижнем Новгороде, Рыбинске, Владивостоке;
2. Дипломы первой степени и гран-при за победу на Всероссийских конкурсах и фестивалях: Международном конкурсе молодых дизайнеров одежды «Адмиралтейская игла», Международном фестивале «Ассамблея моды», конкурсе «Костромская рукодельница».

3. Первые места в личных и командных зачетах: во Всероссийской межвузовской олимпиаде по экономике «Экономические исследования: теория и приложение» (Санкт-Петербург), во втором туре Всероссийской студенческой олимпиады по технологии трикотажа (Санкт-Петербург).

В научной деятельности проявили себя студенты: А.Н. Костерин, И.Д. Мазаихин, А.А. Шальгин, Е.Г. Федорин (механический факультет); М.В. Сенов, И.А. Нестерова, М.А. Афанасьева, Н.Л. Сурова (технологический факультет); Е.Л. Горчаков (лесомеханический факультет); Ю.В. Митрофанова, М.В. Снегирева (институт управления экономики и финансов).

Дипломами были отмечены и научные руководители: В.А. Гусев, А.Р. Корабельников, Д.А. Лебедев (механический факультет); И.Б. Пугачева, В.Ю. Селиверстов, Г.Г. Сокова, Ю.А. Костюкова (технологический факультет); С.Б. Зварыгина (лесомеханический факультет); Л.Н. Галочкина (институт управления экономики и финансов).

Некоторые трудности развития инновационной деятельности в нашем университете связаны с финансовыми, организационными и иными недоработками в обеспечении процесса создания новых товаров на основе результатов исследований. Нельзя не отметить, что многое все-таки делается, прежде всего усилиями инициативных преподавателей вуза.

Совершенствование работы отдела интеллектуальной собственности как структурной единицы инновационного университета, создание отдела коммерциализации научных достижений, увеличение объемов хоздоговорных работ и научных работ по заказу предприятий, активизирование участия научных коллективов университета в конкурсах грантов всех уровней – вот те задачи, которые необ-

ходимо решить КГТУ на пути к инновационному университету.

Прошедшие пять лет показали возможности и пути действительного совершенствования КГТУ, его научно-технической сферы, сохранения активной части научно-технического потенциала, адаптации научных достижений в различных областях техники и экономики Костромского региона и России.

Ректор профессор *В.Н. Кротов*

Проректор по научной работе  
профессор *Р.В. Корабельников*

Начальник отдела НИЧ доцент *Л.А. Тихомиров*

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 677.11.022:658.562

## ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРНОЙ НЕРОВНОТЫ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

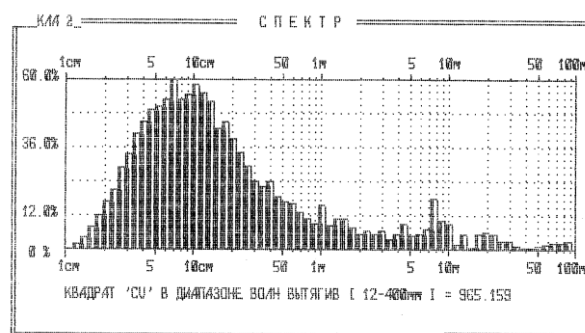
Е.А. Пестовская, А.Н. Иванов

Экспериментально с помощью автоматизированного комплекса КПА-2 определены оптимальные параметры структуры технических комплексов волокон и структурной неровноты чистольняной пряжи.

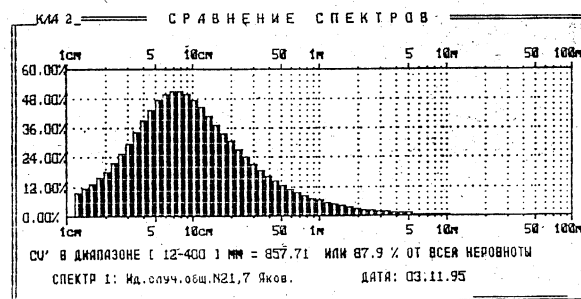
Качество льняной пряжи определяется тремя основными показателями: прочностью на разрыв, неровнотой по линейной плотности и разрывной нагрузке. Эти показатели зависят, главным образом, от числа технических комплексов волокон в поперечном сечении пряжи, их длины и распределения по длине волокон [1]. Чем больше волокон располагается в поперечном сечении, тем выше прочность пряжи и ниже неровнота по линейной плотности и разрывной нагрузке. Структурная неровнота пряжи на коротких отрезках возникает в основном в результате работы вытяжного прибора прядильной машины. Количественно такую неровноту можно оценить по спектрам неровноты в координатах  $C_v$ , % (среднеквадратичное отклонение линейной плотности) в зависимости от длины пряжи (для удобства используется  $lg$  длины), получаемым с помощью автоматизированного комплекса КПА-2 (типа «Uster»).

Типичный спектр неровноты льняной пряжи приведен на рис.1а. Данный спектр в своей основе имеет непрерывную кривую с максимумом ( $\max$ ) на коротких участках. В продуктах прядения может появляться периодическая неровнота от дефектов рабочих органов машин (ленточных, ровничных, прядильных), которая проявляется на спектре неровноты в виде отдельных пиков. Непрерывный амплитудный спектр неровноты определяется случайным расположением волокон в поперечном сечении пряжи, образованным в процессе вытягивания продукта в вытяжном приборе прядильной машины, и описывается функцией Пуассона (рис.1б). Для количественной оценки неровноты в зоне вытяжки используют показатель неровноты  $C_v^2[12-400]$  в диапазоне 12–400 мм (равный площади под линией спектра в этой зоне). Его величина для продукта, образованного волокнами разной длины и поперечного сечения, зависит от трех структурных параметров: средней линейной плотности волокна  $\bar{T}$  (мтекс), средней массодлины

волокна  $\bar{l}$  (мм) и коэффициента вариации волокон по их длине  $C_l$  (%).



а) типичный спектр



б) идеальный спектр

Рис.1. Спектры неровноты льняной пряжи

Положение максимума  $\lambda_{\max}$  на спектре неровноты пряжи в диапазоне 12–400 мм соответствует примерно трехкратной  $\bar{l}$ . Увеличение  $\bar{T}$  приводит к увеличению высоты  $\max$ , а изменение  $C_l$  влияет на ширину  $\max$  (рис.2). Неровнота, возникающая в процессе вытягивания, зависит от интенсивности воздействия факторов работы вытяжного прибора: разводки, вытяжки, напряжения поля сил трения. С увеличением интенсивности воздействия этих факторов неровнота продукта в зоне вытягивания



растет. Поэтому для получения высококачественной пряжи необходимо уменьшать интенсивность воздействия на волокна в процессе вытягивания.

В зоне вытягивания волокна меняют скорость движения с  $V_1$  (скорости питающей пары) до  $V_2$  (скорости вытяжной пары). Теоретическими и экспериментальными исследованиями движения волокон в процессе вытягивания установлено [2, 3]: волокна, обладая малой массой, а следовательно, и малой силой инерции по сравнению с силами трения, действующими между соприкасающимися волокнами, меняют свою скорость с  $V_1$  на  $V_2$  мгновенно.

Наибольшая доля волокон (95–99%) за время движения в поле вытягивания испытывает однократное мгновенное изменение скорости. Изменение скорости переднего кончика волокна происходит в том сечении поля вытягивания, где проявляется наибольшее воздействие на него соседних волокон, движущихся со скоростью  $V_2$ . Волокна разной длины изменяют свою скорость с  $V_1$  на  $V_2$  на разных расстояниях от вытяжной пары. При уменьшении длины волокна, уменьшении напряжения сил трения, сечение поля вытягивания приближается к вытяжной паре.

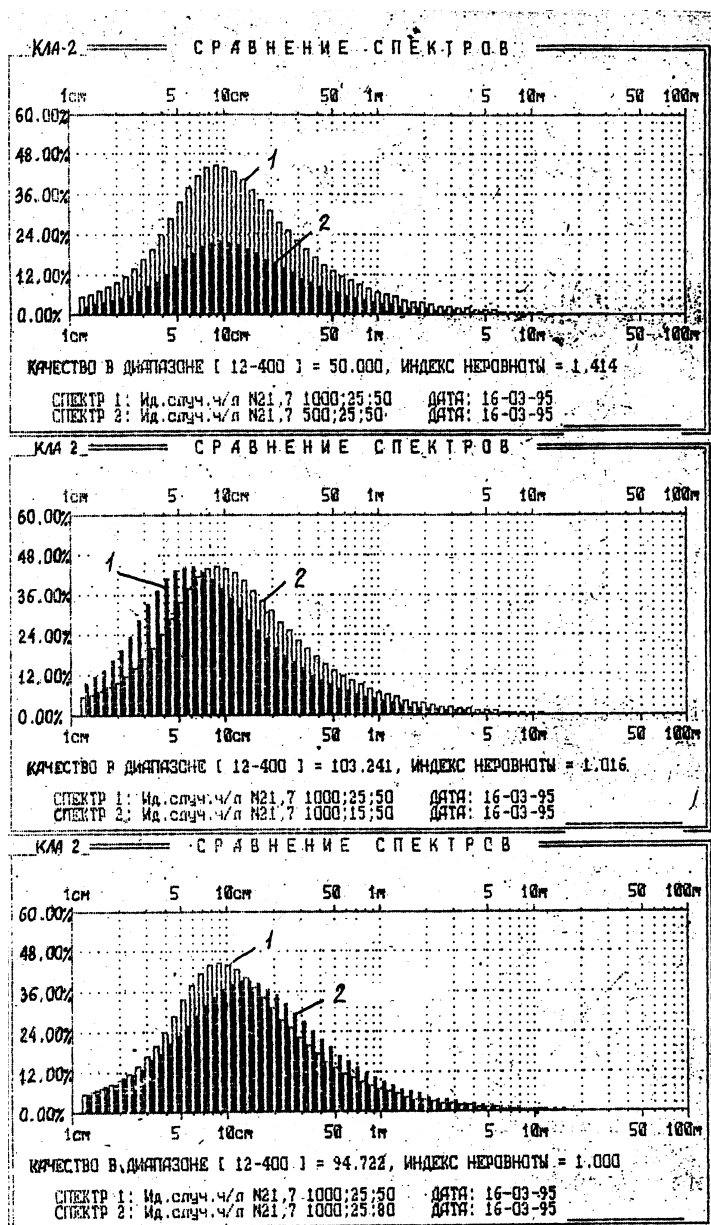
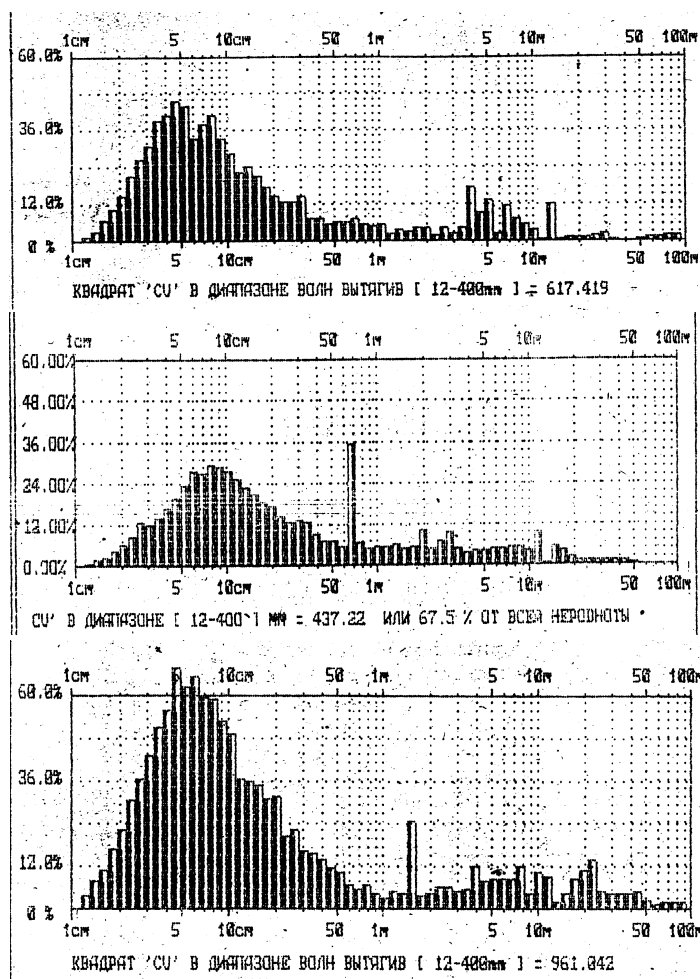


Рис.2. Влияние структурных параметров волокон в пряже на спектр неровноты

Особенностью технических льняных волокон (длинный чесаный лен) является то, что они состоят из технических комплексов, содержащих несколько элементарных волокон, соединенных между собой срединными пластинками. В процессе вытягивания льняной ровницы в вытяжном приборе происходит не только перемещение технических комплексов, но и их дробление на более тонкие и короткие волокна. Степень дробления технических комплексов волокон зависит от силы поперечных связей между элементарными волокнами. Для снижения прочности этих связей (уменьшения напряженности сил трения) суровую льняную ровницу перед прядением подвергают физико-химическим воздействиям: термоувлажнению и химической обработке. В результате снижения напряжения сил трения сечение поля вытягивания перемещается ближе к вытяжной паре, и пряжа формируется из более тонких и однородных по длине комплексов волокон. Это приводит к повыше-

нию ее качества – увеличению разрывной нагрузки и снижению неровноты на коротких отрезках.

Известно, что западные фирмы используют в процессе прядения льна вытяжные приборы с короткой разводкой, где сечение поля вытягивания волокон находится близко к выпускной паре. Особенно это важно при получении высокономерной пряжи, которую необходимо сформировать из очень тонких волокон для обеспечения низкой неровноты. На рис.3а показан спектр неровноты пряжи линейной плотностью 11 текс и рассчитаны структурные параметры волокон в пряже (образец производства Италии). Показатель неровноты  $C_v^2[12-400] = 617$ ,  $\bar{T} = 460$  мтекс,  $\bar{l} = 16$  мм,  $C_l = 30\%$ . В поперечном сечении пряжи содержится  $\approx 22-24$  комплекса волокон, относительная разрывная нагрузка  $P_{отн} \sim 30$  сН/текс. Полученные данные свидетельствуют об очень высоком качестве работы вытяжного прибора.



а) пряжа линейной плотности 11,1 текс итальянского производства

$\bar{D} = 460$  мтекс,  $\bar{l} = 16,0$  мм,  
 $C_l = 30\%$ ,  $C_v^2 = 617$

б) пряжа линейной плотности 52 текс итальянского производства

$\bar{D} = 1600$  мтекс,  $\bar{l} = 25$  мм,  
 $C_l = 40\%$ ,  $C_v^2 = 437$

в) пряжа линейной плотности 46 текс (ПМ-88-Л5, Яковлевский льнокомбинат)

Рис.3. Спектры неровноты чистольняной пряжи отечественного и итальянского производства

С увеличением линейной плотности пряжу с высоким качеством можно формировать из более толстых комплексов волокон. Так, пряжа итальянского производства линейной плотностью 52 текс имела параметр неровноты  $C_v^2[12-400] = 437$ , при этом  $\bar{T}$  волокна = 1600 мтекс,  $\bar{l} = 25$  мм,  $C_l = 40$  %, число комплексов волокон в поперечном сечении составило 32 (рис.3б).

При получении пряжи средних линейных плотностей сечение поля вытягивания в вытяжном приборе смещается дальше от выпускной пары, поэтому можно применять большие разводки и увеличивать интенсивность воздействия на волокно в процессе вытягивания. Пряжа, вырабатываемая на отечественном оборудовании, имеет более низкое качество, чем приведенная. На рис. 3в приведен спектр неровноты чистольняной пряжи плотностью 46 текс, полученной на прядильной машине ПМ-88-Л5 в производстве Яковлевского льнокомбината ( $C_v^2[12-400] = 961$ ,  $\bar{T} = 3000$  мтекс,  $\bar{l} = 19$  мм,  $C_l = 40$  %). Эти данные свидетельствуют о том, что пряжа 46 текс Яковлевского льнокомбината сформирована из комплексов в два раза более толстых, чем итальянская 52 текс, при этом показатель неровноты  $C_v^2[12-400]$  также выше примерно в два раза.

Для повышения качества пряжи необходимо увеличивать дробимость волокон, т.е. ослабить напряжение сил трения и снизить интенсивность воздействия на волокно в процессе вытягивания. Однако оптимальная величина напряжения сил трения процесса вытягивания определяется не только качеством пряжи, но и обрывностью в прядении, и сильно зависит от типа вытяжного прибора.

При рассмотрении факторов, влияющих на обрывность в прядении, следует исходить из долговечности соприкасающихся комплексов волокон в процессе вытягивания. Долговечность продукта при вытягивании (время до разрыва) имеет статистический характер и зависит от напряжения сил трения и длины перемещающихся комплексов. При снижении напряжения сил трения и уменьшении длины волокон долговечность вытягиваемого продукта уменьшается. Для обеспечения движения волокон без обрыва мычки необходимо уменьшать время вытягивания, т.е. уменьшать разводку в вытяжном приборе. В итальянской прядильной машине фирмы «Linimpianti» (модель 7002) используется двухзонный вытяжной прибор с разводкой во второй зоне вытягивания – 45 мм. Отечественные прядильные машины снабжены однозонными вытяжными приборами с разводкой 160 мм (ПМ-88-Л8). Для нормального движения без обрывов волокон в зоне вытягивания необходимо увеличивать долговечность

вытягиваемой ровницы, т.е. повышать напряжение сил трения и длину комплексов волокон. При этом сечение поля вытягивания будет смещаться далее от выпускной пары. В вытяжном приборе прядильной машины ПМ-88-Л5 с разводкой также 160 мм часть пути движения волокон после питающей пары контролируется ремешковым прибором, который увеличивает напряжение сил трения в данной зоне. Поэтому данный тип вытяжного прибора позволяет вытягивать ровницу с меньшим напряжением сил трения. С этой целью суровая ровница подвергается более интенсивной химической обработке и имеет меньшее сопротивление вытягиванию, чем для машины ПМ-88-Л8. В результате накопленного опыта на Яковлевском льнокомбинате для отбеленной ровницы линейной плотности 667–714 текс, полученной по регламентируемому режиму [4], при выработке пряжи 46 текс оптимальным сопротивлением вытягиванию, которое оценивают по разрывной нагрузке (и относительной разрывной нагрузке), является: для ПМ-88-Л8 – 2000–2100 сН (2,8 сН/текс); для ПМ-88-Л5 – 1200–1400 сН (1,8 сН/текс). При этом обеспечивается уровень обрывности  $\leq 30$  обр. на 100 вер./ч.

В вытяжном ремешковом приборе машины ПМ-88-Л5 сечение поля вытягивания смещается ближе к выпускной паре. При этом пряжа формируется из более тонких и более равномерных по длине комплексов, что приводит к снижению ее неровноты и увеличению разрывной нагрузки.

Для чистольняной пряжи в широком диапазоне линейной плотности 11–56 текс существует четкая линейная корреляция параметра неровноты пряжи в зоне вытяжного прибора  $C_v^2 [12-400]$  с количеством комплексов волокон в поперечном сечении (рис.4)

$$n = \frac{\bar{T}_{\text{пряжи}}}{\bar{T}_{\text{волокна}}}$$

Оптимальным значением  $C_v^2[12-400]$  для льняной пряжи средней линейной плотности, вырабатанной на отечественных прядильных машинах ПМ-88-Л5 и ПМ-88-Л8, является величина 800–850. Такой уровень неровноты пряжи обеспечивает равномерную поверхностную плотность льняной ткани и хороший застил. При увеличении  $C_v^2[12-400] > 900$  возникает поверхностный дефект ткани – муарность. Льняная пряжа с параметром неровноты  $C_v^2[12-400] = 800-850$  имеет в поперечном сечении около 20 комплексов волокон,  $\bar{l} = 18-20$  мм и  $C_l = 40-50$  %. При таких структурных параметрах волокон и неровноте льняная пряжа имеет высокие показатели качества:  $P_{\text{орн}} > 22$  сН/текс, коэффициент

вариации по разрывной нагрузке  $C_p < 18\%$  и относится к группе специальной льняной СЛ 1-го сорта. При таком уровне дробления волокон в вытяжном приборе обеспечивается оптимальное сопротивление ровницы вытягиванию, необходимое для нормальной работы вытяжного прибора прядильных машин ПМ-88-Л8 и ПМ-88-Л5 с обрывностью не выше 30 обр. на 100 вер./ч.

Таким образом, на основании большого числа анализов качества льняной пряжи с помощью КЛА-2 с учетом уровня обрывности в прядении в производственных условиях (Яковлевский льнокомбинат, БКЛМ, льнокомбинат им.Зворыкина) нами были ус-

тановлены оптимальные значения структурных показателей волокон в пряже –  $\bar{T}$ , мтекс;  $\bar{l}$ , мм;  $C_b$ , % и показателя неровноты в зоне вытяжного прибора  $C_v^2[12-400]$  для разных номеров вырабатываемой на льнокомбинатах льняной пряжи, которые приведены в табл.1.

### Выводы

Экспериментально с помощью КЛА-2 определены оптимальные параметры структуры волокон и структурной неровноты чистольняных праж средней линейной плотности, вырабатываемых на прядильных машинах ПМ-88-Л8 и ПМ-88-Л5.

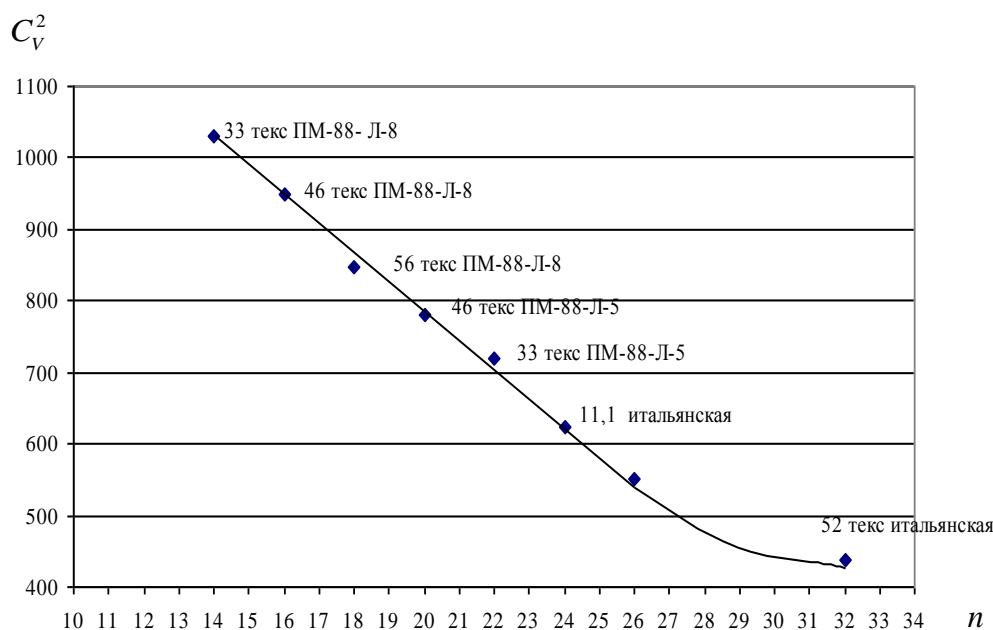


Рис.4. Зависимость параметра неровноты пряжи  $C_v^2[12-400]$  от количества технических комплексов волокон в поперечном сечении

Таблица 1

Оптимальные параметры структуры технических комплексов волокон и структурной неровноты различных номеров льняной пряжи

Линейная плотность пряжи, текс прядильная машина	56 ПМ-88-Л5	56 ПМ-88-Л8	46 ПМ-88-Л5	46 ПМ-88-Л8	33 ПМ-88-Л5
Линейная плотность ровницы, текс	800	800	714	714	555
Средний номер смеси	16,0	16,0	16,0	16,0	18,5
Крутка ровницы, кр/м	24	26	28	30	32
Прочность ровницы, сН					
- суровой	2200	3000	2000	2800	1800
- белой	1400	2100	1300	2000	1200
Неровнота КЛА-2, $C_v^2[12-400]$	800	850	850	900	800
Параметры структуры волокон					
$\bar{T}$ , мтекс	3100	3300	2700	3000	1700
$\bar{l}$ , мм	20-18	20-18	20-18	20-18	20-18
$C_b$ , %	40	50	40	50	40

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комаров В.Г. Проектирование свойств льняной пряжи / В.Г.Комаров. – М. : Легкая индустрия, 1967. – 102 с.
2. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности / А.Г. Севостьянов. – М. : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
3. Севостьянов А.Г. Моделирование технологических процессов / А. Г. Севостьянов, П. А. Севостьянов. – М. : Легкая промышленность, 1984. – 344 с.
4. Регламентированный технологический режим выработки льняной пряжи и ниток. – М. : ЦНИИТЭИ Легпром, 1989. – 116 с.

Е.А. Pestovskaya, A.N. Ivanov

## OPTIMAL PARAMETERS OF PURE LINEN YARN STRUCTURE IRREGULARITY

УДК 677.1.021.151.256/53.083.2

О ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕНЗОДАТЧИКОВ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА ТРЕПАНИЯ

В.А.Дьячков, В.В.Коновалов, Д.В.Иванюк

В статье приводится методика оценки амплитудно-частотной характеристики тензодатчиков, предназначенных для экспериментального исследования процесса трепания

При экспериментальном исследовании сил, действующих на пряжу в процессе трепания, используются тензометрические методы. Преобразуют силы в электрический сигнал тензодатчики, имеющие упругие элементы (двухпорные, консольные балки, кольца из пластин), с наклеенными на них тензорезисторами. Например, на рис. 1 показан тензодатчик, разработанный Н.Н. Суловым для замера сил нормального давления пряжи на кромку бильной планки [1]. Здесь обозначено: 1 – подвижная бильная планка трепального барабана; 2 – кольцевая пружина; 3 – тензорезисторы.

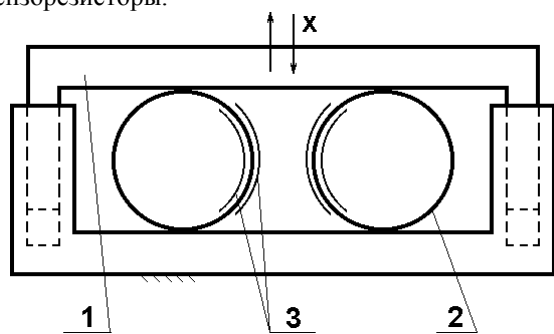


Рис.1

Выравниванию амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) датчика ранее большого внимания не уделялось.

Датчик будет адекватно фиксировать одну и ту же по величине нагрузку во всём частотном диапазоне сил, действующих на него, в том случае, если амплитудные деформации его упругого элемента при различных частотах не будут отличаться друг от друга. Но тензодатчики инертны. Кроме того, упругий элемент датчика обладает некоторой нелинейностью жесткости в различных частотных диапазо-

нах силы, к нему приложенной. Разработка тензопреобразователей с линейной амплитудно-частотной характеристикой является актуальной задачей, поскольку существующие методики их расчета [2–5] имеют недостатки.

Определим диапазон частот, в котором АЧХ датчика должна быть линейной.

При трепании била барабанов воздействуют на материал периодически, с некоторой частотой  $\omega_{T1}$ ,  $c^{-1}$ , которую можно определить по формуле

$$\omega_{T1} = 2 \frac{n \cdot k}{60} \cdot 2\pi,$$

где  $n$  – частота вращения трепальных барабанов,  $мин^{-1}$ ;

$k$  – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности схемы для регистрации сил. Определяется в зависимости от места установки датчика и числа бил на барабане  $Z$ . Например, если датчик установлен на биле,  $k = 1$ ; если в зажиме пряжи, то  $k = ZN$ , где  $N$  – число барабанов.

Коэффициент 2 перед дробью указывает, что на частоту следования импульсов влияет и тыльная кромка бильной планки. Например, при  $n=300$ ,  $k=1$   $\omega_{T1}=62,8$ . При  $k=6$   $\omega_{T1}=376$ .

Кроме того, неоднородность жёсткости на изгиб по длине пряжи из-за наличия костры обеспечивает большую частоту следования импульсов на грузки на датчик –  $\omega_{T2}$ . Эту частоту можно подсчитать, соизмерив длину окружности траектории кромки била с длиной костринки, по формуле:

$$\omega_{T2} = 2 \frac{\pi \cdot D \cdot n \cdot k}{60 \cdot l_K} 2 \cdot \pi,$$

где  $D$  – диаметр трепального барабана, м;

$l_K$  – длина костринки, м.

Например, при  $n=300$ ,  $k=1$ ,  $D=0,37$ ,  $l_k=0,01$   $\omega_{T2}=7301$ . При  $k=6$   $\omega_{T2}=43818$ .

Для определения АЧХ датчика, выполненного в виде упругого деформируемого элемента, необходимо знать следующие его параметры [6]:

1. Круговую частоту собственных колебаний подвижного элемента датчика

$$\omega_o = \sqrt{\frac{S}{m} - \frac{r^2}{2m^2}},$$

где  $m$  – масса упругой конструкции подвижного элемента датчика, кг;

$S$  – коэффициент жёсткости, Н/м.

$$S = \frac{F_{стат}}{X},$$

где  $F_{стат}$  – статическая нагрузка, при которой происходит деформация упругой конструкции датчика на величину  $X$ ;

$r$  – коэффициент, обеспечивающий затухание колебательных процессов в упругой конструкции датчика.

При определении  $r$  снимается осциллограмма собственных затухающих колебаний, из которой коэффициент  $r$  определяется по формуле:

$$r = \frac{2m}{\tau} \ln \frac{A_n}{A_{n+1}},$$

где  $A_n, A_{n+1}$  – амплитуды двух соседних колебаний, м;

$\tau$  – период колебания, с.

Для датчика, показанного на рис.1, осциллограмма затухающих колебаний, полученная на приборе Н327-3, представлена на рис. 2.

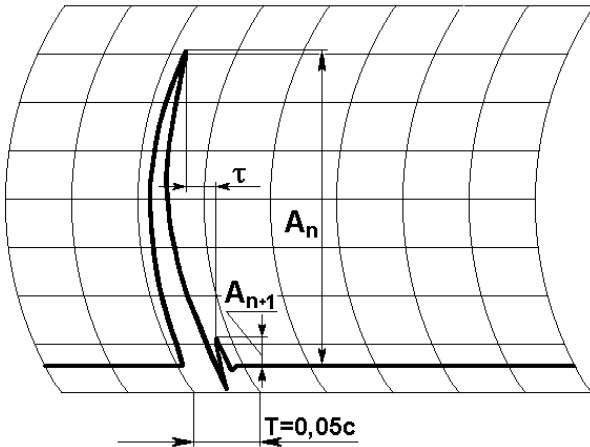


Рис.2

2. Динамический коэффициент  $K_D = \frac{F_{дин}}{F_{стат}}$ ,

определяется как отношение усилий, приводящих к одинаковой по величине деформации упругой кон-

струкции датчика, при частоте силы  $F_{дин}$ , равной  $\omega$ , и при статической нагрузке  $F_{стат}$ . Если усилия выразить через деформации  $X$  и жесткости упругой конструкции датчика  $S$  и  $\omega \cdot |Z|$ , то выражение для

$K_D$  примет вид:

$$K_D = \frac{S}{\omega \cdot |Z|},$$

где  $|Z|$  – импеданс датчика при частоте  $\omega$ , кг/с,

$$|Z| = \sqrt{r^2 + \left(\omega m - \frac{S}{\omega}\right)^2}.$$

3. Добротность осциллятора  $Q_o = \frac{\omega_o}{\omega_2 - \omega_1}$ ,

определяет остроту резонансного максимума смещения подвижного элемента датчика. Здесь  $\omega_2 - \omega_1$  – частотная ширина резонансной кривой. Величина  $Q_o$  может быть выражена через параметры датчика

$$Q_o = \frac{\omega_o \cdot m}{r}.$$

4. Критическое демпфирование осциллятора определяется условием  $\frac{S}{m} - \frac{r^2}{2m^2} \geq 0$ , которое ука-

зывает на наличие периодического затухающего колебательного движения. В противном случае движение упругого элемента датчика будет аperiodическим, что затрудняет его тарировку и фиксацию начала отсчёта при регистрации сил. Отсюда

$$r_{кр} < \sqrt{2 \cdot S \cdot m}.$$

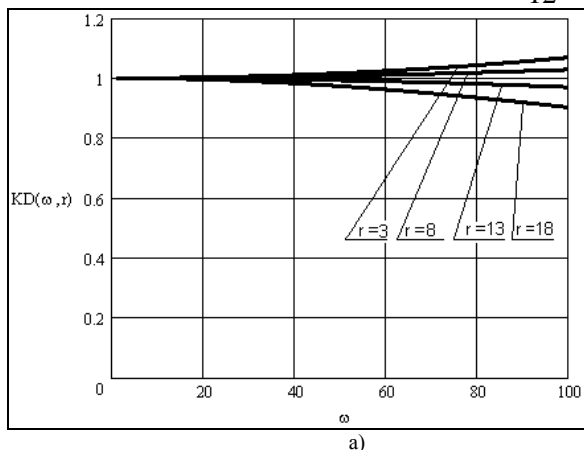
Для датчика, показанного на рис.1, с подвижной массой  $m=2,52 \cdot 10^{-2}$  кг,  $r=4,83$  кг/с и  $S=3260$  кг/с<sup>2</sup> (жёсткость определена экспериментально), АЧХ представлена на рис. 3. Круговая частота собственных колебаний подвижного элемента датчика  $\omega_o=333$ . Добротность осциллятора  $Q_o=1,78$ . Критическое демпфирование  $r_{кр}=12,8$  кг/с.

Этот датчик будет иметь относительно линейную АЧХ только при трепании чистого волокна (см. рис.3а). Причем точность замера будет определяться местом закрепления датчика. Так, при  $k=1$ ,  $\omega=\omega_{T1}=62,8$   $K_D=1,007$ , при  $k=6$ ,  $\omega=\omega_{T2}=376$   $K_D=1,22$ . При обработке заостренного волокна (см. рис.3б) погрешность замера будет недопустимо высокой, поскольку АЧХ датчика при рабочих частотах  $\omega_{T2}$  имеет существенный спад. При  $\omega=\omega_{T2}=3701$  ( $k=1$ ) динамический коэффициент  $K_D=0,006$ , при  $\omega=\omega_{T2}=43818$  ( $k=6$ )  $K_D=0,00018$ . Следовательно, зарегистрировать импульс нагрузки при прохождении костринки по кромке бильной планки не удастся. Кроме того, в диапазон рабочих частот попадает область резонансных колебаний упругого элемента датчика.

Для датчика, выполненного в виде консольной пластины длиной  $L=120$  мм с размерами сечения  $B=12$ ,  $\delta=0,45$  мм, с массой  $m=5,12 \cdot 10^{-3}$  кг,  $r=0,084$  кг/с,  $S=33,2$  кг/с<sup>2</sup>, АЧХ представлена на рис. 4. Для этого датчика  $\omega_0=79,72$ ,  $Q_0=4,86$ ,  $r_{кр}=0,825$ . Жесткость упругой пластины датчика рассчитывалась по формуле

$$S = \frac{3EI_x}{L^3},$$

где  $I_x$  – осевой момент инерции сечения,  $I_x = \frac{B\delta^3}{12}$ ;



$E$  – модуль продольной упругости; для стали  $E=2,1 \cdot 10^{11}$  Н/м.

Для этого датчика АЧХ будет нелинейна даже при трепании чистого волокна.

Если на стальную пластину нанести полимерный упругопластичный материал, то можно уменьшить добротность осциллятора. Например, после покрытия датчика силиконом величина  $r$  стала равной 0,278, масса увеличилась в 1,8 раза, добротность изменилась до  $Q_0=1,86$ , частота резонансных колебаний до  $\omega_0=56$ .

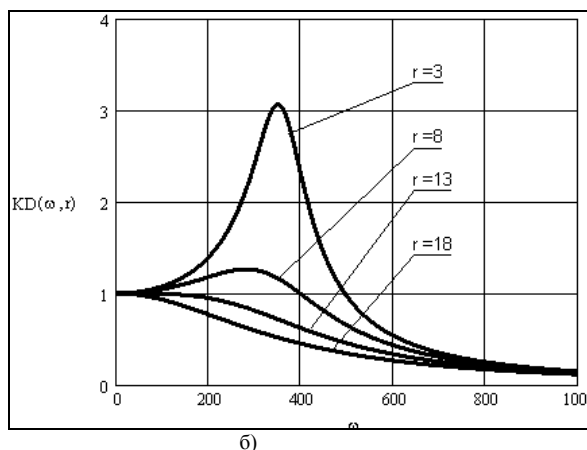


Рис.3

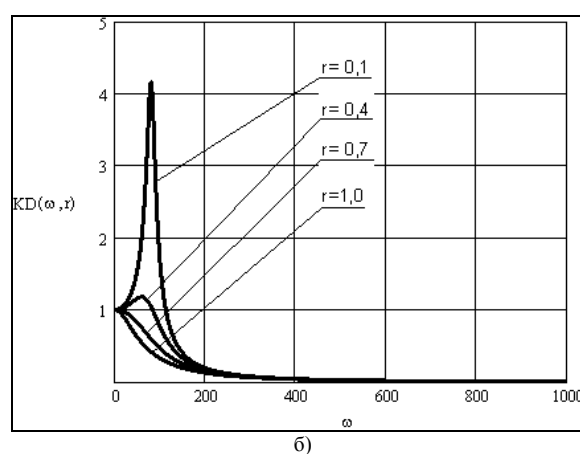
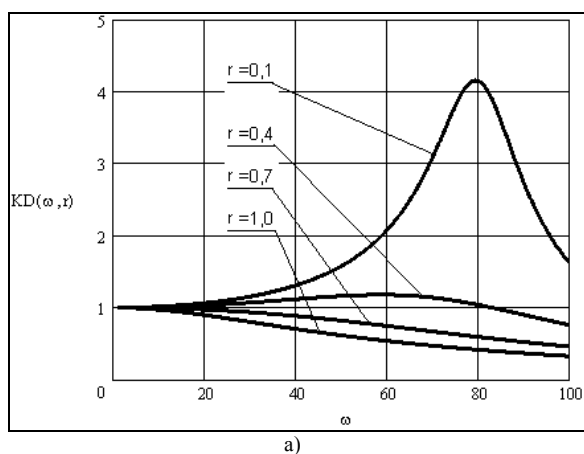


Рис.4

Частоту резонанса можно увеличить, сделав упругий элемент датчика более жестким, например, за счет увеличения его осевого момента инерции сечения.

Для датчика, выполненного в виде консоли длиной  $L=100$  мм, в сечении которой полый тонкостенный квадрат размером 7 мм, с толщиной стенки 0,3 мм,  $m=6,72 \cdot 10^{-3}$  кг, при  $r$ , изменяющимся от 5 до 30 кг/с и  $S=43220$  кг/с<sup>2</sup>, АЧХ представлена на рис.5. Для этого датчика при  $r=10$ ,  $\omega_0=2307$ ,  $Q_0=1,55$ ,  $r_{кр}=24,1$ . Жесткость упругого элемента датчика рас-

считывалась аналогично жесткости консольной пластины, с тем лишь различием, что осевой момент инерции сечения считался по формуле

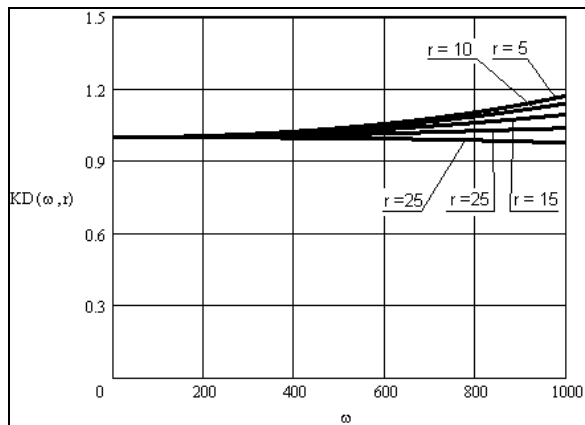
$$I_x = \frac{2B^3\delta}{3}.$$

Как видно из рис. 5, и этот датчик сможет адекватно описать процесс трепания лишь чистого волокна. Но при  $\omega=3701$   $K_D=0,134$ , при  $\omega=43818$   $K_D=0,0033$  (при  $r=10$ ).

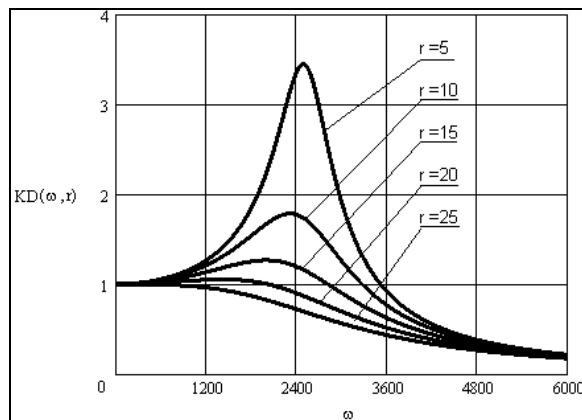
**Выводы**

1. При исследовании процесса трепания заостренного волокна применять тензодатчики нецелесообразно, поскольку они будут вносить существенную погрешность вследствие неравномерности своей амплитудно-частотной характеристики.

2. При исследовании процесса трепания чистого волокна для снижения погрешностей измерений целесообразно устанавливать датчик на бильной планке трепального барабана.



а)



б)

Рис.5

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сулов Н.Н. Исследование процесса трепания льна : дис...докт. техн. наук / Н. Н. Сулов. – М. : МТИ, 1961.
2. Иориш Ю.И. Виброметрия / Ю. И. Иориш. – М. : Машгиз, 1983.
3. Лапшин В.В. Разработка структуры и исследование технологических параметров программно-аппаратного комплекса для измерения натяжения нитей в процессе ткачества : дис. ... канд. техн. наук / В. В. Лапшин. – Кострома, 1998.
4. Проектирование датчиков для измерения механических величин / под ред. Е. П. Осадчего. – М. : Машиностроение, 1979.
5. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. – Л. : Энергоиздат, 1985.
6. Пейн Г. Физика колебаний и волн / Г.Пейн. – М. : Мир, 1979.

**V.A. Dyachkov, V.V. Konovalov, D.V. Ivanyuk**  
**ABOUT FREQUENCY TRANSDUCER CHARACTERISTIC USING**  
**FOR SCUTCHING PROCESS RESEARCH**

УДК 677.024

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБРЫВНОСТИ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ**  
**ПО ШИРИНЕ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА**

*А.Б.Брут-Бруляко, М.С.Богатырева, М.Н.Ерохова*

Экспериментальное исследование распределения обрывности основных нитей по ширине заправки ткацкого станка при выработке льняных тканей

Обрывность нитей на ткацких станках зависит от многих факторов, среди которых имеют важное значение: нарушение технологического режима производства, качество основных нитей, состояние оборудования, температурный режим в ткацком цехе и т.д. [1, 2].

Обрывность нитей, возникающая на ткацком станке во времени в результате действия какой-то

одной причины, в большинстве случаев носит случайный характер и имеет свой закон распределения. Суммарное значение обрывности, получаемое в результате действия комплекса факторов, в силу закона сложения вероятностей будет иметь тот же закон распределения.

Многочисленные исследования обрывности основных нитей во времени на ткацких станках по-



казывают, что распределение обрывности нитей основы существенно отличается от нормального закона и больше приближается к распределению Пуассона [1, 3, 4]. Данный закон распределения иначе называют законом малых чисел, т.к. это приближенный закон распределения случайной величины, имеющей маловероятное событие.

Представляет технологический интерес, как распределяется обрывность основных нитей по ширине ткацкого станка. Известно из работ [5,6], что неравномерность натяжения нитей основы по ширине заправки ткацкого станка является одной из причин их обрывности.

Для оценки взаимосвязи распределения натяжения и обрывности по ширине заправки ткацкого станка нами проводились наблюдения за обрывностью по методике, предложенной в работе В.И. Геценок [7]. Проборка нитей по берду делилась на зоны шириной 10 см. При выработке 500 м ткани обр.88, арт.10152, арт. 14122 было зафиксировано соответственно 1548, 742, 138 обрывов основных нитей. Наблюдения велись на одних и тех же ткацких станках. Распределение количества обрывов основных нитей по ширине заправки станков приведено в табл.1 для ткани обр. 88.

Таблица 1

Обрывность основных нитей по ширине заправки ткацкого станка  
обр.88, пряжа В 60 текс ВЛ

№ зоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Число обрывов	184	93	56	80	90	88	66	80	73	73	97	62	83	62	63	64	74	70	90

В процессе наблюдения за обрывностью на ткацких станках было отмечено, что условия работы нитей в крайних зонах происходит в худших условиях, чем в средних. Крайние нити чаще всего имеют закрепленность, в этих зонах отсутствует параллельное сматывание нитей с навоя. Учитывая теорию вязкоупругой наследственности [5], можем отметить, что при формировании сновальных валов натяжение основных нитей в крайних зонах несколько больше, чем в середине формируемого сновального вала.

Основные потери вязкоупругих свойств основных нитей происходит в процессе шлихтования. Нити крайних зон на шлихтовальной машине имеют большее натяжение и в результате обработки их шлихтой имеют увеличение жесткости и снижение относительной деформации [5, 6].

В результате худших условий из-за закрепленности на ткацком станке и снижения вязкоупругих свойств на оборудовании приготавливаемых операций выявляется повышенная обрывность основных нитей в крайних зонах заправки ткацкого станка.

Расчет среднего уровня обрывности основных нитей производили по количеству обрывов на 10<sup>4</sup> м одиночной нити согласно методике [7] по формуле:

$$K_o = N \frac{10^4}{m_o \cdot (+0,01a_o) \cdot L}, \quad (1)$$

где N – число обрывов;

m<sub>o</sub> – количество нитей в основе;

a<sub>o</sub> – уработка основы, %;

L – длина наработанной ткани, м.

Количество обрывов на 1 м ткани [7]:

$$K^* = \frac{K_o \cdot m_o \cdot (+0,01a_o)}{10000}. \quad (2)$$

Средняя обрывность у образца ткани обр. 88 составила 3,09 обрыва на один погонный метр ткани и 10,46 обрыва на 10<sup>4</sup> м одиночной нити основы.

В результате аппроксимации экспериментальных данных обрывности по ширине заправки станка при выработке ткани обр. 88 получено следующее уравнение:

$$Y = 133,7 - 11,01X + 0,445X^2, \quad (3)$$

где Y – обрывность основных нитей в конкретной зоне ширины заправки ткацкого станка;

X – номер зоны.

Точность аппроксимации уравнения (3) составляет 21,1 %. Распределение обрывности по ширине заправки ткацкого станка СТБ-180 при выработке ткани обр. 88 представлена на рис.1.

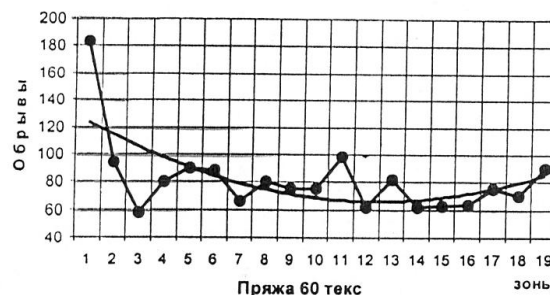


Рис.1. Распределение обрывности основных нитей по ширине заправки ткацкого станка СТБ-180 при выработке ткани обр. 88

Распределение количества обрывов основных нитей по ширине заправки станка СТБ2-216 при выработке ткани арт.10152 с одного ткацкого навоя в два полотна приведено в таблице 2.

Средняя обрывность при выработке ткани арт. 10152 составила 0,74 обрыва на один метр и 6,02 обрыва на  $10^4$  м одиночной нити основы.

В результате аппроксимации экспериментальных данных распределения обрывности по ширине заправки станка при выработке двух полотен ткани арт. 10152 с одного ткацкого навоя получены следующие уравнения:

- левое полотно:

$$Y = 100,87 - 11,87x + 1,46x^2, \quad (4)$$

- правое полотно:

$$Y = 80,83 - 22,49x + 2,08x^2. \quad (5)$$

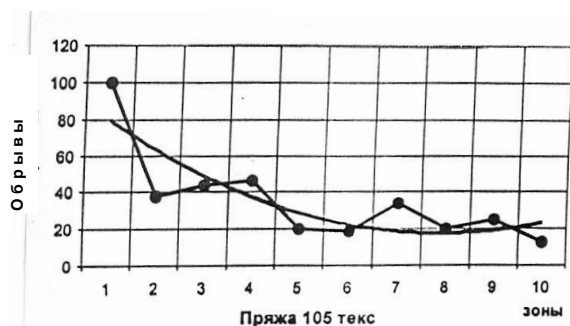
Точность аппроксимации уравнения (4) составляет 11,85%, а уравнения (5) – 5,8 %.

Распределение обрывности по ширине заправки ткацкого станка СТБ2-216 при выработке ткани арт.10152 представлено на рис.2.

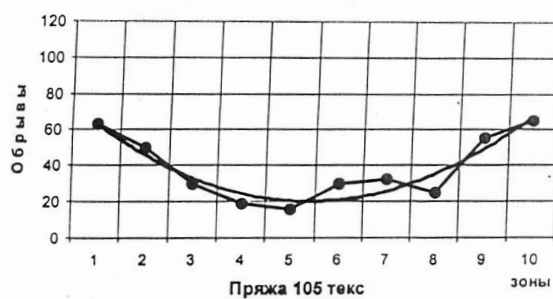
Таблица 2

Обрывность основных нитей по ширине заправки ткацкого станка арт.10152, пряжа В 105 текс ОО

№ зоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Число обрывов	100	38	43	45	20	25	34	19	20	25	62	47	28	19	17	30	31	24	54	61



левое полотно



правое полотно

Рис. 2. Распределение обрывности основных нитей по ширине заправки ткацкого станка СТБ2-216 при выработке ткани арт. 10152

Таблица 3

Обрывность основных нитей по ширине заправки ткацкого станка арт.14122, пряжа 286 текс СухСрЛ

№ зоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число обрывов	43	6	9	5	10	7	8	10	3	5	5	27

Результаты проверки обрывности основных нитей по ширине заправки станка АТПР-120-ЛМ при выработке ткани арт.14122 приведены в таблице 3.

Средняя обрывность при выработке ткани арт.14122 составила 0,27 обрыва на метр и 4,7 обрыва на  $10^4$  м одиночной нити основы.

В результате аппроксимации экспериментальных данных распределение обрывности по ширине заправки станка при выработке ткани арт.14122 получено следующее уравнение:

$$Y = 38,49 - 10,18x + 0,72x^2. \quad (6)$$

Точность аппроксимации уравнения (6) составляет 7,74%. Характер распределения обрывности для этого артикула ткани представлен на рис.3.

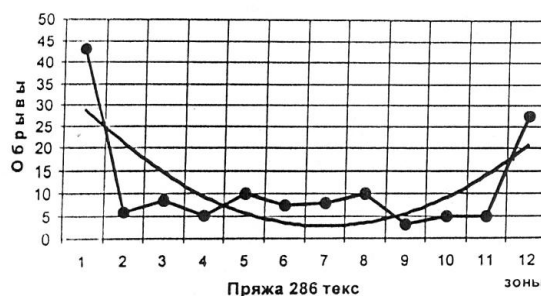


Рис. 3. Распределение обрывности основных нитей по ширине заправки станка АТПР-120-ЛМ при выработке ткани арт.14122

Коэффициент корреляции между натяжением основных нитей в каждой зоне станка и уровнем

обрывности в этой же зоне определяли по формуле с помощью пакета прикладных программ STADIA на ПЭВМ:

$$r(x, y) = \frac{\sum_{xy} m_{xy} (x - \bar{x}_0)(y - \bar{y}_0)}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (7)$$

где  $m_{xy}$  – частота совместного появления значений случайных величин  $x$  и  $y$ ;

$x$  – текущее значение натяжения нитей;

$y$  – текущее значение обрывности нитей;

$\bar{x}_0$  – среднее значение натяжения в выборке;

$\bar{y}_0$  – среднее значение обрывности в выборке;

$n$  – число зон по ширине заправки станка;

$\sigma_x$  – среднее квадратическое отклонение натяжения в выборке;

$\sigma_y$  – среднее квадратическое отклонение обрывности в выборке.

В результате расчетов установлены значимые коэффициенты корреляции между натяжением и обрывностью: для ткани обр.88  $r = -0,556 \pm 0,016$ , для

ткани арт. 10152  $r = -0,409 \pm 0,27$  и  $r = -0,473 \pm 0,25$  и для ткани арт. 14122  $r = -0,72 \pm 0,14$ . Знак минус перед коэффициентами корреляции говорит о том, что связь между параметрами обратная, а величина коэффициента корреляции указывает на среднюю связь между параметрами.

Проведенные исследования натяжения [8] и обрывности основных нитей по ширине заправки ткацких станков позволяют сделать следующие **выводы**.

1. Обрывность в крайних зонах ширины заправки выше, чем в середине. Это обстоятельство, на наш взгляд, обусловлено большей потерей вязкоупругих свойств нитями в крайних зонах при подготовке ткацкого навоя и меньшей величиной приклея.
2. Получены математические модели распределения обрывности по ширине заправки ткацкого станка.
3. Взаимосвязь между натяжением основных нитей на ткацком станке и их обрывностью характеризуется коэффициентом корреляции  $r = -(0,409 \pm 0,72)$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шутова Н.Е. Обрывность нитей и устойчивость технологического процесса / Н. Е. Шутова. – М. : Легкая индустрия, 1975.
2. Быкадоров Р.В. Развитие теоретических основ процесса ткачества и их практическая реализация в промышленности : дис. ... докт.техн.наук / Р. В. Быкадоров. – Иваново : ИГТА, 1999.
3. Золотаревский Л.Г. Правильно оценивать результаты проверки обрывности / Л.Г.Золотаревский. – М. : Текстильная промышленность. – 1964. – № 3.
4. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности / Ю.С. Виноградов. – М. : Легкая индустрия, 1970.
5. Фурьчева М.С. Разработка метода прогнозирования ряда технологических параметров процесса формирования ткани на основе теории нелинейной наследственной вязкоупругости : дис. ... канд.техн.наук / М. С. Фурьчева. – КГТУ : Кострома, 1997.
6. Ступников А.Н. Исследование влияния качественных показателей ошлихтованной основной пряжи на обрывность основы в процессе ткачества : дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Ступников. – Кострома : КТИ, 1977.
7. Геценко В.И. Статистический контроль процесса ткачества / В. И. Геценко. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.
8. Брут-Бруляко А.Б. Неравномерность натяжения основных нитей по ширине заправки ткацких станков / А. Б. Брут-Бруляко, М. С. Богатырева, М. Н. Ерохова // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006. – №13.

**A.B.Brut-Brulyako, M.S.Bogatyryova, M.N.Erokhova**  
**WARP BREAKAGE DISTRIBUTION ALONG LOOM FILLING WIDTH**

УДК 677.11.051.151.26.

#### ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВОЛОКНА В ТРЯСИЛЬНЫХ МАШИНАХ С НИЖНИМ ГРЕБЕННЫМ ПОЛЕМ

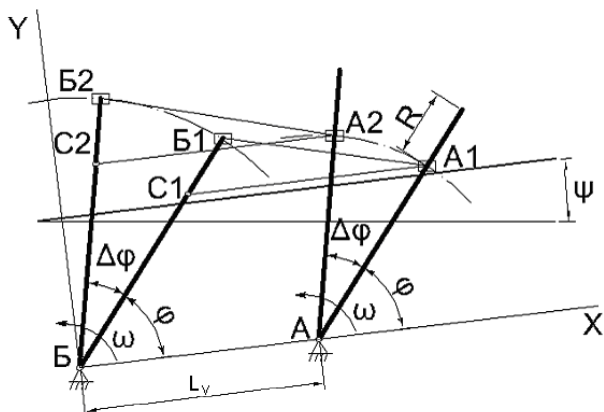
*И.А.Шуришов*

В статье описываются условия для возможного повреждения волокна вследствие скользящего изгиба стебля на иглах, обусловленного неравенством радиусов дуг мест контакта технического волокна на иглах соседних валиков

Ранее не рассматривались причины ухудшения свойств волокна в трясильных машинах с ниж-

ним гребенным полем, поэтому является актуальным изучение этого явления.

Рассмотрим взаимодействие материала с рабочими органами машины. Вследствие вращательного движения гребенного валика, участки слоя, находящиеся в контакте с иглами, перемещаются по дугам. Радиус дуги для участков, находящихся у решетки, минимален, на конце иглы – максимален, поэтому различные участки слоя перемещаются по дугам с разными радиусами. При таком движении расстояние между участками слоя, взаимодействующими с иглами, постоянно изменяется. Рассмотрим рис. 1.



$A_1, B_1$  – положение участков слоя в момент времени  $t$ ;  
 $A_2, B_2$  – положение участков слоя в момент времени  $t + \Delta t$ ;  
 $L_v$  – расстояние между гребенными валиками;  
 $\varphi$  – угол поворота иглы;  
 $\Delta\varphi$  – приращение угла поворота иглы;  
 $\psi$  – угол наклона решетки к горизонту;  
 $R$  – величина смещения участка слоя по игле

Рис. 1

Определим величину изменения расстояния между участками слоя  $S$  при повороте иглы на угол  $\Delta\varphi$ , когда они имеют различное смещение относительно оси гребенного валика  $R$ :

$$S = A_2B_2 - A_1B_1. \quad (1)$$

Из треугольников  $A_1B_1C_1$  и  $A_2B_2C_2$  определим длины отрезков  $A_1B_1$  и  $A_2B_2$ :

$$A_1B_1 = \sqrt{B_1C_1^2 + A_1C_1^2 - 2B_1C_1 \cdot A_1C_1 \cdot \cos \varphi}, \quad (2)$$

$$A_2B_2 = \sqrt{B_2C_2^2 + A_2C_2^2 - 2B_2C_2 \cdot A_2C_2 \cdot \cos(\varphi + \Delta\varphi)}. \quad (3)$$

Учитывая, что  $A_1C_1 = A_2C_2 = L_v$ ,  $B_2C_2 = B_1C_1 = R$  (рис. 1), имеем:

$$S = \sqrt{L_v^2 + R^2 - 2L_v R \cos(\varphi + \Delta\varphi)} - \sqrt{L_v^2 + R^2 - 2L_v R \cos \varphi}. \quad (4)$$

Взяв отношение приращения расстояния между участками волокна к приращению поворота иглы, и переходя к пределу

$$\frac{dS}{d\varphi} = \lim_{\Delta\varphi \rightarrow 0} \frac{S}{d\varphi},$$

после упрощения получим:

$$\frac{dS}{d\varphi} = \frac{L_v R \sin \varphi}{\sqrt{L_v^2 + R^2 - 2L_v R \cos \varphi}}. \quad (5)$$

Интегрируя выражение (5) на интервале изменения угловой координаты от  $\varphi_{нач}$  до  $\varphi_{кон}$ , получим выражение для определения величины удлиненной между участками слоя

$$S = \int_{\varphi_{нач}}^{\varphi_{кон}} \frac{L_v R \sin \varphi}{\sqrt{L_v^2 + R^2 - 2L_v R \cos \varphi}} d\varphi. \quad (6)$$

Из зависимости (6) следует, что при разнице радиусов дуг  $R$ , по которым движутся участки слоя, расстояние между ними будет увеличиваться или уменьшаться в зависимости от интервала изменения угловой координаты иглы. При этом технические условия явления скользкого изгиба стебля на иглах или сцепленностью с соседними волокнами.

Произведем оценку возможного изменения расстояния между участками слоя при реальных параметрах тряпильной машины в случае, когда игла движется из крайнего переднего положения в крайнее заднее положение, а смещение участка волокна по игле определяется вылетом иглы в крайнем переднем положении.

Для машины ТГ-135Л примем [1]:

Угловая координата иглы	
в крайнем переднем положении	$\varphi_{нач} = 60^\circ$
в крайнем заднем положении	$\varphi_{кон} = 120^\circ$
Расстояние между гребенными валиками	$L_v = 0,143$ м
Величина возможного смещения участка слоя по игле	$R = 0,026$ м

График зависимости увеличения расстояния между участками волокна от угла поворота иглы показан на рис. 2.

Из графика следует, что увеличение расстояния между участками слоя за счет скользкого изгиба стеблей на игле, или разрыва, при сцепленности волокон между собой может привести к разрушению волокон. Следовательно, характер движения рабочих органов тряпильной машины может быть причиной повреждения волокна.

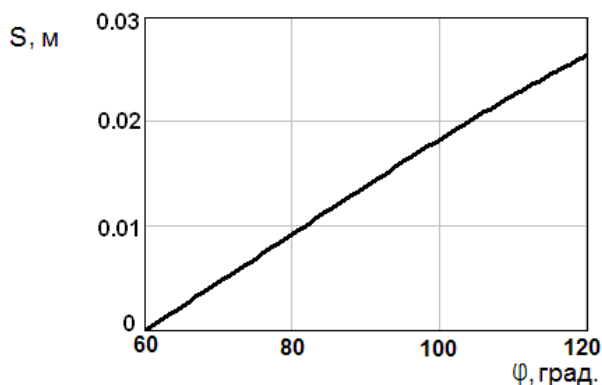


Рис. 2

**Выводы**

1. При обработке материала в трясильной машине с нижним гребенным полем существуют условия для повреждения волокна, вследствие явлений скользящего изгиба стебля на иглах или сцепленности между соседними волокнами, обусловленные неравенством радиусов дуг мест контакта технического волокна на иглах соседних валиков.
2. Величина возможного скользящего изгиба технических волокон зависит от расстояния между гребенными валиками, смещения участков слоя по игле, от угла размаха игл и прочности волокна.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по заводской первичной обработке льна / под общ. ред. В. Н. Храмцова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984.

I.A.Shirshov

**FIBRE DAMAGE REASONS IN JOILTING MACHINES WITH LOWER COMB FIELD**

УДК 677.11: 620.1

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ НА ЛЬНИЩЕ**

*И.А.Румянцева, А.Е.Виноградова, Е.Л.Пашин*  
(Всероссийский НИИ по переработке лубяных культур)

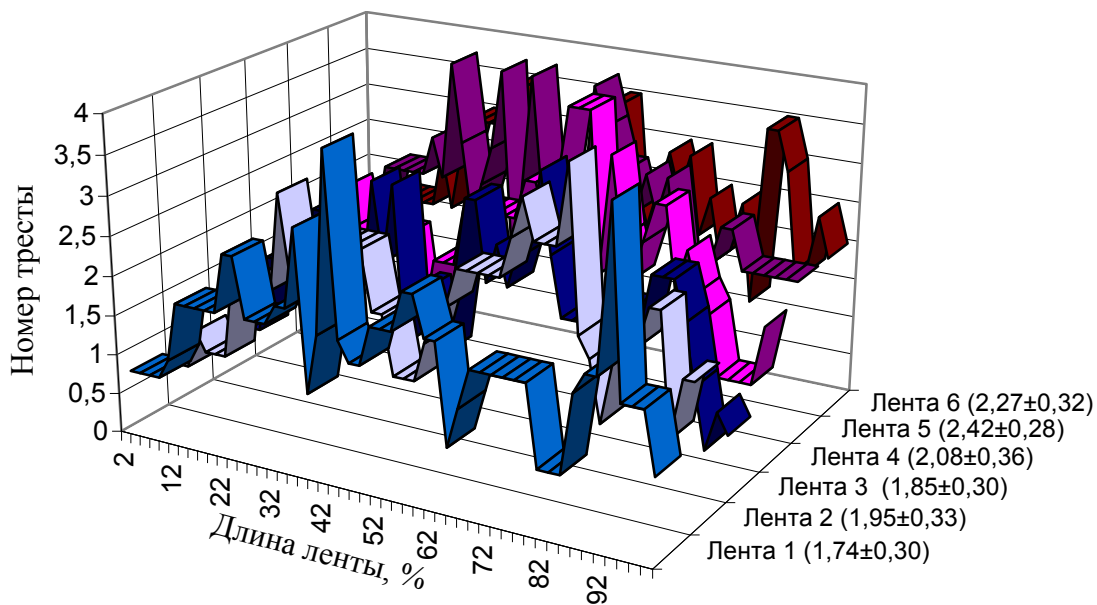
В период массовой заготовки льняной тресты на льнозаводы определение ее качества по ГОСТ 24383-89 допускается проводить на основе анализа предварительно сформированных проб стеблей путем их отбора на участках выращивания льна (на льнище). Можно использовать и другой вариант оценки, когда при приёмке тресты с одного и того же участка осуществляют определение номера для первой партии, а остальные партии оценивают на основе органолептического сравнения их проб с первоначальными пробами. Однако при поставке льна в рулонах провести полноценное сравнение практически невозможно. Для обеспечения должного уровня оценки требуется размотка рулонов, что не реализуемо в период интенсивной заготовки сырья.

Анализ использования указанных методов оценки в период заготовки льняной тресты на льнозаводы позволил установить, что в ряде случаев они приводят к спорным ситуациям при сдаче-приемке сырья. Это, вероятно, является следствием внедрения в производство интенсивных, механизированных технологий получения льняной тресты и её уборки с поля, что привело к увеличению неоднородности тресты по ряду важнейших технологических свойств [1].

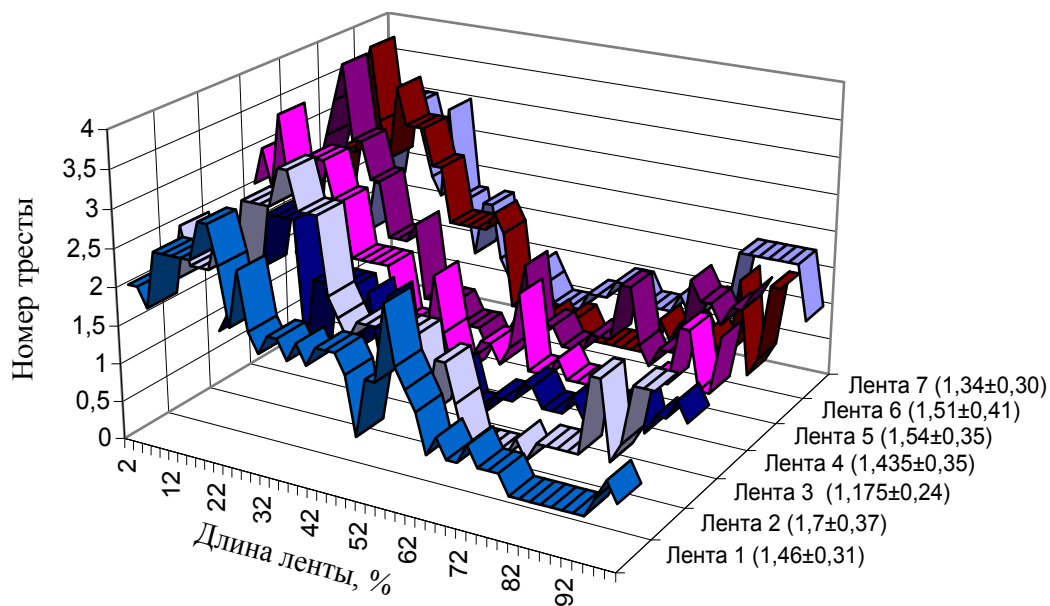
Для решения имеющих место на практике проблем, связанных с отбором проб, появилась необходимость в изучении характера варьирования параметров качества тресты на участках её получения, а также усовершенствования упомянутых выше стандартных методик отбора проб.

Был проведен анализ тресты урожая 2006 года применительно к двум участкам выращивания, имеющих площадь 15 га и расположенных на территории сельскохозяйственного производственного кооператива им. М. Горького (Нерехтский р-н Костромской области). На каждом участке по его ширине проведен отбор проб из случайно выбранных лент. Пробы отбирали через каждые 10 м длины ленты. После анализа стеблей определили их номер по стандартной методике ГОСТ 24383-89. Полученные результаты представлены в виде диаграмм (рис. 1).

Из анализа диаграмм следует, что номер тресты имеет высокую вариацию по длине лент и в целом на участке. В массе стеблей, находящихся в одной ленте, изменение номера может достигать 2...3 сортономеров. В целом на исследованных участках уровень варьирования больше и достигает 5...6 сортономеров.



Участок 1



Участок 2

**Рис. 1.** Изменение качества льняной тресты (номера) на участках выращивания (в скобках:  $a \pm b$ , где  $a$  – среднее значение;  $b$  – величина доверительного интервала)

Зная величину варьирования номера, его среднее значение, а также рекомендуемый по ГОСТ 24383-89 объём проб стеблей на стлище (10 проб, формируемых путем отбора стеблей из одной, условно проведённой диагонали участка не более 15 га)

можно оценить точность анализа  $P$  при определении качества тресты. Используя известный алгоритм [2], выяснили, что величина  $P$  является недопустимо низкой. В среднем по двум анализируемым участкам величина точности составила более 10%. Такой

результат объясняет причины возникновения упомянутых выше спорных ситуаций при приемке-сдаче тресты на льнозаводы. Поэтому необходимо обоснование величины объема проб стеблей для обеспечения требуемой точности 5...10 %.

Используя массив статистических данных, полученный на двух участка, были проведены соответствующие расчёты. Изменяя объем отбираемых проб с участка, оценили величину искомой точности опыта  $P$ , %. Результаты расчетов представлены на рисунке 2 и в таблице. Оказалось, что требуемый объем проб для определения качества льняной тресты на участках выращивания значительно больше, чем производимый по действующему стандарту, не обеспечивает необходимой точности результатов анализа и составляет 30...120 проб. Следует заметить, что применительно к каждой из лент объем проб должен быть не менее 10.

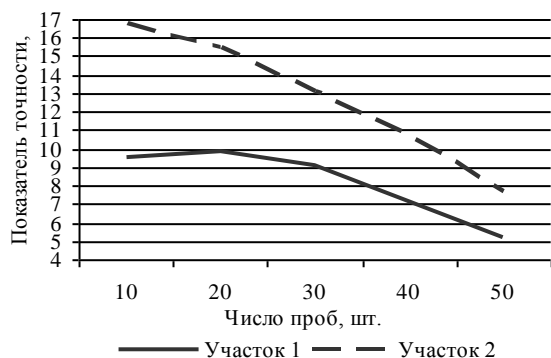


Рис. 2. Зависимость точности анализа ( $P$ ) при определении номера льняной тресты от числа отбираемых проб

Очевидно, что процесс формирования таких объемов выборок с последующей оценкой качества тресты на практике будет связан со значительными трудностями. Тем более является затруднительным вариант отбора необходимого объема проб непосредственно из рулонов после поставки их на льнозавод. В таких условиях является целесообразным, наряду с применением традиционных вариантов

отбора (по ГОСТ 24383-89), использование систем контроля параметров качества тресты применительно к каждой ленте непосредственно перед формированием из неё рулонов. Это, вероятно, можно осуществить либо путем контроля параметров после последнего оборачивания ленты непосредственно перед уборкой тресты, либо в процессе подбора и формирования рулонов. Возможны и иные варианты, основанные, например, на использовании методов оценки состояния стеблей льняной тресты на поле с использованием электронно-оптических технологий, в том числе и с применением систем аэрокосмической съемки.

Таблица  
Количество проб льняной тресты, необходимых для обеспечения точности 5 и 10%

Показатель точности	Число проб, необходимых для обеспечения точности опыта	
	5 %	10 %
Участок 1	65	16
Участок 2	167	42
В среднем	116	29

#### Выводы

1. На участках выращивания, одновременно являющихся льницей для получения стланцевой тресты, её номер значительно варьирует. По этой причине по длине лент наблюдаются изменения качества льна на 2...3 сортономера. На льнице это изменение может достигать 5...6 и более сортономеров.
2. Количество проб, рекомендуемых по стандартной методике для определения качества тресты на участках её получения, не обеспечивает необходимой точности опытов, что может быть одной из причин возникновения спорных ситуаций.
3. Для достижения точности анализа при определении номера тресты на уровне не более 10%, количество проб при отборе со стлица должно быть более 30 шт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашин Е.Л. Агропроизводство и технологическое качество льна / Е. Л. Пашин. – Кострома : ВНИИЛК, 2004.
2. Венецкий И.Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая. – М. : Статистика, 1979.

I.V. Rumyantzeva, A.I. Vinogradova, E.L. Pashin

#### METHOD PERFECTION OF FLAX STOCK SAMPLE SELECTION UPON FLAXLINE DURING ITS PROPERTY DEFINITION

УДК 677.021

### ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КОРОТКОШТАПЕЛЬНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА К УТОНЕНИЮ И ОЧИСТКЕ ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ ПО НОВОМУ СПОСОБУ\*

*С.Н.Вихарев, А.Р.Корабельников, Р.В.Корабельников*

В процессе переработки короткоштапельного льняного волокна при получении котонина большое внимание следует уделять двум важнейшим процессам – утонению и очистке волокна от сорных балластных примесей: костры, остатков паренхимы, эпидермиса и др. Наличие этих частиц в волокне является основной причиной появления пороков в пряже, и в первую очередь шишковатости. Мелкие частицы костры, имеющие прочные связи с волокном, не отделившиеся при трепании, частично удаляются в процессе подготовки волокна к прядению, а также при чесании на чесальной машине.

Для повышения эффективности процесса утонения (расщепления льняных комплексов) и очистки от сорных примесей и, в первую очередь, удаления мелких частиц костры из льняного волокна нами разработан новый способ подготовки волокна, при котором слои волокна в массе сжимают с одновременным сдвигом их относительно друг друга, а затем подвергают воздействию очистительного барабана в зажатом состоянии.

Целью одновременного сжатия и сдвига слоев волокон является создание в слоях напряженного состояния, при котором напряжения, и в первую очередь касательные, превосходят прочность связей между волокнами комплексов и частицами костры и волокном. Нарушение связей этих частиц создает благоприятные условия для их удаления из волокна при последующем протрепывании бородки волокна в зажатом состоянии гарнитурой очистительного барабана. Конечно, оценка влияния параметров слоя, исходной засоренности, параметров нагружения на эффективность утонения и очистки (очистительный эффект) – задача чисто экспериментальная. Однако изучение особенностей напряженного состояния слоев волокон перед его очисткой по новой схеме представляет несомненный интерес и послужит основой для обоснования таких параметров новой технологии, как создание необходимого нормального и тангенциального нагружения слоев волокон и др.

Волокно при подготовке к очистке может подаваться в виде сформированного холста определенной толщины и ширины или в виде ленты.

Рассмотрим вариант обработки ленты льняного волокна на цилиндрических плющильных валках. Плющильные валки имеют привод, устройство для их нагружения и вращаются с разными скоростями.

Предположим, что лента сжимается между валками таким образом, что масса волокна может считаться однородным телом, обладающим определенными упругими свойствами. На рис.1 показана схема взаимодействия валков с лентой.

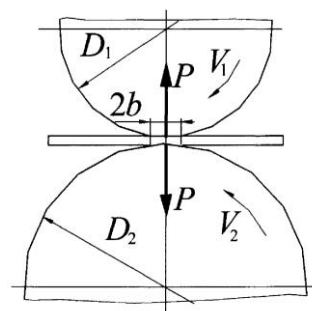


Рис. 1

Выделим участок в зоне контакта верхнего валка с волокном и будем считать его условно прямолинейным. Условно также заменим действие верхнего валка на слой волокон сосредоточенной силой P, приложенной к границе слоя волокна (рис. 2а).

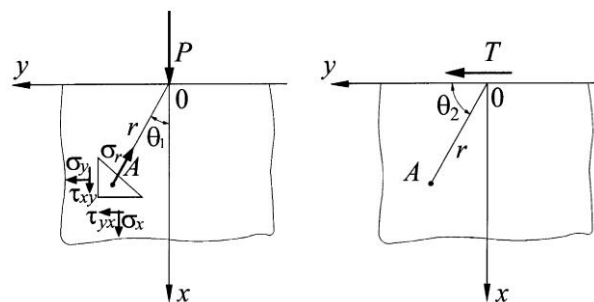


Рис. 2

При этом распределение нагрузки по оси OZ (перпендикулярную чертежу) будем считать равномерным и постоянным и рассуждения будем проводить для слоя шириной равной единице длины. Тогда, с учетом сделанных допущений, согласно [1, 2] можно записать выражение для определения напряжений в любой точке полупространства (за исключением точки приложения силы)

$$\sigma_r = -\frac{2P \cos \theta_1}{\pi r}, \quad (1)$$

$$\sigma_x = -\frac{2P \cos^3 \theta_1}{\pi r}, \quad (2)$$

\* Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МД-502.2007.08



$$\sigma_y = -\frac{2P \sin^2 \theta_1 \cos \theta_1}{\pi r}, \quad (3)$$

$$\tau_{xy} = -\frac{2P \sin \theta_1 \cos^2 \theta_1}{\pi r}. \quad (4)$$

Для случая перемещения сжатой ленты валками, вращающимися с различными скоростями, что обеспечивает отличительные признаки новой технологии, на слой волокон, кроме сосредоточенной силы Р, будет действовать сосредоточенная касательная сила Т (для случая  $V_1 > V_2$ ), приложенная в начале координат (центр границы контакта верхнего валка со слоем волокна), рис. 2в.

В этом случае составляющие напряжений в любой точке рассматриваемого полупространства будут

$$\sigma_x = -\frac{2T \cos \theta_2 \sin^2 \theta_2}{\pi r}; \quad (5)$$

$$\sigma_y = -\frac{2T \cos^3 \theta_2}{\pi r}; \quad (6)$$

$$\tau_{xy} = -\frac{2T \cos^2 \theta_2 \sin \theta_2}{\pi r}. \quad (7)$$

При рассмотрении вышеизложенного взаимодействия использован принцип суперпозиции.

В реальном процессе, реализуемом в новой технологии, силы Р и Т действуют одновременно, поэтому для нахождения полных напряжений, например, в какой-то плоскости действия касательных напряжений  $\tau_{xy}$ , их величины следует сложить.

Учитывая, что касательную силу можно представить как силу трения со стороны ведущего валика, то можно записать

$$T = \mu P, \quad (8)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения (сцепления) валка с волокном.

Тогда суммарное касательное напряжение, возникающее в каком-то слое волокон в любой точке полупространства можно выразить как

$$\begin{aligned} \tau_{xy} &= -\frac{2P}{\pi} (\sin \theta_1 \cos^2 \theta_1 + \mu \cos^2 \theta_2 \sin \theta_2) = \\ &= -\frac{2P}{\pi} [\sin \theta_1 \cos^2 \theta_1 + \mu \cos^2 \theta_2 \sin \theta_2]. \end{aligned} \quad (9)$$

Анализируя приведенные выше выражения, следует отметить, что напряжения в точке приложения нагрузки теоретически велико. В действительности нагрузка распределяется по площадке, имеющей малые размеры. В этом случае происходит локальное пластическое течение [1], поэтому указан-

ное выражение применимо при изучении напряжений в окрестности приложения сосредоточенной силы.

Перемещение ленты между валками, вращающимися с разными скоростями, приведет к созданию возможностей смещения отдельных слоев волокон относительно друг друга.

Компонент касательных напряжений в слоях волокон значительно усиливается за счет смещения слоев благодаря конструктивным особенностям нового устройства. Это увеличение описывается вторым слагаемым правой части уравнения (9), причем чем выше коэффициент сцепления ведущего валка с волокном  $\mu$ , тем большие касательные напряжения возникают в слоях, что создает условие для нарушения связей волокон с частицами костры.

Важным является также то, что согласно теории упругости [1] точка с максимальным касательным напряжением при контакте двух соприкасающихся тел без трения лежит на оси Х на определенной глубине.

Так, при  $\nu_e=0,3$  (коэффициент Пуассона) максимальное касательное напряжение лежит на глубине  $X=0,78b$ , и его величина при отсутствии трения достигает  $0,3q_0$  (где  $q_0$  – максимальное давление в зоне контакта).

Известно [3, 4], что при наличии значительного трения на поверхности контакта максимальное значение эквивалентного напряжения смещается к поверхности трущихся тел и величина его растет с ростом трения. Совместный учет контактных напряжений и напряжений, возникающих вследствие трения, показан в работе [4].

Так, при отсутствии трения эквивалентное напряжение при переходе к одноосному напряженному состоянию определяется из выражения

$$\sigma_{\text{экв}}^\alpha = q_0(1 - 2\nu_e), \quad (10)$$

где  $\nu_e$  – коэффициент Пуассона волокна.

В случае трения вдоль волокон эквивалентное напряжение будет

$$\sigma_{\text{экв}}^\delta = q_0 \sqrt{(1 - 2\nu_e)^2 + 4\mu^2 \frac{1}{2}}, \quad (11)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения контактирующих тел.

Коэффициент, показывающий усиливающееся влияние трения на напряженное состояние, может быть определен из соотношения

$$K = \frac{\sigma_{\text{экв}}^\delta}{\sigma_{\text{экв}}^\alpha} = \frac{\sqrt{(1 - 2\nu_e)^2 + 4\mu^2 \frac{1}{2}}}{1 - 2\nu_e}. \quad (12)$$

Для примера в таблице 1 приведены данные роста эквивалентного напряжения в волокне и коэффициент усиления в зависимости от различных значений коэффициента трения при коэффициенте Пуассона для волокна  $\nu_g = 0,3$ .

Таблица 1

$\mu$	$\sigma_{\text{экв}}$	K
0,3	$0,71q_0$	1,77
0,6	$1,28q_0$	3,2
1,0	$2,03 q_0$	5,1

Таким образом, анализ напряженного состояния в слоях волокон с принудительным их смещением за счет высокого трения со стороны приводного вальца показывает значительное возрастание эквивалентного напряжения, что повысит вероятность расщепления комплексов в волокне, а также ввиду разности свойств волокна и сорных примесей может привести к потере их прочных связей и улучшению условий выделения сора при последующем протрещивании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошенко О.П. Теория упругости / О.П. Тимошенко, Дж. Гудьер. – М. : Наука, 1979.
2. Безухов Н.И. Приложение методов теории упругости и пластичности к решению инженерных задач / Н. И. Безухов, О. В. Лужин. – М. : Высшая школа, 1974.
3. Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости / Л. А.Галин. – М. : Гостехиздат, 1953.
4. Бурнашев Р.З. Теоретические основы технологии очитки хлопка-сырца : дис. ... докт. техн. наук / Р. З. Бурнашев. – Ташкент, 1983.

**S.N. Vikharev, A.R. Korabelnikov, R.V. Korabelnikov**  
**SHORT STAPLE FIBRE PREPARATION PECULIARITIES TO THINNING**  
**AND LITTER IMPURITY CLEARANCE BY NEW METHOD**

УДК 677.021

**ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЛЬНА**

*Н.М.Федосова, В.А.Болонкин<sup>1</sup>*

Статья посвящена выбору метода прогнозирования технологической ценности льна по анатомическим характеристикам стеблей. Наиболее простыми для первоначальной автоматизации прогнозирования признаны методы оценки параметров пучков волокон, такие как относительная площадь, радиальные размеры и форма.

Повышению эффективности льняной отрасли будет способствовать решение проблемы качества. Это возможно при создании и внедрении в производство новых селекционных сортов льна-долгунца с высоким качеством волокна. По мнению специалистов [1, 2], для этого необходимо использовать в селекционной работе экспресс-методы оценки селекционного материала, позволяющие быстро и точно спрогнозировать качество испытываемых сортов. Наиболее точным для отбора лучших растений по параметрам качества на первых этапах селекции является анатомический метод, но он не находит широкого применения из-за своей трудоемкости. Его сложность заключается в сборе целого ряда количественных и качественных показателей анатомического строения стебля льна. Причем во избежание резкого ухудшения как качества самой оценки, так и последующего прогнозирования свойств разных сортов льна, пренебрегать некоторыми параметрами не представляется возможным. Решение

данной проблемы видится во внедрении автоматизированных систем, которые позволят достаточно быстро осуществлять оценку количественных и качественных показателей анатомического строения льна и прогнозировать его технологическую ценность. Для этого необходимо решить следующие задачи: составить перечень необходимых анатомических показателей, провести анализ существующих методов оценки и выбрать наиболее эффективный из них, а также разработать комплекс автоматизированной оценки и прогнозирования.

Анатомическое строение стеблей льна-долгунца изучено достаточно подробно рядом исследователей [3–8]. На основании выявленных корреляционных связей между анатомическими характеристиками стеблей и технологическим качеством льна, которое оценивается через содержание и некоторые физико-механические свойства волокна, ученые предлагали те или иные критерии диагностики для селекционного отбора, стремясь к уменьшению их количества и упрощению анатомического анализа.

<sup>1</sup> Работа выполнена при участии к.т.н., доцента С.М. Вихарева

Так, согласно рекомендациям М. Магитт, качество льна можно оценить по таким параметрам, как количество элементарных волокон на срезе, количество пучков и их форма, количество элементарных волокон в пучках и химический состав волокна. Как показали исследования, форма пучков в значительной мере влияет на качество волокна. Лучшие сорта льна имеют лубяные пучки правильной удлиненно-овальной или тангентальной формы с ровными краями. У низкокачественного льна пучки, как правило, полиморфной формы с неровными краями. Кроме того, для селекции также важно, чтобы пучки на срезе не сливались между собой. Как показала практика, образцы льна, у которых лубяные пучки объединялись в сплошное кольцо, были высоковолокнистыми, однако низкокачественными. Количество пучков на поперечном срезе зависит как от толщины стебля, так и от селекционного сорта льна, составляя обычно 15–40 пучков. Помимо того, путем исследований было установлено, что у лучших сортов льна количество элементарных волокон на срезе может достигать 1600. Однако следует отметить, что связь между количеством элементарных волокон и содержанием волокна у некоторых сортов льна отсутствует.

По наблюдениям Н.А. Ординой, качество льна зависит от поперечных размеров элементарных волокон, а также от степени их одревеснения. Качественное волокно имеет небольшие выровненные по диаметру элементарные волокна граненой формы с толстыми стенками и небольшим каналом внутри. Высокое количество волокон, связанных одревесневшими срединными пластинками в целом ухудшает физико-механические свойства волокнистых комплексов, выделенных при механической обработке этих стеблей. Стоит также отметить, что длину элементарных волокон замерить довольно сложно, потому этой характеристикой в большинстве случаев пренебрегают.

В результате исследований, проведенных А.Н. Дудиной, установлено, что на качество волокна оказывают влияние такие факторы, как толщина и форма пучков, количество волокон на срезе, площадь лубяных пучков, степень развития коровой части, диаметр элементарных волокон и коэффициент изменчивости их диаметра.

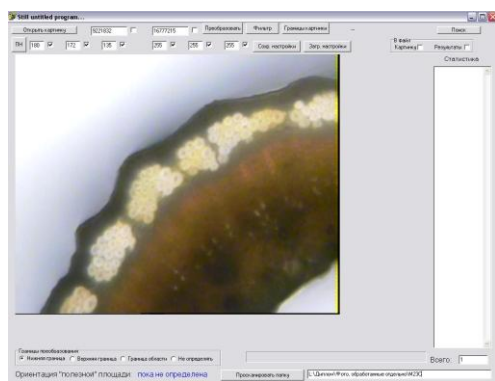
Необходимость измерения диаметров элементарных волокон значительно увеличивает трудоемкость методов, предполагающих определение этого показателя. Что касается лубяных пучков, то, как было отмечено, для селекции важно, чтобы они были правильной формы и с ровными краями. Кроме того, по мнению ряда исследователей, в образцах высоковолокнистого льна лубяные пучки хорошо развиты на всем протяжении стебля и на поперечном срезе зани-

мают большую площадь. Перечисленные методы предполагают определение некоторых показателей (форма пучков, волокон, канала) органолептически, что увеличивает погрешность результатов.

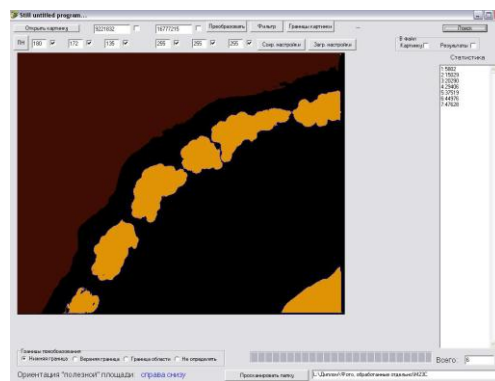
Анализ методов, рекомендуемых для оценки анатомического строения льна, позволил выделить несколько признаков, которые лучше других поддаются автоматизации. Метод, предложенный Н.А. Ординой, представляется наименее предпочтительным. Во-первых, диаметр элементарных волокон сложно измерить даже вручную. Во-вторых, для определения степени одревеснения элементарных волокон потребуется разработка довольно сложного алгоритма распознавания, поскольку оно основано на различном окрашивании одревесневших и неодревесневших участков стеблей при обработке различными реагентами. На наш взгляд, более перспективным является метод оценки, предполагающий определение формы и размеров лубяных пучков главным образом из-за того, что они имеют весьма четкие границы (в отличие от элементарных волокон). Это позволяет с минимальной долей погрешности проводить оценку их количества, формы и общей площади. Те же методы, что основываются на определении параметров элементарных волокон, ввиду большой погрешности и очевидных ограничений вычислительной и фототехники, крайне сложны для реализации.

В результате проведенного анализа выявлено, что несмотря на определенные сложности анатомический метод оценки лубяных стеблей может быть автоматизирован. В настоящее время нами разработан программный комплекс [9,10], позволяющий на цветной фотографии поперечного разреза распознать лубяные пучки, определить их количество, площадь, форму и на основе полученных данных дать анализ представленному образцу. После установки первоначальных настроек (выбор граничных цветовых точек, преобразование цветного изображения в монохромное, фильтрация «шума») процесс обработки занимает в большинстве случаев не более 30 с (см. рис.). Очевидно, что это намного меньше, чем при реализации анатомического метода вручную. Кроме бесспорного выигрыша во времени, применение программных средств также дает возможность стандартизации анатомического анализа. Каждый отдельный исследователь определяет форму пучков с изрядной долей субъективизма. При использовании же программы появляется возможность нормирования и оценки адекватности полученных данных. Формы волокнистых пучков анализируются, и каждой из них присваивается наиболее подходящая фигура: круг, квадрат, прямоугольник или овал. Сложные объекты и формы, которые программа не «умеет» распознавать, по-

мечаются как «сложные фигуры». Так как в реальности безупречные геометрические фигуры встречаются крайне редко, принадлежность того или иного объекта следует определять с некоторой ошибкой. Для каждого конкретного случая можно задать свою допустимую погрешность. Кроме того, программа позволяет получать значение среднего арифметического и коэффициента вариации определяемой характеристики внутри образца (по нескольким фотографиям).



а



б

Рис. 1. Изображение фрагмента поперечного среза льняного стебля:  
а) первоначальное; б) после установки начальных настроек

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Понажев В.П. Современные проблемы повышения технологического качества льна-долгунца / В. П. Понажев // Инновации в производстве товаров нового поколения из льна : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Вологда, 2005. – С. 35–43.
2. Селекционные аспекты улучшения качества льноволокна / Л. Н. Павлова, Т. А. Александрова, А. Н. Марченков, Е. Г. Герасимова // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца : материалы междунар. науч.-технич. конф. – Торжок, 2005. – С. 34–39.
3. Магитт М. Микроскопия лубяных растений / М. Магитт. – М. : Текстильиздат, 1932.
4. Тихвинский С.Ф. Улучшение качества прядильного льна / С. Ф. Тихвинский. – Л. : Колос, 1978.
5. Ордина Н.А. Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе переработки / Н. А. Ордина. – М. : Легкая индустрия, 1978.
6. Метод оценки качества льноволокна в одиночных стеблях и микрообразцах льносоломы. – М., 1969.
7. Миронова Е.Д. К методике оценки качества волокна на ранних этапах селекции по анатомическим признакам стебля льна-долгунца / Е. Д. Миронова // Пути повышения качества урожая сельскохозяйственных культур : сб. науч. трудов. – Вып. 1. – Жодино, 1982. – С.175–179.
8. Дудина А.Н. Корреляционные связи между содержанием волокна, его качеством и показателями анатомического строения стебля льна-долгунца / А. Н. Дудина // Почва, сорт, агротехника. – Киров, 1994. – С.105–109.
9. Вихарев С.М. Автоматизация анатомического анализа льняных стеблей / С. М. Вихарев, Н. М. Федосова, В. А. Болонкин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : материалы 58-й междунар. науч.-практич. конф. : в 3 т. Т.3. – Кострома : КГСХА, 2007. – С.146–148.
10. Вихарев С.М. Разработка методов и средств автоматизированной оценки технологической ценности льна по анатомическим признакам / С. М. Вихарев, Н. М. Федосова, В. А. Болонкин // Высокоэффективные разработки и инновационные проекты в льняном комплексе России : тез. докл. междунар. науч.-практич. конф. – Вологда, 2007. – С.164–167.

**N.M. Fedosova, V.A. Bolonkin**

**METHOD BASIS OF FLAX TECHNOLOGICAL VALUE AUTOMATIC FORECAST**

УДК 677. 04/03

### ФЕРМЕНТАТИВНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЛЬНЯНОЙ ТКАНИ КАК СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ

*А.В.Чешкова, Н.В.Груздева, А.В.Кириенко, Л.Н.Монахова*  
(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Благодаря высокой гигроскопичности, воздухопроницаемости, теплопроводности, а также прочности, малой электризуемости льняные ткани незаменимы для пошива летней одежды. Предполагается, что спрос на продукцию льняной промышленности к 2010 г. будет составлять 550 млн м льносодержащих тканей, в том числе чистольняных 228 млн м тканей. Гладкокрашенные одежды ткани — одна из наиболее перспективных групп ассортимента льняных тканей на 2007–2008 гг., в частности на ООО «Яковлевский льнокомбинат» (г. Приволжск). Недостатками льняных тканей, затрудняющими пошив изделий, являются повышенная жесткость и плохая драпируемость, особенно это касается костюмных и костюмно-плательных тканей с поверхностной плотностью от 200 до 300 г/м<sup>2</sup>.

Известные химические составы для мягчения, используемые в процессах заключительной отделки, не всегда дерматологически безопасны и обеспечивают лишь временный эффект. Мягчитель поверхностно наносится на текстильный материал и при

последующей эксплуатации изделий смывается. Механические и ферментативные технологии биополировки и мягчения обеспечивают логнированный эффект [1–3]. С точки зрения рентабельности и повышения экологической безопасности производства особый интерес представляет совмещение технологий бесхлорной подготовки и отделки. Для целевого изменения упруго-эластических свойств ткани и одновременно активации целлюлозы льна перед крашением проведена оптимизация условий ферментативно-механического воздействия. При этом ставится компромиссная задача. С одной стороны, необходимо освободить льняной материал от примесей, придающих ткани жесткость (лигнин), повысить реакционную способность целлюлозы за счет увеличения количества гидроксильных групп, увеличить сорбционную восприимчивость материала. С другой стороны, необходимо максимально сохранить прочностные свойства волокнообразующего полимера и ткани в целом (табл. 1).

Таблица 1

Влияние длительности ферментативно-механической обработки на технические свойства льняной ткани

№	Длительность ферментативной обработки, мин*	Белизна, %	Капиллярность, мм	Разрывная нагрузка, Н	Мягкость, %
Ткань суровая					
1	0	60,7	50	710	11
2	30	61,5	95	700	22
3	90	62,0	95	690	33
4	180	63,5	95	650	33
Ферментативно-гипохлоритное беление (II стадии)					
1	0	74,6	95	560	18
2	30	75,2	95	450	43
3	90	76,5	100	490	53
4	180	76,7	105	415	65
Ферментативно-пероксидное беление (II стадии)					
1	0	70,2	110	580	16
2	30	70,7	110	525	37
3	90	71,7	115	500	45
4	180	73,7	120	494	58

\*механическая обработка –30 мин.

Эксперимент выполняли на льняной ткани поверхностной плотностью 240 г/м<sup>2</sup>, плотностью нитей по основе 143–156 шт./10 см и по утку 125–123 шт./10 см. Суровые полубелые и отбеленные ткани пропитывались композиционным препаратом Биофлекс 2 г/л, содержащим амилазу, пектиназу, гемицеллюлазу и целлюлазу при 55–60°C в течение

30 с при pH 5,5–6,0 (концентрация щавелевой кислоты 0,8–1 г/л). После этого материал выдерживали без дополнительного подогрева в течение 30–180 мин. По истечении времени материал промывали и подсушивали до 10–12% остаточной влажности. Далее проводили механическое мягчение на машине «Airo-1000s» в течение 30 мин при скорости враще-

ния барабана 700 об/мин. После механо-ферментативной обработки ткань проходила через жгуто-расправитель и подвергалась ширению и сушке на линии «Амдес 220» (до остаточной влажности 8 %).

Для крашения использовали красители фирмы «Synthesia» (Чехия) марки H, V, S. Для полунепрерывного способа крашения (баров и джиггеров) выбраны Остазиновые H (моноклортриазиновые) и V (винилсульфоновые) красители (модуль 1:20), для холодного плюсовочно-роликового способа – красители марки V и S (дихлортриазиновые). Технологический режим крашения Остазинами V заключается в следующем: крашение начинают в растворе красителя при 20–30°C в течение 10 мин, далее в раствор вводится соль в количестве 50 г/л, через 10 мин – сода 5 г/л и гидроксид натрия 30 г/л. В течение 20–30 мин температура крашения повышается до 60°C. При этой температуре крашение продолжается 60 минут. Упрощенный способ крашения Остазинами H для джиггера и барки представляет собой следующую последовательность операций: крашение в растворе красителя в течение 10 мин при 30–40°C. После введения соли в количестве 50 г/л

крашение продолжают 20 мин, а после введения соды 5 г/л и гидроксида натрия 30 г/л температуру крашения повышают до 60°C и продолжают крашение в течение 60 мин. Холодный плюсовочно-роликовый способ крашения состоит из операции плюсования при 20–25°C (состав плюсовочной ванны; г/л: краситель – 10, мочевины – 50, NaOH – 30, NaCl – 30), накатывания в рулон и выдержки при 20–25°C в течение 4 ч для Остазинов S и 8 ч – для Остазинов V. Промывку ткани после крашения проводили по следующей схеме: 1-я ванна – 10–25°C, 2-я ванна – 80–82°C, 3-я ванна с ПАВ 1г/л 80–85°C, 4-я ванна – 75°C, 5-я ванна – 50°C.

Из представленных на рис. 1, 2 зависимостей наглядно видно, что механобиохимическая модификация по-разному влияет на результат крашения. Несомненно, что высокие значения K/S суровых окрашенных тканей являются следствием наложения окраски, придаваемой сопутствующими примесями и непосредственно красителем. Снижение накрашиваемости суровых тканей при увеличении длительности активации является результатом удаления окрашенных примесей из волокна.

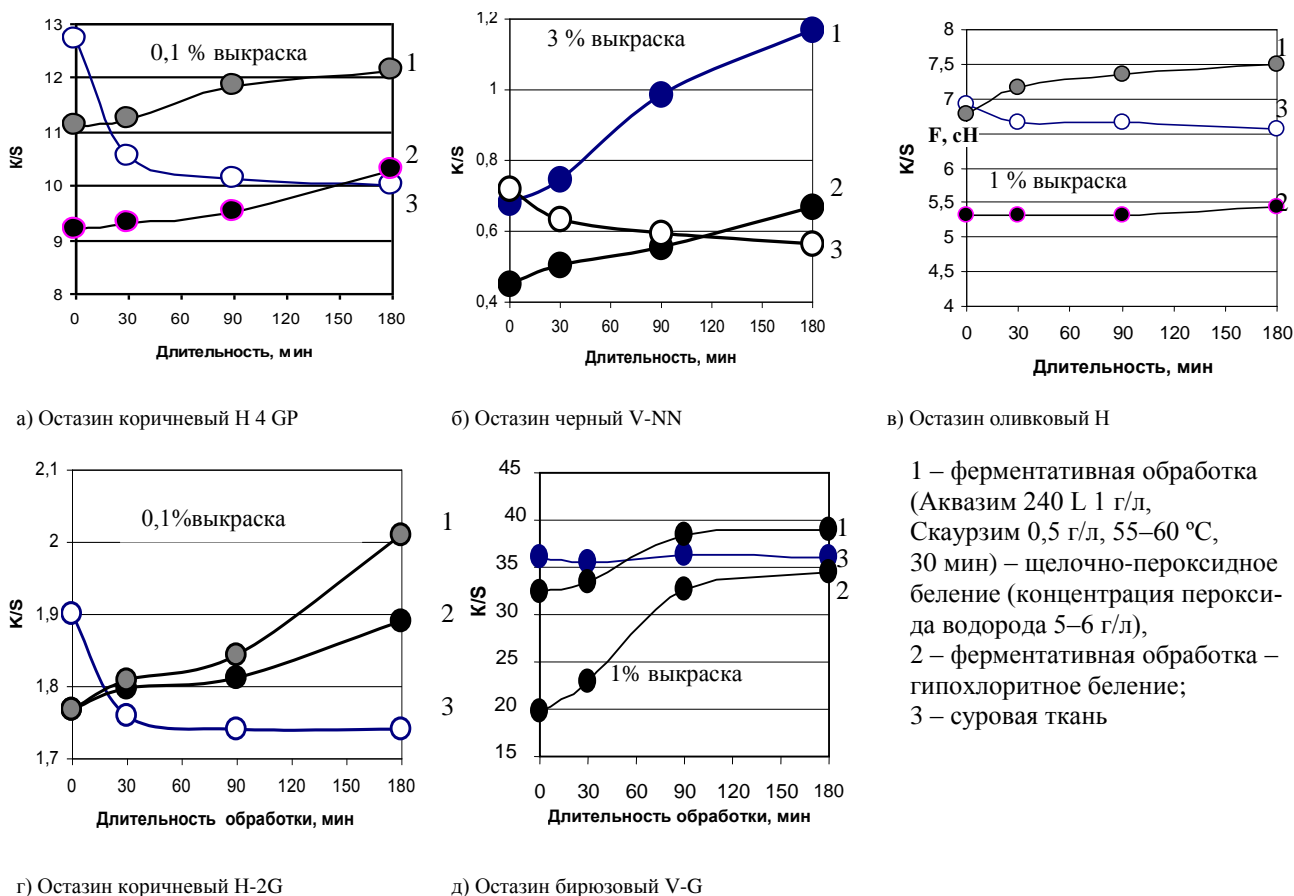
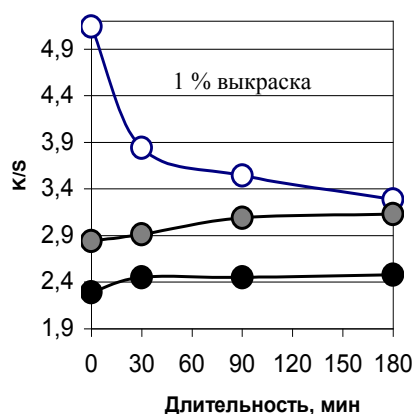
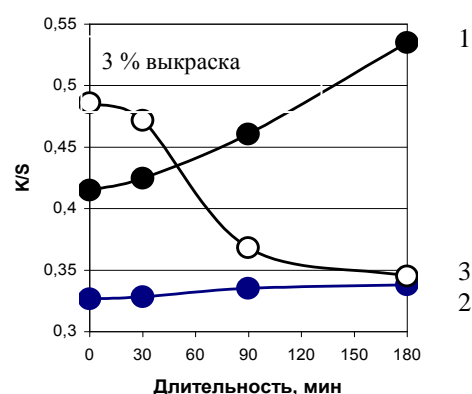


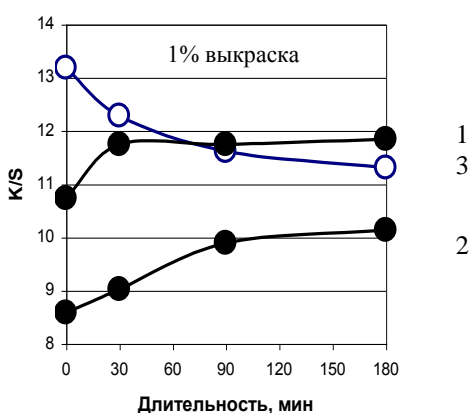
Рис. 1. Влияние ферментативно-механической обработки на накрашиваемость льняной ткани активными красителями «горячим способом»



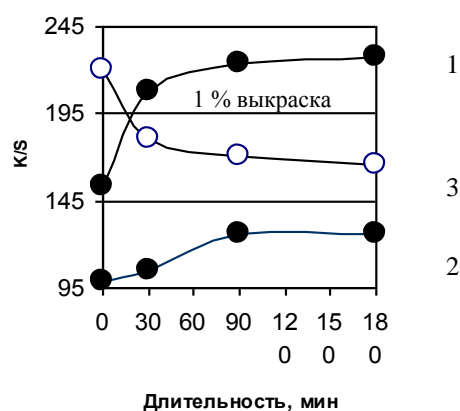
а) Остазин бирюзовый VG



б) Остазин черный V-NN



в) Остазин оранжевый S-2R



г) Остазин красный S-5B

1 – ферментативно-пероксидное беление, 2 – гипохлоритно-пероксидное беление, 3 – сыровая ткань

Рис. 2. Влияние ферментативно-механической обработки на крашиваемость льняной ткани активными красителями «холодным способом»

Высокий прирост по крашиваемости, контролируемой показателем K/S, наблюдается при механобиохимической активации тканей, отбеленных по ферментативно-пероксидной технологии. Ранее показано [3], что в процессе ферментативно-пероксидного (бесхлорного) беления в большей степени повреждается целлюлоза поверхностных слоев комплексных волокон. Предполагается, что в процессе ферментативно-механической активации такого материала перед крашением происходит дополнительная поверхностная «эрозия» волокон льна. Ферментативный гидролиз полисахаридов, входящих в состав примесей льна, и частично самой целлюлозы, обеспечивает активацию материала за счет образования –ОН групп, а также в результате удаления сопутствующих примесей с высвобождением ранее экранированных –ОН групп. Предполагается, что такая предварительная обработка приводит к аморфизации целлюлозы поверхностных слоев. Во-вторых, в результате котонирования ком-

плексных волокон под действием механических сил и ферментов пектолитического комплекса образуется дополнительная сеть микрокапилляров. Этот факт подтверждается ростом капиллярности ткани (рис. 3). Такая химическая и структурная модификация благоприятствует росту сорбционной восприимчивости и реакционной способности целлюлозы льна. Не исключено, что высокая крашиваемость является следствием тополитического распределения и фиксации красителя на поверхности волокна без проникновения в глубокие слои.

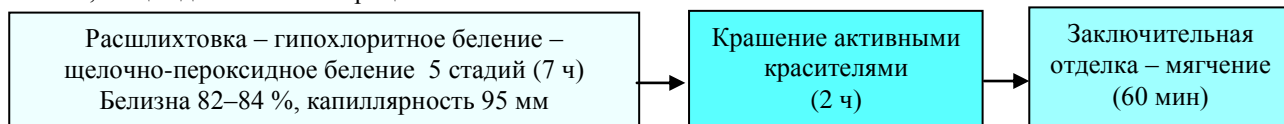
Подобного рода модификация происходит и при механобиохимической обработке тканей, отбеленных по ферментативно-гипохлоритной технологии. Различие в поведении красителей, возможно, обусловлено более высоким содержанием и иным распределением в структуре комплексного льняного волокна модифицированных под действием гипохлорита натрия примесей и поврежденной целлюлозы. Вероятно, на первых стадиях крашения краси-

тель распределяется по всему объему модифицированного волокна.

Таким образом, показано, что ферментативно-механическая обработка является перспективным способом активации льняной ткани перед крашением как на джиггерах, так и холодным плюсовочно-

роликовым способом. Выявлено, что оптимальная длительность обработки находится в пределах 60–90 мин. Предлагаемая последовательность операций позволит существенно сократить длительность процесса отделки.

Традиционная технология отделки льняных тканей костюмного ассортимента под крашение активными красителями, общая длительность процесса 10 часов:



Предлагаемая технология, общая длительность процесса 6–7 ч:

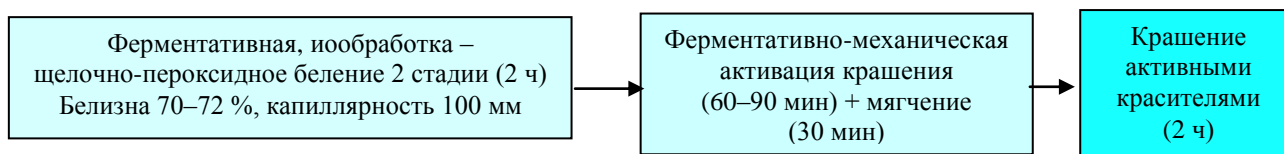


Рис. 3. Схемы технологий отделки льняных тканей

#### Выводы

1. Проведено обоснование методов управления сорбционной активностью и реакционной способностью целлюлозы льняного волокна по отношению к активным красителям, основанных на комплексном механобиохимическом воздействии.
2. Предложены рациональные технологии отделки тканей костюмного ассортимента. Показано, что прирост окрашиваемости тканей после ферментативно-механической активации составляет 5–45 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шибашова С.Ю. Льняные ткани нового поколения: мягкость, комфорт, практичность / С.Ю. Шибашова, А. В. Чешкова, А. П. Кузьмин // Текстильная промышленность. – 2002. – № 3. – С. 29–30.
2. Шибашова С.Ю. Особенности модификации поверхности целлюлозы под действием гидролаз / С. Ю. Шибашова, А. В. Чешкова, А. П. Кузьмин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. – № 4. – С. 50–52.
3. Чешкова А.В. Безгипохлоритное белиение льносодержащих текстильных материалов / А. В. Чешкова, А. П. Кузьмин, С. Ю. Шибашова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002. – № 4–5. – С. 75–78.

#### A.V. Cheshkova, N.V. Gruzdeva, A.V. Kirienko, L.N. Monakhova LINEN FABRIC FERMENT-MECHANICAL PROCESSING AS DYING PROCESS INTENSIFICATION METHOD

УДК 677.11.620

#### ВЛИЯНИЕ СИЛ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ НА СКОЛЬЖЕНИЕ НИТИ ПО ЦИЛИНДРУ

*П.Н.Рудовский, С.Г.Смирнова*

Показано, что при скольжении влажной нити по цилиндру натяжение в сбегающей ветви возникает даже при отсутствии натяжения в набегающей. Величина дополнительного натяжения зависит от коэффициента поверхностного натяжения смачивающей жидкости, радиуса огибаемого цилиндра и угла обхвата.

При формировании некрученой ровницы мокрым способом мычка, выходящая из вытяжного прибора, смачивается водой. Вода располагается

между волокнами, при этом силы поверхностного натяжения прижимают волокна друг к другу, создавая силы трения между волокнами [1]. Таким обра-



зом, создается определенная прочность ровницы при небольшой частоте вращения вьюрка, когда формируемый продукт практически не проскальзывает в его зажиме. При увеличении частоты вращения вьюрка растет крутка и соответствующий ей реактивный момент со стороны продукта. Когда момент сил трения, создаваемый вьюрком, станет меньше реактивного момента, соответствующего крутке, процесс кручения прекращается и начинается проскальзывание продукта в зажиме вьюрка. В таком режиме работы зажим вьюрка скользит по поверхности продукта и обвивает его свободными концами волокон, расположенными на его поверхности. Прочность ровницы, формируемой в таком режиме, больше прочности ровницы, формируемой при малой частоте вращения вьюрка. Объяснить это явление тем, что обвивочные волокна давят на поверхность сформированного продукта, нельзя. По крайней мере, один из концов обвивочных волокон свободен и не имеет натяжения. В этом случае согласно формуле Эйлера натяжения нет по всей длине этого волокна. Это означает, что такое волокно не создает давления на поверхности продукта, а значит и не может обеспечивать его упрочнение.

Приведенные выше рассуждения справедливы для сухих волокон. В случае влажных волокон формула Эйлера неприменима, т.к. она не учитывает дополнительные силы, вызванные поверхностным натяжением водяных пленок, имеющих между волокном и поверхностью, на которой оно расположено.

Получим зависимость изменения натяжения влажной нити при скольжении ее по цилиндру с учетом сил поверхностного натяжения, которую затем можно будет использовать в качестве исходной при описании явления упрочнения ровницы за счет обвивки ее концами волокон.

На рис.1 показано сечение нити 1 на поверхности цилиндра 2. Если между нитью и поверхностью цилиндра располагается смачивающая их жидкость 3, то на ее поверхности образуется вогнутый мениск. Со стороны поверхности жидкости на нить действуют силы поверхностного натяжения  $F$ , проекция которых на ось  $OY$  прижимает нить к поверхности цилиндра.

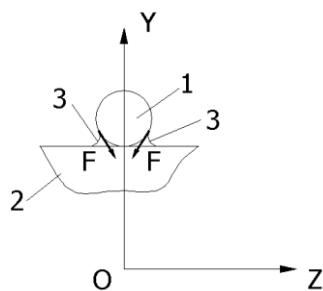


Рис. 1. Действие сил поверхностного натяжения на нить

На рис.2 показана нить, огибающая цилиндр, а на рис. 3 элементарный участок этой нити с действующими на нее силами.

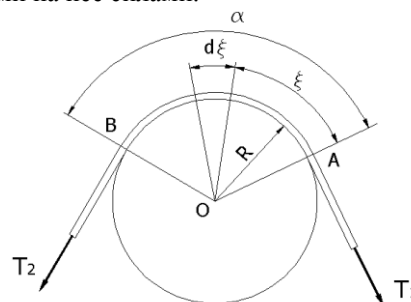


Рис. 2. Огибание цилиндра нитью

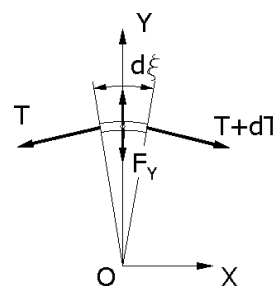


Рис. 3. К анализу сил, действующих на влажную нить

Выражение для проекций на ось  $OY$  сил поверхностного натяжения, действующих на элементарный участок нити, можно записать в виде

$$F_Y = 2\sigma k R d\xi, \tag{1}$$

где  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения,  $k$  – эмпирический коэффициент, зависящий от влажности и коэффициента вязкости жидкости.

Проецируя на ось  $OY$  все силы, действующие на элементарный участок нити получим

$$dT - T f d\xi - 2f \sigma k R d\xi = 0, \tag{2}$$

где  $f$  – коэффициент трения нити о поверхность цилиндра.

Разделив (2) почленно на  $d\xi$ , получим линейное дифференциальное уравнение первого порядка с правой частью

$$\frac{dT}{d\xi} - f T = 2\sigma k f R, \tag{3}$$

Решение уравнения (3) с начальными условиями: при  $\xi=0$   $T=T_1$  дает следующее выражение для  $T_2$  при  $\xi=\alpha$

$$T_2 = T_1 e^{f\alpha} + 2\sigma k R f^2 (e^{f\alpha} - 1). \tag{4}$$

От формулы Эйлера (4) отличается членом  $2\sigma k R f^2 (e^{f\alpha} - 1)$ , который не обращается в ноль

при  $T_l=0$ . Таким образом, при скольжении влажной нити по цилиндру всегда имеется натяжение.

Для некрученной ровницы, которая представляет собой пучок волокон, обвитый концами собственных волокон, наличие такого натяжения приведет к сжатию пучка и созданию дополнительных сил трения, приводящих к увеличению прочности ровницы. Это явление наблюдается на практике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямщиков А. В. Разработка технологии и устройств для формирования мокрой некрученной ровницы из льна : дис. ... канд.техн.наук / А. В. Ямщиков. – Кострома, 2003.

P.N. Rudovsky, S.G. Smirnova

#### SURFACE TENSION FORCE INFLUENCE UPON THREAD SLIDING ALONG CYLINDER

УДК 677.021

#### ПЕРЕХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУНКЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Н.С.Кузнецова

Основное назначение бункерного питателя поточной линии приготовительного цеха прядельного производства заключается в непрерывном обеспечении следующей за ним по технологической цепочке машины равномерным слоем волокнистого материала. Существующий недостаток бункерных питателей – длинноволновая неровнота, которая неизбежно приводит к разной массе рулонов ленты, получаемой на выходе поточных линий, может быть устранен при помощи модернизации существующего оборудования системой автоматического регулирования (САР) бункерного питателя. Автоматический бункер обеспечивает высокую точность формирования заданной величины линейной плотности слоя волокнистого материала. Высокая точность реализуется за счет применения новой системы управления перемещением подвижной стенки бункера в зависимости от толщины выводимого слоя волокнистого материала, определяемой с помощью измерительного валика [1, 4].

Построение переходной характеристики такого автоматического слоеформирующего бункерного питателя позволит предсказать, как будет изменяться линейная плотность формируемого слоя с применением САР, если произойдет изменение такого параметра поступающего материала, как начальная объемная плотность.

Для достижения поставленной цели следует обратиться к решенным ранее вопросам: задача по определению расчетным путем толщины слоя волокна под нажимным валиком с учетом внешних воздействий на выходящий слой волокнистого материала [3]; построение имитационно-статистической модели (ИСМ) бункерного питателя [2].

#### Выводы

1. При скольжении влажной нити по цилиндру натяжение в сбегавшей ветви возникает даже при отсутствии натяжения в набегающей.
2. Величина дополнительного натяжения зависит от коэффициента поверхностного натяжения смачивающей жидкости, радиуса огибаемого цилиндра и угла обхвата.

Алгоритм построения переходной характеристики изображен на рис. 1.



Рис. 1. Укрупненная блок-схема алгоритма расчета переходной характеристики автоматического слоеформирующего бункера

Укрупненный алгоритм модели бункера представляет четыре главных блока, выполняющих характерные для них функции. В первом блоке вводятся исходные данные, например, в нашем случае будем изменять начальную объемную плотность, остальные данные останутся такими же, как и в начальной ИСМ. Во втором блоке производится вычисление параметров, требующихся для расчета третьего блока, в котором производится расчет толщины слоя под нажимным валиком и, следовательно, линейной плотности формируемого слоя. Когда толщина слоя после изменения начальной объемной плотности примет новое значение, в четвертом блоке производится расчет нового значения ширины выпускного сечения бункерного питателя. Соответственно в

третьем блоке производится расчет толщины слоя под нажимным валиком уже с новым значением ширины бункерного питателя внизу, принимая во внимание время запаздывания сигнала и т.д.

По результатам расчетов построена переходная характеристика автоматического слоеформирующего бункера, т.е. зависимость изменения выходного параметра объекта (линейная плотность слоя волокна, выходящего из бункера) от времени при скачкообразном изменении входного параметра (начальная объемная плотность волокна, поступающего в бункер), которая изображена на рис. 2.

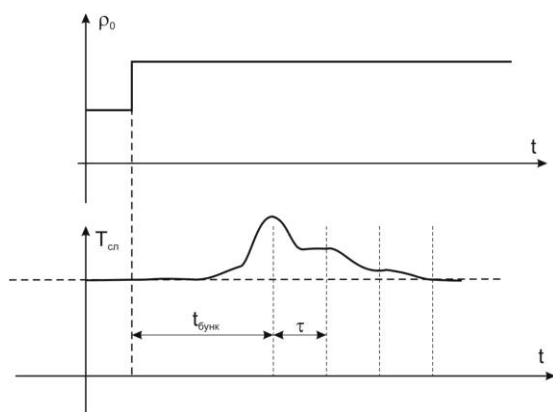


Рис. 2. Переходная характеристика бункерного питателя с применением САР

После скачкообразного увеличения объемной плотности поступающего волокна в бункерный питатель через время  $t_{\text{бунк}}$  происходит увеличение линейной плотности слоя волокна. САР, реагируя на изменение толщины слоя волокна, прикрывает стенку бункера, уменьшая толщину слоя волокна, т.е. и его линейную плотность через время запаздывания  $\tau$ . Первое уменьшение линейной плотности оказывается недостаточным, поэтому САР снова посылает сигнал на прикрытие стенки бункера, уменьшая тем самым толщину слоя. Линейная плотность достигает номинального значения. Очевидно, что произойдет аналогичный процесс при уменьшении объемной плотности поступающего материала. Можно сделать вывод, что применение САР благоприятно сказывается на процессе формирования слоя волокнистого материала, выполняя стабилизацию его линейной плотности при резком изменении параметров волокна, поступающего в шахту бункера.

#### Вывод

Совершенствование поточных линий (например, ПЛ-150-П1) путем оснащения имеющегося бункерного питателя системой автоматического регулирования линейной плотности обеспечит снижение неровноты по массе рулонов ленты, получаемой с поточной линии за счет выравнивания слоя волокна, выходящего из бункерного питателя.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ 2253708 С1. Автоматический слоеформирующий бункер / В. И. Жуков, Н. С. Кузнецова; заявл. 19.07.2004; опубл. 10.06.05. Официальный бюллетень. Изобретения и полезные модели. – №16.
2. Жуков В. И. Развитие теории и технологии бункерного питания волокном текстильных машин льняной промышленности : дис. ... докт. техн. наук. – Кострома : КГТУ, 2001.
3. Кузнецова Н. С. Алгоритм расчета толщины слоя волокнистого материала под нажимным валиком бункерного питателя / Н. С. Кузнецова, В. И. Жуков // Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности : тез. докл. науч.-техн. конф. «Дни науки-2006». – СПб, 2006.
4. Кузнецова Н. С. Система регулирования автоматического бункерного питателя / Н. С. Кузнецова // Вестник КГТУ. – № 13. – Кострома, 2006. – С. 75–77.

N.S. Kuznetzova

#### BIN FEEDER CONVERSION CHARACTERISTIC WITH AUTOMATIC REGULATION SYSTEM ADAPTATION

УДК 677.074.017

#### КРИТЕРИИ РАЦИОНАЛЬНОСТИ СТРУКТУРЫ ТКАНИ

Г.Г.Сокова, С.И.Каргина

В статье изложены результаты экспериментальных исследований, направленных на изучение структуры ткани, оценки ее рациональности при проектировании новых тканых структур.

При предварительном выборе параметров структуры вновь проектируемой ткани необходимо иметь критерии, позволяющие рационально разумно

и обоснованно осуществлять данный выбор. Ранее выведен формальный коэффициент равновесности  $KR$ , определяемый как:  $KR=K_p+K_d$  (где  $K_p$  – коэф-

коэффициент отношения плотностей ткани по основе и утку  $P_o/P_y$ ;  $K_d$  – коэффициент отношения диаметров нитей основы и утка  $d_o/d_y$ ). Коэффициент равновесности описывает только внешние формальные признаки ткани. Вместе с тем предположили, что если коэффициент  $KR \approx 2$ , то ткань имеет рациональную уравновешенную по порядку фазы строения структуру. Однако, как показали исследования, выведенный формальный коэффициент  $KR$  как критерий рациональности структуры по порядку фазы строения применим только для тканей, выработанных из пряж со сходной жесткостью на изгиб. Для тканей, произведенных из пряж с отличающимися упругими свойствами, данный коэффициент не вполне пригоден [1].

Известно, что изгибная жесткость пряжи варьируется в зависимости от вида и линейной плотности пряжи. В частности, авторами работы [2] установлено, что изгибная жесткость для белой льняной пряжи 33 текс при нагрузках 50 сН/нить составляет 4,48 сН·мм<sup>2</sup>, в то же время данный параметр для суровой хлопчатобумажной пряжи 29 текс в 4 раза ниже и соответствует 1,70 сН·мм<sup>2</sup>.

Введем в качестве дополнительного условия к известному критерию рациональности  $KR$  коэф-

фициент отношения изгибной жесткости основной  $H_o$  и уточной  $H_y$  пряжи  $K_n = H_o/H_y$ . Данный коэффициент в зависимости от вида и линейной плотности основной и уточной пряжи в ткани может иметь значения  $K_n < 1$ ,  $K_n > 1$  или  $K_n = 1$ .

Рассмотрим структуру ткани с формальными условиями, при которых  $K_d = 1$ ,  $K_p = 1$ . В случае если значение  $K_n = 1$ , нити имеют одинаковую жесткость, следовательно, в ткани могут иметь сходную извитость и порядок фазы строения ткани  $\Phi$ , примерно равным пяти (рис. 1а). При  $K_n > 1$  жесткость основных нитей выше, чем у уточных, и основные нити в ткани стремятся занять прямолинейное положение, уток более извит  $\Phi < 5$  (рис. 1б). Значение  $K_n < 1$  указывает на большую в сравнении с основой жесткость на изгиб у уточной пряжи, в этом случае порядок фазы строения ткани больше 5 (рис. 1в).

Правомочность выдвинутых теоретических положений подтверждена при экспериментальном исследовании суровых тканей бытового назначения, выработанных из льняных и хлопчатобумажных пряж (выборка 16 тканей, по 5 повторностей) (таблица 1).

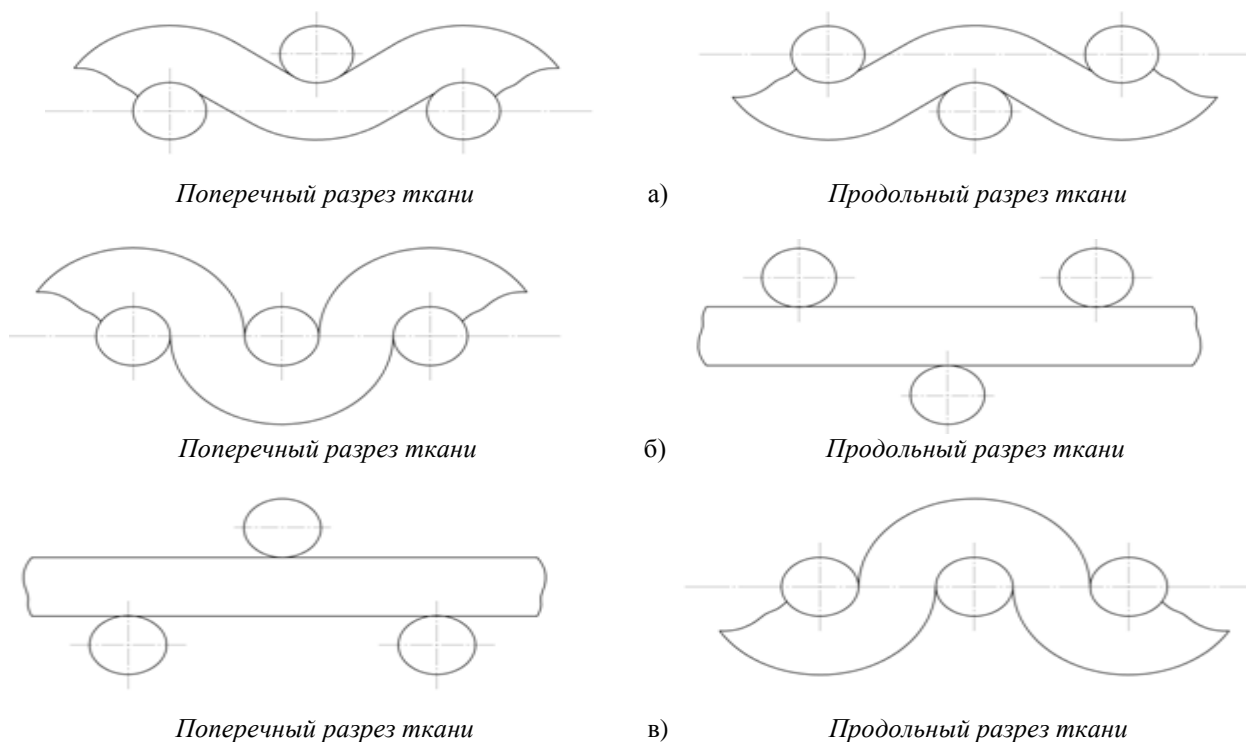


Рис. 1. Схема расположения нитей в ткани при различном порядке фазы строения:

- а) при пятой фазе строения;
- б) первой фазе строения;
- в) девятой фазе строения

Таблица 1

## Результаты эксперимента

Вид ткани	Значения коэфф.		Порядок фазы строения	Вид ткани	Значения коэфф.		Порядок фазы строения
	$K_n$	$K_R$	$\Phi$		$K_n$	$K_R$	$\Phi$
Хлопчатобум.	1,000	2,050	4,91	Полульняная	0,266	1,638	7,30
Хлопчатобум.	1,000	1,890	5,03	Полульняная	0,191	2,053	7,74
Чистольняная	1,000	2,101	4,95	Полульняная	1,102	2,100	4,85
Чистольняная	0,955	1,790	5,23	Полульняная	1,102	2,000	4,90
Хлопчатобум.	0,950	2,353	5,51	Полульняная	1,102	1,790	4,93
Чистольняная	0,800	2,102	6,27	Чистольняная	1,302	2,623	4,12
Чистольняная	0,698	1,897	6,32	Полульняная	1,302	2,450	4,30
Полульняная	0,357	2,051	6,00	Полульняная	1,734	3,101	3,66

В результате компьютерной статистической обработки опытных данных установлено наличие линейной корреляционной связи между изгибной жесткостью пряжи, описываемой коэффициентом  $K_n$  и порядком фазы строения ткани  $\Phi$ . Отмечено, что прямая корреляционная зависимость (парный коэффициент корреляции –  $R_{ij}=0,78$ ) между  $K_n$  и  $\Phi$  существует в структуре ткани, в которой опорная поверхность формируется нитями утка, т.е. при  $\Phi < 5$ . Обратная связь ( $R_{ij}=0,65$ ) характерна для тканей, порядок фазы строения которых больше или  $\approx 5$ . Меньший уровень тесноты корреляционной связи ( $R_{ij}=0,34$ ) отмечен между коэффициентом равновесности и порядком фазы строения.

Опираясь на теоретические выводы и результаты эксперимента разработаны рекомендации по комплексной оценке спроектированной ткани, представленные в таблице 2.

Оценивать рациональность спроектированной структуры ткани предлагается по совокупности двух коэффициентов:  $K_n$  – характеризует фактические упругие свойства двух систем нитей и  $K_R$  – описывает формальную структуру ткани.

Разработанные рекомендации не противоречат, а дополняют сведения, приведенные в работе [3], где показаны данные об изменении порядка фа-

зы строения при варьировании соотношений плотности ткани, изгибной жесткости нитей и высот волн изгиба нитей.

Таблица 2

## Общие рекомендации

при проектировании тканей льняного ассортимента

Критерии рациональности структуры		Прогнозируемое среднее значение порядка фазы строения
$K_n=1$	$K_R=2$	$\Phi=5$
$K_n > 1$	$K_R=2$	$\Phi < 5$
	$K_R < 2$ или $K_R > 2$	$\Phi \ll 5$
$K_n < 1$	$K_R=2$	$\Phi > 5$
	$K_R < 2$ или $K_R > 2$	$\Phi \gg 5$

**Вывод:**

Разработаны критерии рациональности структуры ткани, даны общие рекомендации по оценке спроектированной тканой структуры, предназначенные для использования на начальном этапе проектирования ткани (на этапе выбора пряж и плотностей ткани) с заданными параметрами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование макроструктуры льносодержащих тканей в процессах мокрой отделки, с целью развития теории и практики проектирования ткани // Грант Министерства образования РФ «Прикладные исследования и разработки по прикладным направлениям науки и техники»: отчет по теме N T02-10.2-1787 / СПбТид; исп. Г.Г. Сокова [и др.]. – Кострома, 2005.
2. Лустгартен Н.В. Оценка деформационных характеристик текстильных материалов по кривым разрыва / Н. В. Лустгартен, В. Р. Крутикова // Вестник КГТУ. – Кострома : КГТУ, 2004. – № 9.
3. Степанов Г.В. Теория строения ткани / Г. В. Степанов, В. Г. Степанов. – Иваново, 2003.

G.G. Sokova, S.I. Kargina  
FABRIC STRUCTURE RATIONALISM CRITERIA

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 675.001.33

## К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ

*А.П. Красавчикова, Е.А. Ветошкина*

В статье приведена схема классификации натуральной кожи, составленная на основе обзора литературы и современного рынка кожевенного сырья. Рассмотрены современные нетрадиционные отделки натуральной кожи. Представлен ассортимент и способы обработки рыбьих кож как одного из самых перспективных материалов в настоящее время.

Натуральная кожа представляет собой шкуры животных, рептилий, рыб, изменившие свои свойства под влиянием разнообразных механических, физических, биологических, химических воздействий. Качество кожи зависит от множества факторов: вид, возраст и пол животного, и самый немаловажный – выделка шкуры. Кожи, используемые для производства одежды и обуви, вырабатывают чаще всего из шкур крупного рогатого скота, лошадей, коз, свиней, овец, оленей. Используются и экзотические кожи, среди которых самые популярные – питон и крокодил. Кожа рептилий довольно дорога, поэтому используется в эксклюзивных моделях и галантерейных изделиях. Производят кожевенное сырье и из шкур рыб (лосось, окунь, сазан, щука, сом, акула, зубатка и т.д.) и морских животных (морж, тюлень, кит). Для производства одежды и головных уборов используются в основном кожи, выработанные методом хромового и комбинированного дубления из шкур овец, свиней и других животных, а также замша, выработанная методом жирового дубления из шкур лосей, овец, оленей. Одежно-галантерейные кожи более мягкие, пластичные и тягучие.

Существует множество классификаций кож, которые различаются по виду и возрасту животного, от которого они получены, по способам обработки и окраски, по назначению, по массе [1–7]. Кроме того, кожу для одежды и головных уборов классифицируют по толщине, площади и по конфигурации [8]. Однако существующие классификации применительны только к традиционному ассортименту кож и не учитывают многообразие современных кожевенных материалов. Для новых материалов, материалов с современными технологиями обработки и отделки необходимо разрабатывать новые классификации. Проведенный анализ позволил систематизировать и представить классификацию натуральной кожи в виде схемы (рис. 1).

Современный ассортимент натуральных кож весьма разнообразен. Обзор сырьевого рынка коже-

венного сырья показал значительное преобладание натуральных кож импортного производства (Италия, Турция, Испания, Португалия, Южная Корея и др.), в меньшей степени ассортимент представлен отечественными производителями. В настоящее время значительно расширился ассортимент натуральных кож для изготовления одежды, появились кожи с разнообразными видами отделок, новые виды кож, а также кожи минимальной толщины (0,4–0,6 мм). Современные производители кож («Trestelle», «Caravel» (Италия), «Indutan» (Португалия)) предлагают кожу высокого качества широкой цветовой гаммы с актуальными эффектами: мятости, старения, непрокраса. Производят в основном анилиновые и полуанилиновые кожи. Сегодня одно из модных направлений в производстве кож – кожа-стрейч с эффектом изменения цвета в местах натяжения («Andre Hiriar» (Франция)). Для этого с бахтармянной стороны проклеивают контрастного цвета трикотаж, который и создает эффект изменения цвета при натяжении кожи. Также актуальны кожи, выделанные с натуральными красителями без хрома, так называемая биокожа. Такая кожа не имеет характерного запаха, очень приятна на ощупь и приближена к натуральным тканям, поэтому производители предлагают по уходу за изделием стирку.

Одним из современных видов нетрадиционного кожевенного сырья являются шкуры рыб. Интерес к выделке рыбьих кож возник довольно давно.

В России в начале 1930-х годов заинтересовались выделкой кож из шкур промысловых рыб. Был накоплен некий опыт в этой области. Однако сегодня намечается тенденция расширения сырьевой базы рыбьих шкур для кожевенной промышленности.

Разнообразные художественные изделия из кожи могут быть подразделены по назначению, материалу, применяемому для их изготовления, способам производства и художественной обработке, по орнаментальным мотивам, форме и народным промыслам (табл. 1).

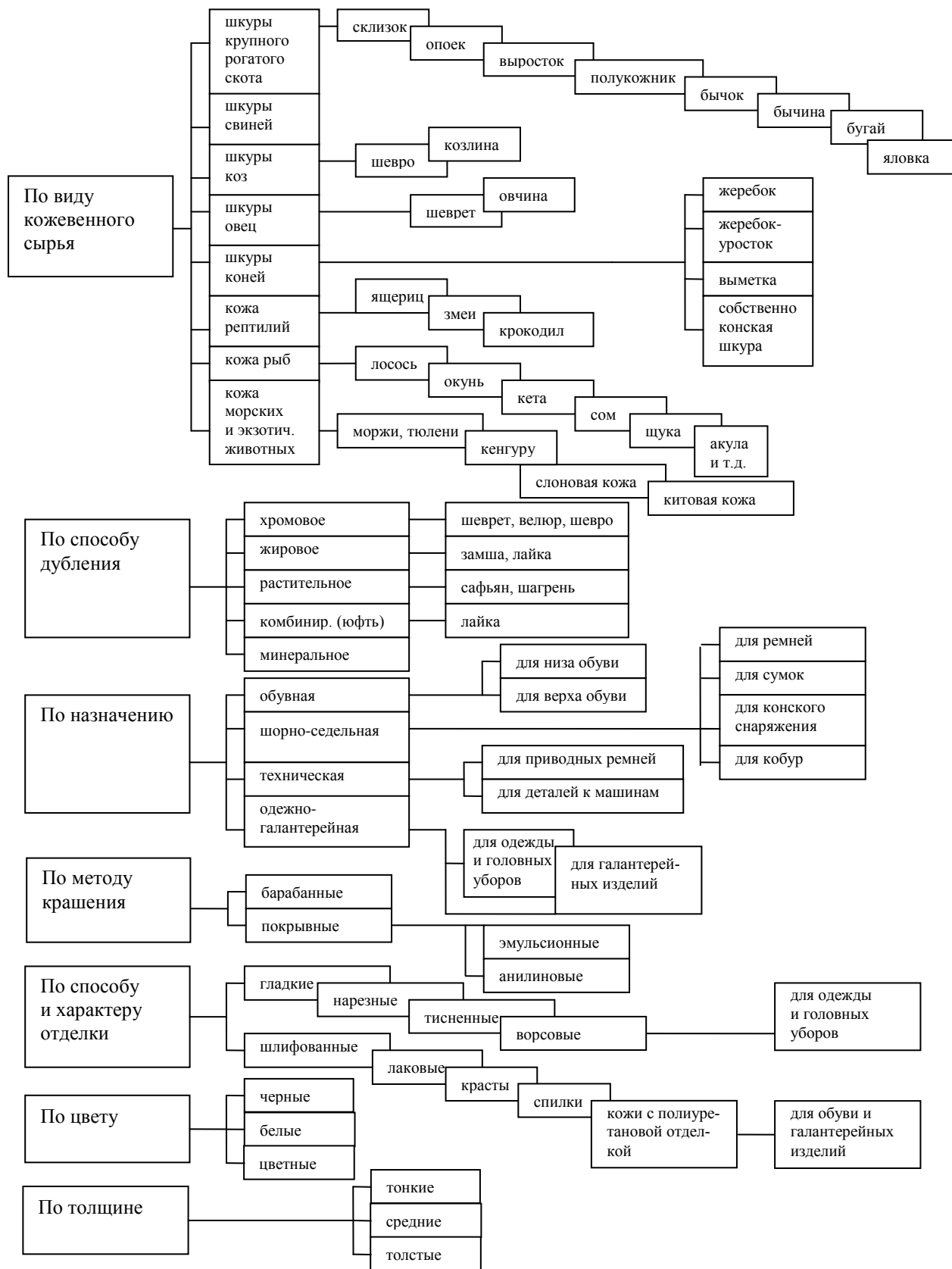


Рис. 1. Схема классификации натуральной кожи

Таблица 1

## Ассортимент и способы использования кожи рыб и млекопитающих животных

Классификация по видам	Рыбья кожа	Кожа морских млекопитающих животных
По материалам	Лосось, окунь, сом, горбуша, кета, сазан, толстолобик, щука, амур, судак, линь, лещ, карп, осетр, форель, акула, скат и т.д.	Кит, нерпа, морж, морской котик
По назначению	Пища, обувь, одежда, головные уборы, аксессуары, сувениры, нити, веревки, ремни, плащ-палатки, утяжелители в консервантах, кормовая мука, клей	Одежда, головные уборы, обувь, аксессуары, мебель, галантерея, водолазные костюмы
По способам соединения и обработки	Ниточный способ (нити из кожи рыб, сухожилия животных, современные швейные нитки), плетение, клеевой способ, аппликация, вышивка (подшейным оленьим волосом, шелком)	Ниточный, клеевой
Преимущества	Высокая прочность, теплозащитность, эластичность; легкость; непромокаемость, экзотический лицевой слой, фактура; доступность; дешевизна	Высокая прочность, теплозащитность, эластичность; непромокаемость; фактура

Шкуры различных рыб в настоящее время в большей степени используются для изготовления аксессуаров и лишь в коллекциях известных модельеров для пошива одежды (как демисезонной, так и зимней на меховой подкладке). Шкуры акул, скатов, китов, тюленей используют при производстве мебели, водолазных костюмов и некоторых видов сверхпрочной обуви. В производстве, где рыбью шкуру снимают (филе, фарш), ее затем используют в дополнительной кормовой и технической продукции (кормовая мука, клей). При комплексной переработке рыбного сырья шкуры рыб выгоднее все-таки направлять на изготовление технической продукции, причем именно кожу, поскольку она наиболее ценна и рентабельна. Нити из рыбьей кожи заготавливали из разных пород: кеты, горбуши, сазана, ленка, сома, амура, толстолобика и др. По прочности такие нитки можно сравнить с нитями из сухожилий.

Кожа рыбы и млекопитающих животных как материал интересна в работе, в технологическом плане она имеет преимущества. Прежде всего ей свойственна высокая теплозащитность, кроме того, она легкая. Шкуры рыб после переработки близки по химическому составу и физико-механическим свойствам к традиционным козам. Но в связи с небольшой площадью и экзотическим лицевым слоем, вероятно, разумнее использовать рыбьи кожи как отделочные материалы для супермодных и элитарных изделий.

Рыбья кожа, или, как ее иногда называют, *cuir de mer* (морская кожа), прокладывает себе путь в мир высокой моды. Европейский союз вкладывает средства в проект по совершенствованию заготовки

кожи лосося. В течение длительного времени рыбья кожа продавалась только в сувенирных магазинах.

В Европе в последние годы выросло потребление рыбы и соответственно количество отходов. Только Франция ежегодно потребляет около 20 тыс. т копченого лосося, выбрасывая около тысячи тонн кожи. Российские модельеры уверяют, что прелесть использования кожи рыб заключается в том, что, во-первых, это абсолютно новый материал в моде. А появление нового натурального материала в XXI веке относится к категории сенсаций. Кожа, подготовленная самой природой, сейчас редкость. Во-вторых, здесь большое разнообразие фактур. Каждая рыба имеет свой характер чешуи. В результате изделия из такого материала изначально становятся экзотикой.

Таким образом, современный мир с его мощными информационными потоками сильно изменил отношение к одежде из натуральной кожи и сырью для нее. мода меняется очень быстро, стили перемешиваются, сплетаются, заимствуют друг у друга детали. Но, тем не менее, традиционные изделия из натуральной кожи продолжают пользоваться популярностью: всегда остается желание обладать не стандартной, а уникальной и рукотворной вещью, для которой используется нетрадиционное кожевенное сырье.

#### Выводы

1. На основе обзора литературы систематизирована и разработана классификация натуральной кожи.
2. Выделены современные тенденции обработки натуральных кож из шкур животных.
3. Рассмотрены ассортимент и способы использования рыбьих кож как одного из современных материалов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузов Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) : учебник для вузов / Б. А. Бузов. – М. : Академия, 2004. – 448 с.
2. Зурабян К.М. Материаловедение изделий из кожи : учебник для вузов / К. М. Зурабян, Б. Я. Краснов, М. М. Бернштейн. – М. : РосЗИТЛП, 2003. – 384 с.



3. Жихарев А.П. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Жихарев [и др.]; под ред. А. П. Жихарева. – М.: Академия, 2004. – 464 с.
4. Артемов А.Е. Современные методы обработки изделий из кожи, замши, мехового велюра в среде от растворителей / А. Е. Артемов. – М. : Промиздат, 2001. – 214 с.
5. Койтова Ж.Ю. Ассортимент, оценка качества натурального меха и кожи для швейных изделий : учебное пособие / Ж. Ю. Койтова. – Кострома : КГТУ, 2006. – 63 с.
6. Стельмашенко В.И. Материаловедение швейного производства : учебник для вузов / В. И. Стельмашенко, Т. В. Розаренова. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 224 с.
7. Короткая Л.И. Структура, ассортимент, пороки и принципы сортировки натуральной кожи : лабораторный практикум / Л. И. Короткая, Э. В. Гронская. – Л. : ЛИТЛП, 1991. – 87 с.
8. ГОСТ 1875-83. Кожа для одежды и головных уборов. Технические условия. – Взамен ГОСТ 1875-71; Введ. 01.01.85 до 01.01.90. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 11 с.

**А.Р. Krassavchikova, Е.А. Vetoshkina**  
**TO PROBLEM ABOUT LEATHER CLASSIFICATION**

УДК 677. 11.074.017:687.1.03

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ  
ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ (ИЛР) МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ<sup>1</sup>**

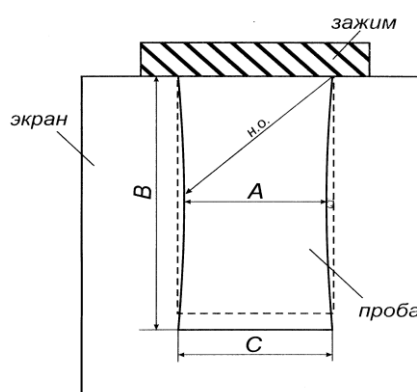
*Л.В.Морилова*

Изготовление одежды из тканей подвижных структур связано с проблемой нестабильности размеров и формы деталей одежды. Это обусловлено способностью нитей ткани к сдвигу, особенно проявляющемуся в деталях косого края [1]. Для получения качественного края деталей одежды с заданными размерами и формой необходимо прогнозировать изменения линейных размеров материалов.

Предлагается методика прогнозирования ИЛР материалов и деталей одежды, выкроенных под углом к нити основы. Обоснование выбора параметров испытаний осуществлялось с учетом влияния формы и размеров проб, масштабного эффекта, продолжительности испытаний. Для приближения условий испытания к реальным выбрана прямоугольная форма пробы, наиболее соответствующая форме деталей швейных изделий. Для испытаний была использована льняная ткань подвижной структуры.

Для испытания прямоугольные пробы выкроены в направлении  $45^\circ$  к нити основы, характерного для деталей косого края. Размеры проб  $200 \times 400$  мм,  $300 \times 300$  мм,  $300 \times 450$  мм и  $300 \times 600$  мм. Размеры проб соответствуют реальным размерам таких деталей швейных изделий, как деталь юбки, деталь брюк, рукав и т.д.

Верхний срез пробы закреплен в зажиме (рис.1). Для точности измерения проба располагается на экране из плотного картона. Изменение линейных размеров проб происходит под действием собственной массы, что соответствует характеру деформаций на неопорной поверхности деталей швейных изделий.



Измеряемые показатели:  
**A** - ширина пробы по средней линии  
**B** - длина пробы  
**C** - ширина пробы по линии среза

Рис. 1

Исследования показали, что на изменение линейных размеров влияют размеры проб (рис. 2). Удлинение пробы с размерами  $300 \times 600$  мм составляет 17,33%. Проба с размерами  $200 \times 400$  мм получила удлинение на 5,78%.

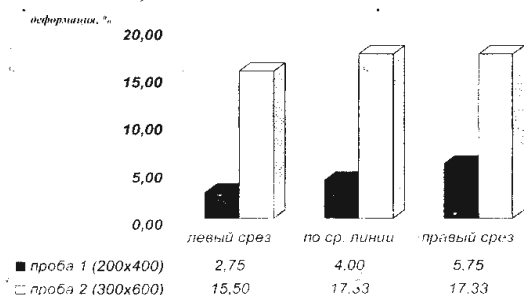


Рис. 2

<sup>1</sup> Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Н.А.Смирновой

Сравнение результатов ИЛР прямоугольных проб с шириной 300 мм и длиной, находящейся в пропорциональном соотношении к ширине 1:1, 1:1,5, 1:2, показало наличие масштабного эффекта. Изменение формы и размеров проб, выкроенных под углом 45°, под действием собственной массы показано на рисунке 3. Характер деформации находится в прямой зависимости от соотношения длины и ширины пробы. Минимальные изменения по длине и ширине выявлены у пробы с размерами 300×300 мм: 7,67%; -7,67%. Максимальная величина ИЛР у пробы 300×600 мм: 17,33%; -26,67% соответственно, визуально отмечено изменение конфигурации пробы.

Для выявления влияния времени воздействия на изменение длины пробы определение ИЛР пробы прямоугольной формы с размерами 200×400 мм проводилось через различные интервалы времени 0,08; 1; 5; 15; 30; 60 мин и 1 сутки. Влияние времени воздействия на изменение длины пробы представлено на рисунке 4. Зафиксировано наибольшее удлинение в период через 15 мин после закрепления пробы, оно составляет 93% от полной деформации.

С целью сопоставления результатов исследования проб и изменений размеров реальных деталей изделий были изготовлены образцы юбок (размер 170-96-104) различных моделей: прямая из двух деталей, из 6 и 8 клиньев. В процессе примерки определены изменения линейных размеров неопорной части деталей юбок. Удлинение неопорной части деталей юбки прямого покроя длиной 50 см составило 1,2%, удлинение деталей юбок из 6 и 8 клиньев длиной 60 см – 3,5% и 8,1% соответственно. Изменение ширины неопорной поверхности особенно выражено у клиньевых юбок. ИЛР ширины детали юбки из 6 клиньев – 8,8%, детали юбки из 8 клиньев – 15,3%. Подобный эффект усиливает эстетичность данных моделей юбок. Изменение ширины деталей прямой юбки незначительно.

Сравнение результатов исследования ИЛР проб и деталей швейных изделий показало, что наиболее близкие результаты получены у пробы, размеры которой 200×400 мм. Разработанная методика позволяет определять изменения линейных размеров материалов при косом крае и вносить коррективы в лекала деталей, а также на основе изменения конфигурации пробы проектировать силуэтную форму изделия.

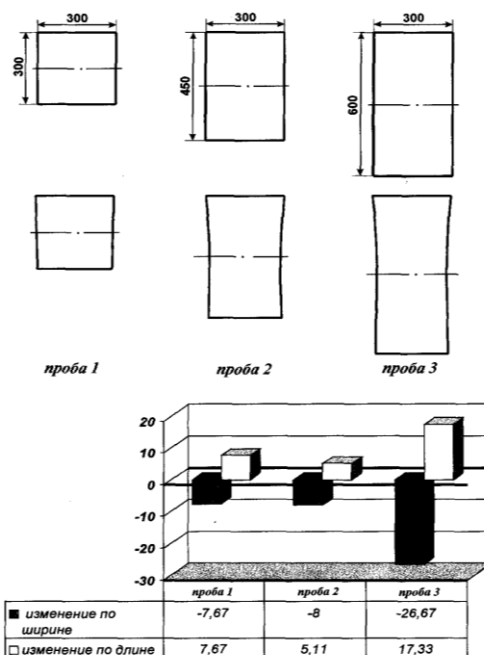


Рис. 3

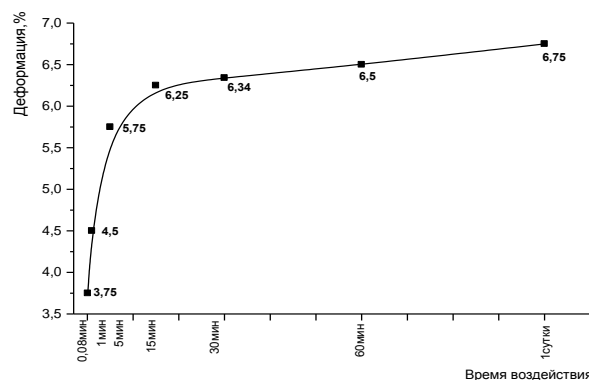


Рис. 4

### Выводы

1. Разработана методика прогнозирования изменений линейных размеров материалов и деталей одежды, позволяющая корректировать лекала деталей швейных изделий на стадии проектирования, с целью повышения качества готового изделия.
2. Результаты методики сопоставлены с результатами, полученными при изготовлении опытных швейных изделий, отмечено их соответствие.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ №2281499. Способ определения формовочных свойств / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В., Лапшин Ю.В., Шелушкова И.А. – Опубл.2006. бюл.№ 22.

L.V. Morilova

MATERIAL LINEAR DIMENSION CHANGE FORECAST METHOD DEVELOPMENT FOR CLOTHES

## ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

УДК 677.054

### ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ БАТАННОГО МЕХАНИЗМА СТАНКА СТБ

*В.А.Гусев, В.А.Данилов, А.Н.Нестеров, Д.М.Цветков*

В статье приводятся данные по шероховатости Ra на деталях батанной коробки, а также метод определения положения средней линии профиля и определения среднего арифметического отклонения профиля. Приведены профилограммы поверхностей изношенных деталей батанной коробки.

Одним из наиболее нагруженных узлов станка СТБ является кулачковый привод батанного механизма (рис. 1). В месте касания кулачков с роликами, роликов с осями, подбатанного вала с бронзовыми втулками создаются большие контактные напряжения, которые в отдельных случаях превосходят допустимые. В результате происходит ускоренный процесс изнашивания деталей трения, увеличиваются зазоры между ними, возникают удары [1].

Известно, что износ трущихся тел зависит от шероховатости контактирующих поверхностей. Установившемуся процессу изнашивания отвечает так называемая равновесная шероховатость, которая зависит от нагрузочно-скоростных факторов, свойств материалов и условий смазывания, температуры на поверхности трения, наличия загрязнений в смазке и т.д. Эта шероховатость является оптимальной для данных условий трения и обеспечивает минимальное изнашивание. Установлено, что величина шероховатости трущихся поверхностей пар "кулачок-ролик" оказывает существенное влияние на контактную жесткость и состояние смазочной пленки в зоне фрикционного контакта рабочих поверхностей [1].

Учитывая, что продольная и поперечная шероховатости различны, в большинстве случаев для оценки качества поверхности следует учитывать направление неровностей обработки [1]. Влияние направления следов обработки (направление неровностей) на износостойкость различно в разных условиях трения и при разных размерах неровностей. При жидкостном трении и малой высоте неровностей направление неровностей значения не имеет, однако при увеличении шероховатости более выгодным оказывается расположение неровностей, параллельное направлению движения. При граничном трении поверхностей с малыми неровностями и с параллельным направлению движения их расположением возникает схватывание, и износ оказывается больше, чем при перпендикулярном расположении. Для поверхностей с большей шероховато-

стью, когда схватывания не происходит, параллельное движению направление риска дает наименьший износ.

Обычно, чем выше скорость вращения кулачка, тем меньше требуемая величина шероховатости поверхности. В зависимости от шероховатости поверхности реализуется один из возможных видов контакта и механизмов контактного разрушения.

В статье приводятся результаты исследований по определению шероховатости Ra в продольном и поперечном направлении на деталях батанного механизма станка СТБ как новых, так и после эксплуатации (рис. 2).

Знание шероховатости на деталях батанного механизма необходимо:

*во-первых*, для решения контактной задачи, в частности, определения фактической площади контакта и фактического давления в зоне контакта поверхностей, а также контурного давления;

*во-вторых*, для определения коэффициента внешнего трения, с помощью которого можно определить износ трущихся поверхностей деталей батанного механизма [2];

*в-третьих*, для обеспечения оптимальной шероховатости поверхности кулачка и контркулачка и высокой адгезии частиц металла при восстановлении их профилей методом металлизации [3].

Определение шероховатости производилось на профилографе-профилометре модели 201 Д. Профилограммы записывали электротермическим способом на профилографной графитизированной ленте шириной 80 мм в прямоугольных координатах [4].

Определение шероховатости производилось с использованием профилограмм, т.к. погрешность показаний при измерении Ra непосредственно с самого прибора составляет  $\pm 10\%$ , в то время как погрешность вертикального увеличения составляет всего  $\pm 4\%$  [2]. К тому же данный прибор предназначен для определения шероховатости на прямолинейных участках. Для определения шероховатости на поверхностях, идущих поперек образующей, ме-

тодика определения параметра  $R_a$  аналогична методике определения  $R_a$  на прямолинейных участках, за исключением того, что строится не одна средняя линия, а две для замены криволинейной средней линии на две прямые линии. Для этого выбираются наиболее пологие поверхности кулачковых валиков,

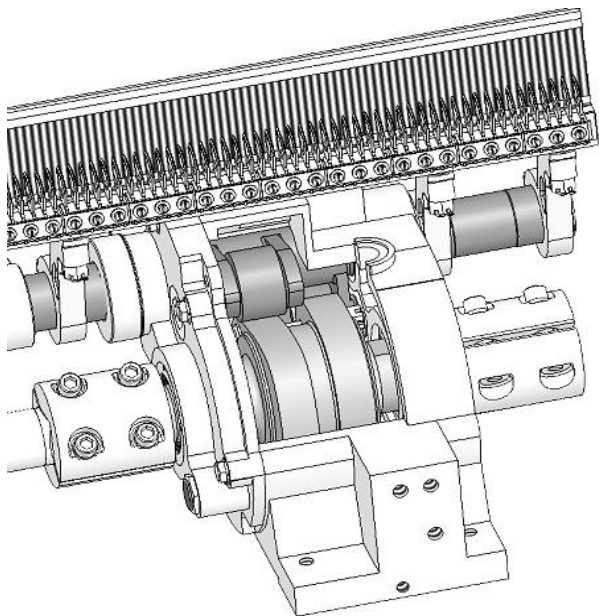


Рис. 1. Кулачковый привод батанного механизма

Для определения характеристик микрогеометрии выбирают несколько участков (не менее пяти), наиболее характерных для исследуемой поверхности. Длина исследуемого профиля должна быть не менее базовой длины [2].

Для построения средней линии нами был использован метод средних [2], который заключается в следующем:

1. От горизонтальной линии, проведенной ниже самой глубокой впадины профиля, измеряли ординаты профиля  $y_1, y_2, \dots, y_n$  через каждые 2 мм.
2. Все полученные значения разбивали на две равные части для левого и правого участка профилограммы ( $y_1 - y_{n/2}$  и  $y_{n/2} - y_n$ ).
3. Среднюю линию проводили через точки с координатами  $x', y', x'', y''$ , которые определяются по формулам [2].

$$x' = \frac{x_1 + x_{n/2}}{2}; \quad y' = \frac{\sum_{i=1}^{n/2} y_i}{n/2}; \quad (1)$$

$$x'' = \frac{x_{n/2} + x_n}{2}; \quad y'' = \frac{\sum_{i=n/2+1}^n y_i}{n/2}. \quad (2)$$

где кривизна поверхности наименьшая. При этом погрешность определения  $R_a$  в связи с заменой криволинейной средней линии на две прямые линии составляет для кулачка А – 0,018 мкм, а для кулачка Б – 0,033 мкм.

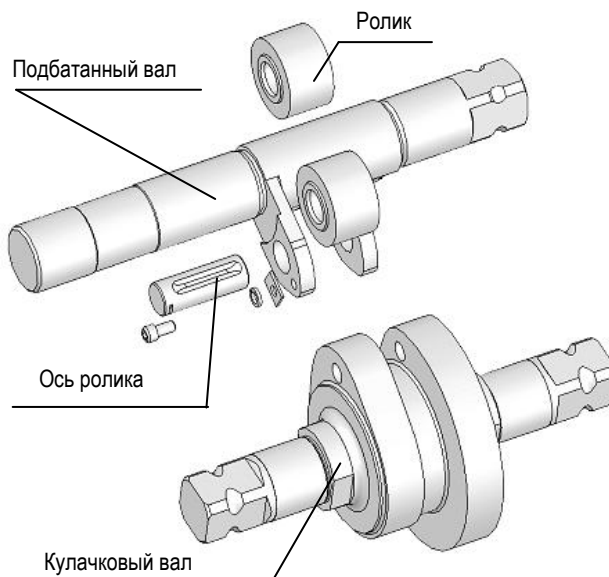


Рис. 2. Детали батанной коробки

4. Через полученные координаты проводили среднюю линию профиля.

На рис. 3 показана средняя линия профиля, черная горизонтальная линия.

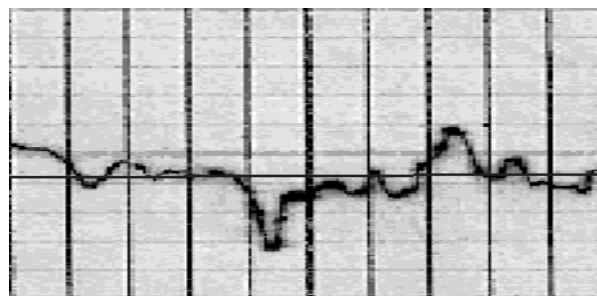


Рис. 3. Исследуемый участок профилограммы

5. Определения параметра  $R_a$ . По профилограмме определяли по оси  $Y$  ординаты  $n$  точек в пределах базовой длины. Ординаты определяют от средней линии до пересечения с профилем поверхности на профилограмме. Для нахождения действительных значений  $Y$  необходимо эти значения разделить на вертикальное увеличение.
6. По формуле (3) определяли значение  $R_{a1}$  для первого участка профилограммы. Те же самые действия проводили для всех 5 участков профило-

граммы, а затем определяли среднее арифметическое значение  $Ra$  для пяти участков.

$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|. \quad (3)$$

Используя данный метод, были обработаны профилограммы, снятые с различных поверхностей деталей батанного механизма. Необходимо отметить, что выбирались поверхности, наиболее характерные для новых, изношенных и приработанных деталей. В таблице приводятся данные по исследованию шероховатости с различных профилограмм,

полученных с исследованием поверхностей на нескольких деталях (не меньше 2) с последующей выборкой участков профилограмм, число которых не менее 5 [2].

На рисунках 4, 5, 6 приведены профилограммы дефектных поверхностей деталей батанного механизма станка СТБ. В связи с большими контактными напряжениями, наличием продуктов износа на поверхности кулачка возникают как области микрорезания, характерные для абразивного изнашивания (см. рис. 4), так и области пластической деформации, характерные для усталостного разрушения (см. рис. 5, 6).

Таблица 1

Микрогеометрия деталей батанного механизма станка СТБ

Название исследуемой поверхности	Шероховатость по чертежу	Измеренная шероховатость на батане				
		вдоль образующей			поперек образующей	
		новая	приработанная	изношенная	новая	изношенная
Кулачок А	0,32	0,117	-	0,078	0,103	0,32
Кулачок Б	0,32	0,092	-	0,073	0,083	0,079
Отверстие под ось	0,63	-	-	2,347	-	-
Ось	0,16	-	0,14	-	-	-
Шейка валика для роликов	0,32	-	0,101	0,198	-	-
Ролик наружная поверхность	0,16	0,093	0,042	3,225	-	-
Ролик внутреннее отверстие	0,16	0,12	-	0,123	-	-



Рис. 4. Участок профилограммы изношенной поверхности кулачка с явно выраженными царапинами

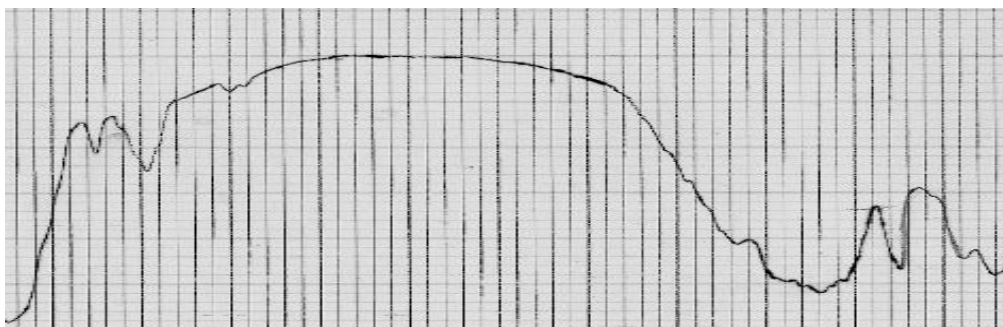


Рис. 5. Участок профилограммы на изношенном кулачке с наплывом металла

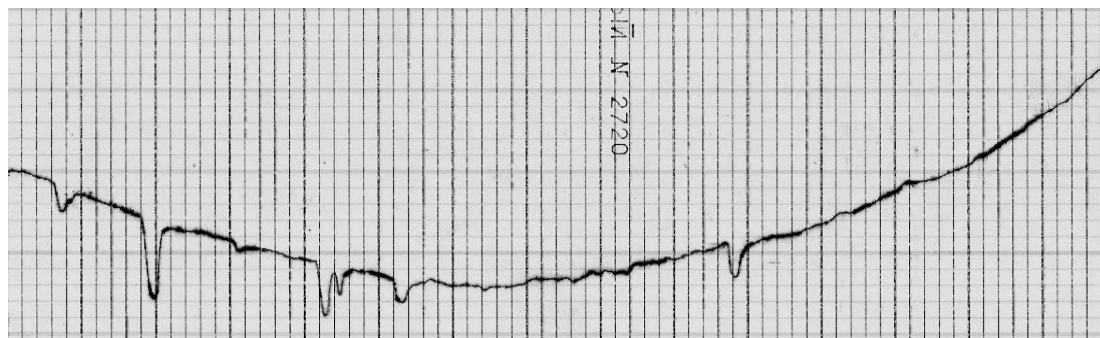


Рис. 6. Участок профилограммы на изношенном ролике (отверстие)

#### Выводы

1. Определена шероховатость поверхностей с непосредственным использованием профилограмм этих поверхностей, т.к. погрешность при измерении  $R_a$  непосредственно с самого прибора составляет  $\pm 10\%$ , в то время как погрешность вертикального увеличения по профилограмме  $\pm 4\%$ .

2. Обоснована целесообразность применения традиционной методики определения шероховатости на плоских поверхностях деталей (по параметру  $R_a$ ) к криволинейным участкам батанных кулачков вдоль направляющих движения роликов, т.к. погрешность измерения составляет малую величину (для кулачка А – 0,018 мкм, а для кулачка Б – 0,033 мкм).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шан Бао Пин. Исследование батанного механизма ткацких станков типа СТБ и разработка технических мероприятий по увеличению его ресурса : дис. ... канд. техн. наук / Шан Бао Пин. – Иваново, 2005.
2. Крагельский И. В. Трение, изнашивание и смазка : справочник. В 2 кн. / И. В. Крагельский, В. В. Алисин. – М. : Машиностроение, 1978.
3. Зимон А.Д. Адгезия пыли и порошков / А. Д. Зимон. – М. : Химия, 1976.
4. Дунин-Барковский И.В. Измерение и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И. В. Дунин-Барковский, А. Н. Карташова. – М. : Машиностроение, 1978.

V.A. Gussev, V.A. Danilov, A.N. Nesterov, D.M. Tsvetkov  
**MICROGEOMETRY RESEARCH OF STB MACHINE SLAY DEVICE ELEMENTS**

УДК 677.052

#### ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАЗМОТА РОВНИЦЫ В ЗОНЕ ПИТАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

*Н.И.Филатова, А.А.Телицын, А.С.Сорокин*

Приведена методика аналитического расчета натяжения ровницы в зоне питания прядильной машины в пусковом и стационарном режимах, выполнена ее экспериментальная проверка. Разработаны практические рекомендации по конструкции питающей рамки.

В ходе промышленной эксплуатации высокоскоростных прядильных самокруточных машин ПСК-225-ШГ2 на Курском трикотажном комбинате было замечено, что неровнота по линейной плотности получаемой СК-пряжи из полиакрилонитрильных волокон в среднем превышает аналогичный показатель для кольцевых прядильных машин, хотя, казалось бы, благодаря сложению составляющих СК-пряжи должна наблюдаться обратная картина. Проведенные специалистами комбината исследования показали, что превышение нормативной неровноты носит не периодический, а скорее, «хаотический»

характер и имеет место в основном при относительно небольших значениях общей вытяжки. Нами было сделано предположение, что причиной этого является неконтролируемое вытягивание ровницы в зоне питания самокруточной прядильной машины.

Проблеме улучшения условий размота ровницы на кольцевых прядильных машинах посвящена работа [1]. При этом, учитывая небольшую скорость движения ровницы, исследования проводились только в стационарном режиме без учета динамических явлений. Скорость выпуска пряжи на самокруточных прядильных машинах может дости-

гать 200...250 м/мин. Скорость подачи ровницы с питающей катушки в вытяжной прибор при этом составляет 3...20 м/мин в зависимости от вытяжки, что значительно выше, чем на кольцепрядильных машинах (0,27...1,2 м/мин). Разгон питающей ровницы до рабочей скорости происходит за короткий промежуток времени  $t_n$  (время пуска). Возникающее при этом значительное ускорение обуславливает большую по величине силу натяжения ровницы, что может привести к ее неконтролируемой вытяжке. Поэтому теоретические и экспериментальные исследования проводились нами не только для стационарного, но и для переходных режимов.

Для экспериментальной проверки теоретических выкладок нами был сконструирован и изготовлен специальный стенд, на котором воспроизведена технологическая линия питания машины ПСК-225-ШГ2. Схема стенда приведена на рис. 1. Ровница 1 сматывается с катушки 2, установленной на двух опорах, и, огибая направляющие прутки 3 и 4, поступает в питающую пару 5 вытяжного прибора. Катушка с ровницей имеет диаметр  $D_k$ , массу  $m_k$  и момент инерции массы  $J_k$  относительно вертикальной оси OZ. Угол  $\alpha$  наклона к горизонту ровницы, сходящей с катушки, меняется в пределах от  $\alpha'$  до  $\alpha''$ . Угол охвата ровницей направляющего прутка 3 по мере сматывания ровницы с катушки изменяется от  $\varphi_1'$  до  $\varphi_1''$ . Угол  $\varphi_2$  охвата ровницей направляющего прутка 4 постоянен и равен  $90^\circ$ . Катушка с ровницей притормаживается тормозком 6.

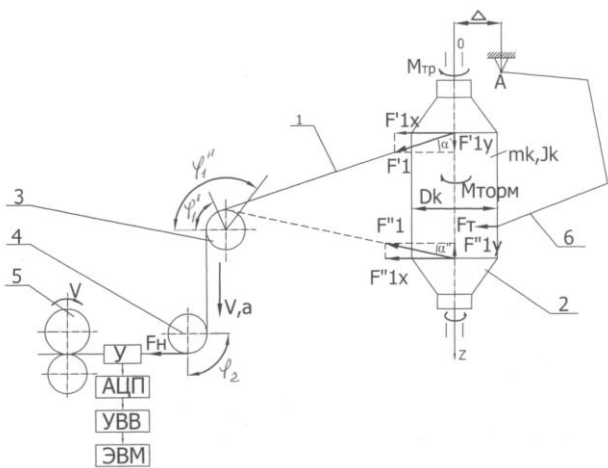


Рис. 1. Технологическая линия питания машины ПСК-225-ШГ2

Питающий цилиндр стенда приводится во вращение приводом, состоящим из электродвигателя марки АИР56, мощностью  $P = 0,18$  кВт, частотой вращения  $n_{асинх} = 880$  мин<sup>-1</sup>, ременной передачи со сменными шкивами, червячной передачей. Между нижним направляющим прутком 4 и питающей парой расположен тензодатчик «У», закрепленный на

кронштейне. Для получения различных значений пускового ускорения использовался преобразователь частоты вращения L300P фирмы «НИТАСНИ» (Япония). С его помощью можно задавать время разгона/замедления от 0,1...3000 с.

Для измерения натяжения ровницы использовалась измерительная система, созданная на кафедре автоматики и микропроцессорной техники к.т.н. В.В. Лапшиным. Система состоит из датчика (У), аналого-цифрового устройства (АЦП), устройства ввода/вывода цифровой информации (УВМ) и ЭВМ. Коэффициент усиления датчика в процессе проведения эксперимента был равен единице, частота опроса 50 Гц. Обработка данных проводилась с использованием методики, изложенной в работе [1]. Динамическая погрешность датчика обусловлена только динамической погрешностью чувствительного упругого элемента. Исследования конструкции датчика показали, что величина погрешности, вносимой конструкцией датчика, составила 2,5 %, т.е. точность, сходимость и воспроизводимость результатов измерения соответствуют требованиям к точности информации.

Для аналитического определения продольных сил, возникающих в ровнице нами была предложена следующая методика. Полагаем движение ровницы в период пуска машины равноускоренным. Тогда минимальное допустимое время пуска при известных линейной скорости ровницы и ее максимальном допустимом ускорении, при котором неконтролируемое вытягивание ровницы еще не происходит, запишется как  $[t_n] = v/a$ . Воспользуемся принципом Даламбера для твердого тела, вращающегося вокруг оси OZ, чтобы определить максимальное допустимое ускорение ровницы. Уравнение для катушки с ровницей представим следующим образом:

$$J_k \varepsilon + M_{тр} + M_{торм} - F_1 D_k \cos \alpha / 2 = 0, \quad (1)$$

- где  $\varepsilon$  – угловое ускорение катушки с ровницей в период пуска машины при увеличении скорости ровницы от 0 до рабочей скорости, с<sup>-2</sup>;
- $M_{тр}$  – момент трения в опорах катушки, Н·м;
- $M_{торм}$  – момент трения, создаваемый тормозком, Н·м;
- $F_1$  – сила натяжения ровницы, сходящей с катушки, Н;
- $D_k$  – диаметр катушки, м.

С учетом сил трения о направляющие прутки 3 и 4 сила натяжения ровницы на входе в вытяжной прибор составит

$$F_n = F_1 \exp[(\varphi_1 + \varphi_2)f], \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент трения ровницы о стальной прутки (фрикционные свойства прутков 3 и 4 одинаковы, для стали  $f=0,16$ ). Полагаем, что сила

натяжения равна максимально допустимой силе  $[F_n]$ , при которой начинается относительное перемещение волокон,  $F_n \leq [F_n]$ . Учитывая выражения (1), (2), а также  $a = \varepsilon D_k / 2$ , получаем выражение для определения максимально допустимого ускорения ровницы

$$[a] = D_k \left\{ \frac{[F_n] D_k \cos \alpha / 2}{\exp[(\varphi_1 + \varphi_2) f]} - M_{mp} - M_{торм} \right\} / 2J_k. \quad (3)$$

Сила натяжения ровницы при пуске машины определится как:

$$F_n = \frac{\left( \frac{2J_k V}{D_k t} + M_{mp} + M_{торм} \right) \exp[(\varphi_1 + \varphi_2)]}{D_k \cos \alpha / 2}. \quad (4)$$

На измерительном комплексе «Устер» было определено, что сила натяжения, соответствующая максимально допустимой силе  $[F_n]$ , при которой начинается относительное перемещение волокон, для ровницы из полиакрилонитрильных (ПАН) волокон составляет 146 сН.

Экспериментальные исследования осуществлялись по следующей методике. Каждый раз перед проведением серии опытов проводилась тарировка устройства для измерения натяжения ровницы при движении продукта. Исследовались два конструктивных варианта исполнения питающей рамки: с нижней опорой ровничной катушки и без нее. Варьировались время пуска машины и линейная скорость движения ровницы, зависящая от общей вытяжки в вытяжном приборе. При этом скорость выпуска продукта из выпускной пары вытяжного прибора полагалась равной 200 м/мин (паспортное значение для пряжи из ПАН-волокна), а диаметр намотки ровничной катушки максимальным.

Уже в ходе первых экспериментов выяснилось, что очень важно правильно выбрать время выбега. Малое время выбега приводит к образованию петли и возникновению при следующем пуске продольных сил, превышающих допустимые. Экспериментально установлено, например, что рекомендуемое время выбега для ровницы из ПАН-волокна должно составлять не менее 2,6...3 с при работе машины с нижней опорой и с тормозком. Это время выбега можно рекомендовать практически для всех скоростей выпуска ( $V = 100, 150, 200, 250$  м/мин) и диаметров катушки. При работе без нижней опоры для нормальной работы машины необходимо принимать время выбега более 6 с. Обеспечение этого в производственных условиях практически невозможно по причине образования «длинного намота» на цилиндры при обрыве мычки или пряжи.

Экспериментально определенное изменение натяжения ровницы в зоне питания при работе машины показано на рисунках 2, 3, 4, 5. Так, из рис. 2 следует, что при общей вытяжке (ОВ), равной 16, и времени пуска машины, равном 2 с, продольная сила в ровнице составляет: при пуске 91 сН, а в стационарном режиме не превышает 38 сН. При этом ровничная катушка была закреплена на подвеске и зафиксирована от раскачивания в нижней опоре. Если при тех же условиях эксперимента отказаться от нижней опоры, продольные силы в ровнице существенно возрастут. Так, при пуске наблюдается уже несколько «пиков», а величина пускового натяжения ровницы возрастает почти до 160 сН. Натяжение ровницы в режиме установившегося движения также возрастает до 62 сН (рис. 3).

При уменьшении времени пуска машины также наблюдается увеличение продольных сил в ровнице. Так, если для условий эксперимента по рис. 2 уменьшить время пуска до 1,5 с, пусковое натяжение ровницы практически достигает предельного значения (рис. 3). Из рис. 5 видно, что происходит при работе без нижней опоры для условий малых значений общей вытяжки в вытяжном приборе, т.е. для условий больших значений линейной скорости ровницы. Мы видим, что даже при работе в стационарном режиме натяжение в ровнице превышает предельно допустимое значение. Проведенные на рис. 2 и 4 горизонтальные линии соответствуют расчетным значениям продольных сил в ровнице в период пуска. На рис. 2, 3, 4, 5 показаны фрагменты полученных диаграмм для трех запусков стэнда (1, 2, 3).

## Выводы

1. Создан экспериментальный стэнд, позволяющий измерять продольную силу в ровнице при ее радиальном размоте с катушки в стационарном и пусковом режимах.
2. Разработана методика, позволяющая аналитически определить значение минимально допустимого времени пуска прядильной машины из условия отсутствия неконтролируемого вытягивания ровницы.
3. Показано, что допущение о равноускоренном движении рабочих органов прядильной самокруточной машины ПСК-225-ШГ2 в период пуска является вполне корректным, так как разница между рассчитанным и измеренным значениями продольных сил в ровнице не превышает 18,1%.
4. Экспериментально доказано, что применение нижней опоры ровничной катушки позволяет уменьшить минимально допустимое время выбега машины с 6 до 2,6 с и предотвратить возникновение «хаотической» неровноты пряжи.



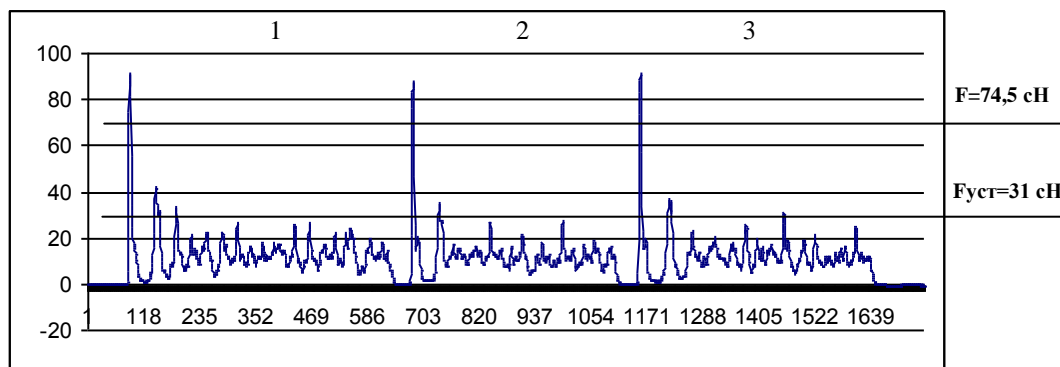


Рис.2. ПАН-волокно, V=200 м/мин, ОВ=16, D=150 мм,  $t_{\text{пуэка}}=2$  с, с тормозком, с опорой

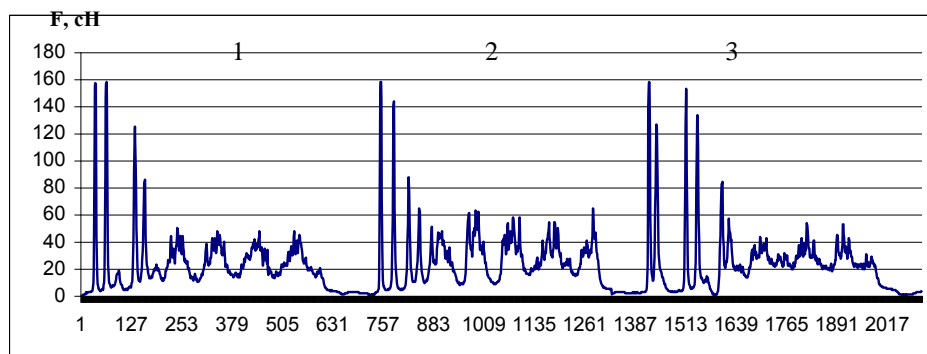


Рис.3. ПАН-волокно, V=200 м/мин, ОВ=16, D=150 мм,  $t_{\text{пуэка}}=2$  с, с тормозком, без опоры

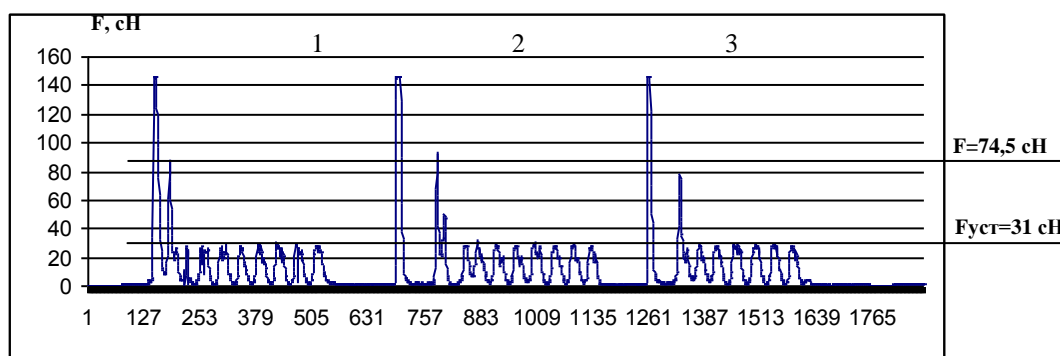


Рис.4. ПАН-волокно, V=200 м/мин, ОВ=16, D=150 мм,  $t_{\text{пуэка}}=1,5$  с, с тормозком, с опорой

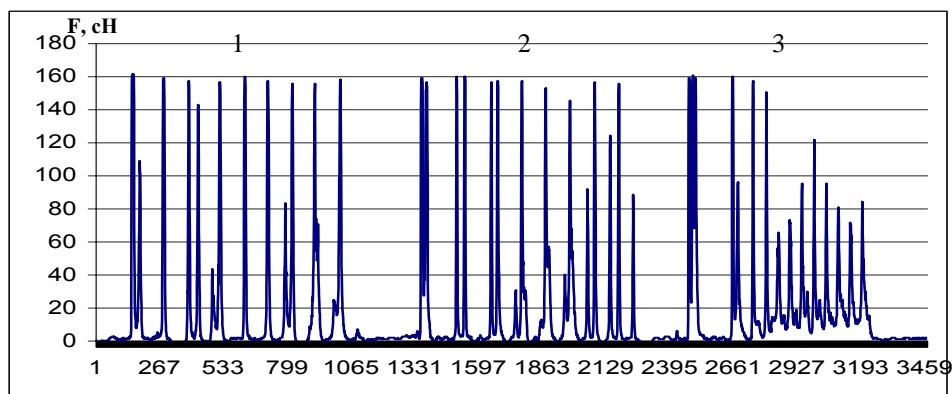


Рис.5. ПАН-волокно, V=200 м/мин, ОВ=8, D=90 мм,  $t_{\text{пуэка}}=2$  с, с тормозком, без опоры

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соркин Б.А. Экспериментальные исследования натяжения ровницы при сматывании ее с катушки в питающей рамке прядильной машины / Б. А. Соркин, М. М. Бутовский // Вестник КГТУ. – 2002. – №5. – С.65–68.
2. Лапшин В.В. Разработка структуры и исследование технических параметров программно-аппаратного комплекса для измерения натяжения нитей в процессе ткачества : дис. ... канд. техн. наук / В. В. Лапшин. – Кострома, 1998.

N.I.Filatova, A.A. Telitzin, A.S. Sorokin  
**ROVING REELING-OUT CONDITION RESEARCH  
 IN HIGH-SPEED SPINNING FRAME FEED ZONE**

УДК 677.054.838.46-8

**МОДЕРНИЗАЦИЯ И РАСЧЕТ ПРИВОДА НОЖЕВЫХ РАМ ЖАККАРДОВОЙ МАШИНЫ**

В. М. Журавков, Ю. Н. Дигунова

Одним из путей повышения производительности ткацких станков с жаккардовыми машинами является улучшение процесса зевообразования, создание благоприятных условий для полета прокладчика утка в зеве. Этого можно достигнуть путем увеличения выстоя ножевых рам и нитей основы при раскрытом зеве и быстрого перемещения около положения заступа, когда они менее натянуты.

Такой закон движения могут обеспечить замедлители различных конструкций, устанавливаемые в приводе ножевых рам. На рис. 1 показаны законы перемещения ножевых рам жаккардовой машины без замедлителя (кривая 1) и в случае установки замедлителя (кривая 2).

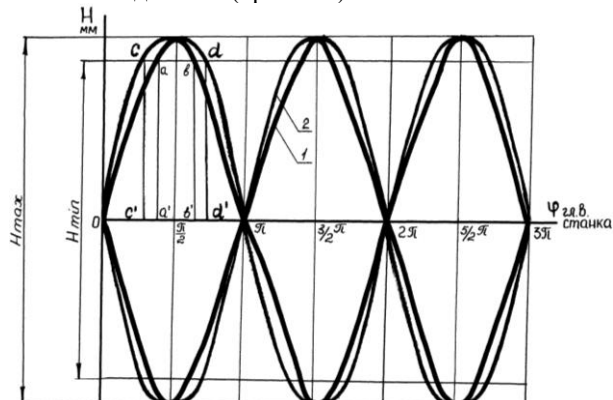


Рис. 1. Законы перемещения ножевых рам жаккардовой машины

При отсутствии выстоя ножевых рам в крайних положениях угол поворота главного вала ткацкого станка, отведенный для пролета прокладчика утка, соответствует отрезку  $a'b'$ . В случае установки замедлителя скорость перемещения ножевых рам и нитей основы у положения заступа увеличивается, а в крайних положениях движение замедляется. При этом угол поворота главного вала ткацкого станка, отведенный для пролета прокладчика утка, соответствует отрезку  $c'd'$ . Так как скорость полета про-

кладчика утка на станках СТБ в обоих случаях остается неизменной, то появляется возможность повышения частоты вращения главного вала ткацкого станка, пропорционально увеличению угла поворота главного вала для пролета прокладчика.

При разработке замедлителя нами принято за основной критерий минимальное изменение конструкции жаккардовой машины. На рис. 2 представлена кинематическая схема механизма подъема ножевых рам жаккардовой машины Ж-2-1344.

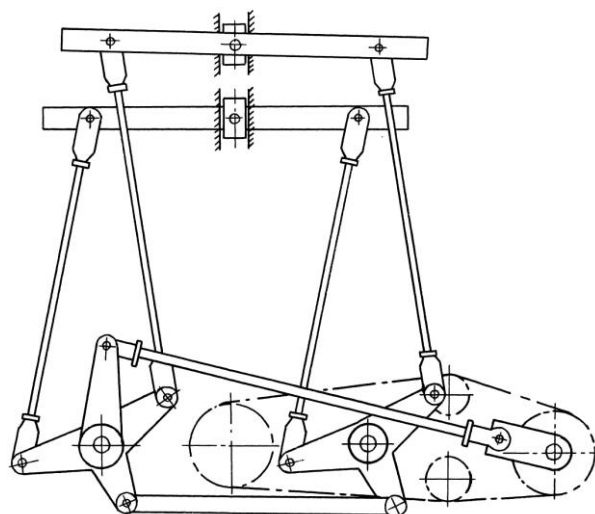


Рис. 2. Схема механизма перемещения ножевых рам жаккардовой машины Ж-2-1344

В кинематической схеме имеется цепная передача с натяжной звездочкой. Если выполнить натяжную звездочку с эксцентриситетом и установить компенсирующую звездочку, то, не внося значительных изменений в конструкцию жаккардовой машины, можно изменить закон движения ведомой звездочки и ножевых рам.

На рис. 3 приведена схема цепного замедлителя, где 1 – ведущая звездочка, 2 – ведомая звез-

дочка, 3 – управляющая звездочка (установлена взамен натяжной), 4 – компенсирующая звездочка.

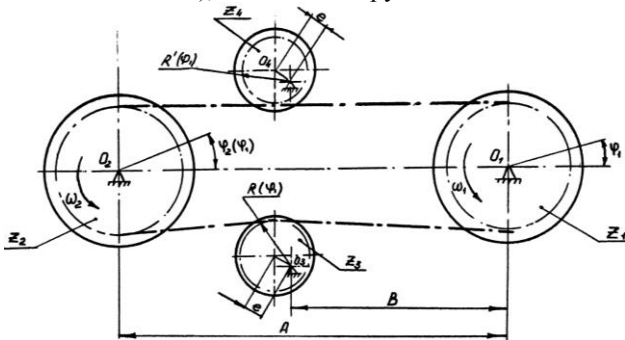


Рис. 3. Схема цепного замедлителя для жаккардовой машины

На основании имеющихся конструктивных элементов жаккардовой машины  $z_1=z_2=30$ ;  $z_3=z_4=15$  максимальный эксцентриситет равен 20 мм.

Определим закон движения ведомой звездочки:

$$\frac{d\varphi_1}{dt} = const, \quad (1)$$

где  $\varphi_1$  – угол поворота ведущей звездочки;  
 $t$  – время.

Частота вращения ведомой звездочки будет переменной:

$$\frac{d\varphi_2}{dt} \neq const, \quad (2)$$

где  $\varphi_2$  – угол поворота ведомой звездочки.

Угол поворота ведомой звездочки отличается от угла поворота ведущей звездочки на величину  $\Delta\varphi$ , которая зависит от длины ветви цепи  $l_{abcdef}$  (рис. 4):

$$\varphi_2 \llcorner \varphi_1 \cong \varphi_1 + \Delta\varphi K_{abcdef}. \quad (3)$$

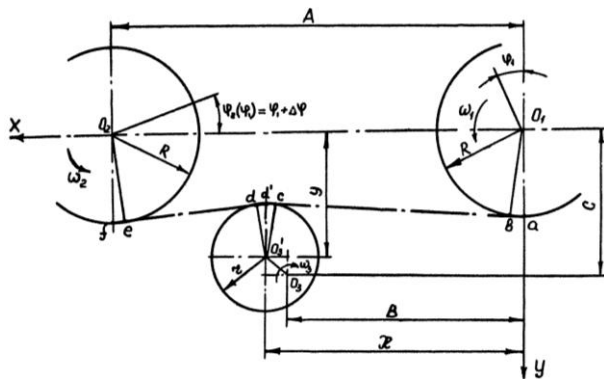


Рис. 4. Расчетная схема

Длина ветви цепи  $l_{abcdef}$  зависит от положения центра  $O_3'$  звездочки  $z_3$  в данный момент времени.

$$l_{abcdef} = F \llcorner x, y \llcorner. \quad (4)$$

Положение центра  $O_3'$  в свою очередь зависит от угла поворота  $\varphi_1 \{ \varphi_3 \}$  управляющей звездочки  $z_3$  вокруг центра  $O_3$ . Определим длину ветви  $l_{abcdef}$ :

$$l_{abcdef} = ab + bc + cd + de + ef. \quad (5)$$

Рассмотрим треугольник  $O_3'O_1b^I$  (рис. 5 а).

$$O_3^I b^I = \sqrt{\llcorner O_1 O_3^I \llcorner^2 - \llcorner b^I \llcorner^2}; \quad (6)$$

$$O_1 b^I = R + r; \quad (7)$$

$$O_1 O_3^I = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad (8)$$

$$O_3^I b^I = bc = \sqrt{x^2 + y^2 - \llcorner R + r \llcorner^2}; \quad (9)$$

$$tg \alpha_2 = \frac{O_3^I b^I}{O_1 b^I} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r}; \quad (10)$$

$$\alpha_2 = arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r}; \quad (11)$$

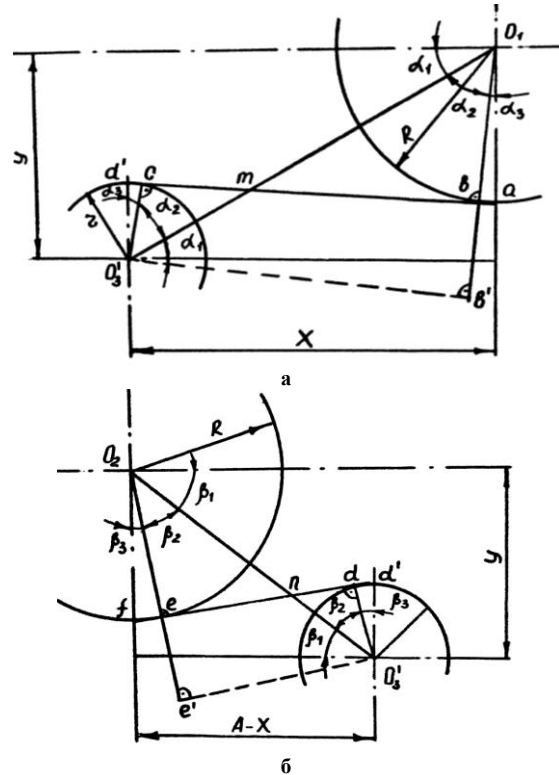


Рис. 5. Расчетные схемы

$$\alpha_1 = arctg \frac{y}{x}; \quad (12)$$

$$\alpha_3 = 90^0 - \alpha_1 - \alpha_2; \quad (13)$$

$$\alpha_3 = 90^0 - arctg \frac{y}{x} - arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r}. \quad (14)$$

Найдем длины дуг  $ab$  и  $cd$ :

$$ab = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha_3}{180^0} = \frac{\pi \cdot R}{180^0} \cdot (90^0 - \arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{y}{x}); \quad (15)$$

$$cd' = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha_3}{180^0} = \frac{\pi \cdot r}{180^0} \cdot (90^0 - \arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{y}{x}); \quad (16)$$

$$ab + cd' = \frac{\pi \cdot (R+r)}{180^0} \cdot (90^0 - \arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{y}{x}), \quad (17)$$

где  $R$  – радиус ведущей звездочки;

$r$  – радиус ведомой звездочки.

Рассмотрим звездочки  $z_2$  и  $z_3$  (рис. 5 б).

Определим межосевое расстояние между звездочками:

$$O_2O_3^I = \sqrt{(A-x)^2 + y^2}; \quad (18)$$

$$O_2e^I = R+r. \quad (19)$$

Рассмотрим треугольник  $O_2e^IO_3^I$ .

$$O_3^Ie^I = ed = \sqrt{(O_2O_3^I)^2 - (O_2e^I)^2}. \quad (20)$$

Подставляя уравнения (18) и (19) в формулу (20) получим:

$$ed = \sqrt{(A-x)^2 + y^2 - (R+r)^2}. \quad (21)$$

Определим углы  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ .

$$\beta_1 = \arctg \frac{y}{A-x}. \quad (22)$$

Угол  $\beta_2$  определим из треугольника  $O_2e^IO_3^I$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{O_3^Ie^I}{O_2e^I} = \frac{\sqrt{(A-x)^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r};$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{\sqrt{(A-x)^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r}. \quad (23)$$

$$\beta_3 = 90^0 - \beta_1 - \beta_2; \quad (24)$$

$$ef = \frac{\pi \cdot R \cdot \beta_3}{180^0}; \quad dd^I = \frac{\pi \cdot R \cdot \beta_3}{180^0};$$

$$ef + dd^I = \frac{\pi \cdot (R+r)}{180^0} \cdot (90^0 - \arctg \frac{y}{A-x} - \arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r}). \quad (25)$$

Тогда длина ветви  $l_{abcdef}$  составит:

$$l_{abcdef} = \sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2} + \sqrt{(A-x)^2 + y^2 - (R+r)^2} + \frac{\pi \cdot (R+r)}{180^0} \cdot [180^0 - \arctg \frac{\sqrt{x^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{y}{x} - \arctg \frac{\sqrt{(A-x)^2 + y^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{y}{A-x}]. \quad (26)$$

Определим закон движения ведомой звездочки. Частота вращения центра  $O_3^I$  управляющей эксцентриковой звездочки относительно центра  $O_3$  зависит от частоты вращения ведущей звездочки и от мгновенного положения центра  $O_3^I$ , имеющего координаты  $X$  и  $Y$  (рис. 6), т.е.

$$\frac{d\varphi_3}{dt}(x; y) \neq \text{const}.$$

Определим координаты центра  $O_3^I$ :

$$X = B + \Delta B = B + e \cdot \cos \varphi_3$$

$$Y = C + \Delta C = C - e \cdot \sin \varphi_3. \quad (27)$$

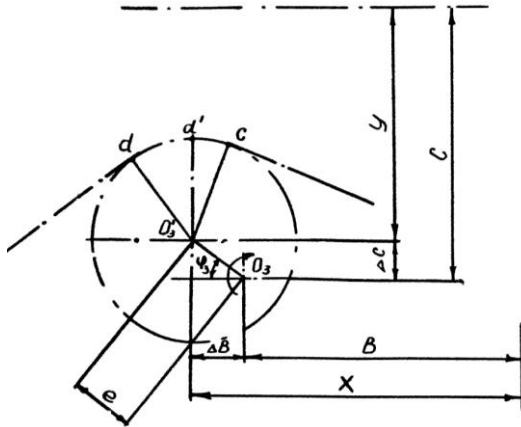


Рис. 6. Расчетная схема

Введем допущение: будем считать частоту вращения центра  $O_3^1$  управляющей эксцентриковой звездочки постоянной. Так как  $z_1/z_2=2$ , то  $\varphi_3=2\varphi_1$ .

Тогда

$$\begin{aligned} X &= B + e \cdot \cos \varphi_3 = B + e \cdot \cos 2\varphi_1 \\ Y &= C - e \cdot \sin \varphi_3 = C - e \cdot \sin 2\varphi_1. \end{aligned} \quad (28)$$

При  $\varphi_1=0$   $X_0=B+e$ ;  $Y_0=C$ .

Отставание или опережение звездочки  $z_2$  относительно  $z_1$  составит:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = F l_{abcdef}^1; \quad (29)$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta l_{abcdef} \cdot 180^0}{\pi \cdot R}; \quad (30)$$

$$\Delta l_{abcdef} = l_{abcdef}^{\varphi_1} - l_{abcdef}^{\varphi_1=0}, \quad (31)$$

где  $l_{abcdef}^{\varphi_i}$  – длина ветви при  $i$ -м угле поворота ведущей звездочки;  
 $l_{abcdef}^{\varphi_1=0}$  – длина ветви при  $\varphi_1=0$ , она определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} l_{abcdef}^{\varphi_1=0} &= \sqrt{(B+e)^2 + C^2 - (R+r)^2} + \sqrt{[A-(B+e)]^2 + C^2 - (R+r)^2} + \\ &+ \frac{\pi \cdot (R+r)}{180^0} \cdot [180^0 - \arctg \frac{\sqrt{(B+e)^2 + C^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{C}{B+e} - \arctg \frac{\sqrt{[A-(B+e)]^2 + C^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{C}{A-B-e}], \end{aligned} \quad (32)$$

где  $R$  – радиус звездочек  $z_1$  и  $z_2$ ,

$r$  – радиус управляющей звездочки  $z_3$ .

Определим величины радиусов звездочек:

$$R = \frac{d_g}{2} = \frac{t}{2 \cdot \sin \frac{180^0}{z_1}} = 121,5 \text{ мм};$$

$$r = \frac{t}{2 \cdot \sin \frac{180^0}{z_3}} = 61,1 \text{ мм}.$$

Определим длину дуги  $\Delta l_{abcdef}$  по формуле (31):

$$\begin{aligned} \Delta l_{abcdef} &= \sqrt{(B+e \cdot \cos 2\varphi_1)^2 + (C-e \cdot \sin 2\varphi_1)^2 - (R+r)^2} + \sqrt{[A-(B+e \cdot \cos 2\varphi_1)]^2 + (C-e \cdot \sin 2\varphi_1)^2 - (R+r)^2} + \\ &+ \frac{\pi(R+r)}{180^0} \cdot [180^0 - \arctg \frac{C-e \sin 2\varphi_1}{B+e \cos 2\varphi_1} - \arctg \frac{\sqrt{[A-(B+e \cos 2\varphi_1)]^2 + (C-e \sin 2\varphi_1)^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{C-e \sin 2\varphi_1}{A-B-e \cos 2\varphi_1}] - \\ &- \sqrt{(B+e)^2 + C^2 - (R+r)^2} - \sqrt{[A-(B+e)]^2 + C^2 - (R+r)^2} - \\ &- \frac{\pi(R+r)}{180^0} \cdot [180^0 - \arctg \frac{\sqrt{(B+e)^2 + C^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{C}{B+e} - \arctg \frac{\sqrt{[A-(B+e)]^2 + C^2 - (R+r)^2}}{R+r} - \arctg \frac{C}{A-B-e}]. \end{aligned} \quad (33)$$

Заменив  $B+e \cdot \cos 2\varphi_1 = D$ ,

$$C+e \cdot \sin 2\varphi_1 = P, \quad (34)$$

$$R+r = F,$$

$$B+e = K$$

и подставив значение длины дуги  $\Delta l_{abcdef}$  в формулу (30), получим:

$$\Delta\varphi = \frac{180^0}{\pi \cdot R} \cdot (\sqrt{D^2 + P^2 - F^2} + \sqrt{(A-D)^2 + P^2 - F^2} + \frac{\pi \cdot F}{180^0} \cdot [180^0 - \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{D^2 + P^2 - F^2}}{F} - \operatorname{arctg} \frac{P}{D} - \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{(A-D)^2 + P^2 - F^2}}{F} - \operatorname{arctg} \frac{P}{A-D}] - \sqrt{K^2 + C^2 - F^2} - \sqrt{(A-K)^2 + C^2 - F^2} - \frac{\pi \cdot F}{180^0} \cdot [180^0 - \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{K^2 + C^2 - F^2}}{F} - \operatorname{arctg} \frac{C}{K} - \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{(A-K)^2 + C^2 - F^2}}{F} - \operatorname{arctg} \frac{C}{A-K}]. \quad (35)$$

Преобразуем формулу (35), заменив  $\sqrt{D^2 + P^2 - F^2} = M$ ;  $\sqrt{(A-D)^2 + P^2 - F^2} = H$ ;  $\sqrt{K^2 + C^2 - F^2} = E$ ;  $\sqrt{(A-K)^2 + C^2 - F^2} = T$ .

Подставим значение  $\Delta\varphi$  в уравнение (3), получим:

$$\varphi_2 = \frac{1}{3} \varphi_1 + \frac{180^0}{\pi \cdot R} \cdot (M + H - E - T) - \frac{F}{R} \cdot (\operatorname{arctg} \frac{M}{F} + \operatorname{arctg} \frac{P}{D} + \operatorname{arctg} \frac{H}{F} + \operatorname{arctg} \frac{P}{A-D} - \operatorname{arctg} \frac{E}{F} - \operatorname{arctg} \frac{C}{K} - \operatorname{arctg} \frac{T}{F} - \operatorname{arctg} \frac{C}{A-K}). \quad (36)$$

По результатам расчетов построены графические зависимости  $\Delta\varphi$  от угла поворота ведущей звездочки  $\varphi_1$  и эксцентриситета  $e$  управляющей звездочки, представленные на рис. 7.

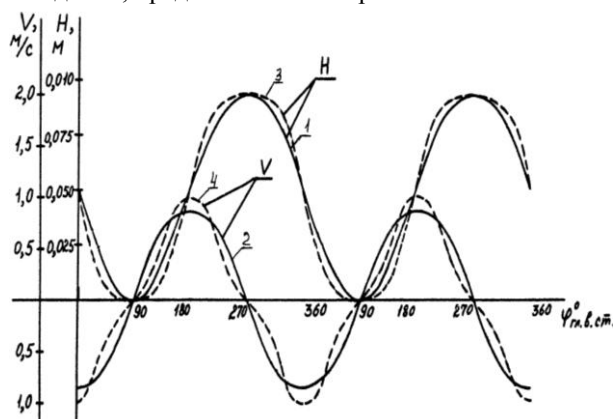


Рис. 7. Кинематические параметры движения ножевых рам жаккардовой машины Ж-2-1344

На рис. 7 цифрой 1 обозначено перемещение ножевых рам жаккардовой машины без замедлителя; 2 — скорость ножевых рам жаккардовой машины без замедлителя; 3 — перемещение ножевых рам

жаккардовой машины с замедлителем; 4 — скорость ножевых рам жаккардовой машины с замедлителем.

#### Выводы

1. Установка замедлителя на жаккардовой машине позволяет замедлить скорость перемещения ножевых рам при раскрытом зеве, что в свою очередь дает возможность повысить частоту вращения главного вала ткацкого станка.
2. Разработан замедлитель цепного типа для жаккардовых машин, установка которого не требует внесения существенных изменений в конструкцию машины.
3. Произведен расчет цепного замедлителя, который показал, что для повышения эффективности замедлителя управляющую звездочку следует изготавливать с максимально возможным эксцентриситетом. Из конструктивных соображений максимальный эксцентриситет управляющей звездочки равен 20 мм.
4. При эксцентриситете управляющей звездочки 20 мм применение цепного замедлителя предложенной конструкции позволит повысить частоту вращения главного вала ткацкого станка на 16% или снизить обрывность нитей основы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев В.А. Ткачество / В. А. Гордеев [и др.]. — 4-е изд. перераб. и доп. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Варнаков М.Я. Жаккардовые машины / М. Я. Варнаков, Я. И. Мунблит. — М. : Легкая индустрия, 1978.
3. Богомолов В.Ф. Оптимизация наладочных параметров жаккардовых машин для ткацких станков / В. Ф. Богомолов, Э. А. Попов, А. А. Туваева. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. — М. : Наука, 1975.

5. Журавков В.М. Повышение работоспособности технологической оснастки жаккардовых машин на станках СТБ : дис. ... канд. техн. наук / В. М. Журавков. – Кострома, 1984.
6. Мартышенко В. А. Исследование кинематических параметров подъемного механизма скоростных жаккардовых машин : деп. статья №879 мл – Д83 от 12.12.83 / В. А. Мартышенко, В. М. Журавков, Е. В. Колесов. – М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1984.

**V.M. Zhuravkov, Yu.N. Diginova**  
**MODERNIZATION AND ANALISYS OF JACQUARD LOOM KNIFE FRAME DRIVE**

УДК 677.11.051

**ВЛИЯНИЕ БИЕНИЙ РИФЛЕЙ НИЖНЕГО ВАЛКА  
НА АМПЛИТУДУ КОЛЕБАНИЙ ВЕРХНЕГО ВАЛКА МЯЛЬНОЙ ПАРЫ**

С.Е.Маянский

Рассмотрены вынужденные колебания верхнего валка мьяльной пары мьяльной машины при возбуждении, вызванном биениями рифлей нижнего валка.

Структурные и прочностные характеристики слоя тресты при обработке в мьяльной машине зависят, в частности, от соотношения между скоростями слоя в соседних мьяльных парах. Одним из факторов, влияющих на скорость движения слоя в мьяльной паре, является расстояние между осями верхнего и нижнего валков. Известно, что при прохождении неравномерного по толщине слоя расстояние между валками изменяется. Вместе с тем, в процессе мьятья верхний валок совершает вынужденные колебания, амплитуда которых будет также оказывать влияние на межосевое расстояние.

Наибольший интерес представляет изучение амплитуд вынужденных колебаний верхнего валка, источником возбуждения которых являются биения рифлей нижнего валка (рис. 1), под которыми можно понимать погрешности их изготовления, износ в процессе эксплуатации, форму и глубину захождения рифлей и др. Известна работа [1] в этом направлении, в которой исследованы динамические нагрузки на слой при колебаниях в системе валковой пары, вызываемых реакциями слоя при изломе стеблей.

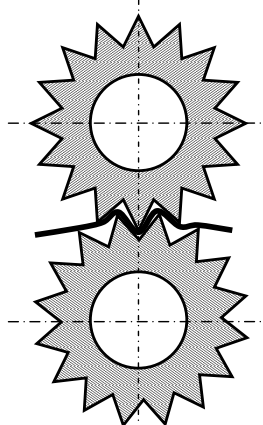


Рис. 1. Схема мьяльной пары

При составлении динамической модели делаем следующие допущения: угловыми колебаниями верхнего валка, вызываемыми неровнотой стеблевого слоя, пренебрегаем, т.е. слой считаем равномерным по толщине и плотности; трение в направляющих корпусах подшипников верхнего валка не учитываем; силу сопротивления деформации слоя считаем пропорциональной первой степени скорости; задачу решаем в линейной постановке.

Динамическая модель колебаний системы при возмущении  $y_1$ , вызванном биением нижнего валка, представлена на рис. 2.

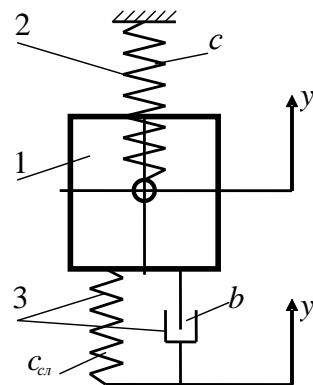


Рис. 2. Динамическая модель колебаний верхнего валка

В этой модели:

- 1 – верхний валок массой  $m$ ;
- 2 – пружина нажимного устройства с коэффициентом жесткости  $c = 2c_n$ , где  $c_n$  – коэффициент жесткости одной пружины;
- 3 – стеблевой слой с характеристиками жесткости  $c_{сл}$  и вязкоупругости  $b$ .

При выведении валка из состояния статического равновесия на него действуют:

$mg$  – вес валка;

$F = c(y - fcm)$  – сила упругости пружины 2;

$F_{cl} = c_{cl}(y - fcm - y_1)$  – сила упругости слоя,

где  $fcm$  – статическая деформация пружин;

$R_{cl} = b\dot{y}_1$  – сила сопротивления деформации слоя.

Основное уравнение динамики точки в проекции на ось  $y$  запишется:

$$m\ddot{y} = -F - F_{cl} - R_{cl} - mg. \quad (1)$$

Сила  $mg$  уравновешивается статической деформацией пружин:

$$(c + c_{cl})fcm = mg. \quad (2)$$

С учетом (2) и значений сил уравнение (1) примет вид:

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + (c + c_{cl})y = c_{cl}y_1 + b\dot{y}_1. \quad (3)$$

Уравнение (3) является дифференциальным уравнением движения верхнего вала при кинематическом возмущении  $y_1$ .

Положим, что биение рифлей нижнего вала может быть представлено в виде:

$$y_1 = e \cos \omega t, \quad (4)$$

где  $e$  – амплитуда биения вала;

$\omega$  – угловая частота возмущения. При этом

$$\omega = \frac{\pi}{30} Z, \quad (5)$$

где  $n$  – частота вращения вала;

$Z$  – число рифлей вала.

Так как  $\dot{y}_1 = -e\omega \sin \omega t$ , то с учетом (4) после преобразований, уравнение (3) запишется:

$$\ddot{y} + \frac{b}{m}\dot{y} + \frac{(c + c_{cl})}{m}y = \frac{c_{cl}e}{m} \cos \omega t - \frac{be\omega}{m} \sin \omega t. \quad (6)$$

Преобразуем правую часть уравнения (6):

$$\frac{c_{cl}e}{m} \cos \omega t - \frac{be\omega}{m} \sin \omega t = \frac{ec_{cl}}{m} \left( \cos \omega t - \frac{b\omega}{c_{cl}} \sin \omega t \right).$$

Обозначим  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{b\omega}{c_{cl}}$ ,

тогда

$$\begin{aligned} \frac{c_{cl}e}{m} \cos \omega t - \frac{be\omega}{m} \sin \omega t &= \frac{e}{m} c_{cl} (\cos \omega t - \operatorname{tg} \varphi \sin \omega t) = \\ &= \frac{ec_{cl}}{m \cos \varphi} \cos(\omega t + \varphi) = \\ &= \frac{e}{m} \sqrt{b^2 \omega^2 + c_{cl}^2} \cos(\omega t + \varphi). \end{aligned} \quad (7)$$

С учетом (7) уравнение (6) примет вид:

$$\ddot{y} + \frac{b}{m}\dot{y} + \frac{(c + c_{cl})}{m}y = \frac{e}{m} \sqrt{b^2 \omega^2 + c_{cl}^2} \cos(\omega t + \varphi). \quad (8)$$

В каноническом виде уравнение (8) запишется:

$$\ddot{y} + 2n\dot{y} + k^2 y = h \cos(\omega t + \varphi). \quad (9)$$

В этом уравнении:

$k$  – частота свободных колебаний системы,

$$k = \sqrt{\frac{c + c_{cl}}{m}}; \quad (10)$$

$n$  – частота затухания,

$$n = \frac{b}{2m}; \quad (11)$$

$h$  – отношение амплитуды возмущающей силы к массе вала,

$$h = \frac{e}{m} \sqrt{b^2 \omega^2 + c_{cl}^2}; \quad (12)$$

$\varphi$  – фаза вынужденных колебаний,

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{b\omega}{c_{cl}}. \quad (13)$$

Известно, что в мяльной паре  $n < k$ . Тогда общее решение линейного неоднородного уравнения (9) запишется [2]:

$$y = e^{-nt} \left[ C_1 \cos \sqrt{(k^2 - n^2)t} + C_2 \sin \sqrt{(k^2 - n^2)t} \right] + Y, \quad (14)$$

где  $Y$  – частное решение неоднородного уравнения, будем искать в виде:

$$Y = a \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon). \quad (15)$$

Собственные колебания системы, определяемые первым слагаемым уравнения (14), быстро затухают. Поэтому рассмотрим только вынужденные колебания.

Найдем две производные от (15):

$$\dot{Y} = -a\omega \sin(\omega t + \varphi - \varepsilon);$$

$$\ddot{Y} = -a\omega^2 \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon). \quad (16)$$

Подставим (15) и (16) в (9) [2]:

$$\begin{aligned} -a\omega^2 \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon) - 2na\omega \sin(\omega t + \varphi - \varepsilon) + \\ + k^2 a \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon) = h \cos(\omega t + \varphi). \end{aligned} \quad (17)$$

Преобразуем правую часть (17):

$$\begin{aligned} h \cos(\omega t + \varphi) &= h \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon + \varepsilon) = \\ &= h \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon) \cos \varepsilon - h \sin(\omega t + \varphi - \varepsilon) \sin \varepsilon. \end{aligned} \quad (18)$$

Подставляем (18) в (17) и после преобразования получаем:

$$\begin{aligned} [a(k^2 - \omega^2) - h \cos \varepsilon] \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon) + \\ + [2na\omega + h \sin \varepsilon] \sin(\omega t + \varphi - \varepsilon) = 0. \end{aligned} \quad (19)$$



Это равенство справедливо, когда коэффициенты при  $\cos(\omega t + \varphi - \varepsilon)$  и  $\sin(\omega t + \varphi - \varepsilon)$  будут одновременно равны нулю, т.е.

$$a(k^2 - \omega^2) - h \cos \varepsilon = 0; \quad (20)$$

$$-2na\omega + h \sin \varepsilon = 0. \quad (21)$$

Решая совместно уравнения (20) и (21) находим

$$a = \frac{h}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2}}; \quad (22)$$

$$\varepsilon = \arctg \frac{2n\omega}{k^2 - \omega^2}, \quad (23)$$

где  $0 \leq \varepsilon \leq \pi$ .

Таким образом, частное решение уравнения (14) примет вид:

$$Y = \frac{h}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2}} \cos(\omega t + \varphi - \varepsilon). \quad (24)$$

Коэффициент перед  $\cos(\omega t + \varphi - \varepsilon)$  является амплитудой вынужденных колебаний – формула (22), формула (23) определяет сдвиг фазы колебаний,  $(\omega t + \varphi - \varepsilon)$  – фаза колебаний.

Для анализа амплитуд вынужденных колебаний (22) введем коэффициент динамичности [2]:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{k}\right)^2\right]^2 + 4\left(\frac{n}{k}\right)^2\left(\frac{\omega}{k}\right)^2}}. \quad (25)$$

При этом статическое отклонение системы будет равно:

$$a_{ст} = \frac{a}{\mu} = \frac{h}{k^2} = \frac{e\sqrt{b^2\omega^2 + c^2_{сл}}}{k^2 + c_{сл}}. \quad (26)$$

Частоту вращения валка, при которой наступает резонанс, найдем, приравнявая (5) и (10):

$$n_{рез} = \frac{30}{\pi Z} \sqrt{\frac{c + c_{сл}}{m}}. \quad (27)$$

Амплитуда колебаний при резонансе ( $k = \omega$ ) имеет значение:

$$a_{рез} = \frac{h}{2nk} = \frac{e\sqrt{b^2\omega^2 + c^2_{сл}}}{2mnk}. \quad (28)$$

Максимальное значение амплитуды будет при частоте  $\omega^* = \sqrt{k^2 - 2n^2} < k$ :

$$a_{max} = \frac{h}{2n\sqrt{k^2 - n^2}} = \frac{e\sqrt{b^2\omega^2 + c^2_{сл}}}{2mn\sqrt{k^2 - n^2}}. \quad (29)$$

### Вывод

Получены формулы для расчета амплитуд вынужденных колебаний верхнего валка мяльной пары мяльной машины при возбуждении, вызванном биением рифлей нижнего валка. Они могут быть использованы для изучения влияния динамических явлений в мяльной паре на структурные и прочностные характеристики стеблевого слоя тресты в мяльной машине.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А. Динамические явления при изломе стеблей в мяльной паре / В. А. Дьячков, Р. В. Корабельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. – № 5. – С. 19–23.
2. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Динамика : учебник / А. А. Яблонский. – М. : Высшая школа, 1971.

S.E. Mayansky

### BOTTOM ROLL RIFFLE WOBBLING INFLUENCE UPON BREAKER PAIR TOP-ROLL VIBRATION AMPLITUDE

УДК 677.021.151.254/256

#### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ ДЛЯ ТРЕПАНИЯ ЛЬНА<sup>1</sup>

Д.А. Волков, С.В. Бойко

Предложена модернизация конструкции машины для трепания льна в части установки дополнительной кромки-козырька под зажимом прядей, что позволит интенсифицировать процесс обескостривания срединных участков пряди в зоне трепания.

При существующей технологии переработки льна используются трепальные машины, состоящие в большинстве из однотипных секций. В каждой секции производится трепание заостренных прядей

сырца. Особенности конструкции трепальной секции и условий закрепления прядей при трепании не позволяют эффективно обескостривать участки пряди, находящиеся вблизи их зажима [1]. Для улучшения условий обескостривания срединных участков прядей увеличивают частоту вращения трепальных

<sup>1</sup> Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Е.Л. Пашина

барабанов или величину двойного протрѐпа. Однако при этом повышается выход отходов. Таким образом, в процессе трепания необходимо обеспечить условия для удаления костры из срединных участков прядей льна без увеличения волокнистых отходов трепания.

Одним из вариантов решения этой задачи может быть модернизация конструкции трепального барабана путѐм установки по всей длине секции под зажимным транспортѐром специального козырька (рис.1). Его рабочая кромка может быть непрямолинейной как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. При трепании расположение и форма козырька будут способствовать снижению остаточного содержания костры в участках прядей сырца, находящихся вблизи их зажима, за счёт циклического горизонтального и вертикального смещения участка слоя на определенную величину по отношению к линии зажима. Горизонтальные и вертикальные смещения в течение всего периода обработки позволят улучшить условия обескостривания по следующим причинам. В смещающихся элементах слоя прядей, вследствие разного расстояния от точки зажима до точки удара, будут формироваться различные натяжения, из-за этого пряди на кромке будут смещаться друг относительно друга и поворачиваться на величину  $\Delta\varphi$ .

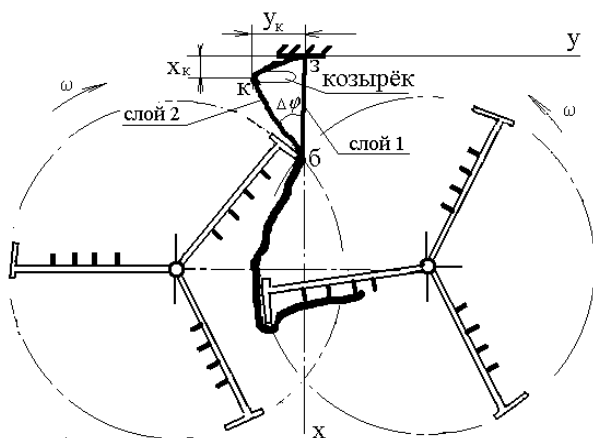


Рис.1. Схема модернизированного трепального барабана

Представляет интерес определение параметров козырька, которые способствовали бы наиболее эффективной обработке прядей сырца. В прядях, подвергающихся трепанию, имеют место колебания. Они способствуют выделению костры и тем самым производят полезный технологический эффект. Интерес представляет определение геометрических параметров козырька, способствующих наиболее интенсивным колебаниям участков пряди вблизи зажима. Известно, что колебания прядей могут быть продольными и поперечными. Удаление костры связано с интенсивностью поперечных колебаний. Поэтому

далее будем рассматривать поперечные колебания прядей.

Собственная частота поперечных колебаний участка пряди между зажимом (или козырьком) и кромкой била определяется плотностью пряди, длиной участка и натяжением. Вследствие перемещения била длина участка от точки зажима до кромки била изменяется. Натяжение пряди также переменное. Проведѐм оценку первой собственной частоты поперечных колебаний участка пряди между зажимом и кромкой била  $\omega$  по формуле:  $\omega = \frac{\pi}{l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ,

где  $l$  – длина участка пряди;  $T$  – натяжение;  $\mu$  – масса единицы длины [2]. Примем  $\mu=0,04$  кг/м,  $l=0,02\dots0,2$  м,  $T=2,5\dots1,0$  Н. Тогда частота поперечных колебаний участка пряди вблизи зажима примет значения  $\omega = 78 \dots 1240$  рад/с ( $12\dots197$  Гц). При частоте вращения барабанов 300 об/мин частота ударов била по пряди составит 15 Гц. В связи с тем что параметры участка пряди у зажима переменны (следовательно, переменна и её собственная частота колебаний), добиться условия резонанса не реально. Но возможно реализовать принудительное встряхивание этого участка пряди за счет циклического смещения козырька у зажима.

Рассмотрим вариант реализации козырька, при котором он подпружинен и тем самым способен колебаться в горизонтальной плоскости (рис. 2).

Оценим жѐсткость пружины  $k$  по формуле:

$k = \omega^2 \cdot m$ . Приняв массу кромки  $m = 30$  г, частоту колебаний  $\omega = 95$  рад/с, получим  $k=270$  Н/м. Считаем, что установка пружины вызовет технические сложности и не оправданна.

Возможна реализация циклического смещения кромки за счет её резонансных поперечных колебаний, когда частота её собственных поперечных колебаний будет совпадать с частотой внешних воздействий на козырек со стороны пряди (рис.3).

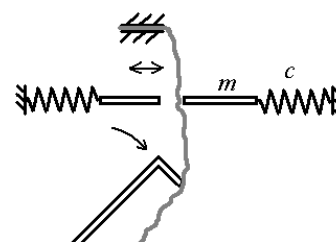


Рис. 2. Подпружиненный направляющий козырёк

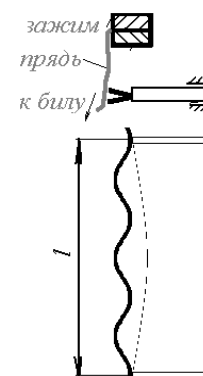


Рис. 3. Схема установки гибкого криволинейного козырька

Условие резонанса и близких к нему режимов может быть выполнено при различном сочетании конструктивных параметров козырька. Например, рассчитаем необходимую для обеспечения условия резонанса длину пролёта козырька при прочих заданных параметрах. При этом частоту внешней возмущающей силы, действующей на козырёк, примем равной  $p=15 \text{ Гц}=95 \text{ рад/с}$ . Частота собственных колебаний одного пролёта козырька определяется по

формуле:  $\omega_k = \pi^2 \sqrt{\frac{EJ}{\rho \cdot S \cdot l^4}}$  [2]. Для козырька, из-

готовленного из стальной проволоки диаметром 3 мм ( $J$  – момент инерции сечения,  $S$  – площадь сечения, плотность стали  $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ , модуль Юнга  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ ), определим длину пролёта из

условия резонанса. Длина пролёта козырька составит  $l = 0,62 \text{ м}$ .

#### Выводы

1. При наличии дополнительной кромки-козырька под зажимом в трепальной секции в момент начального взаимодействия била и пряди имеют место значительные смещения слоёв пряди на кромке планки верхнего била, что приводит к различным натяжениям слоёв прядей.
2. Предложенные конструктивные решения по дополнительному принудительному встряхиванию разрыхлённого участка горсти за счет резонансного движения кромки-козырька позволит интенсифицировать процесс обескостривания средних участков пряди в зоне трепания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко С.В. Исследование свойств недотрёпаного волокна и их изменение в процессе его обработки / С. В. Бойко, Е. Л. Пашин // Деп. в ВИНТИ 20.11.06 № 1424-В2006.
2. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний : учебник для вузов / В. Л. Бидерман. – М. : Высш. школа, 1980.

D.A. Volkov, S.V. Boyko

#### SUGGESTIONS ON FLAX SPREADING MACHINE CONSTRUCTION MODERNIZATION

УДК 677.017

#### К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТЫ В ВЫТЯЖНОМ ПРИБОРЕ

Е.С. Кириллова, Е.П. Погонщикова<sup>1</sup>

В статье рассматривается вопрос оценки натяжения льняной ленты на участке между питающей парой и гребенным полем вытяжного прибора.

Перспективным направлением в настоящее время представляется разработка и совершенствование технологии получения льняной ровницы без применения кручения. Специалистами КГТУ совместно с КНИИЛП и ОАО «Костроматекстильмаш» создан опытный образец новой ровничной машины РБ-4-ЛЮ, на которой формируется некрученая ровница путем увлажнения мычки, выходящей из вытяжного прибора. В ровничной машине применяется вытяжной прибор с ленточной машины третьего перехода ЛЧ-4-Л [1]. При модернизации опытного образца РБ-4-ЛЮ для улучшения контроля за движением волокон был уменьшен шаг гребней и увеличена плотность игл в гребенном механизме.

На рис. 1 показана схема элементов вытяжного прибора – питающей пары, образованной питающими цилиндрами 1 и самогрузным накладным валиком 2, и гребенного поля с иглами 3. Внесенные в конструкцию гребенного поля изменения вызвали негативное явление: при ударе гребня по ленте 4 не все волокна прокалываются иглами, часть волокон изгиба-

ется и располагается выше гребенного поля. В результате волокна не контролируются в процессе вытягивания, что приводит к возникновению дополнительной неровности. Испытания показали, что добиться полного погружения волокна в гребенное поле возможно за счет увеличения натяжения ленты при притормаживании накладного валика питающей пары.

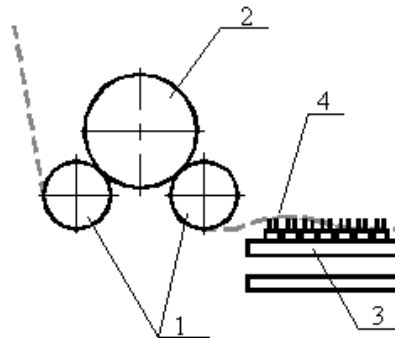


Рис. 1. Прохождение ленты на участке вытяжного прибора

В работах [2, 3] предложено техническое решение, обеспечивающее притормаживание накладного валика. Проведем теоретический анализ этого вопроса.

<sup>1</sup> Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. П.Н.Рудовского

На рис. 2 представлена схема питающей пары вытяжного прибора с обозначенными на ней натяжениями  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  и  $T_4$ , возникающими при огибании лентой питающих цилиндров и накладного валика. Требуется оценить значения натяжения  $T_4$ . Для этого рассмотрим силы, действующие на накладной валик.

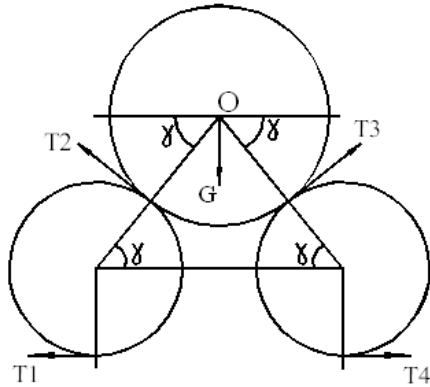


Рис. 2. Схема распределения натяжений

На рис. 3 показана схема нагрузки накладного валика. Необходимо определить значения сил  $N_1$ ,  $N_2$  и  $T_3$ . Через  $F_{тр1}$  и  $F_{тр2}$  обозначены силы трения накладного валика о ленту, определяющиеся как

$$F_{мп1} = N_1 f \quad (1)$$

$$F_{мп2} = N_2 f, \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент трения.

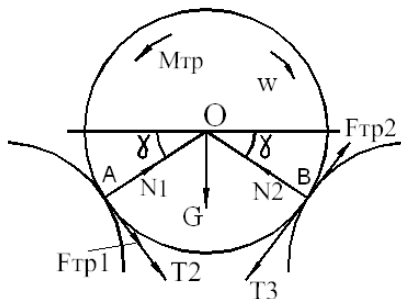


Рис. 3. Схема нагрузки накладного валика

Запишем условия равновесия накладного валика в виде системы уравнений:

$$\begin{aligned} M_{мп} + (T_2 + F_{мп1} + F_{мп2} - T_3) \frac{D}{2} &= 0; \\ -G \frac{D}{2} \cos \gamma + N_2 D \sin \gamma \cos \gamma + F_{мп2} D \cos^2 \gamma - & \\ -T_3 D \cos^2 \gamma + M_{мп} &= 0; \\ G \frac{D}{2} \cos \gamma - N_1 D \sin \gamma \cos \gamma + F_{мп1} D \cos^2 \gamma + & \\ + T_2 D \cos^2 \gamma + M_{мп} &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

В результате подстановки в систему (3) выражений (1) и (2) и преобразования получившихся уравнений получим выражения для определения  $N_1$ ,  $N_2$  и  $T_3$ :

$$\begin{aligned} N_2 = G \frac{1}{2(\sin \gamma - f \cos \gamma)} + T_2 \frac{\cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + \\ + M_{мп} \left( \frac{2 \sin \gamma \cos \gamma (f^2 + 1)}{D(\sin^2 \gamma - f^2 \cos^2 \gamma)} - \right. \\ \left. - \frac{1}{D \cos \gamma (\sin \gamma + f \cos \gamma)} \right); \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} N_1 = G \frac{1}{2(\sin \gamma - f \cos \gamma)} + T_2 \frac{\cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + \\ + M_{мп} \frac{1}{D \cos \gamma (\sin \gamma - f \cos \gamma)}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} T_3 = G \frac{f}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + \\ + M_{мп} \frac{2 \sin \gamma (f^2 + 1)}{D(\sin \gamma - f \cos \gamma)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Оценим диапазон изменения  $T_3$ . Момент трения  $M_{тр}$  изменяется в пределах:

$$0 \leq M_{мп} \leq (T_3 - T_2) \frac{D}{2}. \quad (7)$$

Силу  $T_3$  в предельном случае можно определить как

$$T_3 = T_2 e^{f(2\gamma + \pi)}. \quad (8)$$

Тогда

$$0 \leq M_{мп} \leq T_2 (e^{f(2\gamma + \pi)} - 1) \frac{D}{2}. \quad (9)$$

Подставляя предельные значения момента трения  $M_{тр}$  в выражение (6), получаем значения  $T_3$  для подвижного накладного валика без торможения

$$T_3 = G \frac{f}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} \quad (10)$$

и неподвижного накладного валика

$$\begin{aligned} T_3 = G \frac{f}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + \\ + T_2 (e^{f(2\gamma + \pi)} - 1) \frac{\sin \gamma (f^2 + 1)}{\sin \gamma - f \cos \gamma}. \end{aligned} \quad (11)$$

Значение  $T_2$  можно определить в соответствии со схемой распределения натяжений при огибании лентой конструктивных элементов питающей пары (см. рис. 2).

Значение  $T_1$  определяется весом ленты на участке от таза до ролика питающей рамки. Тогда  $T_2$  определяется через  $T_1$  как

$$T_2 = T_1 e^{f(\gamma + \frac{\pi}{2})}, \quad (12)$$

а требуемое значение  $T_4$  рассчитывается через  $T_3$  как

$$T_4 = T_3 e^{f(\gamma + \frac{\pi}{2})}. \quad (13)$$

Значения  $T_3$  определяются путем подстановки в (10) и (11) выражения для  $T_2$  (12). Подставляя полученные результаты в формулу (13), можно оценить максимально возможное натяжение при торможении накладного валика питающей пары и без торможения соответственно. Расчеты показали, что при остановке (полном торможении) накладного

валика натяжение ленты увеличивается в два раза. Теоретико-экспериментальный анализ физической сущности явлений, происходящих в ленте при при тормаживании накладного валика, будет произведен в дальнейшем.

#### Вывод

1. Получена формула для определения максимального возможного натяжения льняной ленты на выходе из питающей пары вытяжного прибора при торможении накладного валика и без торможения.
2. При полном торможении накладного валика натяжение ленты увеличивается в два раза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прядение льна / Г. И. Пиковский, С. И. Сальман. – М. : Легкая индустрия, 1968.
2. Патент №58542. Питающая пара вытяжного прибора / Рудовский П.Н., Соркин А.П., Кириллова Е.С.
3. Кириллова Е.С. Улучшение контроля за движением волокон при формировании бескруточной ровницы / Е. С. Кириллова // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Вып.7. – Кострома : КГТУ, 2006. – С. 51.

**E.S. Kirillova, E.P. Pogonshchikova**

#### TO PROBLEM OF TENSION BELT ESTIMATION IN DRAWING MECHANISM

УДК 677.21.021.152

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТИТЕЛЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

*А.А. Хожиев*

(Наманганский инженерно-экономический институт)

Известно, что для хлопка-сырца машинного и ручного сбора установлены государственные стандарты. Эти стандарты определяют порядок разделения хлопка по промышленным сортам в зависимости от сбора, сдачи, приёмки, а также внешнего вида, физико-механических свойств [1].

Приёмные пункты принимают хлопок-сырец согласно ГОСТ в зависимости от метода сбора и внешнего вида.

В процессе переработки хлопка от технологических машин (очистителей) отсасывается запыленный воздух.

Согласно нормам здравоохранения в каждом кубическом метре воздуха содержание пыли должно быть не выше  $10 \text{ мг/м}^3$ , а запылённость воздуха, выводимого в атмосферу, должна быть не выше  $150 \text{ мг/м}^3$ . Для выполнения этого условия в хлопкоочистительных заводах на каждой машине воздух дополнительно очищается. Вместе с тем запылённость атмосферы завода остаётся высокой в связи с значительными выделениями пыли от технологического оборудования, систем аспирации и пневмотранспорта. Большинство профессиональных заболеваний на хлопкозаводах и хлопкозаготовитель-

ных пунктах связано с попаданием в верхние дыхательные пути хлопковой пыли, содержащей свободную двуокись кремния [2].

Нами разработан новый очиститель хлопка. Однако исследования показали, что при его применении запылённость атмосферы повышается и составляет при переработке I сорта  $160 \text{ мг/м}^3$ ; II сорта –  $170 \text{ мг/м}^3$ ; III и IV сортов –  $190 \text{ мг/м}^3$ ; V и VI сортов –  $200\text{--}210 \text{ мг/м}^3$ . Для очистки воздуха нами дополнительно разработана установка.

Конструкция разработанного нами устройства проста и показана на рис.1. Вентилятор, всасывая воздушный поток, помогает отделению сора от волокнистого материала, а нагнетающий вентилятор очищает запылённый воздух от сора и выпускает его в атмосферу через фильтр.

Устройство работает следующим образом. Всасывающий вентилятор 3, вмонтированный в трубу диаметром 400 мм, толщиной стенки 3 мм, высотой 300 мм, соединён с трубой 2, всасывает воздух со скоростью 5 м/с. Выделенный из очистителя сор, смешанный с воздухом поступает через входное отверстие 1 и подаётся в горизонтальную трубу 4. На правой стороне трубы вмонтирован на-

гнетающий вентилятор 5, который нагнетает засорённый воздух по горизонтальной трубе со скоростью также 5 м/с. В конце горизонтальной трубы установлена сетчатая фильтрующая крышка 7, набитая улюком, которая, улавливая частицы волокна, листьев, стеблей, соринки, выпускает чистый воздух в атмосферу. Мелкий сор (пыль, песок) удаляется через отверстие, которое находится на краю крышки на расстоянии 50 мм. На выход отверстия устанавливают брезентовый мешок. Фильтрующая крышка закреплена шарнирно, так, чтобы её можно было легко открывать и закрывать.

Исследования опытного образца показали, что частицы соринки, всасываемые вентилятором вместе с воздухом, попадают в воздушный поток, нагнетаемый вторым вентилятором в горизонтальном направлении. Согласно математическим под-

счётам, при встрече двух течений воздуха сорные частицы описывают сложную траекторию, что способствует отделению тяжелых примесей.

При применении на производстве новая установка показала, что в несколько раз уменьшается засоренность воздуха, выпускаемого в атмосферу с очистительных машин. Эксперименты показывают, что при переработке I сорта запылённость воздуха составляет 30 мг/м<sup>3</sup>; II сорта – 35 мг/м<sup>3</sup>; III сорта – 37 мг/м<sup>3</sup>; IV сорта – 41 мг/м<sup>3</sup>; V сорта – 43 мг/м<sup>3</sup>; VI сорта – 45 мг/м<sup>3</sup>; VII сорта – 47 мг/м<sup>3</sup>.

#### Вывод

Применение установки позволит значительно уменьшить содержание пыли, выбрасываемой в атмосферу машинами отрасли, что улучшит экологическое состояние окружающей среды.

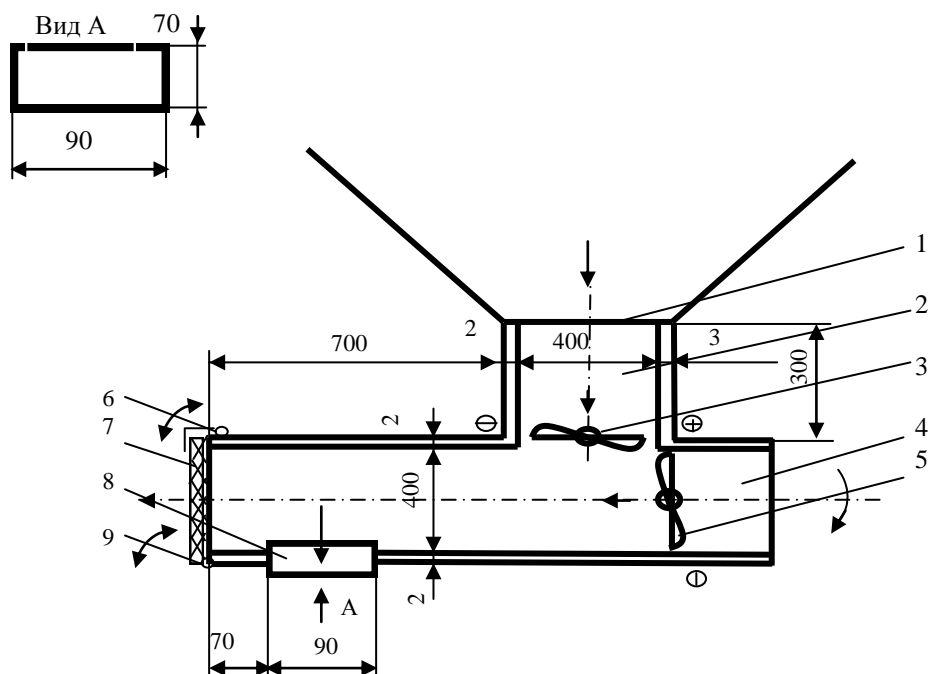


Рис.1. Очиститель воздуха для хлопкоочистительных и перерабатывающих машин:

1 – входная часть, 2 – труба, 3 – всасывающий вентилятор, 4 – напорная труба, 5 – нагнетающий вентилятор, 6 – нажимной ключ, 7 – фильтр, 8 – отверстие для выхода тяжелых примесей, 9 – шарнир

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жабборов Г.Ж. Технология первичной обработки хлопка-сырца : учебник / Г. Ж. Жабборов [и др.]. – Ташкент, 1987. – С. 100–105.
2. Кудратов А.К. Исследование силикозоопасности хлопковой пыли в современных условиях возделывания хлопчатника, его заготовки и переработки / А. К. Кудратов, Ю. С. Сосновский, Р. Гайбуллаев // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2006. – № 3. – С. 16–19.

А.А. Hozhiev

FIBRE MATERIAL CLEANER IMPROVEMENT ECOLOGY ASPECTS

УДК 677.052

## МЕТОДИКА СИЛОВОГО РАСЧЕТА МЕХАНИЗМА НАГРУЖЕНИЯ НАЖИМНЫХ ВАЛИКОВ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН МОКРОГО ПРЯДЕНИЯ

*В.В.Смельский, Ф.И. Груздев, А.А. Моденов, Н.А.Козырева*

В статье рассмотрена методика силового расчета механизма нагружения выпускной пары вытяжного прибора прядильной машины мокрого прядения льна ПМ-88-Л8 с учетом колебаний оси нажимного валика, заключающаяся в определении изменения усилия на нажимной валик  $P_A$  в зависимости от перемещения системы нагружения, вызванного этими колебаниями.

Существуют рычажно-пневматическая и рычажно-пружинная системы нагружения нажимного валика вытяжной пары прядильной машины ПМ-88-Л8 [1].

Эти механизмы непосредственно влияют на зажим волокна в выпускной паре вытяжного прибора. Пневматическая нагрузка на вытяжную пару должна создавать прочный зажим мычки (рис. 1).

Существует множество факторов, которые могут влиять на неравномерность работы механизма: форма рифлей цилиндров, сминаемость и неравномерный износ эластичного покрытия нажимного валика, биение осей нажимного валика и цилиндра, эллипсность формы нажимного валика, силы трения скольжения в шарнирах, неровнота мычки по ли-

нейной плотности, намоты волокна на нажимной валик. Более существенными факторами являются намоты волокна на нажимной валик, вследствие чего происходит перекося оси нажимного валика, а также сминаемость и неравномерный износ эластичного покрытия, который приводит к появлению колебаний в механизме.

При наличии одного или нескольких вышеперечисленных условий в механизме появляются колебания оси нажимного валика, вследствие чего нагрузка на нажимной валик меняется, что сказывается на самом процессе вытягивания и увеличении неравномерности выходящего продукта по линейной плотности.

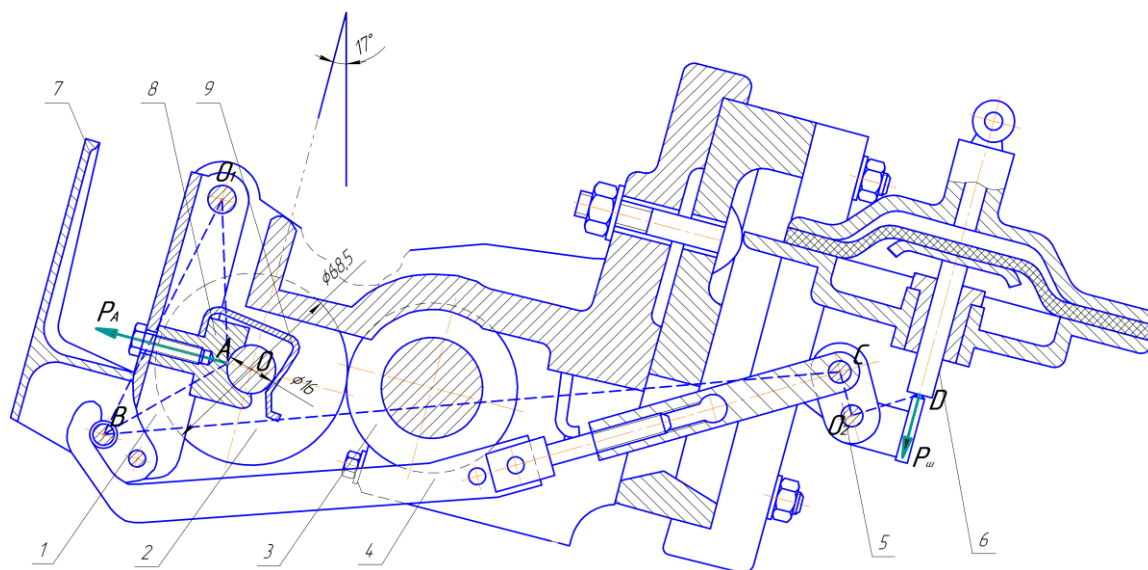


Рис. 1. Механизм нагрузки нажимного валика выпускной пары вытяжного прибора машины мокрого прядения льна ПМ-88-Л8:

1 – приклон; 2 – нажимной валик; 3 – вытяжной цилиндр; 4 – тяга; 5 – двуплечий рычаг; 6 – шток пневматической камеры; 7 – фиксирующий рычаг приклона; 8 – седловина оси нажимного валика; 9 – запорная пружина

Механизм представлен в статическом состоянии без перемещения самой системы. Он обеспечивает создание прижима нажимного валика  $P_A$  за счет давления штока  $P_{ш}$  на двуплечий рычаг. Рассматривая механизм как четырехзвенный с кулачком, вращающимся вокруг т.О, построим упрощенную схему механизма (рис. 2).

В нашем случае в точке О располагается кулачок, который в точке А соприкасается с приклоном. Точка В – точка контакта приклона и тяги.

Точка С – точка контакта тяги и рычага. Точка D – точка контакта рычага со штоком пневмокамеры.

В процессе нагружения на механизм действуют следующие силы: технологические (нагрузка на валик вытяжного прибора и давление в пневмокамере), силы веса звеньев, реакции в опорах, силы инерции, моменты инерции, силы трения в шарнирах. Для кинематического исследования используется программа для визуального моделирования плоских механизмов.

Отклонение оси вращения нажимного валика относительно оси вытяжного цилиндра позволяет рассматривать его осевое сечение в седловине приклон (рис.3) как кулачок, рабочий профиль которого имеет эллипсную форму. Для расчета данного механизма разобьем его на 4 звена.

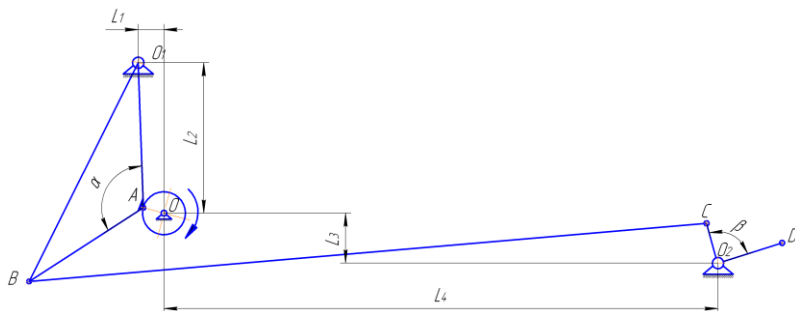


Рис.2. Схема механизма нагружения ПМ-88-Л8

Расчетная частота вращения кулачка выбирается с учетом рациональных режимов выработки (режимов с учетом достижения минимальной обрывности) льняной пряжи с линейной плотностью от 33,5 до 92 текс для ПМ-88-Л5 и ПМ-88-Л8 [2].

2 звено. Прикладываем в точке А силу  $P_A$ , которая определяется

$$P_A = 2 \cdot q \cdot b, [4]$$

где  $P_A$  – общая нагрузка на нажимной валик, Н;

$q$  – удельная нагрузка на 1 см рабочей длины тумбочки валика, Н/см;

$b$  – рабочая ширина эластичного покрытия одной тумбочки валика, см.

Также в точках  $O_1$  и  $B$  прикладываем силы трения скольжения  $F_{тр1}$  и  $F_{тр2}$ . Со стороны отброшенной связи построенной схемы механизма будет действовать реакция  $R_B$ . Также прикладываем приведенную силу веса  $G_1$ . Так как звено совершает вращательное движение относительно точки  $O_1$ , следовательно, будет действовать момент инерционных сил  $M_{ин1}$ . Для определения положения приведенного центра масс отдельных звеньев и осевого момента инерции используется трехмерное моделирование (SolidWorks, Kompas) [3].

Находим сумму моментов всех сил относительно точки  $O_1$ .

$$\sum M_{O_1} = P_A \cdot h_2 - G_1 \cdot h_1 - M_{ин1} -$$

$$- F_{тр1} \cdot h_{мп1} + F_{тр2} \cdot h_{мп2} - R_B \cdot h_3 = 0,$$

где  $G_1$  – приведенная сила тяжести данного звена, Н;

1 звено. Кулачок. Его профиль зависит от экспериментально полученных данных. Минимальный диаметр кулачка равен диаметру оси нажимного валика. Кулачок может быть различной формы в зависимости от фактора воздействия.

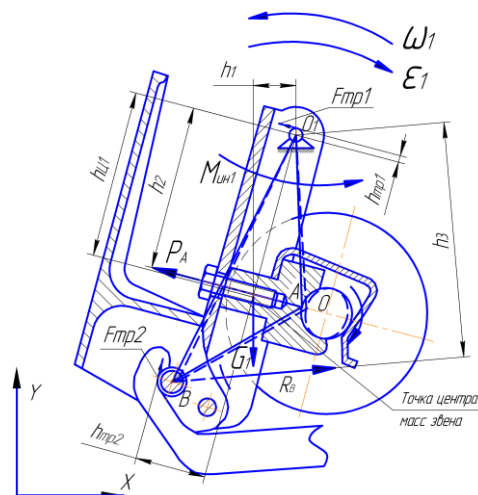


Рис.3. Расчетная схема 2-го звена

$M_{ин1}$  – момент инерционных сил данного звена, Н·мм;

$F_{тр1}, F_{тр2}$  – силы трения, Н;

$R_B$  – реакция в точке В, Н.

$$M_{ин1} = J_{O_1}^1 \cdot \epsilon_1,$$

где  $J_{O_1}^1$  – осевой момент инерции данного звена, кг·мм<sup>2</sup>;

$\epsilon_1$  – угловое ускорение данного звена, 1/с<sup>2</sup>.

$$\epsilon_1 = \frac{a_1^\tau}{h_{Ц1}},$$

где  $a_1^\tau$  – тангенциальное ускорение центра масс данного звена, м/с<sup>2</sup>.

$$R_B = \frac{P_A h_2 - G_1 h_1 - J_{O_1}^1 \epsilon_1 - F_{тр1} h_{мп1} + F_{тр2} h_{мп2}}{h_3}.$$

3 звено. Представляет собой тягу, соединяющую приклон с двуплечим рычагом (рис. 4). Со стороны отброшенных связей будут действовать реакции  $R_B$  и  $R_C$ . Также прикладываем силу веса  $G_2$ . Так как звено совершает поступательно-вращательное движение, следовательно, будут действовать сила инерции  $P_{ин}$  и момент инерционных сил  $M_{ин2}$ . Также в точках  $O_2$  и  $C$  прикладываем силы трения скольжения  $F_{тр3}$  и  $F_{тр4}$ .

Находим сумму проекций всех сил на ось X, которая направлена по направлению звена BC.



$$\sum F_X = R_C - R_B - G_2 \cdot \cos \alpha - P_{ин} - F_{mp3} \cdot \cos \varphi - F_{mp4} \cdot \cos \delta = 0,$$

где  $F_{mp3}, F_{mp4}$  – силы трения, Н;

$G_2$  – приведенная сила тяжести данного звена, Н;

$P_{ин}$  – сила инерции данного звена, Н;

$$P_{ин} = m_2 a_2,$$

где  $m_2$  – масса данного звена, кг;

$a_2$  – ускорение центра масс данного звена, м/с<sup>2</sup>.

$$R_C = R_B + G_2 \cdot \cos \alpha + P_{ин} + F_{mp3} \cdot \cos \varphi + F_{mp4} \cdot \cos \delta.$$

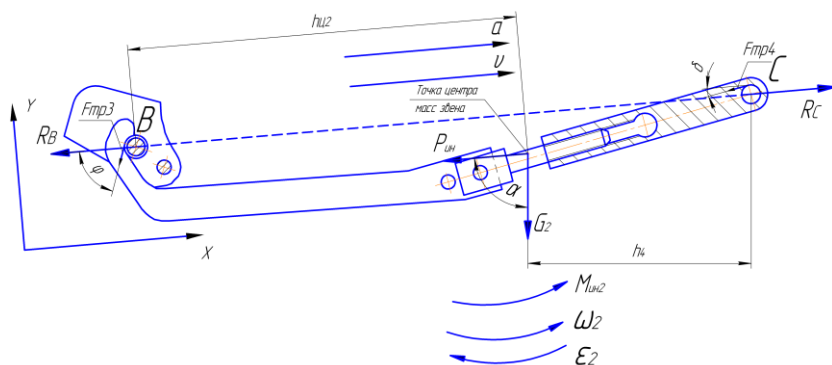


Рис.4. Расчетная схема 3-го звена

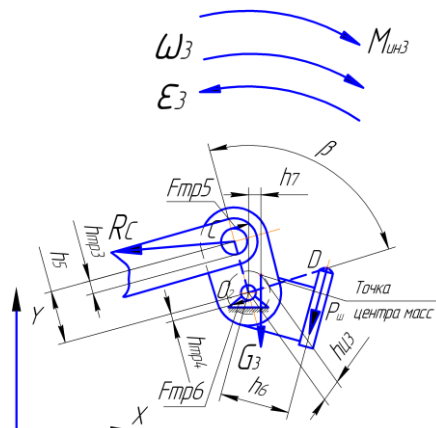


Рис.5. Расчетная схема 4-го звена

4 звено. Представляет собой двулучий рычаг, который соединен со штоком пневмокамеры (рис. 5). Со стороны отброшенных связей будет действовать реакция  $R_C$ . Прикладываем в точке D реакцию со стороны штока  $P_{ш}$ , а в точках  $O_2$  и C прикладываем силы трения скольжения  $F_{mp5}$  и  $F_{mp6}$ . Также прикладываем силу веса  $G_3$ . Так как звено совершает вращательное движение относительно точки  $O_2$ , следовательно, будет действовать момент инерционных сил  $M_{ин3}$ .

Находим сумму моментов всех сил относительно точки  $O_2$ .

$$\sum M_{O_2} = P_{ш} \cdot h_6 + G_3 \cdot h_7 + M_{ин3} + F_{mp5} \cdot (h_{mp3} + h_5) + F_{mp6} \cdot h_{mp4} - R_C \cdot h_5 = 0,$$

где  $G_3$  – приведенная сила тяжести данного звена, Н;

$F_{mp5}, F_{mp6}$  – силы трения, Н;

$$M_{ин3} = J_O^3 \cdot \varepsilon_3,$$

где  $J_O^3$  – осевой момент инерции данного звена, кг·мм<sup>2</sup>;

$\varepsilon_3$  – угловое ускорение данного звена, 1/с<sup>2</sup>.

$$\varepsilon_3 = \frac{a_3^\tau}{h_{ц3}},$$

где  $a_3^\tau$  – тангенциальное ускорение центра масс данного звена, м/с<sup>2</sup>.

$$P_{ш} = \frac{-G_3 h_7 - M_{ин3} - F_{mp5} (h_{mp3} + h_5) - F_{mp6} h_{mp4} + R_C h_5}{h_6}.$$

Общая зависимость  $P_A$  от  $P_{ш}$  в статическом состоянии выглядит следующим образом:

$$P_A = P_{ш} \frac{h_3 \cdot h_6}{h_2 \cdot h_5}, [4].$$

Используя указанные расчетные системы уравнений, проведены расчеты теоретического изменения усилия  $P_A$  в зависимости от изменений формы кулачка при максимальном ускорении в точке A, при перемещении оси нажимного валика на 0,5 мм и частоте вращения кулачка 108 м/мин.

Расчет показал, что значение усилия  $P_A$  при перемещении механизма нагрузки снижается до 470 Н, что меньше на 17% от первоначальной величины нагружения.

В дальнейшем предполагается провести экспериментальные исследования действительного отклонения положения оси нажимного валика от первоначального положения при перемещении механизма нагружения и выявление главных факторов воздействия на данный механизм.

### Выводы

Предлагаемая методика расчета может быть использована при проектировании более совершенных систем нагружения, для улучшения процесса вытягивания и получения равномерной пряжи. Представленные элементы расчета могут применяться в учебных целях при рассмотрении колебаний нажимного валика с использованием программ визуального моделирования плоских механизмов и программ трехмерного моделирования для расчета положения точки центра масс.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Груздев Ф.И. Модернизация механизмов нагружения нажимных валиков прядильных машин мокрого прядения / Ф. И. Груздев, А. А. Моденов, Н. А. Козырева // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Вып.8. – Кострома : КГТУ, 2007. – Ч. 1. – С.36–42.
2. Тарасов С.В. Устройство и обслуживание прядильных машин льняной промышленности / С. В. Тарасов. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.
3. Титов С.Н. Инерционные характеристики звеньев механизмов / С. Н. Титов. – Кострома : КГТУ, 2001.
4. Незеленов С.В. Расчет и конструирование вытяжных приборов и крутильно-мотальных механизмов льнопрядильных машин / С. В. Незеленов. – Кострома : КТИ, 1994.

V.V.Smelsky, F.I.Gruzdev, A.A.Modenov, N.A.Kozyreva

## WET SPINNING FRAME PRESS ROLL LOAD DEVICE FORCE ANALYSIS PROCEDURE

УДК 677.017.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ИДЕНТИФИЦИРОВАТЬ ЖГУТОВУЮ НАМОТКУ ПО ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАКОВКИ<sup>1</sup>

Л.Ю.Кирпина

<sup>1</sup>Применение современных средств технического зрения (СТЗ) дает возможность автоматизировать процесс анализа структуры намотки, что позволит избавиться от большой доли субъективности при оценке качества структуры паковки и даст возможность изучать влияние параметров технологического оборудования на качество намотки, которое характеризуется, в частности, отсутствием жгутов, а также проводить эксперименты по оптимизации параметров рассеивающих устройств.

Исследование структуры намотки осуществляется в ходе анализа изображений поверхности паковки, получаемых в процессе размотки бобины. В ходе анализа изображения определяется наличие или отсутствие жгутов. Задача распознавания дефектов намотки включает два этапа:

- 1) построение графической модели поверхности намотки;
- 2) собственно распознавание образов дефектов в виде жгута или ленты по наличию характерных для них признаков.

В СТЗ распространены методы описания объектов с использованием геометрических признаков [1]. Для решения задачи распознавания необходимо построить математическую модель представления поверхности паковки, т.е. составить ее структурированное описание, определив множество элементарных геометрических объектов, посредством которых может быть представлена намотка. Затем на базе этого множества необходимо сформировать набор признаков, определяющих жгут или ленту.

Под структурой намотки в настоящей работе будем понимать взаимное расположение нитей. В качестве параметров структуры намотки будем ис-

пользовать расстояние между витками нити  $\Delta$  в направлении, перпендикулярном витку и угол подъема витка нити  $\beta$  (рис. 1).

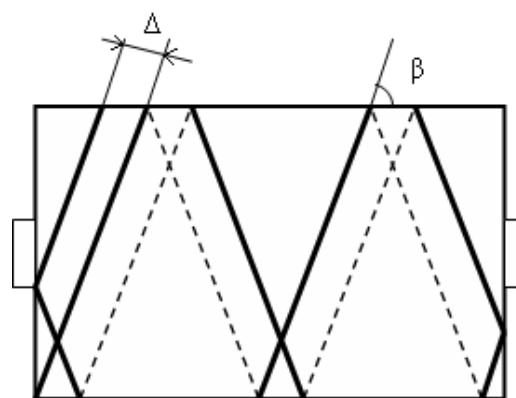


Рис. 1. Параметры структуры паковки

Дефекты структуры намотки образуются при условии

$$\Delta = kd_n, \quad (1)$$

где  $\Delta$  – расстояние между витками нити;

$k$  – число от 0 до 3, характеризующее строгость требований, предъявляемых к структуре намотки.

$d_n$  – диаметр нити;

При  $0 < k < 1$  будет наблюдаться жгутовая намотка, а при  $1 < k < 3$  – ленточная [2].

Выделим на изображении геометрические признаки различных объектов. Витки нити с поверхности паковки могут быть представлены множеством кусочно-линейных функций  $z=f(x,y)$  на ограниченной размерами изображении области плоскости  $xOy$ , где  $f(x,y)$  – функция яркости (по-

<sup>1</sup> Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. П.Н.Рудовского

скольку для уменьшения объемов обрабатываемой информации исходное цветное изображение преобразуется в черно-белое, будем считать, что яркость определяется одним параметром). Изображение намотки без дефектов состоит из пересекающихся отрезков определенной длины. Жгут может быть представлен совокупностью параллельных отрезков с углом наклона  $\beta$  к оси  $Ox$ , длина которых не меньше некоторого заданного значения  $l_z$ , определяемого размерами анализируемого изображения (рис. 2). В качестве главного визуального признака

дефектной намотки будем использовать расстояние между витками нити в жгуте, учитывая (1), оно должно быть не больше некоторого заданного значения ( $3d_n$ ). Кроме того, поскольку жгут образуется за счет многократного наложения витков пряжи в некоторой точке друг на друга, в месте его образования формируется выпуклость, и в результате эта область паковки обладает большей яркостью, о чем свидетельствуют гистограммы всего изображения (рис. 3) и поверхности жгута (рис. 4б), выделенного на рисунке пунктирной линией (рис. 4а).



Рис. 2. Исходное изображение паковки

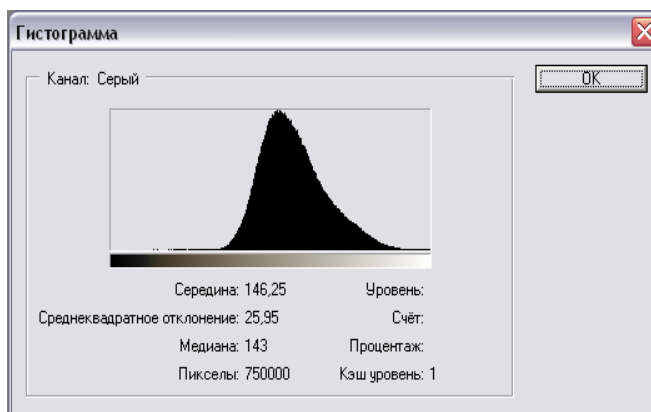
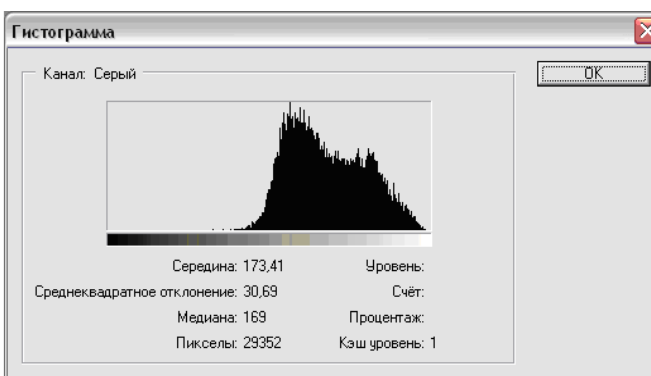


Рис. 3. Гистограмма изображения поверхности паковки после цветовой фильтрации



а)



б)

Рис. 4. Изображение жгута на поверхности паковки(а) и гистограмма изображения жгута после цветовой фильтрации (б)

Таким образом жгут  $G$  можно определить как совокупность отрезков  $G_i$ , где каждая точка отрезка  $G_i$  задается координатами  $g=(x,y)$  :

$$G = \bigcup_i G_i ;$$

$$G_i = \{g, f(g)\} ; \tag{2}$$

$$\forall g \in G_i, g = \{x, y | 0 \leq x \leq X_{max}, 0 \leq y \leq Y_{max}\},$$

где  $X_{max}$  и  $Y_{max}$  – максимальные значения координат  $x$  и  $y$  оцифрованного изображения паковки.

Для распознавания жгута будем использовать следующие признаки:

- 1) значение функции яркости  $f(G_i)$ , не меньше чем средняя яркость всего изображения:

$$f(g) \geq f_{сред} , \tag{3}$$

где  $f_{сред}$  – средняя яркость всего изображения,

$$f_{сред} = \frac{\sum_{j=1}^{Y_{max}} \sum_{i=1}^{X_{max}} f(g_{ij})}{Y_{max} \times X_{max}} ; \tag{4}$$

2) длина отрезка  $l(G_i)$  не меньше определенного значения  $l_z$ :

$$l(G_i) \geq l_z; \quad (5)$$

3) расстояние между отрезками  $\rho(G_i, G_{i+1})$  не больше  $3d_H$ :

$$\rho(G_i, G_{i+1}) \leq 3d_H. \quad (6)$$

Таким образом, для решения задачи выделения дефектов намотки в виде жгута или ленты достаточно использовать сочетание метрических и логических признаков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садыков С.С. Методы и алгоритмы выделения признаков объектов в системах технического зрения / С. С. Садыков, Н. Н. Стулов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 204 с.
2. Рудовский П.Н. Методика количественной оценки параметров структуры намотки / П. Н. Рудовский, Л. Ю. Киприна, М. Н. Нуриев // Вестник КГТУ. – 2004. – № 11. – С.27–30.

**L.Yu. Kiprina**

**INDICATION IDENTIFICATION PERMITTING BRAID REELING-UP  
IDENTIFICATION UPON PLOT MODEL PACKAGE**

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

УДК 621.529

### РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННОГО АЛГОРИТМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ НА МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКАХ

*А.И.Назаров, М.А.Тухомиров*

Эффективная эксплуатация современного станочного оборудования, такого как многофункциональные станки (МС), обрабатывающие центры, гибкие производственные модули (ГПМ), на многих машиностроительных предприятиях сдерживается целым рядом причин.

Нестабильность характера производимой продукции, цен на материалы, многообразие номенклатуры заказов и очень малая серийность выпуска (не превышающая мелкой серии) не способствуют поиску путей создания локальных (линейных, цеховых) оптимизационных и ресурсосберегающих систем в механообработке.

Эксплуатация вышеперечисленного дорогостоящего оборудования, особенно в режиме малолотной технологии, сопряжена с большими материальными и временными затратами, в том числе по всем этапам технологической подготовки производства (ТПП). Одной из самых затратных статей, вызванных бессистемной организацией работы МС, являются расходы на потребляемую электроэнергию. В условиях ограничений на ее подачу цикл обработки сложных корпусных деталей превышал расчетные данные в 2–2,5 раза по многим машиностроительным предприятиям города. Для решения этой задачи были разработаны пути и модели оптимальных технологических процессов обработки сложных деталей на МС конкретных марок, таких как ИР-500 и др. [1, 2].

Цель данной работы состоит в том, чтобы найти такой маршрут обработки комплексной корпусной детали, при котором время цикла обработки  $T_{ц}$  будет наименьшим. В данной работе анализу подвергнуты операции, производимые на многоцелевых станках с ЧПУ, оснащенных координатной системой позиционирования инструмента.

Рассматривается возможность оптимизации  $T_{ц}$  при сокращении доли вспомогательного времени на обработку. Данная задача имеет смысл при любом виде производства, т.к. сокращение времени на изготовление приводит к сокращению энергопотребления, а следовательно, и к экономии энергоресурсов.

В данном случае траекторию движения инструмента можно представить в виде замкнутого графа. Вершинами этого графа будут являться обрабатываемые отверстия, а дуги, соединяющие эти отверстия, будут описывать движение инструмента от одного отверстия к другому. Задача состоит в том, чтобы найти наикратчайший путь обхода в процессе обработки отверстий.

Из теории графов известно такое понятие, как гамильтонов контур [3]. Гамильтонов контур строится по следующим принципам: при обходе вершин графа каждая вершина должна встречаться только один раз, после обхода всех вершин происходит возврат в исходную вершину. По аналогии при обработке отверстий исходной вершиной является нулевая точка, после обработки всех отверстий происходит возврат в нулевую точку, ставится новая деталь и цикл повторяется. Тогда задача сводится к отысканию оптимального гамильтонова контура.

Приведем один из способов решения задачи.

В графе  $G = (U, X)$  (где  $U$  – множество вершин графа, а  $X$  – множество вершин, соединяющих эти дуги), соответствующем задаче коммивояжера, рассмотрим некоторый гамильтонов контур  $1, i_2, \dots, i_n, 1$ . Совокупность дуг, входящих в гамильтонов контур, можно описать в виде матрицы

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \dots & y_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & \dots & y_{nn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

в которой

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если дуга } (i, j) \text{ входит в рассматриваемый контур;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (2)$$

Так как каждая вершина встречается в гамильтоновом контуре один и только один раз, то в каждую вершину обязательно входит и из каждой вершины обязательно выходит одна и только одна дуга. Математическая запись имеет вид

$$\sum_{i=1}^n y_{ij} = 1; \quad \sum_{j=1}^n y_{ij} = 1. \quad (3)$$

Чтобы все  $y_{ij}$  были равны 0 или 1, принимаем, все  $y_{ij}$  неотрицательными целыми числами:

$$y_{ij} \geq 0, \quad i, j = \overline{1, n}; \quad (4)$$

$$E(y_{ij}) = y_{ij}, \quad (5)$$

где  $E(y_{ij})$  означает операцию взятия целой части числа  $y_{ij}$ .

Как видим, любой гамильтонов контур может быть описан матрицей (1), элементы которой  $y_{ij}$  удовлетворяют соотношениям (3)–(5). Длина гамильтонова контура, равная сумме длин составляющих его дуг, найдется так:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} y_{ij}. \quad (6)$$

Нахождение гамильтонова контура минимальной длины сводится, таким образом, к нахождению значений переменных  $y_{ij}$ ,  $i, j = \overline{1, n}$ , удовлетворяющих линейным уравнениям и неравенствам (3) и (4), условию целочисленности (5) и обращающих в минимум линейную форму (6), т.е. к решению задачи целочисленного линейного программирования.

Следует, однако, учесть, что условия (3)–(5), означающие, что в каждую вершину входит и из каждой вершины выходит только одна дуга, не обязательно определяют гамильтонов контур. Этим условиям будет отвечать и контур, проходящий не через все вершины, если в оставшихся вершинах траектории образуются петли. Это соответствует обращению в единицу некоторых элементов матрицы (1), стоящих на главной диагонали, и может быть исключено наложением на  $y_{ij}$  добавочных ограничений вида

$$y_{ij} = 0, \text{ при } i = j, \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Возможны такие случаи, когда получается не один гамильтонов контур, а два или более замкнутых контуров, каждый из которых охватывает только часть вершин, как показано на рис.1 для  $n=7$ , где 1, 2 и т.д. – центры отверстий.

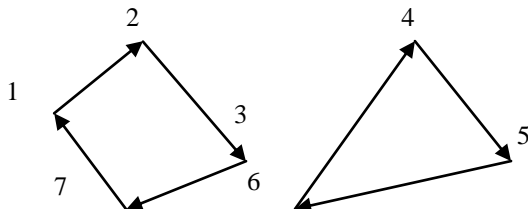


Рис. 1.

Если получилось именно такое решение, то вводят добавочное ограничение вида

$$y_{12} + y_{23} + y_{37} + y_{71} \leq 3,$$

запрещающее возникновение контура (1, 2, 3, 7, 1), и решают задачу заново совместно с этим ограничением.

Из данного метода следует, что контуры, которые будут подвергаться проверкам для вышеуказанных условий, строятся случайным методом, и их решение требует проверки большого количества вариантов нахождения кратчайшего пути. К тому же это усложняется тем, что на детали имеется большое количество отверстий разного типа, требующих многоинструментальной многопереходной обработки. Встает вопрос поиска другого способа сокращения вспомогательного времени на обработку данной детали, основанного на элементарных правилах.

При выполнении данной работы было выведено несколько правил, приводящих к сокращению вспомогательного времени.

*Правило первое.*

При построении последовательности обхода необходимо следить за тем, чтобы дуги, соединяющие вершины графа, не пересекались между собой.

Приведем доказательство данного утверждения. Пусть мы имеем вершины 1, 2, 3, 4, 5 (центры отверстий), соединенные следующим образом (рис. 2).

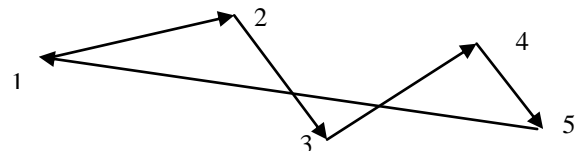


Рис.2

Пусть 1 – нулевая точка. Стрелки показывают направление обхода. Введем новый контур с двумя новыми вершинами 6 и 7 в точках пересечения (рис. 3).

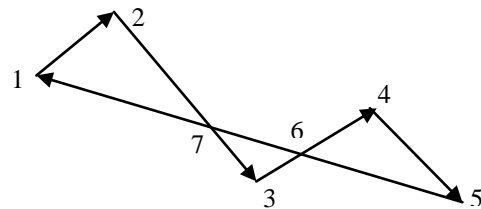


Рис. 3

При этом обходе появление в вершинах 6 и 7 двух пересечений, показывает, что данный граф не является признаком гамильтонова контура. Следовательно, несколько дуг являются лишними. Соединим вершины 1 и 3, 3 и 5 (рис. 4).

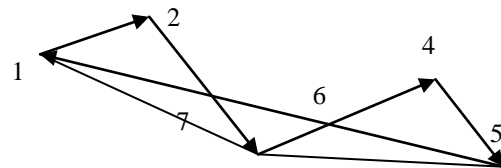


Рис. 4

Из треугольников (1, 7, 3) и (3, 6, 5) можно исключить стороны (1, 7), (7, 3), (3, 6), (6, 5). При этом оказывается, что сумма длин  $(1, 7) + (7, 3) > (1, 3)$  и  $(3, 6) + (6, 5) > (3, 5)$ , что уже приводит к сокращению пути обхода в нововведенном контуре (рис. 5).

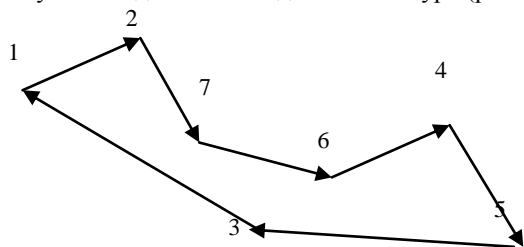


Рис. 5

Теперь соединим вершины 2 и 4 и вернемся к первоначальному контуру исключением дуг (2, 7), (7, 6), (6, 4) (рис. 6).

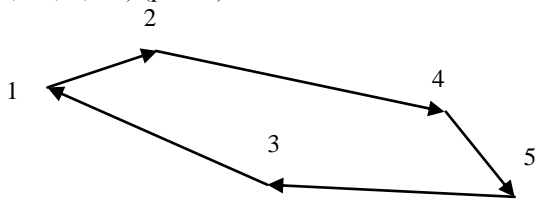


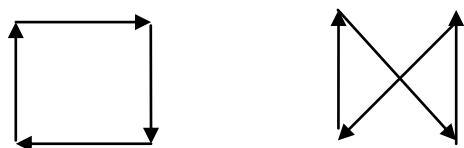
Рис. 6

Из рис. 6 видно, что путь от вершины 2 до вершины 4 сократился, т.к.

$$(2, 7) + (7, 6) + (6, 4) > (2, 4).$$

Из вышеизложенного следует, что пересечения при обходе вершин приводят к удлинению пути обхода. Можно, не пользуясь промежуточным графом, доказать это геометрически.

Не всякий контур, в котором нет пересечений, является оптимальным. Это логично доказать на примере. Приведем ряд рассуждений. Например, есть вершины, расположенные квадратом, и два варианта их обхода (рис. 7).



Обход 1

Рис. 7

Обход 2

Очевидно, что обход 1 представляет собой более короткий путь по сравнению с обходом 2. Рассмотрим следующий пример. Имеются вершины 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, расположенные следующим образом (рис. 8).

Группируем вершины в элементарные фигуры (1, 2, 3, 4) и (5, 6, 7, 8) (в данном случае квадраты) (рис. 9).

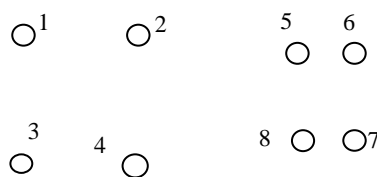


Рис. 8

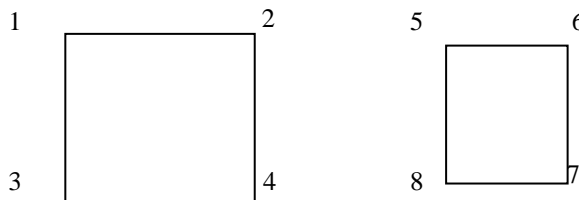


Рис. 9

Соединяя эти два контура, т.е. выполнив правило первое (устранив две наиболее длинные дуги (2, 4) и (5, 8)) и добавив две наиболее короткие дуги (2, 5) и (4, 8) (рис. 10), получаем следующий граф пути

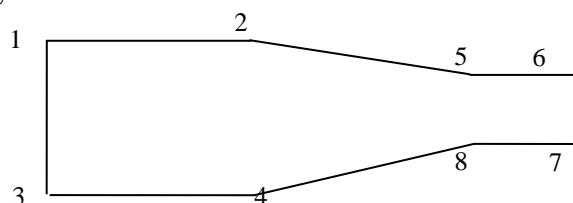


Рис. 10

Из этих построений сформулируем второе правило.

*Правило второе.*

При построении вершины должны объединяться в элементарные контуры (квадрат, прямоугольник, треугольник, круг, правильные многоугольники и т.п.), где оптимальный обход очевиден, и присоединяться друг к другу на принципе удаления наиболее длинных дуг и добавления наиболее коротких.

Например, возьмем с чертежа детали расположение резьбовых отверстий. Построим контур на основе первого и второго правил и просчитаем длину обхода получившегося контура (процесс построения показан на рисунке 11).

Анализ значений  $\sum_{i=1}^n Li$ , где  $i$  – количество

отверстий обрабатываемых определенным набором инструментов, показал, что наикратчайший путь (следовательно,  $T_{ц}$  – наименьшее) получается, когда обработка отверстий производится при переходе от одной группы однотипных отверстий к другой, независимо от взаимного расположения групп.

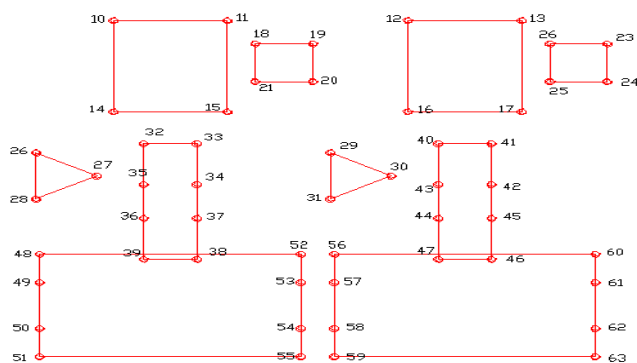


Рис. 11

Следовательно, можно сформулировать третье правило построения.

*Третье правило.*

Отверстия должны объединиться в группы. Т.е. маршрут обработки отверстий в группе должен быть одинаков и выполняться одним комплектом режущего инструмента.

После отыскания групп они соединяются между собой перемычками, по которым происходит переход от обработки одной группы отверстий к обработке другой группы. Группа представляет собой контур, построенный по первому и второму правилам.

Рассмотрим ряд отверстий (0, 1; 2–5 и 6–9), различных по технологии их обработки и расположенных на одной из сторон детали (рис. 12).

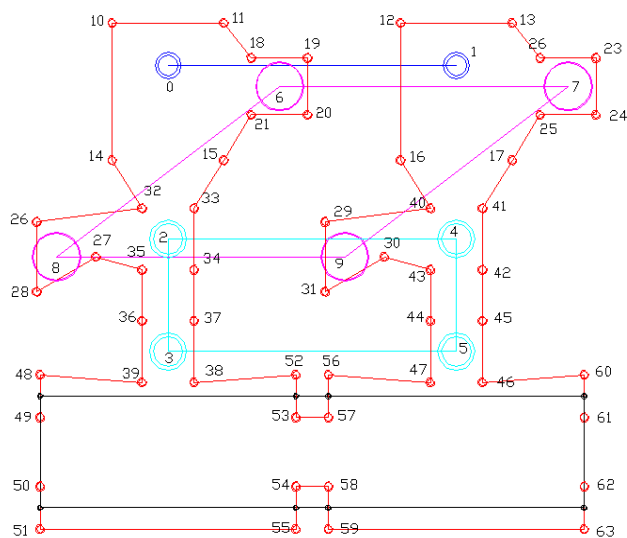


Рис. 12

Составив маршрут обработки этой стороны с учетом трех правил и объединив отверстия в группы, для каждой группы построим контуры по пер-

вому и второму правилам, а затем рассчитаем значения  $\Sigma Li$  для всех вариантов.

Расчеты и анализ результатов показали, что наименьшее значение  $\Sigma Li$  оказывается, когда все множество отверстий разбито на группы по принципу однотиповой обработки. При последовательной обработке всех групп значение суммарного пути, следовательно,  $T$  цикла оказывается минимальным. Согласно вышеназванным правилам, все контуры обхода отверстий на рис. 12 не имеют петель и повторных траекторий.

Задача поиска оптимального пути усложняется в большинстве случаев тем, что обработка отверстий производится не одним, а несколькими последовательно сменяемыми инструментами. Рассмотрим в качестве примера группу отверстий  $\varnothing 12H7$ .

Последовательность обработки содержит следующие технологические переходы [4]:

1. Центрование.
2. Сверление до диаметра 11 мм.
3. Зенкерование до диаметра 11,79 мм.
4. Предварительное развертывание до диаметра 11,96 мм.
5. Окончательное развертывание до диаметра 12H7.

В состав вспомогательного времени входит время смены инструмента  $T_{с.и}$ . Для представленного на рис.13 отверстия таких смен будет 5. С учетом  $T_{с.и}$  сравниваются два варианта обработки. Первый вариант предполагает, что каждое отверстие группы 12H7 будет последовательно обрабатываться всем комплектом инструментов. По второму варианту все отверстия объединяются в один контур, но при этом переход к следующему отверстию не произойдет до тех пор, пока данные отверстия не будут обработаны полностью.

Вспомогательное время определяется:

$$T_{всп} = \frac{\Sigma L_{xx}}{V_{xx}} + t_{с.и} N_i,$$

где  $\Sigma L_{xx}$  – суммарная длина холостых ходов для первого и второго случая соответственно;

$V_{xx}$  – скорость перемещений на холостом ходу;

$t_{с.и}$  – среднее время смены инструментов;

$N_i$  – количество смен инструментов;

$i$  – количество инструментов, необходимых для выполнения операции.

Если  $N_2 > N_1$  и  $L_{xx1} > L_{xx2}$ , то условия минимизации выполняются.

Реализация разработанного алгоритма при составлении управляющих программ для группы МС, на которых обрабатываются сложные корпусные заготовки, позволяет получить экономию электроэнергии в расчете на час работы оборудования 137,25 руб./ч.





Схема построена по результатам экспериментальных исследований кинематики схода стружки с криволинейной поверхности инструмента. В результате неоднородных деформаций по толщине срезаемого слоя основная часть стружки приобретает криволинейную форму на выходе из зоны первичной пластической деформации и за счет вторичной деформации контактных слоев движется не параллельно передней поверхности резца, а под углом к ней. Это приводит к уменьшению фактического угла резания и увеличению угла наклона условной поверхности сдвига. В пределах области адаптации зоны стружкообразования к возмущающим ее внешним воздействиям с уменьшением  $R_n$  уменьшаются длина пластического контакта, усадка стружки, силы и мощность резания. Из анализа неоднородного напряженно-деформированного состояния зоны резания методами теории подобия получены критериальные зависимости определения средней усадки и длины контакта стружки с инструментом в зависимости от технологических условий резания и радиуса кривизны стружки  $R_n$  [2]:

$$k_l = \frac{R_n - \sqrt{R_n^2 - \left[ D\beta - \left( R_n \cos \gamma - l_0 \sin \gamma - \frac{a_1}{\operatorname{tg} \beta_1} \right)^2 \right]}}{a_1}, \quad (1)$$

$$\frac{l}{a_1} = \frac{2,4 \left( + B^2 \right) \left( - \frac{a_1}{R_n} \right)^{0,912} \cdot \exp \left( - 3,958 \cdot \frac{a_1}{R_n} \right)}{B \left[ \cos \gamma \left( + B \right) - \sin \gamma \left( - B \right) \right]}, \quad (2)$$

где  $D\beta = \cos^2 \gamma \left( \frac{R_n^2}{a_1^2} - l_0^2 \right) - 2R_n \sin \gamma \left( \frac{a_1}{R_n} \cdot \cos \gamma - a_1 \right) + a_1 \left( l_0 \cos \gamma - a_1 \right)$ ;

$$B = c \cdot B^x \cdot D^z \cdot \Gamma^y \left( - \sin \gamma \right)^n \cdot k_H k_C k_d,$$

$B = v \cdot a_1 / a$ ;  $D = a_1 / b_1$ ;  $\Gamma = \lambda_p \cdot \beta \cdot \varepsilon / \lambda$  – безразмерные критерии подобия, характеризующие условия осуществления процесса лезвийной обработки материалов;

$c, x, y, z, n$  – безразмерные коэффициенты, зависящие от свойств обрабатываемого и инструментального материалов;

$k_H, k_C, k_d$  – безразмерные коэффициенты, зависящие от износа инструмента, применяемой СОТС и диаметра обрабатываемой поверхности;  $\beta, \varepsilon$  – угол заострения и угол при вершине резца в плане;

$v$  – скорость резания;

$a_1, b_1$  – толщина и ширина срезаемого слоя;

$a$  – температуропроводность обрабатываемого материала;

$\lambda, \lambda_p$  – теплопроводности обрабатываемого и инструментального материалов.

Фактический передний угол, определяющий среднее направление схода стружки при ее завивании, получен из анализа годографа скоростей (см. рис. 1)

$$\gamma_{\Phi} = \gamma + \Delta\gamma_{cp}, \quad (3)$$

$$\Delta\gamma_{cp} = \frac{1}{4} \left( \operatorname{arctg} \left[ \frac{l_0 - a_1 \frac{\sin \xi}{\sin \beta_1}}{R_n - a_1 \frac{\cos \xi}{\sin \beta_1}} \right] + 2 \operatorname{arctg} \left[ \frac{l_0 \cos^2 \xi}{R_n - 0,5 l_0 \sin \xi} \right] \right);$$

$$\xi = \beta_1 - \gamma.$$

$$l_0 = l / 2, \text{ при } \beta_1 - \gamma \leq 0 \quad l_0 = a_1 / \sin \beta_1.$$

При известной длине контакта стружки и геометрии стружкозавивающей поверхности инструмента величина радиуса кривизны стружки  $R_n$  может быть определена геометрическим путем. Например, для схемы, показанной на рис.1, радиус кривизны стружки равен

$$R_n = (L - l) / \operatorname{tg} (\psi / 2). \quad (4)$$

В уравнении (4) параметры  $L$  и  $\psi$  характеризуют геометрию стружкозавивающей поверхности инструмента, длина контакта  $l$  является функцией технологических режимов резания и определяется по формуле (2).

Совместное решение уравнений (1)–(4) позволяет определить основные параметры зоны резания материалов инструментом со стружкозавивающей поверхностью с учетом завивания стружки. Общее решение задачи для инструмента с произвольным профилем передней поверхности получено путем компьютерного конструирования лезвия резца и прогнозирования формы сходящей с нее стружки.

Разработанная модель позволила провести комплексный анализ процессов, происходящих в зоне стружкообразования при завивании стружки с учетом различных технологических условий резания. В качестве примера на рис.2 представлены теоретические зависимости  $R_n$  и  $\beta_1$  от геометрических параметров передней поверхности инструмента, скорости резания  $v$ , толщины среза  $a_1$ , температуропроводности обрабатываемого материала  $a$ .

Анализ процесса стружкообразования показывает, что при механическом воздействии на стружку равновесие системы «зона сдвигов – контактная зона» может достигаться за счет перераспределения напряжений и деформаций внутри зоны резания при изменении средних значений сил реза-

ния и усадки стружки. Наиболее «чувствительным» параметром зоны резания к степени неоднородности деформации сдвига является радиус кривизны стружки  $R_n$ . Величина  $R_n$  изменяется в рамках допустимых значений контактных напряжений на передней поверхности резца, зависящих от режимов резания и формы передней поверхности. Создание стружкозавивающих элементов, ограничивающих диапазон возможного изменения кривизны стружки, приводит к стабилизации и уменьшению средних значений сил резания, что благоприятно сказывается на работоспособности инструмента и качестве обработан-

ной поверхности детали. На основе раскрытия взаимосвязи напряженно-деформированного состояния зоны резания с кривизной стружки могут быть определены технические ограничения режимов механической обработки пластичных материалов инструментами с СМП.

Выполненные исследования создают теоретическую базу для разработки научно обоснованных методик проектирования и оптимизации условий эксплуатации инструментов с криволинейной передней поверхностью

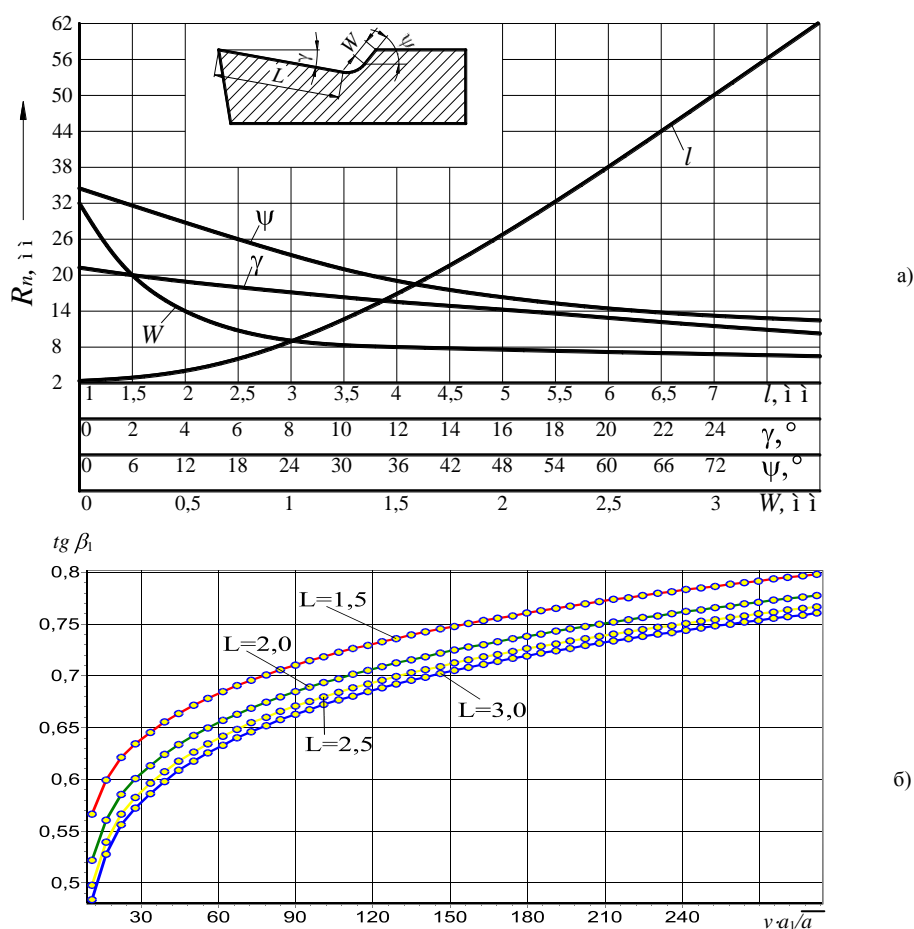


Рис. 2. Теоретические зависимости  $R_n$  и  $\beta_1$  от геометрических параметров передней поверхности инструмента (а) и режимов резания (б): Ст45–Т15К6,  $v=2$  м/с,  $s=0,3$  мм/об,  $t=2$  мм,  $r=0,3$  мм,  $\varphi=90^\circ$ ,  $\varphi_1=5^\circ$ ,  $\gamma=10^\circ$ ,  $w=0,4$  мм,  $L=4$  мм,  $\psi=45^\circ$ ,  $r_k=0,2$  мм

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов С.В. Моделирование и оптимизация процесса формообразования стружки при резании материалов : монография / С. В. Михайлов. – Кострома : КГТУ, 2005.
2. Безъязычный В.Ф. Расчет усадки стружки при резании инструментом со стружкозавивающей передней поверхностью / В. Ф. Безъязычный, С. В. Михайлов // СТИН. – 2005. – № 2. – С. 26–29.

S.V.Mikhaylov, D.S.Skvortsov, A.P.Oleynik  
**MODELLING AND SYSTEMATIC ANALYSIS OF CHIP FORMATION PROCESS DURING  
 MATERIAL CUTTING BY SMP INSTRUMENTS**

УДК 621.9.02

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ***И.И. Фейман, М.А. Померанцев*

В статье излагаются результаты исследований, проводимых авторами на заводе «Мотордеталь» (г. Кострома), по совершенствованию технологических процессов изготовления поршней, поршневых пальцев и поршневых колец для двигателей внутреннего сгорания.

С начала 80-х годов XX века авторы проводят научные исследования на заводе «Мотордеталь». Выполнялись хозяйственные работы по изготовлению, рациональной эксплуатации и переточке алмазных инструментов, по использованию цельных твердосплавных фрез для калибровки замка поршневых колец и др. Многие из этих исследований отличались высокой эффективностью. Например, стойкость твердосплавных фрез для чистовой калибровки замков поршневых колец в 20–50 раз выше аналогичных импортных.

В настоящее время научные исследования на заводе «Мотордеталь» идут по нескольким направлениям.

Первое – повышение эффективности работы поточной линии фирмы «Takisawa» (Япония) по изготовлению поршней двигателей внутреннего сгорания (ДВС). По существующей технологии обработки на первой операции подрезается торец, обтачивается наружная цилиндрическая поверхность поршня и занижается нерезистовая вставка (станок ТС200-L3). На второй операции производится обработка баз – торца и цилиндрической выточки (станок ТС-200L6CM). На третьей операции точатся наружная цилиндрическая поверхность поршня и начерно канавки под поршневые кольца (станок ТС-200L6CM). На четвертой операции осуществляется чистовая обработка канавок под поршневые кольца и камеры сгорания (станок ТС-200L3GR). На пятой операции (станок MAC-V40) производится растачивание отверстия под поршневой палец, канавок под стопорные кольца и снятие фасок. На шестой операции окончательно растачивается отверстие под поршневой палец (станок ТВ-2000). На седьмой операции осуществляется копирная обточка юбки поршня и кольцевых уплотнительных канавок на цилиндрической поверхности около головки поршня (станок TPS-3100S).

Разработанная авторами технология обработки поршней на линии «Takisawa» заключается в следующем. Предварительная обработка базовых поверхностей поршня производится на специальном участке, состоящем из двух токарных станков с ЧПУ, в литейном цехе гильз (ЛЦГ). Это позволяет исключить обработку заготовок с литейным браком на линии «Takisawa», уменьшить объем транспортных операций и количество образующейся стружки.

На первой операции (4 токарных станка ТС-200 в различных модификациях) производится точение цилиндрической наружной поверхности, подрезка торца, черновая и чистовая обработка канавок под поршневые кольца. На второй операции (два станка MAC-V40) коротким жестким инструментом с одной стороны растачивается отверстие под поршневой палец, снимаются фаски и фрезеруется канавка под стопорное кольцо. После поворота поршня на 180° производится аналогичная обработка отверстия с другой стороны. На третьей операции (станок ТВ-2000) алмазным резцом окончательно растачивается отверстие под поршневой палец на всю длину. На четвертой операции (станок TPS3100-S) производится копирная обточка юбки поршня.

Использование такой технологии позволяет в 2,5 раза уменьшить фактический такт выпуска поршней на линии «Takisawa» и примерно в 2,3 раза повысить темп ее работы (часовую производительность). В результате обработки большинства поверхностей поршня за одну установку повышается точность их взаимного расположения. При окончательном выборе режимов резания обеспечивается полная технологическая синхронизация отдельных операций механической обработки. Это исключает образование оборотных заделов и повышает эффективность работы линии.

При внедрении предлагаемой технологии уменьшается количество операторов и снижается себестоимость изготовления поршней.

В настоящее время проводятся исследования по разработке конструкций специальных режущих и вспомогательных инструментов для отдельных операций механической обработки поршней. Разрабатываются технологии их изготовления в условиях инструментального цеха завода.

Совместно с работниками завода «Мотордеталь» выполняются исследования точности оборудования и точности технологических процессов механической обработки поршней на линии «Takisawa». Используются методики и программное обеспечение для статистического анализа, принятые на заводе и разработанные авторами.

Проводятся сравнительные стойкостные испытания режущих инструментов и сменных многогранных пластин ведущих инструментальных фирм: «Is-car», «Sandvik Coromant» и др.

Проводятся исследования по повышению эффективности конструкторско-технологической подготовки производства. При этом используется пакет компьютерного моделирования «ProEngineer». Разрабатываются 3D-модели поршней и технологической оснастки. На их основе создаются рабочие чертежи. Кроме того, эти модели используются для выполнения прочностных и тепловых расчетов деталей методом конечных элементов.

Второе направление – разработка технологии изготовления многовершинных фасонных твердосплавных резцов для обработки пакетов поршневых колец. На заводе с 1976 г. успешно эксплуатируется профильно-шлифовальный станок «Studer-PSM-150» для изготовления фасонных твердосплавных резцов. В настоящее время изготавливается около 130 различных профилей таких резцов, все в напайном варианте. Трудоемкость их обработки весьма высокая, т.к. и черновое, и чистовое шлифование производится на станке «Studer-PSM 150». Точность фасонного профиля резцов не отвечает требованиям чертежа ( $\pm 2,5$  мкм). Цель проводимых исследований – обеспечение заданной точности фасонных резцов и повышение качества их рабочих поверхностей. Поставлена также задача по снижению станкочемкости заточных операций на станке «Studer-PSM 150» не менее чем в 3 раза. Для этого разрабатываются технологические процессы черновой обработки фасонных резцов на электрохимических и электроэрозионных станках.

Для повышения эффективности проводимых исследований необходимо решить следующие задачи: разработать методы правки двухугловых кругов из природных алмазов на металлической связке, способы их статической и динамической балансировки, обеспечить охлаждение круга и шлифуемого инструмента распыленной СОЖ, разработать технологии изготовления копиров повышенной точности, конструкции резцов с механическим креплением твердосплавных пластин, надежные способы окончательной обработки фасонных поверхностей, в т.ч. нанесения износостойких покрытий.

Третье направление исследований – повышение эффективности процесса глубокого сверления отверстий в поршневых пальцах. В настоящее время на заводе ведется интенсивная работа по совершенствованию технологических процессов механической обработки поршневых пальцев для дизельных двигателей. Вместо отечественных станков для резки прутков на отдельные заготовки установлены ленто-

пильные станки Н-260 НВ фирмы «VERISING» (Тайвань). При одинаковой производительности лентопильные станки занимают в несколько раз меньшие площади, обеспечивают небольшую ширину реза (около 1,5 мм) и более высокую точность заготовок.

Для того чтобы снизить шероховатость поверхности отверстия в поршневых пальцах из низкоуглеродистых легированных сталей, завод купил станок для глубокого сверления Т-30-2-500 фирмы «ТИБО» (Германия). Еще один такой станок будет получен в этом году. Испытания показали, что стойкость цельных твердосплавных импортных сверл одностороннего резания при обработке отверстий  $\varnothing 26,1$ ,  $L=101,3$  мм в заготовках из стали 12Х1МФ примерно в 12 раз меньше предусмотренной контрактом. В то же время инструмент имеет высокую стоимость: цена одного сверла в зависимости от диаметра от 212 до 252€, а твердосплавной направляющей втулки около 100 €. Известно, что при сверлении отверстий сверлами одностороннего резания наименее надежной операцией является врезание инструмента в заготовку. Как только диаметральный зазор между сверлом и направляющей втулкой становится более 5 мкм, начинаются интенсивные вибрации технологической системы. Это приводит к выкрашиванию режущих кромок сверла и повышенному износу направляющих втулок.

Наиболее эффективной представляется следующая технология изготовления поршневых пальцев: правка прутков, резка их на заготовки длиной 450–500 мм, резка этих заготовок на станке Н-260 НВ на полуфабрикаты пальцев. Это позволит на порядок повысить стойкость сверл одностороннего резания и качество поршневых пальцев.

Разрабатываются эффективные конструкции сверл, в т.ч. кольцевых и с механическим креплением режущих пластин, а также технологии их изготовления в условиях инструментального цеха завода.

В проведении указанных исследований активное участие принимают студенты специальностей 151001 и 151001.44. В начале конструкторско-технологической практики на 4-м курсе они получают темы дипломных проектов и планы научных исследований. Как показала практика, участие в таких НИР весьма полезно для студентов. У них появляются интерес к специальности, творческая инициатива и склонность к самостоятельной работе. Общение с руководителями подразделений завода повышает их шансы на последующее трудоустройство.

I.I. Feyman, M.A.Pomerantsev

## TECHNOLOGICAL PROCESS PERFECTION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE PISTON GROUP UNIT MECHANICAL WORKING

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 677.052.24.001

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАТЯЖЕНИЕМ РОВНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКА КОНТРОЛЯ ЕГО УРОВНЯ

А.П. Соркин, А.А. Задвижкин

Разработана математическая модель процесса автоматического регулирования натяжения ровницы при работе корректирующего контура системы управления натяжением ровницы с использованием датчика контроля его уровня.

В предыдущих исследованиях [1] получены уравнения движения катушки с ровницей в крутильно-мотальном механизме ровничной машины без принудительного привода катушек с индукционными тормозками. Проведем анализ работы системы наматывания с датчиком контроля натяжения ровницы.

Уравнение тока в обмотке возбуждения тормозка можно представить в виде [2]

$$L \frac{di}{dt} + iR = u_{ynp}, \quad (1)$$

где  $L$  – индуктивность катушки возбуждения тормозка;

$i$  – сила тока в обмотке возбуждения тормозка;

$R$  – активное сопротивление обмотки возбуждения;

$u_{ynp}$  – напряжение на обмотке.

Уравнение тока (1) в обмотке тормозка вращения можно записать в виде

$$L \frac{d(i^\circ + \Delta i)}{dt} + (i^\circ + \Delta i)R = u_{ynp}^\circ + \Delta u_{ynp}. \quad (2)$$

Как уже отмечалось [1],  $i^\circ$  и  $u_{ynp}^\circ$  можно считать постоянными в области малых отклонений от их значений при работе корректирующего контура системы регулирования.

В программном режиме  $u_{ynp}^\circ = u_{ynp}^\circ(t)$  и  $i = i^\circ(t)$

Преобразуем (2) к виду

$$L \frac{di^\circ}{dt} + i^\circ R + i \frac{d\Delta i}{dt} + R\Delta i = u_{ynp}^\circ + \Delta u_{ynp}. \quad (3)$$

Вычитая из (3) уравнение программного режима, получим

$$L \frac{d\Delta i}{dt} + R\Delta i = \Delta u_{ynp}. \quad (4)$$

Перейдем к безразмерным относительным отклонениям, для чего преобразуем (4) к виду

$$\frac{L}{R} \frac{d \frac{\Delta i}{i^\circ}}{dt} + \frac{\Delta i}{i^\circ} = \frac{u_{ynp}^\circ}{R i^\circ} \frac{\Delta u_{ynp}}{u_{ynp}^\circ}. \quad (5)$$

Обозначим

$$\frac{\Delta u_{ynp}}{u_{ynp}^\circ} = \Delta \bar{u} \quad \text{– относительное изменение управляющего напряжения питания обмотки возбуждения тормозка;}$$

$\frac{u_{ynp}^\circ}{R i^\circ} = \psi_6$  – постоянный безразмерный коэффициент;

$$\frac{L}{R} = \tau_3 \quad \text{– электромагнитная постоянная времени.}$$

С учётом обозначений запишем уравнение тока в цепи возбуждения в относительных отклонениях от программного режима

$$\tau_3 \frac{d\Delta \bar{i}}{dt} + \Delta \bar{i} = \psi_6 \Delta \bar{u}. \quad (6)$$

Для корректирующей части управляющего напряжения может быть принят пропорционально-интегральный закон регулирования [3]

$$\Delta u_{ynp} = k\Delta T - \frac{k}{\tau_u} \int_0^t \Delta T dt, \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент усиления В/Н,

$\tau_u$  – время интегрирования, с.

В уравнении регулирования (7) корректирующего контура перейдем к безразмерным относительным отклонениям, для чего приведем его к виду

$$\frac{\Delta u_{ynp}}{u_{ynp}^\circ} = -\frac{k T^\circ}{u_{ynp}^\circ T^\circ} \cdot \frac{\Delta T}{T^\circ} - \frac{k T^\circ}{\tau_u u_{ynp}^\circ} \int_0^t \frac{\Delta T}{T^\circ} dt. \quad (8)$$

С учётом принятых ранее обозначений запишем (8) в виде

$$\Delta \bar{u} = -k' \Delta \bar{T} - \frac{k' t}{\tau_u} \int_0^t \Delta \bar{T} dt, \quad (9)$$

где  $k' = \frac{k T^\circ}{u_{\text{упр}}^\circ}$ .

Уравнение для скорости наматывания (2) [1] можно записать в приращениях в виде.

$$v_H^\circ + \Delta v_H = 2\pi r_H^\circ n p + 2\pi n p \Delta r_H - 2\pi r_H^\circ n_K^\circ - 2\pi n_K^\circ \Delta r_H - 2\pi r_H^\circ \Delta n_K - 2\pi \Delta r_H \Delta n_K. \quad (10)$$

Вычитая из (10) уравнение для скорости наматывания при работе программного контура системы регулирования и пренебрегая при этом последним членом уравнения (10) ввиду его малости, получим выражение для отклонения скорости наматывания от базового значения при работе корректирующего контура системы регулирования

$$\Delta v_H = 2\pi n p \Delta r_H - 2\pi n_K^\circ \Delta r_H - 2\pi \Delta r_H \Delta n_K. \quad (11)$$

Перейдём к безразмерным относительным отклонениям, для чего преобразуем (11) к виду

$$\frac{\Delta v_H}{v_H^\circ} = \frac{2\pi (n p - n_K^\circ) r_H^\circ}{v_H^\circ} \cdot \frac{\Delta r_H}{r_H^\circ} - \frac{2\pi r_H^\circ n_K^\circ}{v_H^\circ} \cdot \frac{\Delta n_K}{n_K^\circ}. \quad (12)$$

С учётом принятых ранее обозначений уравнение для относительного отклонения скорости наматывания в корректирующем режиме работы системы регулирования запишется в виде

$$\Delta \bar{v}_H = \Delta \bar{r}_H - \psi \gamma \Delta \bar{n}_K, \quad (13)$$

где  $\psi \gamma = \frac{2\pi r_H^\circ n_K^\circ}{v_H^\circ}$  – безразмерный коэффициент.

Уравнение (7) [1] для скорости приращения радиуса наматывания в приращениях запишется в виде

$$\frac{dr_H^\circ}{dt} + \frac{d \Delta r_H}{dt} = \frac{\delta^\circ v_H^\circ + \Delta \delta \cdot v_H^\circ + \delta^\circ \Delta v_H + \Delta \delta \cdot \Delta v_H}{2\pi (r_H^\circ + \Delta r_H)(1 + \alpha T^\circ) + (1 + \frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T)}. \quad (14)$$

Пренебрегая в числителе правой части (14) произведением  $\Delta \delta \cdot \Delta v_H$  ввиду его малости, и вычитая из (14) уравнение программного режима (7) [1] при базовых значениях  $r_H^\circ$ ,  $\delta^\circ$  и  $v_H^\circ$ , получим

$$\frac{d \Delta r_H}{dt} = \frac{\Delta \delta r_H^\circ v_H^\circ + \Delta v_H r_H^\circ \delta^\circ - \Delta r_H \delta^\circ v_H^\circ - r_H^\circ \delta^\circ v_H^\circ \frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T - \Delta r_H \delta^\circ v_H^\circ \frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T}{2\pi r_H^\circ (r_H^\circ + \Delta r_H)(1 + \alpha T^\circ) + \frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T}. \quad (15)$$

Пренебрегая ввиду малости значением  $\Delta r_H \delta^\circ v_H^\circ \frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T$  числителя и значением  $\frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T$  (эта величина много меньше единицы) знаменателя правой части уравнения (15), получим

$$\frac{d \Delta r_H}{dt} = \frac{\Delta \delta r_H^\circ v_H^\circ + \Delta v_H r_H^\circ \delta^\circ - \Delta r_H \delta^\circ v_H^\circ - r_H^\circ \delta^\circ v_H^\circ \frac{\alpha}{1 + \alpha T^\circ} \Delta T}{2\pi (r_H^\circ)^2 (1 + \frac{\Delta r_H}{r_H^\circ})(1 + \alpha T^\circ)}. \quad (16)$$

Перейдем к безразмерным относительным отклонениям, для чего преобразуем (16) к виду

$$\frac{d \frac{\Delta r_H}{r_H^\circ}}{dt} = \frac{r_H^\circ v_H^\circ \frac{\Delta \delta}{\delta^\circ} + r_H^\circ \delta^\circ \frac{\Delta v_H}{v_H^\circ} - \delta^\circ v_H^\circ \frac{\Delta r_H}{r_H^\circ} - r_H^\circ \delta^\circ v_H^\circ \frac{\alpha T^\circ}{1 + \alpha T^\circ} \frac{\Delta T}{T^\circ}}{2\pi (r_H^\circ)^3 \left(1 + \frac{\Delta r_H}{r_H^\circ}\right) (1 + \alpha T^\circ)}. \quad (17)$$

Обозначим  $\Delta \delta / \delta^\circ = \Delta \bar{\delta}$  – относительная величина отклонения толщины ровницы от базового значения.

С учётом этого и ранее принятых обозначений и пренебрегая значением  $\Delta r_H / r_H^\circ$  в знаменателе, как величиной значительно меньше единицы, получим уравнение для относительного отклонения скорости изменения радиуса наматывания от номинальной, программной

$$d \frac{\Delta \bar{r}_H}{dt} = \psi_8 (\Delta \bar{\delta} + \Delta \bar{v}_H - \bar{r}_H) - \psi_9 \Delta \bar{T}, \quad (18)$$

где  $\psi_8 = \frac{\delta^\circ v_H^\circ}{2\pi (r_H^\circ)^2 (1 + \alpha T^\circ)}$ ;

$$\psi_9 = \frac{\delta^\circ v_H^\circ \alpha T^\circ}{2\pi (r_H^\circ)^2 (1 + \alpha T^\circ)^2} \text{ – постоянные коэффициенты.}$$

### Выводы

Полученные выражения (9), (13), (18) характеризуют процесс автоматического регулирования натяжения ровницы при работе корректирующего контура системы управления натяжением ровницы с использованием датчика контроля его уровня и позволяют на этапе проектирования системы оценить качество регулирования при различных параметрах настройки контура.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соркин А.П. Анализ процесса наматывания ровницы как объекта регулирования ее натяжения / А. П. Соркин, А. А. Задвижкин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – №4С. – С.56–59.
2. Клубник П.Ф. Быстродействующие индукционные муфты в системах автоматического регулирования / П. Ф. Клубник. – М. : Машгиз, 1962.
3. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления / А. А. Воронов. – М. : Энергия, 1980.

**A.P.Sorkin, A.A.Zadvizhkin**  
**ANALYSIS OF ROVING TENSION SYSTEM CONTROL**  
**BY ITS LEVEL CONTROL SENSOR USING**



## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621:658.512.6

### ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Садов

Разработаны мероприятия по формированию компонентов продукта на основе анализа матрицы его структуры, состоящей из узлов. Предложены рекомендации по выработке мер, позволяющих на ранней стадии проектирования производства эффективно намечать пути для видоизменения производственной системы, ориентированной на изготовление продукта в соответствии с требованиями потребителя.

Целью формирования компонентов продукта является изменение последовательности изготовления компонентов продукта в позициях хода производства таким образом, чтобы появлялась возможность изоляции потребительских требований на отдельные его компоненты, а также на отдельные производственные процессы, участки или линии. Необходимость такого формирования возникает на стадии разработки продукта как нового, так и усовершенствованного в соответствии с требованиями рынка.

Базой для разработки мероприятий по формированию являются матрицы структуры продукта [1]. Применительно к нашему случаю матрицы должны быть ориентированы только на узлы и представлены следующими объектами: признаками продукта, воздействиями изменений между признаками и компонентами продукта, а также самими компонентами продукта [2]. Частота изменений компонентов и признаков продукта определяется на основе ABC-анализа выполнения заказов либо программы продукта. Сущность такого анализа заключается в определении главного направления деятельности путем деления объекта на три части: самое важное, средней важности, наименее важное [3]. Такая матрица, в которой отображаются воздействия между компонентами, косвенно может использоваться при выработке мероприятий формирования компонентов продукта, ориентированного на производственную систему, в которой изготавливается изделие с наименьшими затратами. Количественная оценка принятия того или иного решения может осуществляться на основе анализа значимостей компонента –  $Z_{\text{комп}i}$ , узла –  $Z_{\text{узел}I}$  и признака  $Z_{\text{призн}i}$ , которые определяются следующим образом:

$$Z_{\text{комп}i} = v_i \cdot f_i \cdot \sum_{k=1}^u a_{ik} ;$$

$$Z_{\text{узел}I} = \sum_{k=1}^p Z_{\text{комп}i} ;$$

$$Z_{\text{призн}i} = h_i \cdot \sum_{k=1}^p a_{ik} ,$$

где  $v_i$  – количество вариантов компонента продукта;  
 $f_i$  – частота изменений  $i$ -го компонента продукта;  
 $a_{ik}$  – связь проявления  $k$ -го признака в  $i$ -том компоненте продукта;  
 $u$  – количество признаков продукта;  
 $p$  – количество компонентов продукта в узле;  
 $h_i$  – частота изменений (дисперсия) признаков продукта.

Количественная оценка частоты изменений компонентов и признаков продукта может определяться на основе ABC-анализа следующим образом [4]: наименее важному направлению деятельности (низкая дисперсия) может быть дано до 3-х баллов, среднему – 4÷6 баллов, а самому важному – 7÷9 баллов. Таким образом, матрица некоторого продукта может быть представлена таблицей 1.

При выработке мероприятий по совершенствованию компонентов продукта его признаки принимаются фиксированными, и никаких мероприятий по изменению этих признаков не разрабатывается. Воздействия между признаками и компонентами продукта могут быть зависимыми от конструктивных мер. Чаще всего различные компоненты продукта могут отражаться потребительскими свойствами или дисперсией признаков продукта. Благодаря этому появляется некоторое поле действий для того, чтобы сфокусировать влияние дисперсии признаков на определенный компонент продукта. Компоненты продукта должны быть представлены таким образом, чтобы достаточно большой спектр потребительских свойств и признаков продукта удовлетворительно соответствовал желаниям и требованиям потребителя. В этом случае изменяется влияние признаков продукта, соответственно само мероприятие называют «сменой влияния признака продукта».

В дальнейшем компоненты продукта могут разделяться, объединяться и изменяться в позиции хода производства. Разделение компонентов продукта называют дифференцированием, объединение – интегрированием, изменение позиции хода производства – изменением последовательности производства.

При смене последовательности производства вариант компонента продукта с низкой частотой изменений располагают в начале, или компонент продукта с высокой дисперсией перемещают в конец производственной линии. Поскольку продукт, составленный вначале из частей, будет увеличивать позднее дисперсию в производственной линии, же-

лательно его поставить в начало производственного процесса. Кроме того, затраты по идентификации типа продукта, который должен быть изготовлен вначале процесса, на поздних этапах возрастают. Таким образом, формирование компонентов продукта следует вести по нарастанию значимости узла. Следует, однако, учесть, что при таком мероприятии, возможно, потребуется изменение продукта для того, чтобы разрешить смену последовательности процесса производства. Примерное такое перемещение отражено на рис. 1. Компонент продукта КР 4 с низкой частотой изменений встал в ходе выполнения процесса впереди компонента КР 1.

Матрица структуры продукта

Таблица 1

Сокращения: ПП – признак продукта; ЧИ – частота изменений; Пр. – проявление признака.			Компоненты продукта												Значимость признака
			КР 1			КР 2			КР 3			КР 4			
			Частота изменений												
			5			5			8			2			
			Число вариантов												
			3			3			4			2			
			Вариант компонента продукта												
ПП	ЧИ	Пр.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	
ПП 1	2	1.1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	8
		1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
ПП 2	5	2.1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		2.2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
		2.3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
		2.4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
ПП 3	7	3.1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
		3.2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7
		3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
		3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
Значимость узла			60			60			256				8		
Значимость компонента			15	15	30	15	15	30	64	64	64	64	4	4	

Сокращения: ПП – признак продукта; ЧИ – частота изменений; Пр. – проявление признака			Компоненты продукта				
			КР 1			КР 4	
			Частота изменений				
			5			2	
			Число вариантов				
			3			2	
			Вариант компонента продукта				
ПП	ЧИ	Пр.	1.1	1.2	1.3	4.1	4.2
ПП 1	2	1.1	0	0	0	1	0
		1.2	0	0	0	0	1
ПП 2	5	2.1	1	0	0	0	0
		2.2	0	1	0	0	0
		2.3	0	0	1	0	0
		2.4	0	0	1	0	0
Значимость узла			60			8	



Компоненты продукта				
КР 4		КР 1		
Частота изменений				
2		5		
Число вариантов				
2		3		
Вариант компонента продукта				
4.1	4.2	1.1	1.2	1.3
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1
8		60		

Рис.1. Пример смены последовательности производства

Интеграция нацелена на уменьшение частичных расходов. Предпосылкой для этого мероприятия является то, что компоненты продукта имеют одинаковую зависимость по отношению к его признакам. То есть примерное постоянство значимостей узлов:  $Z_{\text{узн}} \approx \text{const}$ . Изменение признака продукта вызывает изменение его компонента. Частичные затраты, например на сборку компонентов, могут уменьшаться. На рис. 2 описывается пример такого мероприятия по интеграции компонентов продукта. Компоненты продукта **КП 1** и **КП 2** имеют одинаковую зависимость к признаку продукта **ПП 2**.

Дифференцирование имеет цель изолировать дисперсию и частоту изменений отдельных признаков продукта в его сдвоенных компонентах. Это мероприятие особо выгодно тогда, когда существует зависимость к нескольким независимым признакам

продукта, у которых различная частота изменений. Преимущество заключается в том, что изменение одного признака может быть изолировано на его компоненте. Это мероприятие применяется к узлу с большим значением значимости. При этом следует уменьшить величину значимости и производить формирование компонентов по нарастающему значению значимости. Схема такого решения представлена на рис. 3. Компонент продукта **КП 3** зависим от признаков **ПП 1** и **ПП 3**. Признак **ПП 1** независим от признака **ПП 3**. Признак продукта **ПП 1** имеет низкую частоту изменений и дисперсию, в то время как у признака **ПП 3** эти величины высокие. Разделением компонента **КП 3** на два **КП 3а** и **КП 3б** может быть изолировано влияние признака продукта **ПП 3** на «адаптер 3б».

<b>Сокращения:</b> ПП – признак продукта; ЧИ – частота изменений; Пр. – проявление признака			<b>Компоненты продукта</b>					
			<b>КП 1</b>			<b>КП 2</b>		
			<b>Частота изменений</b>					
			5			5		
			<b>Число вариантов</b>					
3			3					
			<b>Вариант компонента продукта</b>					
<b>ПП</b>	<b>ЧИ</b>	<b>Пр.</b>	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
<b>ПП 2</b>	5	2.1	1	0	0	1	0	0
		2.2	0	1	0	0	1	0
		2.3	0	0	1	0	0	1
		2.4	0	0	1	0	0	1

<b>Компоненты продукта</b>			
<b>КП 1/2</b>			
<b>Частота изменений</b>			
5			
<b>Число вариантов</b>			
4			
<b>Вариант компонента продукта</b>			
1/2.1	1/2.2	1/2.3	1/2.4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Рис. 2. Пример интеграции компонентов продукта

<b>Сокращения:</b> ПП – признак продукта; ЧИ – частота изменений; В – высокая; С – средняя; Н – низкая. Пр. – проявление признака			<b>Компоненты пр.</b>			
			<b>КП 3</b>			
			<b>Частота изменений</b>			
			8			
			<b>Число вариантов</b>			
4						
			<b>Вариант компонента продукта</b>			
<b>ПП</b>	<b>ЧИ</b>	<b>Пр.</b>	3.1	3.2	3.3	3.4
<b>ПП 1</b>	2	1.1	1	1	0	0
		1.2	0	0		
<b>ПП 3</b>	8	3.1		0	0	0
		3.2	0		0	0
		3.3	0	0		0
		3.4	0	0	0	
<b>Значимость ком-</b>			64	64	64	64

<b>Компоненты продукта</b>					
<b>КП 3а</b>			<b>КП 3б «адаптер»</b>		
<b>Частота изменений</b>					
2			8		
<b>Число вариантов</b>					
2			4		
<b>Вариант компонента продукта</b>					
3a.1	3a.2	3b.1	3b.2	3b.3	3b.4
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1
4	4	32	32	32	32

Рис. 3. Пример дифференцирования компонентов продукта

Смена влияния признака продукта преследует две направляющие цели. Первая может достигаться таким описанием компонента продукта, которое могло бы соответствовать повышенной дисперсии его признаков. При этом чаще всего должно появиться соответствующее сопоставление повышенных материальных затрат потенциалу экономии в цепи выполняемых заказов в связи с невысокой комплексностью. Эта мера представлена на рис. 4.

Дисперсия компонентов продукта сокращается по числу вариантов его компонентов с трех до двух. Вторая цель – это дальнейшее изменение сменного воздействия между признаками и компонентами продукта, измененное сопоставление признака, зависящего от компонента, к другим существующим компонентам продукта. Это в большинстве случаев приносит преимущество, если существующие компоненты продукта уже имеют зависимость от признака, сменное воздействие которого должно быть перемещено к другому компоненту. При этом следует стремиться, чтобы значимость признака в узле при его различном проявлении стремилась к наименьшему значению.

Окончательное решение на применение того или иного мероприятия производится на основе проверки на чувствительность [5], а также оценочной модели затрат производственной системы по изготовлению изделия после формирования производственных линий, рабочих мест и производственных процессов [6]. Однако уже на ранних стадиях разработки продукта и производства можно наметить основные направления организации предпри-

ятия на основе анализа дисперсии заказов на производство того или иного типа продукта.

Разработку продукта условно можно подразделить по степени новизны продукта и производства. Поводом для разработки продукта может быть новая технология продукта, требования потребителя, измененные условия конкуренции, новый стандарт и т.д. При рационализации производства, заключающейся в его совершенствовании для выпуска конкурентоспособного (нового) продукта, предлагаемый метод может использоваться лишь частично. Могут осуществляться только те мероприятия, которые не связаны с изменением продукта. Кроме того, мероприятия, требующие повышенных инвестиций в производственные линии, могут не применяться. Данный метод может полностью с успехом использоваться при разработке нового продукта, интегрированного в производство.

#### Выводы

1. Формирование компонентов продукта, составленного из узлов (частей), может основываться на анализе матрицы структуры продукта, ориентированной на соответствующие признаки продукта, воздействия изменений между признаками и компонентами продукта и компоненты продукта.
2. Компоненты продукта могут формироваться (изготавливаться) в производственной системе сменной последовательности производства, интеграцией, дифференцированием и изменением влияния признака продукта.
3. Предложены мероприятия по формированию компонентов продукта, основанные на анализе матрицы структуры продукта.

Сокращения: КП – компонент продукта; ПП – признак продукта; ЧИ – частота изменений; Пр. – проявление признака			КП			Значимость признака в узле
			КП 1	ЧИ	5	
ПП	ЧИ	Пр.	Число вариантов			Значимость признака в узле
			1.1	1.2	1.3	
ПП 2	5	2.1	1	0	0	5
		2.2	0	1	0	5
		2.3	0	0	1	5
		2.4	0	0	1	5

КП			Значимость признака в узле
КП 1	ЧИ	5	
Число вариантов			Значимость признака в узле
2			
Вариант КП			Значимость признака в узле
1.1	1.2		
1	0	5	
0	1	5	
0	0	0	
0	0	0	

Рис.4. Пример смены влияния признака продукта

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Martin M.V., Ishii K. Design for Variety // ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference; 22–28 Aug. 1996.

2. Садов В.А. Формирование производственных систем на уровне производственной линии / В.А.Садов // Вестник КГТУ. – 2006. – № 13. – С.78–82.
3. Caesar C. Kostenorientierte Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte – Variant Mode and Effects Analysis (VMEA) // Dissertation RWTH Aachen. – Aachen, 1991.
4. Hug W. Controlling des Strategisches Einkaufs – Sourcing-Strategien permanent anpassen und umsetzen, Potenziale ausschöpfen // Controlling des Strategisches Einkaufs : Vortrag im Rahmen des Seminars, 29.03.00. – München, 2000.
5. Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения / Н. М. Капустин. – М. : Высшая школа, 2003.
6. Прыкин Б.В. Техничко-экономический анализ производства / Б. В. Прыкин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

V.A. Sadov

## MACHINEBUILDING PRODUCTION PRODUCT ELEMENTS FORMATION

УДК 004 : 674.02

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В УСЛОВИЯХ СЕЗОННОГО ПОСТУПЛЕНИЯ СЫРЬЯ  
(НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ)

Л.Г. Фокина

В результате обработки ретроспективной информации о поставках (сезонность, природная составляющая, соблюдение технологических регламентов) определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество исходного сырья, что позволило создать методику рационального выбора исходного сырья и его хранения.

Исследование производственных процессов [1, 2] позволило сформулировать возможные направления решения проблемы повышения качества фанерного лущеного шпона: рациональный выбор сырья с учетом сезонности, совершенствование технологического процесса, автоматизация контроля готовой продукции, анализ и предотвращение дефектов продукции, оценка удовлетворенности потребителей (рис. 1).



Рис. 1. Основные направления повышения качества продукции фанерного производства

Были рассмотрены основные направления совершенствования технологического процесса заготовки сырья.

Полученные результаты [2, 3] нашли отражение в методике рационального выбора сырья (рис. 2)

с учетом размерно-качественной характеристики сырья, сезонных и прочих факторов. Методика направлена на обеспечение бесперебойной работы и ритмичности производственных потоков.



Рис. 2. Схема к рациональному выбору сырья с учетом сезонности

На этапе приемки сырья целесообразно отбирать крупные лесоматериалы с широкой бессучковой зоной, нормальным сбегом. При этом также учитывается поставщик сырья. На стадии хранения сырья необходимо осуществлять контроль за соблюдением нормативных сроков хранения сырья. При выборе сырья со склада для передачи его в первую очередь необходимо учитывать сезонную составляющую заготовки сырья, а именно установленный срок хранения, склонность древесины к появлению пороков, влажность и др.

Применительно к фанерному сырью под сучковатостью понимается вся совокупность имеющихся в древесине сучков с учетом их количества, размеров, состояния, выхода на поверхность и т. п. Именно сучки оказывают наибольшее влияние на качество готовой продукции. Среди всего многообразия сучков, встречающихся в круглых лесоматериалах, особое место занимают заросшие.

В шпоне, напротив, нежелательно наличие нерасросшихся сучков, которые из-за повышенной по сравнению с окружающей древесиной усушки могут выпадать и образовывать в фанере отверстие, требующее заделки. Известно, что сучковатость связана с диаметром лесоматериалов, причем на характер этой зависимости влияют условия произрастания древесины, диаметр сырья и другие факторы. Очевидно также, что с этой точки зрения высококачественным фанерным сырьем будут являться крупные лесоматериалы правильной цилиндрической формы, имеющие широкую заболонную зону с мелкими сучками или совсем без сучков.

Что касается пороков формы ствола, в частности сбежистости фанерного сырья, то результаты измерений показали, что наиболее часто встречаются лесоматериалы малосбежистые.

Изменение диаметра бревен на 1 м длины редко превышает величину нормального сбega 1 см/м (рис. 3).

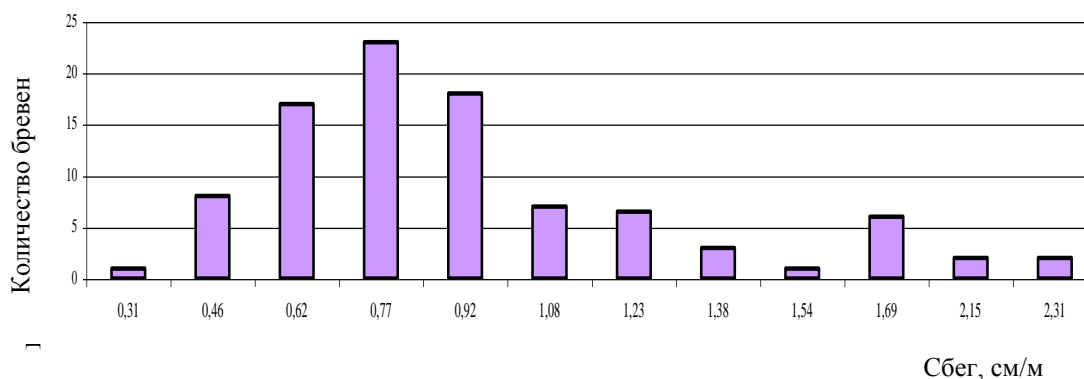


Рис. 3. Сбежистость фанерного сырья

Малосбежистые лесоматериалы получают при раскряжке из средней по высоте зоны хлыстов, которая в свою очередь обычно совпадает с зоной мертвых открытых и заросших сучков. Бессучковая же зона соответствует комлевой сильно сбежистой зоне ствола дерева. Поэтому одной из задач управления поставками сырья является обоснованный выбор размеров фанерных кряжей с точки зрения сокращения отходов при лущении чураков и увеличения выхода высококачественного бессучкового шпона.

Эффективность использования указанной на рис. 2 методики подтверждается снижением отходов (дров) в 2005 году в цехе ЗиПС (см. таблицу 1, рис. 4–5), процент отходов снизился на 2,6 по сравнению с 2003 годом, на 6,84 по сравнению с 2004 годом; а также снижением коэффициента расхода сырья, что свидетельствует об использовании сырья более высокого качества.

## Выводы

1. Обобщена и формализована информация о поставках исходного сырья на примере ОАО «Фанплит».
2. Выявлены основные группы дефектов (сырьевые, технологические, человеческого фактора), являющиеся предпосылками появления дефектов фанеры.
3. Снижение дефектов фанеры достигается за счет автоматизации пооперационного контроля за технологическим процессом, качеством сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.
4. В результате обработки ретроспективной информации о поставках (сезонность, природная составляющая, соблюдение технологических регламентов) определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество исходного сырья, что позволило создать методику его рационального выбора.

Таблица 1

Динамика баланса сырья и отходов в цехе ЗиПС на ОАО «Фанплит»

Объемный показатель	Период	2002 г.	2003 г.	2004 г.	9 мес. 2005 г.
Чурак, подано на лущение, м <sup>3</sup>		237 911,0	149 240	278 283,5	206 118,0
Налущено шпона, м <sup>3</sup>		141 889,1	82 220	141 889,1	90 323,0
Отходов от раскряжевки, м <sup>3</sup>		40 372,5	15 369	40 372,5	15 795,0
% содержания отходов в сырье		17 %	10,3 %	14,5 %	7,66 %
Коэффициент расхода сырья: чурак / сырой шпон		1,799	1,815	1,670	1,670

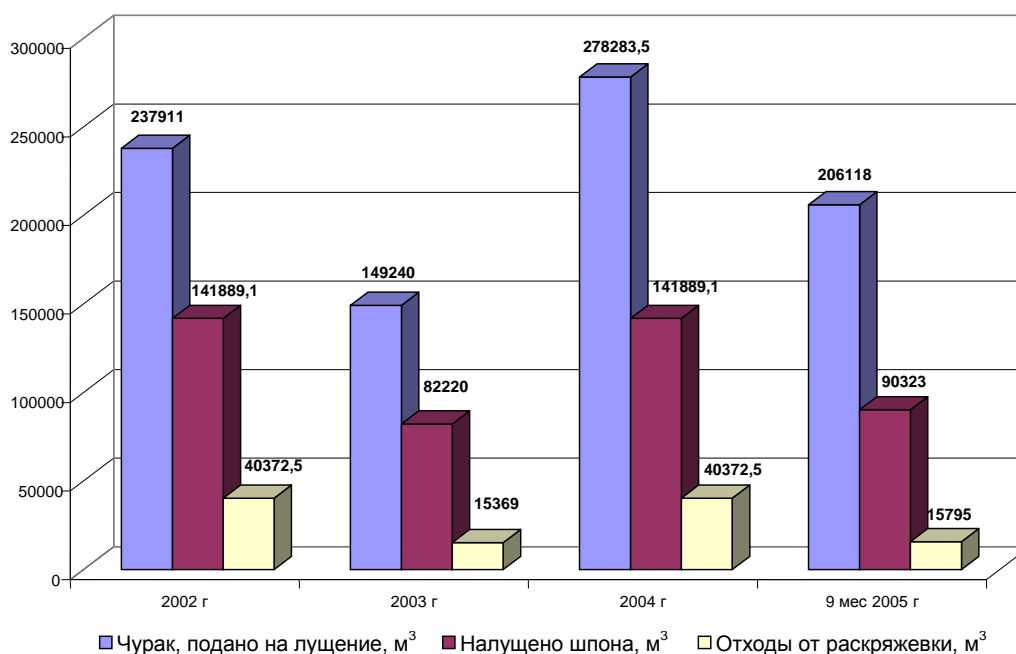


Рис. 4. Динамика баланса сырья и отходов в цехе ЗиПС на ОАО «Фанплит»

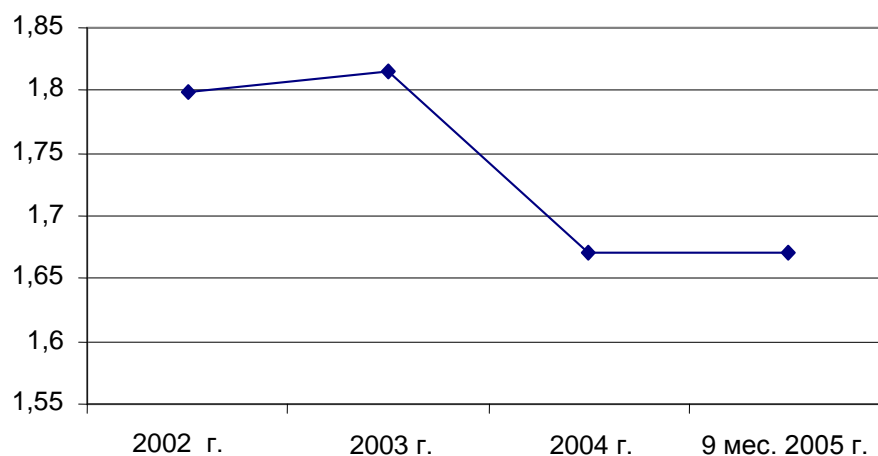


Рис. 5. Изменение коэффициента расхода сырья в цехе ЗиПС

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левин М.Г. Расчет основных показателей качества технологического процесса изготовления фанерного лущеного шпона / М. Г. Левин, Л. Г. Фокина // Материалы межвузовск. н.-практич. конф. «Техническая эксплуатация и технический сервис: технология, организация, экономика и управление». – Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2003. – С. 65–68.
2. Левин М.Г. Применение статистического анализа при исследовании качества лущеного шпона / М. Г. Левин, А. А. Титунин, Л. Г. Фокина // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Кострома : КГТУ, 2005. – Вып. 6. – С. 129–135.
3. Повышение качества клееной древесины : монография / М. Г. Левин, Р. М. Мифтахов, А. А. Титунин, Л. Г. Фокина ; под науч. ред. М. Г. Левина. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2005.

L.G.Fokina

## STORES CONTROL UNDER RAW SEASON RECEIPT (AS PLY MANUFACTURE EXAMPLE)

УДК 658.382

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ РАБОЧЕГО МЕСТА

*Г.К.Букалов, В.Г.Никитин, Д.А.Хмелев, Ю.П.Винс*

Статья посвящена анализу определений понятия рабочего места с точки зрения системного и информационного подходов. Показана адекватность понятий «рабочее место» и «место, занимаемое системой "человек – машина"». Рассмотрены некоторые параметры, влияющие на размеры рабочего места.

Существующие методы анализа безопасности на производстве требуют более точного определения размеров рабочего места. Недостаточно четкое определение размеров рабочего места может являться причиной неудовлетворительной точности оценки условий труда, что может явиться причиной травматизма и профессиональной заболеваемости. Для определенности рассмотрим рабочее место промышленного рабочего.

В большом количестве работ по научной организации труда (НОТ) отсутствует четко сформулированное определение рабочего места, поскольку оно считалось интуитивно ясным как место, где выполняется работа. Приведем часто встречающееся определение: рабочее место – все места, где работник должен находиться или куда ему необходимо следовать в связи с его работой и которые прямо или косвенно находятся под контролем работодателя. (Конвенция 155 Международной организации труда) [1]. Аналогичные определения рабочего места то сих пор встречаются в других действующих отраслевых нормативных актах [2, 3]. С улучшением научного анализа организации труда и производства все чаще возникали разногласия и дискуссии между различными специалистами, что по мере расширения работ по организации производства способствовало развитию терминологии. С течением времени все большее количество лиц, занимающихся управлением производством, приходило к выводу о необходимости более четкого определения терминов в области организации производства.

В материалах Комитета стандартизации работ секции управления производством американского

общества инженеров-механиков дано следующее определение термина «рабочее место»: «Часть производственного участка, где рабочий выполняет заданную ему работу, включая пространство, необходимое для размещения оборудования и оснастки (верстака, станка, всех стеллажей, контейнеров, транспортирующих устройств и т.д.) и материалов» [4].

С развитием НОТ в СССР в 1960-х годах произошло определенное развитие терминологии в области организации труда. В одном из первых учебников по НОТ дается следующее определение: «Рабочее место – это зона трудовых действий рабочего или группы рабочих (бригады), оснащенная и оборудованная всем необходимым для выполнения производственного задания. На рабочем месте помимо самого рабочего располагаются необходимые предметы и орудия труда, с помощью которых выполняются те или иные элементы производственного процесса, а также необходимые средства оснащения рабочего места (производственная мебель, транспортные средства и т.д.)» [5].

Очевидно, что в последнем определении под термином «рабочее место» имеется в виду некое пространство – «зона». Учитывая, что рабочее место является элементарной частью производственного подразделения, то можно рабочее место характеризовать, как элементарное производственное пространство, в котором что-то размещено.

О дальнейшем развитии терминологии можно судить по следующему определению: «Рабочее место – зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполните-



лей, совместно выполняющих одну работу или операцию» [6]. Аналогичное определение использовалось в нескольких отраслевых нормативных актах по аттестации рабочих мест [7]. В данном определении раздельно используются два термина «работа» и «операция», которые должны быть определены в стандартах. Однако известно, что работы без операций не бывает.

Рабочее место оснащается, кроме технических средств, оргоснасткой, технической документацией, смазочными веществами, электроэнергией и т.п. – средствами труда, а также средствами защиты человека от опасных и вредных производственных факторов. К средствам труда относят: технологическое оборудование и оснастку, инструмент режущий и мерительный, оргоснастку и пр., системы связи и коммуникаций (стало быть, объектами, средством труда становятся и информационные системы, сам процесс передачи информации, хотя во многом мы здесь уже и не сталкиваемся с материальными, в непосредственном смысле слова, элементами) [8]. С помощью средств труда человек воздействует на предмет труда с целью создания потребительной стоимости.

В дальнейшем определение рабочего места становится более развернутым и звучит следующим образом: рабочее место – часть пространства, приспособленная для выполнения работником (группой работников) своего производственного задания; первичное звено предприятия. Рабочее место включает: основное и вспомогательное производственное оборудование (станки, механизмы, агрегаты, средства, обеспечивающие безопасность труда, защитные устройства, улучшающие санитарно-гигиенические условия работы, энергетические установки, коммуникации); технологическую и организационную оснастку (установочные и иные приспособления, инструмент, контрольно-измерительные приборы, столы, верстаки, инструментальные тумбочки, стеллажи, шкафы, стулья, кресла).

Организация рабочих мест тесно связана с организацией труда и производства на предприятии. Совершенствование рабочих мест преследует цель создания такой материальной обстановки труда, которая обеспечивает повышение его производительности, способствует сохранению здоровья и развитию личности работника. При организации рабочих мест учитываются антропометрические данные, выводы научной организации труда, рекомендации физиологии, психологии и гигиены, требования эргономики, инженерной психологии и технической эстетики [9].

После выхода в свет ГОСТ 19605-74 большинство исследователей, занимающихся вопросами НОТ (Н.А. Кольцов, Н.А. Лобанов, И.Б. Левин, С.Л. Мельник, И.М. Разумов, С.В. Смирнов,

Е.Л. Смирнов), придерживаются близкой к стандартной формулировке рабочего места. Например, Н.А. Кольцов дает следующее определение: «Рабочее место – часть производственной площади с расположенным на ней техническим, вспомогательным, подъемно-транспортным оборудованием и устройствами, оснасткой и различным инвентарем, необходимым исполнителю для выполнения производственного задания. Сам процесс труда протекает на ограниченном участке производственной площади в рабочей зоне» [10].

Можно отметить, что автор данного определения говорит о площади, занимаемой рабочим местом, хотя все упомянутые виды оборудования и прочее имеют объем. С другой стороны, слово «необходимые» означает, что к рабочему месту относятся лишь те средства, которые необходимы для выполнения данного производственного задания. Но производственные задания могут меняться, значит, и рабочее место тоже может меняться. Видимо, можно говорить о том, что пространство, занимаемое рабочим местом, может меняться во времени и, следовательно, рабочее место необходимо рассматривать во времени.

Кроме того, в определении рабочего места отсутствует предмет труда (сырье, полуфабрикат и др.). Но производственное задание невозможно выполнить без предмета труда. Следовательно, необходимо упомянуть в определении предмет труда. Более того, в определении рабочего места как части производственной площади отсутствует самая важная и активная действующая сила – субъект труда, который поставлен вне рабочего места. В довершение ко всему отметим, что средства защиты субъекта труда – человека от опасных и вредных производственных факторов также не учитываются, хотя существует большое количество нормативных актов, в которых нормируются вопросы, связанные с безопасностью человека на рабочем месте.

Наиболее развитое определение рабочего места, встреченное авторами в доступных источниках, следующее [4]: рабочее место – это элементарная часть производственного пространства, в которой размещенные средства труда, предметы труда и субъект (субъекты) труда взаимосвязаны для осуществления единичных процессов труда в соответствии с целевой функцией получения продукта труда.

Таким образом, рабочее место – это открытая система, которая обменивается с окружающей средой материей и информацией.

Определим термин «рабочее место», используя подход на основе теории систем.

Т.к. на рабочем месте находится оборудование, то можно сказать, что там же находится система «человек – машина» (СЧМ), которая создается

для производства определенного продукта из сырья. Под машиной часто понимают всякое техническое устройство, с помощью которого осуществляется любая работа [11]. Таким образом, машиной можно считать специальную одежду, обувь и другие средства защиты. Однако, если рассматривать информационную модель СЧМ, то можно сказать, что функции, аналогичные функциям машины, выполняют и устройства для обработки информации, например компьютеры. Необходимо отметить, что инструментами для обработки информации в этом случае служат различные компьютерные программы. Необходимо отметить, что существуют и программы для обработки информации, которые можно использовать и без компьютеров, например психологические тесты и пр.

С другой стороны, можно представить себе и модель системы «психика человека – биологическое тело». В этом случае можно говорить, что в процессе подготовки и выполнения человеком какой-либо работы его психика создает определенную программу действий (информационную машину) для тела. При достаточно частом повторении этой работы тело человека начинает действовать подобно механизму, машине. Машиноподобность движений людей особенно хорошо заметна при рассмотрении работы на конвейере.

Таким образом, под термином «машина» понимается всякая программа, метод, формула для обработки информации или техническое устройство, прием, навык и прочее для выполнения любой работы с материальными объектами. Можно сказать, что без «машины» никакую работу не выполнить.

Схему типичной системы «человек – машина – окружающая среда», которую образуют рабочий и обслуживаемая им машина, станок и пр., а также окружающая их среда, см. на рис. 1.

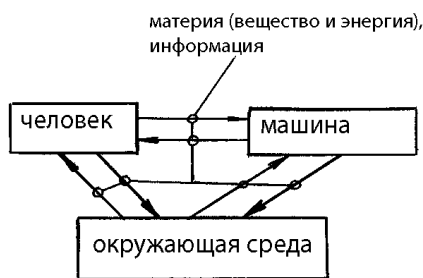


Рис. 1. Схема системы «человек – машина – окружающая среда»

Человек обменивается с машиной и окружающей средой материей (веществом, энергией) и информацией. В свою очередь, машина также обменивается с человеком и окружающей средой материей (веществом, энергией) и информацией.

С точки зрения анализа безопасности человека на производстве существенно определить состав

материального и информационного обмена между элементами системы «человек – машина – окружающая среда».

Необходимо отметить, что информацию об окружающей среде человек получает при помощи своих анализаторов, которые иногда называют чувствующими приборами. Обычно выделяют следующие основные анализаторы: зрительный, слуховой, кожный (тактильный, температурный, вибрационный, болевой), кинестетический, обоняние, вкус, вестибулярный аппарат.

Для контроля и управления процессом достижения цели деятельности человек в СЧМ может получать необходимую информацию из следующих источников: от машины или из окружающей среды. Информация от машины обычно является основной для достижения поставленной цели. Однако в отдельных случаях, когда работать привычным образом невозможно, без информации из внешней среды не обойтись.

Определив границы СЧМ, можно определить площадь и объем, занимаемый СЧМ, что очень важно при организации производства.

Необходимо отметить, что провести границу между окружающей средой и системой «человек – машина» бывает непросто. Например, при ткачестве машина – ткацкий станок непрерывно перемещает часть окружающей среды – основные и уточные нити, которые внутри ткацкого станка, переплетаясь между собой, превращаются в ткань и далее удаляются со станка. При этом можно отметить, что нити во время обработки являются как бы частью, элементом машины. Таким образом, некоторая часть сырья и готовой продукции являются составными элементами системы «человек – машина». Электрическая энергия из внешней среды используется в СЧМ для производства работы.

СЧМ включает в себя все необходимые для производства работы человеком и машиной объекты: сырье, станки, механизмы, агрегаты, средства, обеспечивающие безопасность труда, защитные устройства, улучшающие санитарно-гигиенические условия работы, коммуникации; технологическую и организационную оснастку, инструмент, контрольно-измерительные приборы, столы, верстаки, инструментальные тумбочки, стеллажи, шкафы, стулья и пр. Находясь в системе «человек – машина», человек для достижения поставленной цели взаимодействует с несколькими машинами, которые можно объединить одним словом «машина».

При определении размеров СЧМ необходимо учитывать, кроме указанных выше объектов, характеристики и особенности деятельности человека. Для достижения поставленной цели СЧМ – производства определенной продукции, человек должен совершать определенные действия и перемещения. Таким обра-

зом, для определения размеров СЧМ необходимо учитывать антропометрические размеры человека.

Система «человек – машина» – открытая система, которая обменивается с окружающей средой материей и информацией.

Таким образом, можно сказать, что термин «рабочее место» является синонимом термина «место размещения системы «человек – машина», а размеры рабочего места совпадают с размерами системы «человек – машина».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика аттестации рабочих мест предприятий железнодорожного транспорта на травмобезопасность. Утверждена 17 июня 1999 года № ЦЗТ-34-99.
2. РД 31.81.14-98. Инструкция о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда в судоходных компаниях, на судах и береговых объектах морского транспорта.
3. Рекомендации оценки качества работ по аттестации рабочих мест по условиям труда на предприятиях железнодорожного транспорта. Утверждены 25 марта 2002 года № ЦБТ-10.
4. Пер Ю. Экономическая метрология. Часть II. Процесс труда – социальная молекула / Ю. Пер. – М.: Изд-во стандартов; Ижевск: Персей, 1996.
5. Дубровский Ю.Н. Научная организация труда / Ю. Н. Дубровский, М. А. Мельнов, Б. В. Цетлин. – М.: Экономика, 1974. – С.174.
6. ГОСТ 19605-74. Организация труда. Основные понятия. Термины и определения.
7. П 34-00-007-86. Положение об аттестации, рационализации, учете и планировании рабочих мест в энергетике.
8. Акулов В.Б. Экономическая теория: учебное пособие / В. Б. Акулов, О. В. Акулова. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2002.
9. Основы научной организации труда. – М., 1971.
10. Кольцов Н.А. Научная организация труда / Н. А. Кольцов. – М.: Высшая школа, 1983. – С. 152.
11. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев [и др.]. – М.: Высшая школа, 2003.

**G.K.Bukalov, V.G.Nikitin, D.A.Hmelev, Yu.P. Vins**  
**POSITION SIZE TEST**

УДК 658.26:621.31.004.17 «34»:519.22

#### **ОЦЕНКА ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУТОЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МАСШТАБЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ**

*М.А. Мормылёв*

В статье анализируются возможности и ограничения применения регрессионного анализа для оперативного прогнозирования почасового потребления электроэнергии в масштабе региональной сбытовой компании. Делается вывод, что наибольшую перспективу имеет применение методики прогнозирования, построенной на основе использования искусственных нейронных сетей.

Для экономически и технологически успешного функционирования энергосбытовых компаний и крупных промышленных предприятий в качестве субъектов нового оптового рынка электроэнергии и мощности (НОРЭМ) необходим инструмент управления, который обеспечит возможность с высокой точностью решать задачи многофакторного прогнозирования потребления электроэнергии.

Развитие российского оптового рынка электроэнергии создает для его участников экономические стимулы для повышения точности прогнозирования и более детального планирования генерации и потребления электрической энергии и мощности. С 1-го ноября 2003 года в России введена продажа электроэнергии на оптовом рынке электроэнергии (ОРЭ) в размере до 15% от общей вы-

работки по свободно формируемым ценам. Отклонения фактического графика нагрузок субъекта оптового рынка от заявленных значений больше определенного процента приводит к покупке электроэнергии с балансирующего рынка по большей цене. Отклонение в меньшую сторону тоже связано с дополнительной оплатой непоставленной электроэнергии, определяемой разницей между заявленным и фактическим потреблением по установленным расценкам. В связи с таким положением возрастает ответственность прогнозирования электропотребления субъектов ОРЭ. Особенно важной эта задача является для тех субъектов оптового рынка, у которых нет собственных генерирующих мощностей и отсутствуют возможности влиять на нагрузку потребителей [1].

Целью исследования является получение прогнозов суточного потребления электрической энергии, а также суточных часовых (получасовых) графиков нагрузок всех энергопотребителей, отдельных составляющих и расчетных узлов с опережением от 24 ч до 10 суток. Высокие требования к результатам прогнозирования и оптимального планирования возможно обеспечить только комплексным применением новейших интеллектуальных информационных технологий. Требуемая точность прогнозирования должна лежать в пределах 1–5 %, что достижимо с высокой степенью уверенности в хорошо обусловленных, детерминированных, мало-размерных задачах, так называемых задачах «организованной простоты» [2]. В то же время электропотребление зависит от такого множества факторов, что методы непосредственного прогнозирования представляют собой задачи «неорганизованной сложности», которые решаются в основном статистическими методами. Но данные методы не дают необходимой точности. Поэтому при создании автоматизированных методов прогнозирования для разрешения противоречия между требуемой точностью и имеющейся большой размерностью задачи необходимо эту задачу перевести в класс задач «организованной сложности». В этом случае появляется возможность повысить точность и оперативность прогнозирования путём применения методов системного анализа. Поэтому первоочередной проблемой при разработке методики и инструментария автоматизированного прогнозирования энергопотребления является структуризация задачи прогнозирования как задачи «организованной сложности».

В соответствии с этой концепцией необходимо определить объект исследования и исходную систему как источник эмпирических данных. В рассматриваемой задаче объектом исследования является всё множество потребителей электроэнергии, подключённых к сети и имеющих договорные отношения с электроснабжающей организацией. Исходной системой является структура и наиболее значимые параметры электропотребителей и система баз данных объёмов электропотребления и значимых факторов, влияющих на это потребление.

Исследования по определению наиболее значимых факторов показывают, что в качестве исходной информации для краткосрочного прогнозирования целесообразно использовать следующие данные:

- принадлежность дней недели к типу дней: рабочий день, выходные дни, с уточняющей градацией – текущие дни недели и особые дни (предпраздничные, праздничные, послепраздничные);
- суточные графики нагрузок (интегральные значения мощностей за получасовые интервалы времени) за максимально возможное время, включая

прошедшие дни недели, в целом по всем потребителям энергосбытовой компании и, если имеется такая информация, по отдельным группам однотипных потребителей (например бытовой сектор) и отдельным крупным потребителям (например железная дорога);

- суточные графики ограничений и аварийных отключений мощностей энергообъекта и отдельных его частей за последние недели (если информация имеется);
- почасовые значения температуры, среднесуточные значения освещённости (облачности);
- прогноз температур и облачности на предстоящие три, пять и десять дней;
- коэффициенты корреляции нагрузок расчетных узлов с нагрузкой наиболее крупных энергопотребителей в наблюдаемых районах снабжения.

Результатами прогнозирования должен быть суточный почасовой прогноз потребления электроэнергии в целом по энергоснабжающей организации и отдельных его частей на интервал упреждения от суток до десяти.

Рассмотрим возможности метода статистической обработки информации для построения прогностических моделей. При всем разнообразии математического аппарата моделирования для прогнозирования и моделирования электропотребления используются в основном упрощённые или линейные регрессионные модели. В то же время использование современных статистических методов обработки данных может обеспечить достаточно гибкий механизм моделирования и способно не только реагировать на изменения моделируемых величин, но и учитывать погрешность моделирования и вносить поправку с учетом неизвестных факторов, влияющих на моделируемый процесс. Ниже рассмотрены методы моделирования и статистического анализа электропотребления.

Для краткосрочного прогнозирования нагрузок используется методика, основанная на выделении регулярной составляющей как функции времени и прогнозирования остаточной части изменения нагрузки [3]. Методика состоит в оценке по данным интервала предыстории направления и величины ожидаемого изменения суточного энергопотребления от одного дня недели к другому. При вычислении ожидаемого суточного энергопотребления используется полученная оценка изменения энергопотребления, последнее фактическое значение энергопотребления за такой же день (рабочий или иной), прогноз температуры и освещённости и оценка коэффициентов изменения энергопотребления по температуре и освещённости. Конфигурация суточных графиков нагрузок определяется с помощью взвешенного усреднения, а соответствующие однотип-

ные дни предыстории нормированным значением среднесуточной нагрузки.

Прогноз суточного энергопотребления  $W(n)$  на предстоящий день  $n$  вычисляется по фактическому значению  $W(i)$  за последний истекший день и предсказанному отклонению  $dW(i, n)$ :

$$W(n) = W(i) + K_T [T(n) - T(i)] + K_Q [Q(n) - Q(i)] + dW(i, n),$$

где  $i, n$  – порядковые номера дней в году (упреждение  $n - i = 1, \dots, 10$  суток);

$K_T$  – коэффициент, определяющий отклонение ЭП при отклонении температуры на 1 градус;

$K_Q$  – коэффициент для показателей освещенности;

$T(n), Q(n)$  – прогнозы температуры и облачности (освещенности) на день  $n$ ;

$T(i), Q(i)$  – фактические значения температуры и облачности за день  $i$ .

Ожидаемые отклонения  $dW(i, n)$  и коэффициенты  $K_T, K_Q$  оцениваются по данным интервала предыстории следующим образом. Находятся значения суточного энергопотребления, среднесуточные температуры и освещенности ( $W, T, Q$ ) для всех дней предыстории соответствующих прогнозируемому дню, а также среднесуточные значения для дней предыстории, соответствующих опорному дню ( $W_{op}, T_{op}, Q_{op}$ ). Число дней предыстории выбирается перед началом прогнозирования. Обычно оно находится в диапазоне значений от 4 до 10. Далее определяются коэффициенты зависимости энергопотребления от температуры и освещенности ( $K_T, K_Q$ ). Коэффициенты находятся для опорного дня.

Для оценки корреляции потребления со среднесуточной температурой и среднесуточной освещенностью используется уравнение линейной регрессии.

$$W^* = b + K_T T + K_Q Q,$$

где  $T$  – среднесуточная температура;

$Q$  – среднесуточная облачность (освещенность).

Коэффициенты уравнения регрессии определяются методом наименьших квадратов.

Прогнозы суточного графика потребления определяются на основе прогноза суточного энергопотребления и оценки вида среднесуточного графика. Прогноз графика потребления на сутки вычисляется по полученной оценке вида суточного графика потребления к прогнозу суточного энергопотребления:

$$P(n, k) = W(n) P_n(k) / 48,$$

где  $P_n(k)$  – нормированный среднесуточной нагрузкой ( $k=1, \dots, 48$  – получасовки).

Вычисление суточного графика нормированных среднесуточной нагрузкой осуществляется следующим образом:

$$\bar{P}(n) = \frac{1}{48} \cdot \sum_{k=1}^{48} P(n, k);$$

$$P_n(k) = \frac{1}{V_S} \cdot \sum_{n=1}^N (P(n, k) \cdot V(n) / \bar{P}(n)),$$

где  $k = 1, \dots, 48$  – номер получаса;

$n = 1, \dots, N$  – номер недели;

$V(n)$  – веса, усиливающие роль более «свежих» данных;

$P(n, k)$  – значение получасового потребления для дня  $n$  ( $k$ -го получаса).

Ошибка выражается в виде относительного отклонения полученного значения

$$e(t) = 100 (W(t) - W^*(t)) / W(t).$$

Практика получения прогнозов на основе построения статистического тренда в условиях работы сбытовых компаний Ярославской и Костромской областей показала, что требуемая точность достигается лишь в случаях, когда структура энергопотребителей является статистически однородной, например бытового сектора. Наличие крупных производственных потребителей требует постоянной корректировки прогнозов за счёт дополнительной информации о производственных планах – графиков этих предприятий. Причём такая корректировка достаточно сложно поддаётся автоматизации, иначе от 30 до 50 % значений почасового прогноза имеют погрешность более 10%. Поэтому рассмотренная технология прогнозирования энергопотребления применима лишь как вспомогательная система поддержки принятия решений при «ручном» прогнозировании.

Анализ различных подходов к прогнозированию потребления электроэнергии показал, более эффективным является использование нейронных сетей [4]. В этом случае прогнозирование основано на возможности реализовывать нелинейную параметрическую прогрессию. Построенные на исторических данных нейронные сети способны обрабатывать исходные (текущие) данные и формировать в качестве своего выхода искомую прогнозную оценку. Нейронные сети позволяют улавливать сложные нелинейные связи между исходными (входными) данными и прогнозируемыми величинами на выходе. Существенным преимуществом нейронных сетей является высокая точность и надежность при прогнозировании, а также возможность модификации (дообучения и переобучения) для получения большей точности. Кроме этого, нейронные сети устойчивы к «зашумлению» входных данных. Поэтому данный подход перспективен для создания полностью автоматической

системы прогнозирования электропотребления с целью исключения такой нестабильности прогнозов, каким является «человеческий фактор».

Практические испытания показали, что нейронная сеть, «обученная» на данных предыдущих лет, быстро приспосабливается к изменяющимся факторам и выходит на устойчивое прогнозирование с погрешностью 2–5%. При резких изменениях

влияющих факторов (температурные скачки, существенные изменения структуры потребителей) наблюдается временное увеличение погрешности прогнозирования. Поэтому в настоящее время проводятся исследования по совершенствованию методики как в части алгоритма обучения сети, так и в части оптимизации структуры и состава самой сети.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бэнн Д.В. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки / Д. В. Бэнн, Е. Д. Фармер : пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1987.
2. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач / Дж. Клир : пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1990.
3. Тараканов А.А. Краткосрочное прогнозирование нагрузок на основе информационного комплекса РСДУ–2 [Электронный ресурс] / А. А. Тараканов. – Режим доступа : сайт ЗАО «ЭМА».
4. Назаров А.В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А. В. Назаров, А. И. Лоскутов // Наука и техника. – СПб., 2003.

**М.А. Mormulev**

**ESTIMATION OF ELECTRIC POWER TWENTY–FOUR HOURS DEMAND TEST  
STATISTIC METHOD FORECAST POSSIBILITIES IN REGION NETWORK COMPANY SCALE**

## **ПОДПИШИТЕСЬ!**

Подписку на «Вестник Костромского государственного технологического университета» в России и странах Европы можно оформить через фирму «МК-ПЕРИОДИКА», Россия, 129110, Москва, ул. Гиляровского, 39.

Тел.: (095) 284-50-08, 281-91-37, 281-33-22, 281-93-45,

факс: (095) 281-37-98

E-mail: [info@periodicals.ru](mailto:info@periodicals.ru)

Подписной

**10543**

индекс

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.272.3:519.687.4

### ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ АСИММЕТРИЧНЫХ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СВЕРХБОЛЬШОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ

*М.Ю. Балабанов, А.Р. Денисов*

В статье представлена архитектура распределенной вычислительной системы, реализуемой на основе клиент-серверной локальной вычислительной сети. Система имеет трехуровневую архитектуру: уровень системы (распределительный сервер), уровень клиента (рабочая станция) и уровень задач.

Основным назначением распределенных вычислительных систем (ВС) является решение задач большой вычислительной сложности. Такие системы обеспечивают параллельную обработку тактов задачи, что позволяет существенно сократить суммарное время работы вычислительной системы.

Такт задачи – неделимая команда ВС, оформленная в виде оператора перехода, оператора присваивания, оператора вызова функции из динамической библиотеки, SQL Transaction скрипта. Причем возможно (согласно требованиям решаемой задачи) как строго последовательное, так и параллельное выполнение тактов.

Главными требованиями к ВС являются:

- соблюдение частичной упорядоченности выполнения взаимно зависимых тактов в соответствии с требованиями задачи;
- решение задачи синхронизации параллельно выполняемых тактов для исключения эффектов гонок за ресурсами (общие данные задачи).

При этом для ряда задач сверхбольшой вычислительной сложности, например в криптографии, даже в случае распараллеливания вычислений, поиск решения может занимать дни и даже недели, что превышает время безотказной работы ВС. Это накладывает дополнительное ограничение на работу ВС, а именно необходимость точек отката работы системы в случае отказа частей системы или системы в целом.

В соответствии с этими требованиями была разработана трёхуровневая архитектура системы: уровень системы, уровень клиента, уровень задачи (рис.1).

*Уровень системы* (распределительный сервер) содержит следующие модули: менеджер памяти, менеджер сетевого взаимодействия и менеджер выполнения задач. *Менеджер памяти* (МП) обеспечивает доступ к общим данным задачи, представленным в виде отдельной таблицы в БД или отдельной БД в среде Microsoft SQL Server. *Менеджер выполнения задач* (МЗ) отвечает за построение дерева выполнения тактов задачи, помещение его в стек выполнения и распределение тактов задач между

клиентами. Эти действия выполняются на основе разработанного авторами алгоритма решения задачи, описанного на специальном языке PC-SCRIPT. *Менеджер сетевого взаимодействия* (МСВ) предназначен для работы с рабочими станциями в локальной вычислительной сети, выполняющими роль клиентов распределенной ВС. Он отвечает за авторизацию клиентов, определение их состояния (активный/пассивный) и обеспечение взаимодействия между ними и сервером. Другими словами, менеджер сетевого взаимодействия является связующим звеном между уровнями системы и клиента.

*Уровень клиента* реализуется на рабочих станциях, для чего используется соответствующее программное обеспечение. Оно предназначено для взаимодействия с сервером, определения и выполнения такта решаемой задачи, обмена данными с сервером и организации памяти клиента. Память клиента, так же как и у системы, представляет собой таблицу БД или отдельную БД в среде MS SQL Server. Наличие у клиента собственной памяти служит для уменьшения загрузки вычислительной сети при решении задачи.

На *уровне задачи* происходит инкапсуляция специфики предметной области решаемой задачи. Исполняемый код может быть оформлен либо в виде SQL-Transaction скрипта, либо в виде динамической библиотеки определенного формата с указанием точки входа. Результаты расчетов с этого уровня возвращаются на сервер, причем могут передаваться как конечные результаты, так и промежуточные, представляющие собой «точки сохранения» для возобновления выполнения такта в случае возникновения сбоя в работе ВС.

Важную роль в организации вычислительного процесса играет МЗ. Кроме построения и обработки дерева выполнения, в его задачи входит распределение помещенных в стек тактов задач между активными свободными клиентами. При этом для каждого выбранного клиента он формирует заявку выполнения, содержащую код предписываемого ему оператора и адрес памяти данных с матрицей доступа.

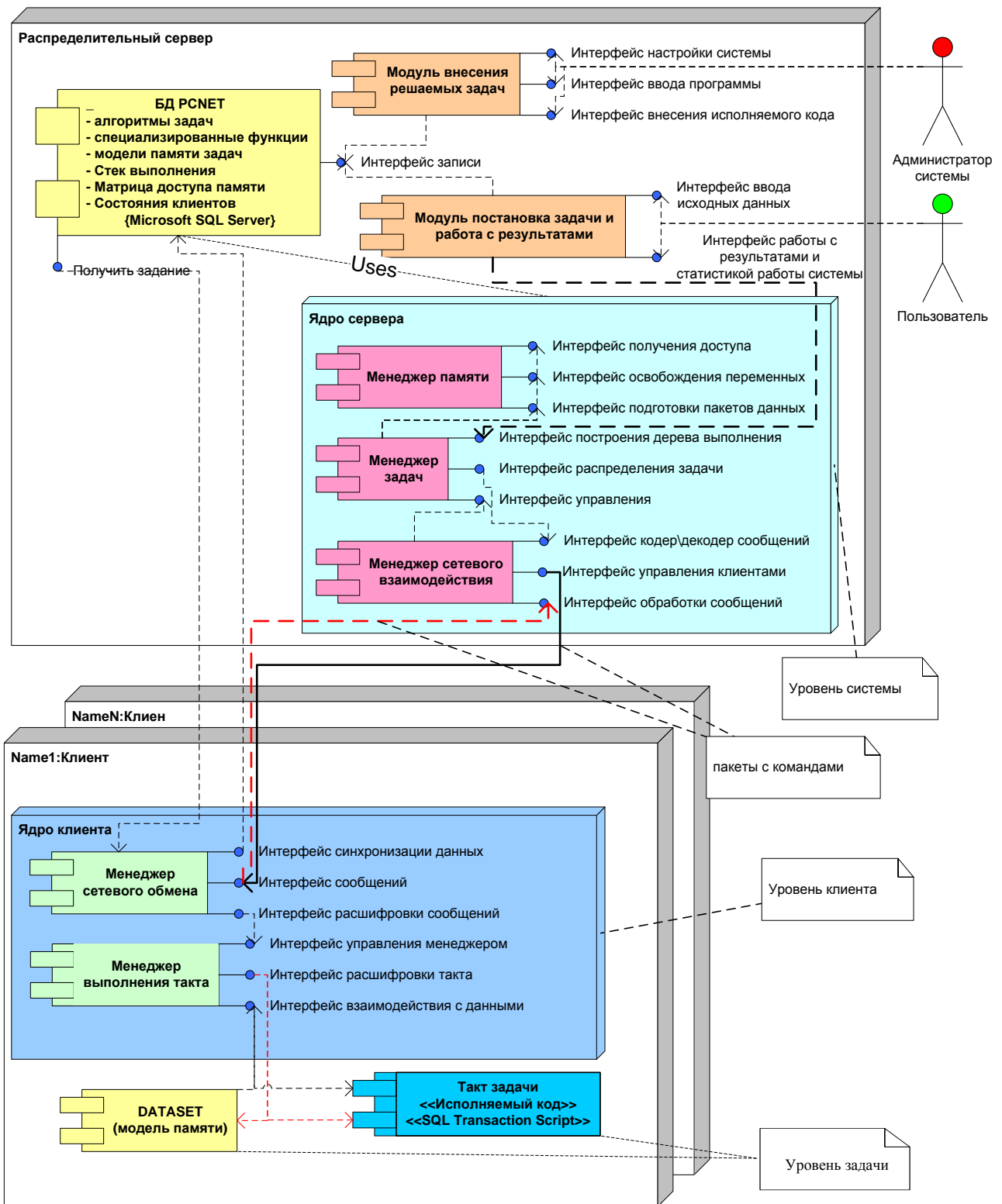


Рис. 1. Архитектура системы



Синхронизация выполнения заявок к данным организуется по следующим принципам.

1. Заявки к одной ячейке памяти выполняются в порядке вхождения адреса этой ячейки в тексте программы – этим обеспечивается алгоритмически заданный порядок преобразования данных.
2. При обращении в разных заявках к ячейкам одного и того же модуля памяти реализована простейшая дисциплина устранения конфликта, при которой использование такого модуля производится с помощью резервирования переменных по операциям в матрице доступа. При возможности сформировать данные для заявки из них формируется XML пакет и вместе с задачей такта посылается в стек выполнения.
3. Резервирование переменных происходит по правилам, на входе которых директивы обработки переменной и операции и текущее состояние переменной в матрице доступа.

Дисциплина устранения конфликтов при обращении к одному модулю памяти включает упорядочение обращения к одной ячейке. Т.е. при выполнении заявок из МСВ к памяти достаточно выполнять заявки обращения к одной ячейке (независимо от того, запись это или считывание) в порядке их поступления. Пришедшие одновременно заявки при анализе процессором одной команды упорядочиваются по необходимости в соответствии с номером адреса в команде.

Такое упорядочение имеет единственный недостаток: возможны длительные задержки одних заявок к модулю памяти другими заявками к тому же модулю, несмотря на обращение в разные ячейки. Однако при большом числе модулей в блоке (интерливинге) вероятность таких задержек будет достаточно малой. Это также согласуется и с общим требованием минимизации числа обращений к оперативной памяти.

Другим способом ускорения алгоритма выполнения заявок к памяти является формирование и уточнение матрицы следования, связывающей все заявки в МСВ. При каждом поступлении новой заявки формируется соответствующая строка этой матрицы доступа на основе совместного анализа указанных в пришедшей заявке, и таких же адресов матрицы доступа. При выполнении заявок строки и столбцы, им соответствующие, из матрицы следования исключаются.

Клиент, получив некоторую заявку, ведёт непосредственную её обработку. В зависимости от настроек клиента или управляющих сообщений от сервера работа может быть прервана, либо сделана точка сохранения заявки, при этом клиент возвращает результаты изменения его состояния (ошибки выполнения, освобождение, выполнение задачи).

Предлагаемая архитектура обладает достаточной гибкостью и устойчивостью для решения пользовательских задач сверхбольшой вычислительной сложности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаян Б.А. Многопроцессорные ЭВМ и методы их проектирования / Б. А. Бабаян, А. В. Бочаров, В. С. Волин [и др.]. – М. : Высшая школа, 1990.
2. Смирнов А.А. Архитектура вычислительных систем: учебное пособие / А. А. Смирнов. – М. : Наука, 1990.
3. Поспелов Д.А. Введение в теорию вычислительных систем / Д. А. Поспелов. – М. : Советское радио, 1972.
4. Барский А.Б. Архитектура параллельных вычислительных систем [Электронный ресурс]: учебный курс / А. Б. Барский. – Режим доступа : <http://www.intuit.ru/department/hardware/paralltech/>
5. Сетевые операционные системы / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 2001.

**M.Y. Balabanov, A.R. Denisov**

#### **ASYMMETRIC DISTRIBUTION COMPUTER SYSTEM ORGANIZATION PRINCIPLES FOR EXTRALARGE COMPUTER COMPLEXITY PROBLEM SOLVING**

УДК 65.011

#### **СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Р.А. Набатов, В.Н. Шведенко*

Рассмотрены принципы создания одноуровневой технологии проектирования баз данных и дается описание ее практической реализации. Модель данных строится на инвариантных информационных структурах. Разработанная система построена на платформе СУБД ORACLE, позволяет осуществлять долговременные транзакции и поддерживать версии информационных объектов.

Существующая трехуровневая система проектирования баз данных по технологии ANSI/X3/SPARC имеет два интерфейса: между фазами концептуаль-

ного, логического и физического проектирования (рис. 1). Это создает известные сложности, особенно при развитии сложных проектов.

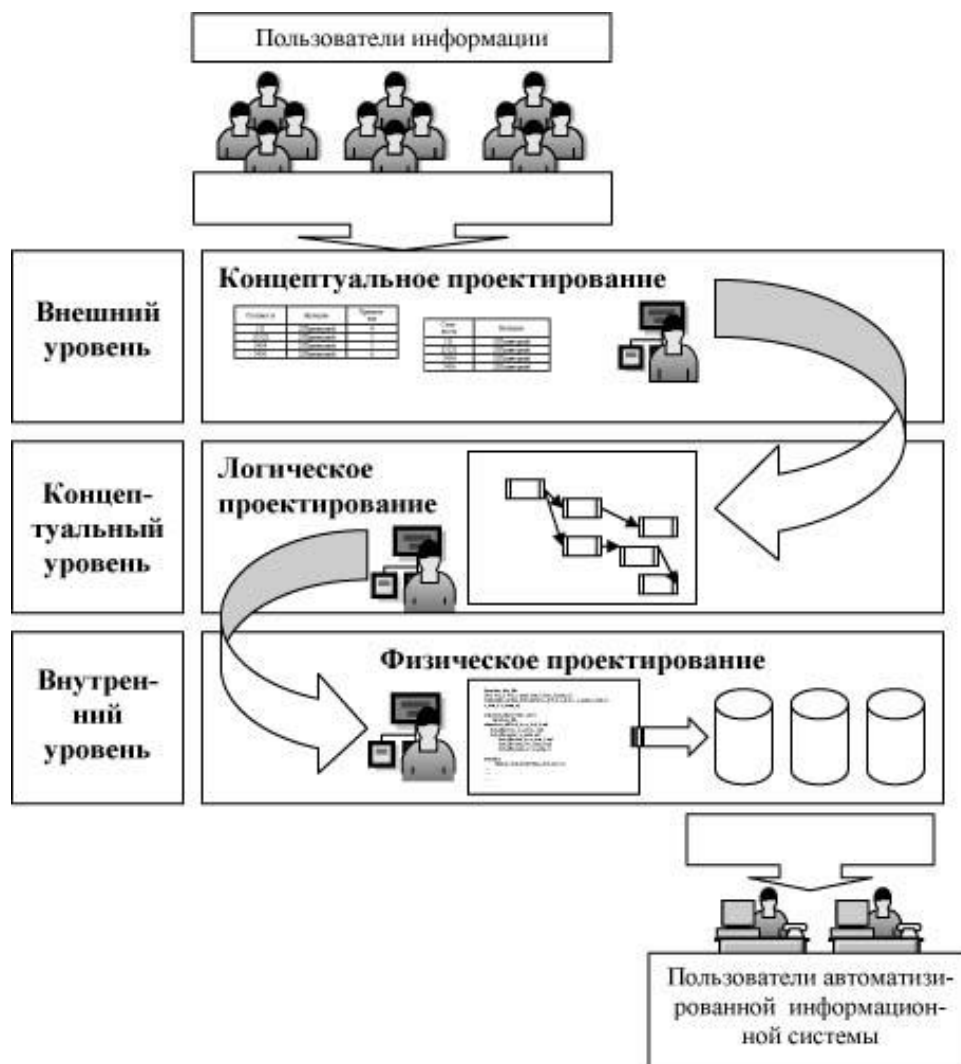


Рис.1. Схема проектирования информационной системы по ANSI/X3/SPARC

Новые объектно-реляционные и объектно-ориентированные СУБД могут дополняться объектными свойствами, не это не в полной мере решает существующие проблемы. На сегодня лишь немногие промышленные ОО СУБД позволяют получать решения за более короткий срок, чем традиционные РСУБД. Более подробно эта проблема описана в работах [1, 2, 3].

Авторами предлагается новая модель данных, основанная на инвариантных информационных структурах, и показана ее практическая реализация.

Информационная модель объекта создается в результате проведения анализа объекта предметной области. Модель обладает рядом свойств, которые должны удовлетворять требованиям специалистов из отдельных подсистем предметной области. Причем для каждой функции информационная модель может иметь свой уровень детализации. Информационная

модель в предлагаемой системе легко переводится в физические объекты хранилища данных в памяти ЭВМ. При этом достигается независимость от платформы, на которой строится информационная система. Информационная модель предназначена для унификации информационных ресурсов путем объединения структур, каждая из которых получена в результате обследования части объекта предметной области.

Информация об объектах системы должна, кроме того, храниться достаточно длительное время, а также иметь длительный интервал транзакций. Это особенно востребовано в условиях современного предприятия, где информационная среда крайне динамична. Моделирование и реализация долговременных интерактивных сеансов взаимодействия с базой данных в прикладной среде становится важной как с точки зрения соблюдения безопасности данных, так и с позиций обеспечения качественной

информации для подготовки и принятия решений. Реализация традиционной модели транзакций в условиях долговременных сеансов приводит к длительным задержкам их отработки и большому объему внешней памяти, что с течением времени приводит к неэффективности работы приложений. Поэтому в работе для обеспечения долговременных транзакций применена временная (хронологическая) модель данных [4,5]. Долговременные транзакции ориентированы на обеспечение гибкости взаимодействия поставщиков информации. При этом соблюдается некоторый регламент, между поставщиками информации с информационной системой. Цель выработки модели транзакции заключается в автоматическом поддержании согласованного состояния базы данных, когда одновременно выполняется множество операций чтения и записи.

Предлагается выделить два механизма обеспечения актуальности данных. Это синхронизация данных и конвертирование фрагмента частной базы

данных в разделяемую. Синхронизация данных позволяет отслеживать момент изменения данных и корректировать информацию в масштабе заданного интервала времени. Конвертация данных дает возможность отмечать актуальность информации на текущий момент времени и при необходимости корректировать запросы в пользовательских приложениях.

Механизм управления версиями необходим для поддержания гибкости приложений и возможности оперативно дополнять информационные объекты новыми свойствами.

Схема предлагаемой технологии разработки информационной системы показана на рис. 2. Сервер базы данных спроектирован на основе Oracle. Универсальные пользовательские приложения и утилиты написаны под операционную систему Windows XP в среде Delphi с использованием компонентов ODAC. Возможен удаленный доступ к данным сервера через сеть Internet.

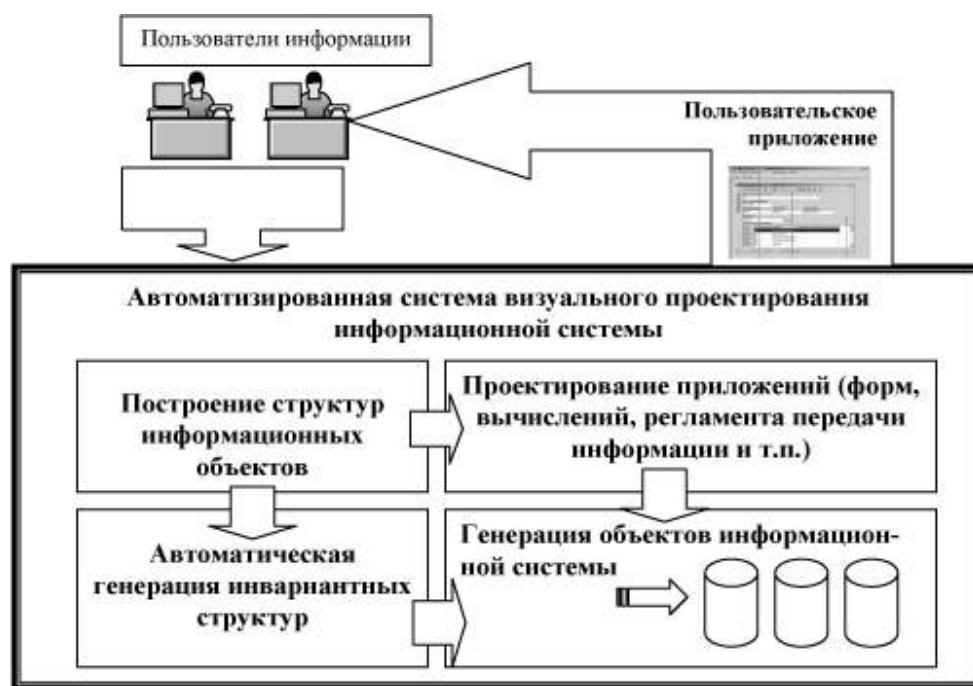


Рис.2. Предлагаемая схема создания базы данных информационной системы

На рис. 3 показан экран проектирования информационных образов объектов производства, которые представляются в виде дерева. Информационные объекты рассматриваются двух видов: справочники (стабильная или периодически поставляемая информация) и текущая информация (информация, которая постоянно пополняется через документы или иные источники данных). Параметры объекта имеют три базовых типа (строковый, числовой и дата). Информационные объекты группируются, и

доступ к ним осуществляется согласно роли пользователя в системе управления предприятием (доступ с просмотром, записью или корректировкой данных).

Пользовательские приложения позволяют выбрать для просмотра или заполнения необходимый набор типа "View", которые имеют три формы пользовательского представления информации: иерархическое представление объекта, сетевое и табличное. На рис. 4 показан рабочий стол проектиро-

вания формы для ввода и просмотра первичной производственной информации в центре ответственности. Дизайнер форм позволяет проектировать и адаптировать приложения (рис. 5 и рис. 6) для обработки информации об объектах бизнес-процессов, визуально программировать базовые операции с

параметрами, группировать данные, осуществлять выборку объектов и т.п.

Использование предлагаемого информационного обеспечения позволяет проводить адаптацию структуры информационных объектов (добавлять новые параметры к объекту, которые ранее не были определены или считались несущественными).

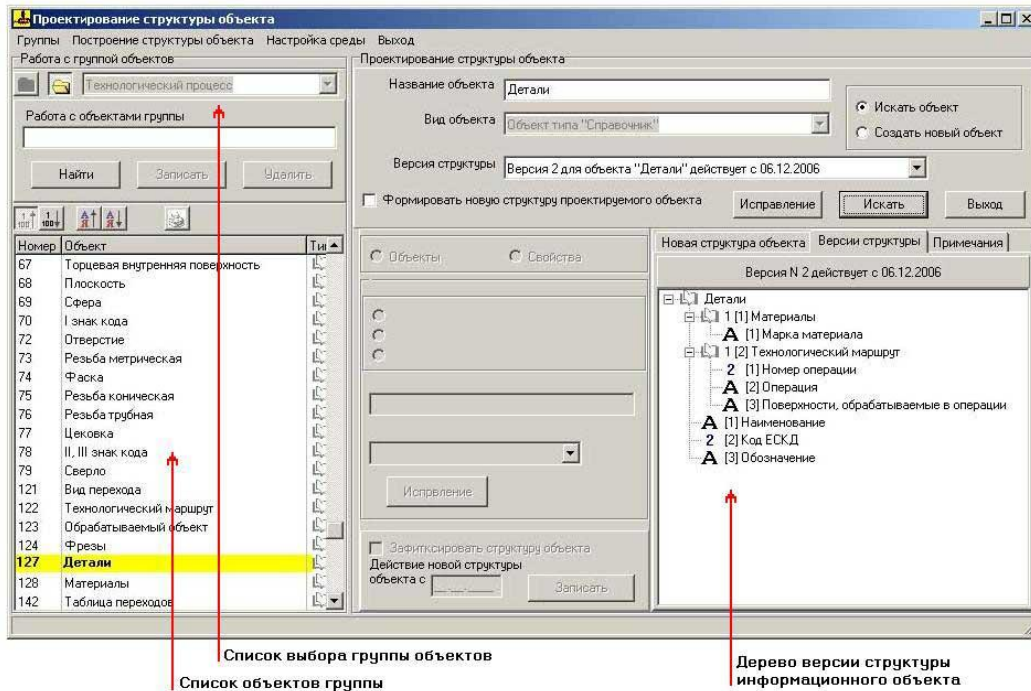


Рис.3. Общий вид дизайнера объектов

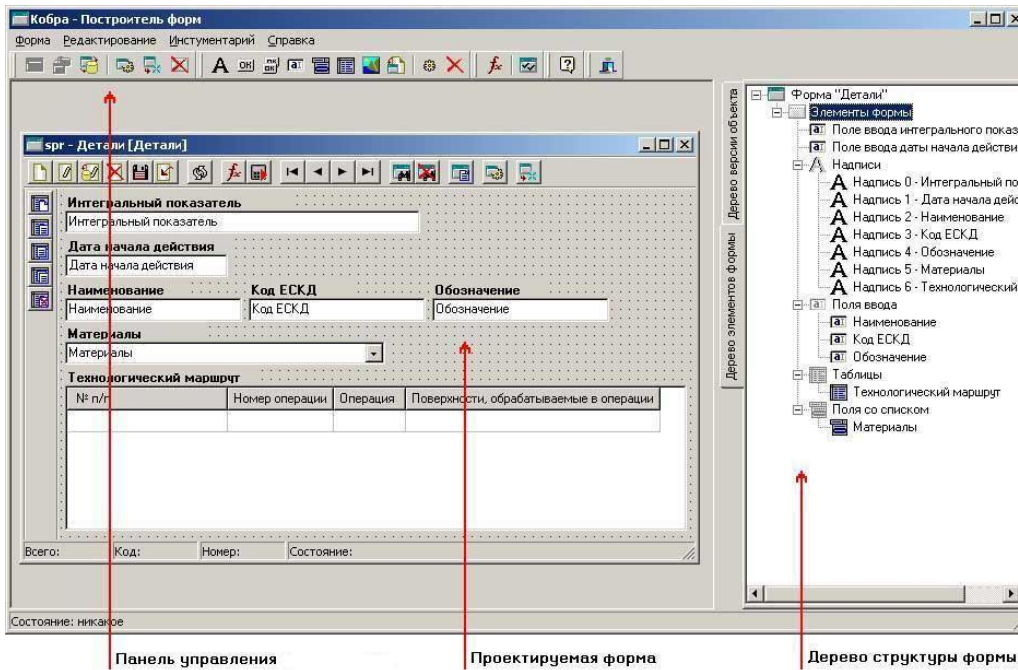


Рис.4. Пример проектирования приложения пользователя

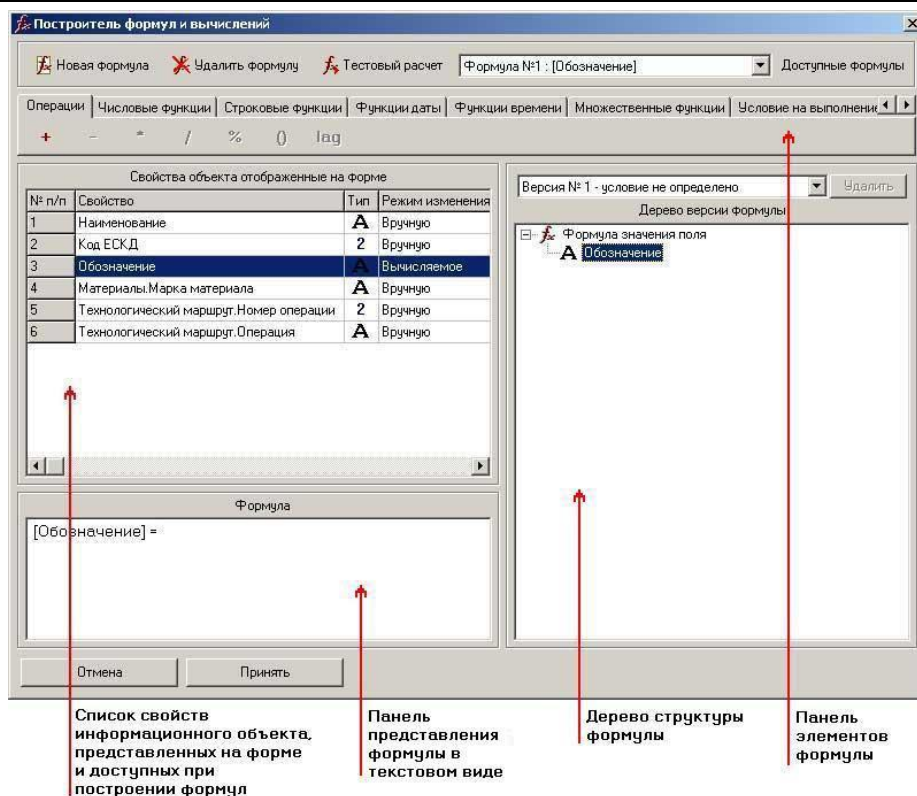


Рис.5. Пример программирования вычислений в приложении пользователя

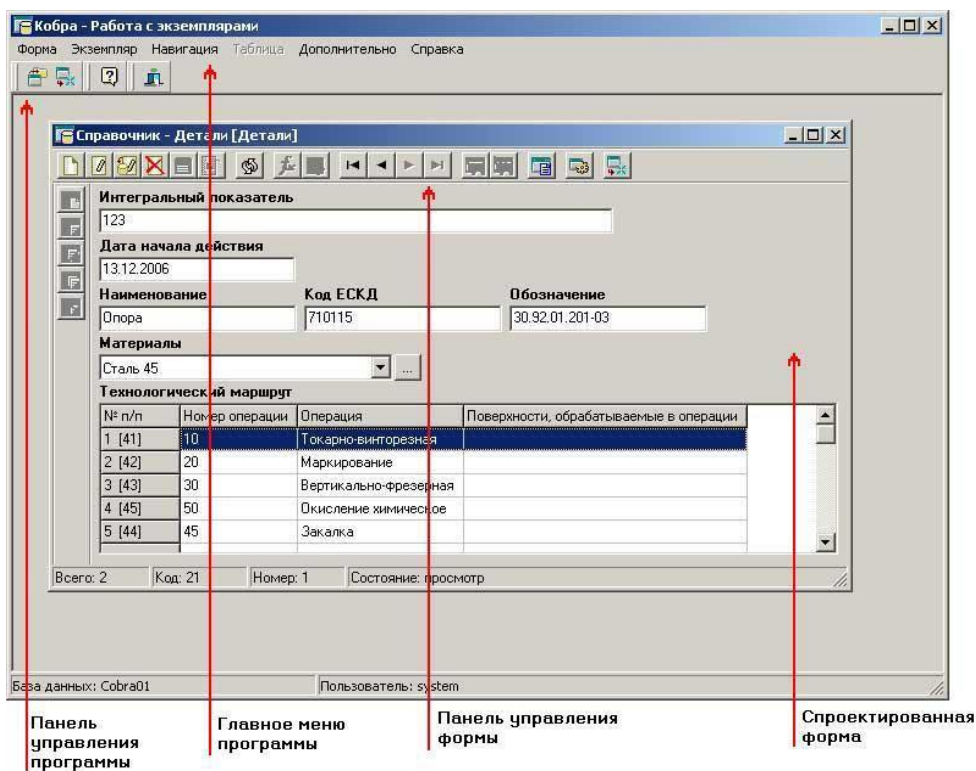


Рис.6. Пример экрана пользовательского приложения

Практическая реализация предложенной системы разработки баз данных показала, что среднее время разработки информационных объектов, схемы и базы данных, создания пользовательского прило-

жения составляет не более одного часа работы специалиста предметной области. При этом не требуется никаких затрат времени на уровне физического проектирования базы данных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Когаловский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных / М. Р. Когаловский. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 800 с.
2. Саймон А.Р. Стратегические технологии баз данных: менеджмент на 2000 год / А. Р. Саймон : пер. с англ. / под ред. и с предисл. М.Р. Когаловского. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 479 с.
3. Козловский А. Объектные СУБД: ситуация смены парадигмы / А. Козловский // ВУТЕ / Россия. – 2000. – №8. – С. 16–28.
4. Roddick J.F. SQL/SE – A Query Language Extension for Databases Supporting Schema Evolution // SIGMOD Record. – 1992. – September. – №10.
5. Шведенко В.Н. Временная модель данных на основе объектно-ориентированных технологий / В. Н. Шведенко, Д. А. Иванов. – Кострома : КГТУ, 2003. – 90 с.

**R.A. Nabatov, V.N. Shvedenko**

**SYSTEM OF BASIC DATA DESIGN ON INSTALLATION-ORIENT TECHNOLOGY BASIS**

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 630.812 : 691.11

### ВЛИЯНИЕ МАКРОСТРОЕНИЯ КЛЕЕНОГО БРУСА НА ЕГО ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

*А.А. Титунин, К.В. Сироткина, В.П. Чулков*

С учетом классических гипотез и результатов экспериментальных исследований обоснована необходимость учета особенностей макроскопического строения клееного бруса при определении теплофизических характеристик.

Результаты исследований теплофизических параметров древесины положены в основу нормативных документов, регламентирующих порядок проектирования теплозащиты зданий и сооружений. В работах отечественных [1] и зарубежных авторов [2] представлены основные закономерности процесса теплопереноса, полученные исследователями для малых прямоугольных образцов древесины без пороков, так называемых «чистых» образцов. К таким образцам вполне применима феноменологическая ортотропная модель, что и подтверждено многочисленными экспериментальными исследованиями. При этом, как известно, пренебрегают кривизной слоев, соотношением ранней и поздней древесины и прочими особенностями макростроения. О справедливости данных гипотез применительно к массивным деревянным конструкциям, особенно полученным в результате склеивания, можно судить по приведенным ниже сведениям.

Поскольку одним из основных требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям, является обеспечение заданного температурного режима в здании, то вполне очевидна значимость точного определения коэффициента теплопроводности материалов этих конструкций. В соответствии с действующими нормами СНиП II-3-79\* [3] справочные данные о коэффициенте теплопроводности  $\lambda$  используются при определении требуемого значения коэффициента сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Необходимо отметить, что в нормах [3] для материалов из древесины приведены значения  $\lambda$  для сосны, дуба, фанеры и плитных материалов, в то время как данные о величине коэффициента теплопроводности и термического сопротивления для клееного профилированного бруса отсутствуют.

Как известно, клееный профилированный брус получают в результате склеивания по пласти ламелей толщиной от 33 до 42 мм, которые в свою очередь получают в результате склеивания по длине (сращивания) на зубчатый шип коротких отрезков хвойных

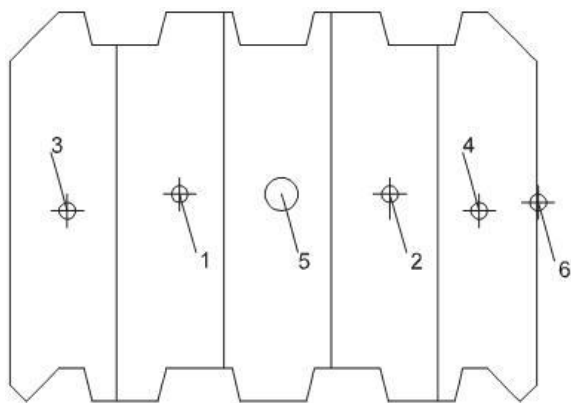
пиломатериалов. Таким образом, клееный профилированный брус представляет собой сложную конструкцию из сравнительно толстых отрезков древесины с продольными и поперечными клеевыми швами, с чередующимся расположением годичных слоев в смежных ламелях и большей, по сравнению с обычной древесиной, анизотропностью. В этой связи представляется не вполне оправданным применение для клееного профилированного бруса классического представления в виде однородного (квазигомогенного) материала без учета локальных дефектов (сучков, косося, непрочных, зубчатых соединений и пр.). Нами была поставлена задача определения коэффициента теплопроводности новых клееных материалов и сопоставления его с величиной  $\lambda$ , рекомендуемой строительными нормами для ограждающих конструкций.

Для проверки степени влияния особенностей макроскопического строения клееного бруса на точность определения коэффициента теплопроводности были проведены экспериментальные исследования, в ходе которых была использована методика [4], разработанная авторами на основе модернизации одного из способов исследования стационарной теплопроводности. Такой подход был выбран потому, что он обеспечивает большую идентичность между результатами измерений и истинными значениями измеряемых тепловых величин.

По данной методике измерялись значения температур в точках, расположенных на различном расстоянии от оси симметрии бруса шириной 200 мм и высотой 110 мм, склеенного в заводских условиях. Тепловой поток в брус создавался с помощью нагревательного элемента, установленного в средней ламели (рис. 1).

После задания требуемой мощности теплового потока в течение 6 ч через каждые 15 мин с помощью измерителя УКТ-38Щ.4-ТС фиксировались показания температур в местах установки датчиков. Стабильность показаний датчиков в течение 30 мин свидетельствовала о наступлении стационарного режима

теплопроводности. В связи с этим для расчета коэффициента теплопроводности использовались зависимости, справедливые для стационарного температурного поля [8]. Были получены следующие значения коэффициента теплопроводности:  $\lambda_1=0,257$ ,  $\lambda_2=0,258$ ,  $\lambda_3=0,248$ ,  $\lambda_4=0,246$  Вт/(м<sup>0</sup>С). Полученные значения превышают справочные данные для сосны или фанеры – соответственно 0,14 и 0,15 Вт/(м<sup>0</sup>С). В качестве гипотезы, объясняющей расхождение полученных данных с табличными, можно предположить, что в клееном бруске существует достаточно большое количество участков (клеевые швы, сучки, участки древесины с повышенной плотностью, смоляные кармашки и пр.), снижающих термическое сопротивление потоку тепла. В пользу данного предположения свидетельствует тот факт, что значения коэффициента теплопроводности, сходные с нормативными, были получены Г.С. Шубиным [5], а также в ходе предварительной серии опытов по опи-



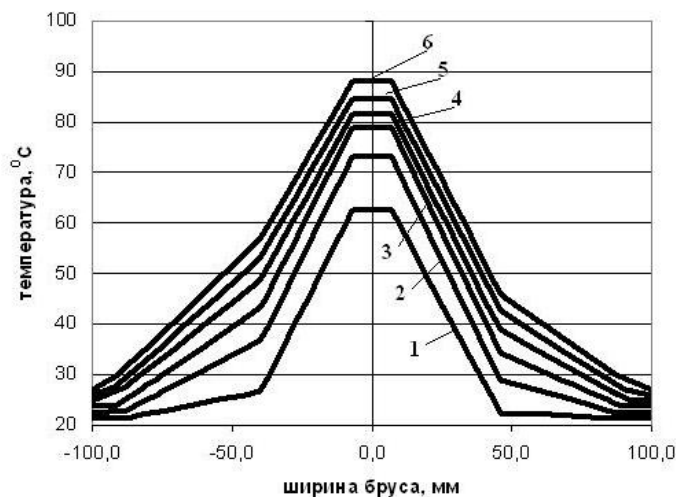
**Рис. 1. Схема установки датчиков:**  
1, 2, 3, 4, 6 – датчики (термометры-сопротивления),  
5 – нагревательный элемент

В отличие от предыдущих опытов, в которых использовался брусок с ламелями одинакового качества, в данном экспериментальном исследовании склеиваемые ламели, расположенные по разные стороны от оси симметрии бруска, несколько отличались друг от друга по количеству и размерам сучков. В этом случае сучки, состоящие из более плотной древесины и проходящие под углом от 70<sup>0</sup> до 90<sup>0</sup> к направлению волокон в ламелях, повышают теплопроводность материала. Об этом свидетельствует более

санной выше методике [6] для образцов древесины малого сечения.

Различия в значениях  $\lambda$ , полученных экспериментальным путем, объясняются тем, что третий и четвертый датчики располагались в ламелях с более широкими годичными слоями, чем первый и второй. Из работ Е.К. Ашкенази [7], Б.Н. Уголева [1] и других авторов известно, что в хвойной древесине с увеличением ширины годичных слоев возрастает содержание ранней, менее плотной, древесины. Следовательно, широкослойная древесина с повышенным содержанием пор, заполненных при эксплуатационной влажности  $W=10\%$  преимущественно воздухом, должна иметь меньшую по сравнению с узкослойной древесиной теплопроводность. Что и подтвердили экспериментальные данные.

О степени влияния сучков на параметры теплопроводности клееного бруска можно судить по результатам других экспериментальных исследований, представленных на рис. 2.



**Рис. 2. Поле температур по ширине бруска в различные моменты времени:**  
1 – 1 ч, 2 – 2 ч, 3 – 3 ч, 4 – 4 ч, 5 – 5 ч, 6 – 6 ч

интенсивное изменение температурного поля в левой части графика (в ламелях с сучками).

#### Выводы

1. Теплопроводность деревянных клееных конструкций по количественным характеристикам отличается от теплопроводности цельной древесины.
2. При контрольных испытаниях клееной древесины в заводских условиях или в испытательных лабораториях следует учитывать макроскопические особенности строения материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов / Б. Н. Уголев. – М. : Лесная пром-сть, 1965.
2. Справочное руководство по древесине : пер. с англ. / Лаборатория лесных продуктов США. – М. : Лесная пром-сть, 1979.



3. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. – М. : Стройиздат, 1998.
4. Сироткина К.В. Экспериментальная установка для исследования кинетики теплопереноса в материалах растительного происхождения / К. В. Сироткина // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф. / под ред. Е. А. Памфилова. – Брянск : БГИТА, 2006. – Вып. 16. – С. 89–91.
5. Шубин Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины / Г. С. Шубин. – М. : Лесная пром-сть, 1990.
6. Титунин А.А. Определение коэффициента теплопроводности клееной древесины / А. А. Титунин [и др.] // Вестник КГТУ. – Кострома : КГТУ, 2005. – Вып.11. – С.114–117.
7. Ашкенази Е.К. Анизотропия конструкционных материалов : справочник / Е. К. Ашкенази, Э. В. Ганов. – М. : Машиностроение, 1980.
8. Исаченко В.П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – М. : Энергия, 1975.

A.A.Titunin, K.V.Sirotkina, V.P.Chulkov

### GLUE CANT MACROSTRUCTURE EFFECT UPON HEAT CONDUCTION PARAMETERS

УДК 674.812-419

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСХОДА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОСТРОПЛИТ

С.А.Угрюмов

Представлены результаты эксперимента по определению влияния расхода карбамидоформальдегидного связующего и плотности костроплиты на ее физико-механические свойства. Приведены полученные математические модели и графические зависимости.

Одной из важнейших операций в технологическом процессе производства плитных материалов является осмоление наполнителя, которое производится с целью покрытия всех частиц оптимальным количеством связующего. Сложность осмоления заключается в том, что на относительно большую удельную поверхность дискретных частиц необходимо равномерно распределить сравнительно небольшое количество клеевого состава, неравномерное распределение которого приводит к снижению физико-механических показателей плит и к повышенному расходу клеевых материалов.

При осмолении величина расхода клея влияет на прочность клеевого соединения и самого плитного материала. Если расход клея меньше технологической нормы, то уменьшается прочность склеивания, так как клея не хватает для покрытия всей поверхности частиц и создания клеевых мостов требуемой толщины.

При увеличении расхода клеевых материалов не всегда повышается прочность склеивания, иногда она даже снижается, потому что в утолщенном клеевом шве больше вероятность возникновения внутренних напряжений и образования микротрещин вследствие усадки клея при отверждении. Чрезмерный расход клея отражается и на стоимости готовой продукции [1], так как в плитном производстве доля затрат на клеевые материалы составляет порядка 23,5 % общей себестоимости.

Оптимальная толщина клеевой прослойки, а следовательно, и величина расхода клея зависят от

множества факторов – породы и плотности наполнителя, формы и размера частиц, шероховатости их поверхности, вязкости и концентрации клея, плотности укладки частиц в структуре материала, температуры прессования и др.

Нормы расхода связующего при производстве плит на основе древесных частиц широко исследованы и нормированы. При использовании в качестве наполнителя плитного материала костры льна нормы расхода связующего мало изучены. Поэтому с целью выявления влияния количества связующего на свойства костроплит и определения рациональной нормы расхода связующего был проведен эксперимент по В-плану второго порядка. Поскольку свойства плитных материалов напрямую зависят от плотности упаковки частиц в эксперименте, кроме расхода связующего, варьировалась плотность готовой костроплиты. В качестве связующего при постановке опытов был использован клей на основе карбамидоформальдегидной смолы КФ-НФП, поскольку он наиболее широко распространен в настоящее время в плитном производстве. Матрица планирования эксперимента с основными выходными величинами представлена в табл. 1.

После математической обработки результатов эксперимента в соответствии с рекомендациями [2] получены следующие математические модели в кодированных обозначениях факторов:

- для предела прочности плиты при изгибе

$$Y_1 (\sigma_{II}) = 14,9 + 4,4 X_1 - 1,03 X_1^2 - 0,5 X_2 + 0,03 X_2^2 - 0,03 X_1 X_2 ;$$

- для предела прочности плиты при отрыве перпендикулярно пласти

$$Y_2 (\sigma_0) = 0,18 + 0,005X_1 + 0,007 X_1^2 - 0,02 X_2 - 0,002 X_2^2 + 0,03 X_1X_2;$$

- для разбухания плиты по толщине

$$Y_3 (P_s) = 55,4 - 16,9 X_1 + 6,2 X_1^2 - 1,03 X_2 - 2,8 X_2^2 + 3,6 X_1X_2;$$

- для объемного разбухания плиты

$$Y_4 (P_0) = 58,07 - 16,1 X_1 + 7,2 X_1^2 - 1,5 X_2 - 3,3 X_2^2 + 2,8 X_1X_2;$$

- для водопоглощения плиты

$$Y_5 (\Delta W_{вд}) = 94,5 - 19,5 X_1 + 13,0 X_1^2 - 5,1 X_2 - 6,9 X_2^2 - 0,9 X_1X_2.$$

Таблица 1

План эксперимента с выходными величинами

№ оп.	Управляемые факторы		Выходные величины				
	Количество связующего, %	Плотность плиты, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при отрыве, МПа	Разбухание по толщине, %	Объемное разбухание, %	Водопоглощение, %
1	10	650	9,9	0,20	79,8	82,6	136,0
2	16	650	18,8	0,19	43,3	48,9	92,0
3	10	750	9,1	0,10	67,0	69,5	111,0
4	16	750	17,9	0,18	47,1	44,9	73,5
5	10	700	9,6	0,20	83,1	85,5	130,2
6	16	700	18,2	0,18	40,0	45,1	84,8
7	13	650	15,7	0,17	50,1	51,8	86,2
8	13	750	14,2	0,16	55,1	57,8	89,1

Графические зависимости выходных величин от управляемых факторов представлены на рис. 1–2.

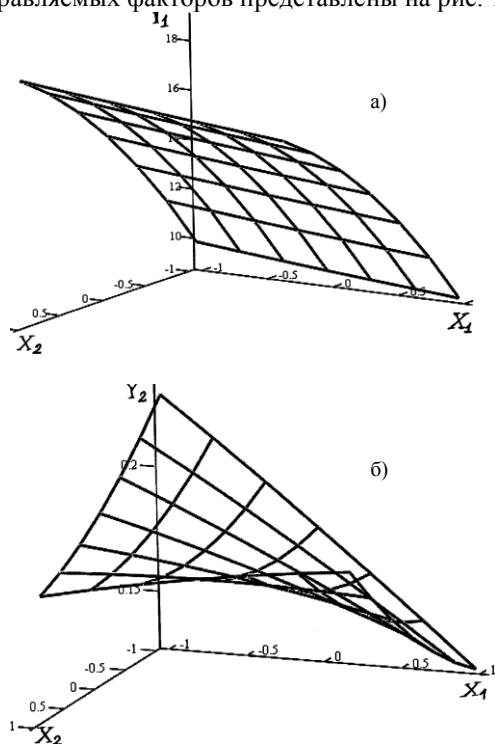


Рис.1. Зависимость прочностных показателей костреплиты от количества связующего и плотности:

а – выходная величина – предел прочности при изгибе, МПа;  
б – выходная величина – предел прочности при отрыве перпендикулярно пласти, МПа

Анализ полученных результатов выявил, что наилучшие физико-механические показатели костреплиты достигаются при максимальном расходе карбамидоформальдегидного связующего (16 %), что вполне объяснимо, поскольку при этом возрастает количество клеевых мостов между частицами наполнителя.

При производстве древесностружечных плит с увеличением плотности материала физико-механические свойства возрастают. Однако по результатам эксперимента наилучшие показатели качества костреплиты достигаются при относительно небольшой ее плотности (порядка 650...700 кг/м<sup>3</sup>). Вероятно, при слишком плотной упаковке частиц костры происходит их механическая деформация и частичное разрушение с появлением многочисленных микро- и макротрещин, что негативно сказывается на прочностных показателях и отношении к действию воды. Кроме этого, поскольку частицы костры отличаются от древесных меньшими размерами (особенно по толщине), при прессовании происходит их упаковка с меньшим количеством воздушных пустот. В результате этого затрудняется выход парогазовой смеси, выделяющейся при горячем прессовании материала, то приводит к частичному разрушению образованных клеевых связей.

Производство костреплит с относительно небольшой плотностью положительно сказывается на экономических показателях производства, поскольку при этом снижается количество применяемого наполнителя (костры) и количество связующего, а также облегчается готовый материал.

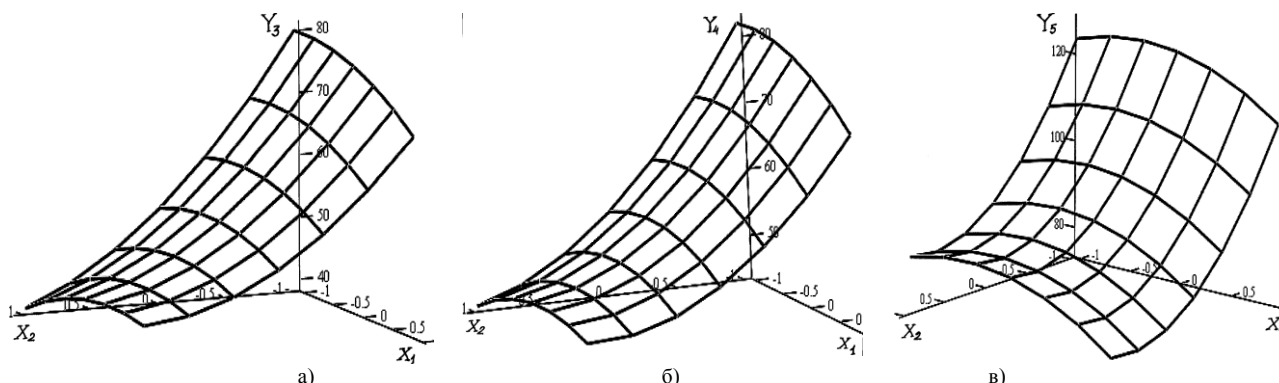


Рис.2. Зависимость физических показателей костроплиты от количества связующего и плотности:  
 а – выходная величина – разбухание по толщине, %; б – выходная величина – объемное разбухание, %;  
 в – выходная величина – водопоглощение, %

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по производству древесностружечных плит / И. А. Отлев [и др]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесная промышленность, 1990.
2. Пижурич А.А. Исследования процессов деревообработки / А. А. Пижурич, М. С. Розенблит. – М. : Лесная промышленность, 1984.

S.A. Ugrumov

#### CARBIDE FORMALDEHYDY BINDER CONSUMPTION SAMPLING DURING SHAVING BOARD MANUFACTURE

УДК 630.242:630.5

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ РУБОК УХОДА В БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСАХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Б. Таланов

В статье представлены сведения о результатах ухода за березняками с целью улучшения сортиментной структуры к возрасту спелости и увеличения выхода готовой продукции при переработке сырья на предприятиях по производству фанеры.

Береза является одним из основных лесоразователей в нашей стране и преобладающей породой в лесном фонде Костромской области. Благодаря своей экологической пластичности она способна образовывать древостои практически во всех условиях местообитания южнотаежной подзоны, начиная с экотопов сухих мшисто-лишайниковых сосняков с бедными рыхло-песчаными почвами и заканчивая верховыми сфагновыми болотами. По этой причине южнотаежные березняки весьма разнообразны по типам леса, однако преобладают черничники и кисличники (86%) [1], стоит заметить, что это наиболее продуктивные группы типов леса в нашей подзоне. По всей видимости этим объясняется довольно высокая продуктивность южнотаежных березняков (класс бонитета в среднем – 1,7). В целом они относительно молоды (средний возраст составляет около 47 лет) и, как правило, имеют семенное происхождение.

В Костромской области березовая древесина в основном используется в качестве сырья для фанерного производства, т.к. здесь работают три пред-

приятия по переработке данного вида сырья. В связи с этим к ней предъявляются особые требования по размерности и качеству [2].

Прирост запаса фанерного кряжа увеличивается относительно быстрыми темпами до 70-летнего возраста, достигая максимального значения к 85-90 годам [3]. Однако сортность его с возрастом постепенно снижается вследствие увеличения фауности березняков, и в 90-летних древостоях фанерный кряж первого сорта составляет незначительную долю общего запаса, вследствие чего снижается выход готовой продукции и увеличивается доля отходов при его переработке. Наибольший запас фанерного кряжа первого сорта накапливается к 60-летнему возрасту. Ввиду этого наиболее целесообразный возраст рубки березы на фанерные заготовки в насаждениях, не затронутых хозяйственным воздействием, в эксплуатационной части подзоны южной тайги установлен в VI классе возраста [1].

Наши исследования показали, что особенностью произрастающих в регионе естественных березняков является быстрый рост в высоту и замедлен-

ный по диаметру (так, в возрасте 60 лет диаметр на высоте груди составляет в среднем 19–20 см). Если учесть, что в качестве фанерного кряжа используется бревно с диаметром в верхнем отрубе не менее 16–18 см, то доля подходящих под это требование деревьев в естественных насаждениях довольно мала.

Решением данной проблемы может стать проведение уходов за березой в естественных насаждениях.

Исследования по данному вопросу проводились совместно с Костромской лесной опытной стан-

цией на опытных объектах заложенных в 60–70 годах прошлого столетия. Данные объекты представляли собой березовые насаждения, в которых производились рубки ухода различной степени интенсивности (от слабой до очень сильной [4]) с оставлением в качестве деревьев будущего 300–1600 шт./га.

По проведенным исследованиям и расчетам положительный эффект оказала рубка очень высокой интенсивности (более 50 % по запасу) с оставлением на дальнейшее выращивание 600–750 перспективных деревьев березы на 1 га (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика березняков, пройденных рубкой ухода

Секция	Количество деревьев, шт./га		Возраст, лет	Средние показатели в настоящее время			
	после ухода	в настоящее время		диаметр, см	высота, м	полнота	запас, м <sup>3</sup> /га
Объект №1							
Контроль	6280	1090	52	18,4	25,8	0,98	356
Опытная	590	570		23,3	26,7	0,79	306
Объект №2							
Контроль	4360	510	62	19,7	25,7	0,48	188
Опытная	580	420		24,3	28,0	0,54	241
Объект №3							
Контроль	6150	1143	59	16,7	25,0	0,54	241
Опытная	750	623		19,9	26,5	0,59	237

Сразу после проведения прореживания значения показателей полноты и запаса на опытных секциях стали на много ниже контрольных (что естественно). Однако за прошедшее время они практически выровнялись, а в некоторых случаях и «перегнали» контрольные значения. По-видимому, это произошло благодаря более интенсивному отпаду деревьев в контрольных секциях и более высокому приросту размеров деревьев на изреженных вариантах. Превышения средних диаметров березы на секциях, пройденных уходом, над диаметрами березы контрольных секций составляют 3,2–4,6 см (16–21%).

Разница в структуре контрольных вариантов и секций, пройденных рубкой ухода высокой интенсивности, наглядно показана на рис.1, где отображены кривые распределения запасов деревьев на опытных участках по ступеням толщины.

Мы приводим график распределения запаса древостоя только для объекта №1, для остальных же объектов графики будут иметь подобный вид. Рассматриваемый график распределения общего запаса древесины на каждом объекте по ступеням толщины показывает общую тенденцию изменения структуры березняков под влиянием интенсивной рубки ухода. Распределение деревьев на всех контрольных секциях близко к нормальному, что не удивительно, так как древостои на этих секциях развивались естест-

венным путем. Графики распределения запаса на опытных вариантах одинаково характеризуются правосторонней асимметрией, что указывает на эффективность применения рубок ухода высокой интенсивности в березовых насаждениях. На данных секциях доля деревьев с крупными диаметрами значительно выше аналогичных значений контрольных вариантов (на 30–44%).

Рассмотрим, как повлияла рубка ухода на сортиментную структуру древостоя (табл.2).

Из приведенных материалов следует, что выход высокосортных сортиментов в совокупности с фанерным кряжем на секциях, пройденных уходом высокой интенсивности с оставлением 590–750 перспективных деревьев, оказался выше контрольных показателей. Разница оказалась довольно велика и составила 24–61 м<sup>3</sup>/га (22–67%).

Однако сортиментные таблицы [6], опираясь на которые и была получена данная сортиментная структура, не достаточно учитывают размерность самих сортиментов, а ведь чем выше диаметры фанерного кряжа, тем выше выход готовой продукции (лушеного шпона) и ниже объем отходов при переработке. Поэтому пользуясь нормативно-справочной литературой [7, 8], мы расчетным путем установили выход лушеного шпона по контрольным и опытным вариантам с учетом размеров сортиментов (табл. 3).

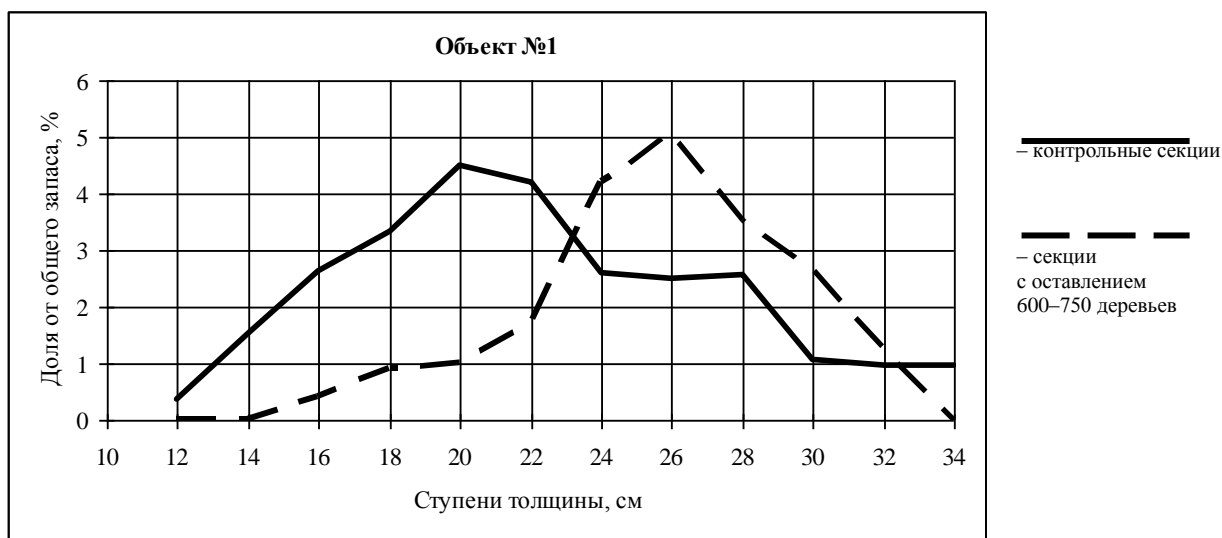


Рис.1. Распределение запаса березового древостоя по ступеням толщины

Таблица 2

Сортиментная структура березняков

Секция	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га		Выход сортиментов из деловой древесины, м <sup>3</sup> /га				Дрова	Отходы
	всего	в т.ч. деловой	высоко-сортные	фанерный кряж	пиловочник	балансы		
Объект №1								
Контроль	368	307	30	107	75	95	19	42
Опытная	314	271	53	126	50	42	6	37
Объект №2								
Контроль	188	158	21	63	36	38	7	23
Опытная	241	207	41	104	35	27	4	30
Объект №3								
Контроль	298	244	19	68	61	96	21	33
Опытная	237	198	31	80	41	46	10	29

Таблица 3

Результаты расчета выхода лущеного шпона

Секция	Средние показатели		Выход лущеного шпона, м <sup>3</sup> /га
	диаметр, см	высота, м	
Объект №1			
Контроль	18,4	25,8	57
Опытная	23,3	26,7	100
Объект №2			
Контроль	19,7	25,7	41
Опытная	24,3	28,0	76
Объект №3			
Контроль	16,7	25,0	37
Опытная	19,9	26,5	60

Из приведенных выше результатов расчета выхода лущеного шпона при переработке сырья, превосходство опытных древостоев опытных секций над контрольными очевидно, что составляет 23–43 м<sup>3</sup>/га – в абсолютном, либо 38–43% в относительном выражении.

Итак, проведение в березовых древостоях одной рубки ухода высокой интенсивности (55–68% по запасу) с отбором на дальнейшее выращивание

600–750 перспективных деревьев на 1 га способствует интенсивному росту их в толщину, а также изменяет качественную структуру березняка к возрасту рубки. Превышения средних диаметров березы на секциях, пройденных уходом, над диаметрами березы контрольных секций составляют 3,2–4,6 см (16–21%), что в конечном итоге увеличит выход лущеного шпона на 38–43 % по сравнению с естественными древостоями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сводный проект организации и ведения хозяйства Костромского управления лесами. – М., 1999.
2. ГОСТ 9462-88. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1999.
3. Чупров Н.П. Березовые леса / Н. П. Чупров. – М. : Агропромиздат, 1986.
4. Наставление по рубкам ухода в равнинных лесах европейской части России. – М. : ВНИИЦлесресурс, 1996.
5. Сортиментные таблицы для древесных пород, образующих смешанные насаждения Костромской области. – Кострома, 1978.
6. Тюрин А.В. Лесная вспомогательная книжка / А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. – М., 1956.
7. ГОСТ 2708-75. Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов. – М., 1975.
8. Нормативы расхода березового фанерного сырья на производство 1 м<sup>3</sup> лущеного шпона (по данным Костромского фанерного комбината «Фанплит», выписка из РТТМ РДЗ – 2000, 2001 г.).

**M.B.Talanov**

#### RESULTS OF KOSTROMA BIRCH FOREST CARE FELLING CONDUCTS

УДК 674.093.26

#### НОВЫЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ПОСЛОЙНОГО ПОЛУЧЕНИЯ ФАНЕРЫ

*Л.А. Тихомиров*

В статье проанализированы недостатки существующей технологии производства клееной фанеры, представлены теоретические и практические предпосылки для применения послойного метода прессования. Рассмотрены вопросы снижения расхода сырья за счет применения новой технологии получения клееной фанеры, представлены графические зависимости результатов эксперимента.

Технология производства фанеры горячим способом характеризуется набором пакета шпона заданного размера, который склеивают в одном промежутке пресса по одному или несколько пакетов. С тех пор как появилась идея получения фанеры из лущеного шпона, принцип сборки пакетов оставался неизменным. Однако пакетный способ имеет ряд существенных недостатков. К ним относятся следующие.

1. Потеря сырья от упрессовки фанеры, так как склеивание фанеры происходит при воздействии температуры и давления на пакет. Под воздействием температуры древесина размягчается, а вследствие воздействия давления она уплотняется. В результате такого воздействия температуры и давления через какой-то промежуток времени упругие деформации переходят в остаточные, что приводит к упрессовке листа фанеры. При склеивании многослойных пакетов упрессовка достигает 9–15%, что является прямой потерей древесины при существующем способе склеивания.

2. Разнотолщинность фанеры, вызываемая неодинаковой упрессовкой наружных и внутренних слоев шпона. Загруженный в промежуток пресса пакет фанеры начинает прогреваться от плит пресса. При этом непосредственно прилегающие к плитам наружные слои листа фанеры всегда будут иметь температуру большую, чем внутренние, вследствие чего периферийные слои за режимное время склеивания упрессуются больше, чем наружные. При пакетном способе склеивания фанеры нет практических путей для устранения дефекта разнотолщинности, так как возможные способы устранения разнотолщинности привели бы к значительному усложнению технологии производства фанеры.

3. Неодинаковая степень отверждения смолы в клеевых прослойках фанеры, приводящая впоследствии к значительному короблению листа фанеры. Как известно, для качественного склеивания необходимо достижение степени отверждения смолы, равное 80–85%. Клеевые прослойки, расположенные ближе к источнику тепла, вследствие их

более высокой температуры будут иметь за то же время большую степень отверждения смолы. Но так как процесс отверждения клеевых прослоек будет происходить и после выгрузки фанеры из пресса – во время её хранения или эксплуатации, то это вызовет напряжение в клеевых прослойках, что приведет к короблению листа фанеры.

4. Снижение температуры при склеивании толстой фанеры, так как в противном случае происходит образование пузырей, что вызывает полный брак фанеры. Склеивание толстой фанеры возможно только при значительном увеличении времени, которое возрастает пропорционально квадрату толщины фанеры. Отрицательно сказываются на качестве продукции слабые углы и слабая кромка в листах фанеры, которые являются следствием сдвига листов шпона при загрузке пакетов в пресс, сложность применения шпона с ложным ядром, вызывающим образование пузырей.

Предлагаемый способ прессования (послойный) отличается от традиционного (пакетного) тем, что фанера получается не в один прием, а в несколько. Сначала получают трехслойную фанеру, затем на полученную фанеру наклеивают еще по одному слою с каждой стороны, получая на каждом приеме фанеру большей толщины. Количество приемов зависит от необходимой толщины фанеры

В случае послойного склеивания многослойной фанеры достигается значительное снижение упрессовки. Следовательно, способ послойного склеивания фанеры дает снижение расхода сырья при производстве фанеры.

Коробление фанеры является большим дефектом. В настоящее время дефект по короблению сильно ограничивается. Послойное склеивание фанеры приведет к уменьшению коробления и, следовательно, к улучшению качества фанеры.

Возможность склеивания пакета фанеры из шпона с ложным ядром без применения специальных наполнителей в клей может быть объяснена пониженной температурой в клеевой прослойке из-за малого времени термообработки пакета, в течение которого завершается процесс склеивания, что снижает внутренние напряжения в фанере, которое вызывает образование пузырей.

При послойном способе склеивания из-за большой разницы в температуре в середине пакета и в месте склеивания вся влага, находящаяся в клеевой прослойке, будет перемещаться от краёв к центру пакета, где температура ниже. Это позволяет использовать применение шпона с ложным ядром для склеивания толстой фанеры.

Режим прессования при послойном способе не зависит от толщины получаемой фанеры. Постоянство технологического режима достигается тем, что за каждый последующий прием на фанеру наклеиваются лишь два листа шпона (по одному с каждой сторо-

ны). Для получения прочного клеевого соединения необходимо добиться отверждения клеевой прослойки, которая находится под одним листом шпона (при постоянной температуре потребуются меньше времени, при постоянном времени прессования есть возможность снизить температуру).

Для практического подтверждения теоретических выводов о преимуществах послойного прессования перед пакетным был спланирован эксперимент, по условиям которого изготавливались две партии пятислойной фанеры:

- первая партия – фанера, изготовленная классическим общепринятым методом (из листов шпона формируется пакет, состоящий из пяти слоев необходимой толщины, пакет помещают в пресс и выдерживают при заданной температуре под определенным давлением);
- вторая партия – фанера, изготовленная послойным способом в два приема (за первый прием получают трехслойную фанеру, за второй на полученную трехслойную фанеру наклеивают по листу шпона с обеих сторон, необходимая толщина фанеры достигается последовательным наклеиванием листов шпона на получаемую фанеру).

Склеивание велось при следующих постоянных факторах: толщина шпона  $S_{ш}=1,5$  мм; влажность  $W=5\%$ ; давление прессования  $P=1,8$  МПа; порода – береза.

Полученные партии фанеры испытывались по ряду показателей: упрессовка; плотность; разнотолщинность; разбухание; водопоглощение; прочность на скалывания и изгиб; коробление.

Результаты определения упрессовки представлены на рис. 1.

Зависимость коробления фанеры от температуры и времени прессования показана на рис. 2.

#### **Выводы**

1. Применение послойного способа прессования значительно снижает упрессовку фанеры при ее производстве, следовательно, уменьшится расход сухого шпона на единицу произведенной продукции.
2. Постоянный технологический режим прессования, не зависящий от толщины получаемой фанеры, позволяет упростить технологию производства фанеры.
3. Полученная послойным способом фанера – более однородный материал с меньшими внутренними напряжениями. В результате проведенных экспериментов отмечено снижение коробления фанеры.
4. Уменьшена вероятность появления слабых углов, за счет изменения схемы сборки пакетов, и пузырей, за счет снижения давления парогазовой смеси, при производстве фанеры больших толщин.

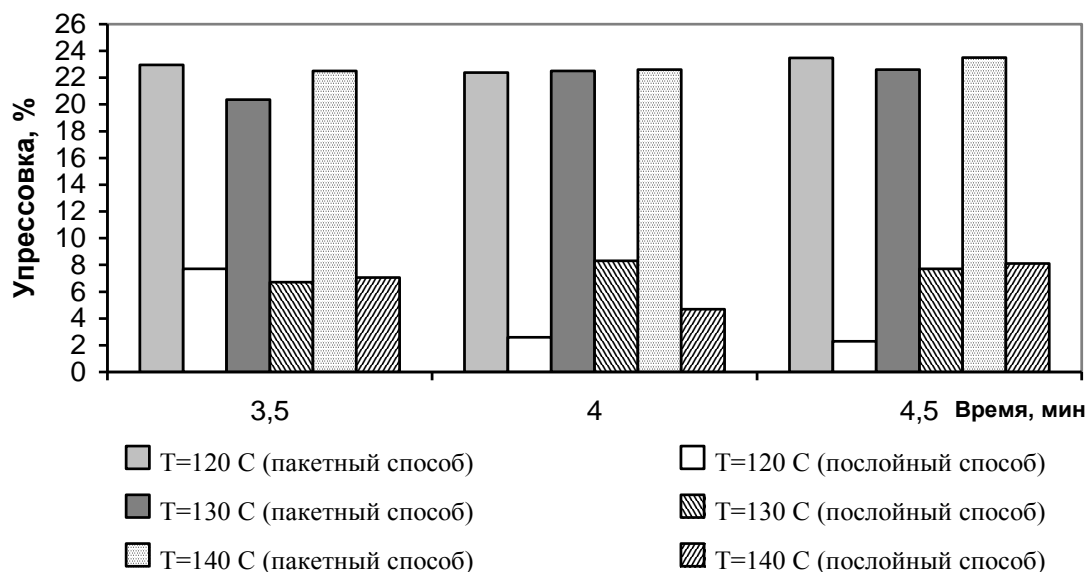


Рис. 1. Зависимость упрессовки от температуры, времени прессования и способа прессования при получении фанеры

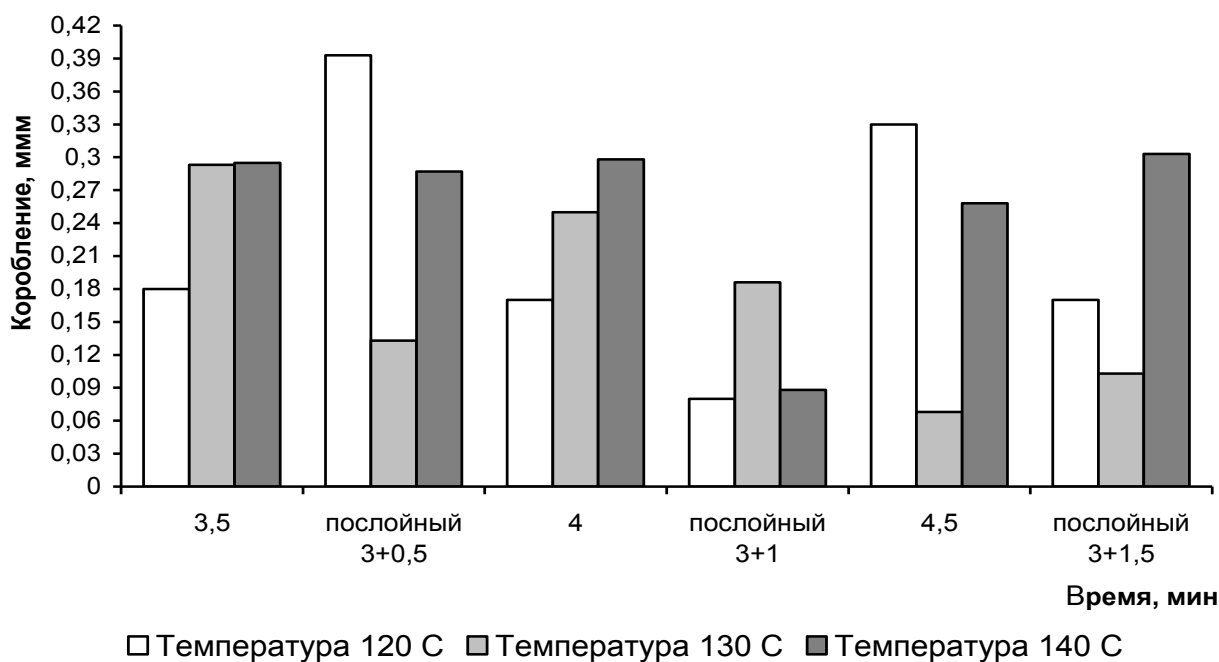


Рис. 2. Зависимость коробления фанеры от температуры и времени прессования при пакетном и послойном способе прессования

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллов Н.К. Конструкционная фанера / Н. К. Кириллов. – М. : Лесная промышленность, 1981.
2. Севастьянов К.Ф. Интенсификация процесса склеивания фанеры / К. Ф. Севастьянов. – М. : Лесная промышленность, 1976.

L.A.Tihomirov  
 ABOUT VENEER METHOD OF PLYWOOD GETTING



УДК 674.8:658.57

**ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ***Т.Н.Вахнина*

Рассматривается метод повышения огнестойкости ДСтП путем внесения антипиренов на стадии осмоления стружки.

XXI век характеризуется нарастанием уровня глобализации как в профессиональной деятельности населения, так и в прочих сферах. Местами массового скопления людей становятся жилые дома, предприятия, офисы, бары, дискотеки, кинотеатры и т.д. Учитывая участвовавшие техногенные катастрофы, можно отметить, что незаслуженно мало внимания в настоящее время уделяется созданию огнезащитных материалов, в том числе одних из самых распространенных в производстве мебели, отделки помещений – ДСтП и ЛДСтП.

Идеальным вариантом для помещений с массовым пребыванием людей является использование материалов с нулевым индексом распространения пламени. Однако на данном этапе развития технологии плитного производства это обычными способами и классическими антипиренами не достигается. Трудность заключается в том, чтобы создавать плитные материалы не только с высокой степенью огнезащитности, но и высокоэстетичные материалы с хорошим балансом технологических и экономических показателей.

Трудногорючесть ассоциируется обычно с глубокой пропиткой древесины или древесных материалов антипиренами. Однако любая пропитка – всего лишь способ введения огнезащитных средств в древесный материал, а уровень огнезащитности зависит от эффективности антипирена и способа его внесения.

Можно выделить четыре основных технологических способа снижения горючести ДСтП:

- 1) обработка древесных частиц антипиреном перед стадией осмоления;
- 2) введение антипирена в рабочий раствор связующего;
- 3) введение мелкодисперсного антипирена (типа нефелина) в массу древесных частиц одновременно с их осмолением;
- 4) горячая напрессовка антипирена на поверхность плиты.

В нашей стране промышленная технология производства трудногорючих плит разработана только в ЗАО «Плитспичпром» (совместно с ВНИИДрев), однако она проработана применительно к выпуску волокнисто-стружечных плит (ВСП), а не традиционных ДСтП.

В технологии используется первый способ внесения антипирена, а следовательно, для древесных частиц необходимы дополнительные технологические операции – обработка раствором антипирена и сушка.

За рубежом до последних лет огнестойкость плитам придавали, пропитывая их под давлением антипиренами, применяемыми для обработки пиломатериалов и фанеры. Плиту направляли в автоклав и пропитывали водными растворами солей, задерживающими воспламенение. Затем плиты сушили и возвращали на завод для отделки. Преимущество такого метода заключается в том, что он не требует от завода ничего, кроме фенольных связующих. Однако недостатки в этом случае превышают достоинства. Основной недостаток – высокая стоимость плит, которая почти в 2 раза выше, чем плит обычных. Другой недостаток – непременно использование фенольных смол.

Можно наносить на плиту толстым слоем массу, содержащую фосфаты и задерживающую воспламенение. В середине XX века в Канаде была создана установка, на которой антипирены наносили на поверхность плиты, а затем под воздействием горячего прессования они проникали внутрь плиты.

Одной из первых попыток изготовить огнестойкую плиту в процессе ее производства было введение антипиренов на участке формирования пакета. К этому методу прибегали неоднократно в течение последних лет. Антипирены подавали в формирующую машину вместе с древесными частицами. Использовали борную кислоту или фосфат моноаммония (рН этих веществ оказывает незначительное влияние на связующее). Преимущества этого метода – простота и отсутствие капиталовложений на оборудование. Трудности могут возникнуть при использовании формирующих машин, работающих по принципу пневматического фракционирования.

Более перспективным является введение антипирена в рабочий раствор связующего.

Важным требованием при изготовлении огнестойких плит является создание условий, при которых антипирены не только не оказывали бы отрицательного влияния на желатинизацию (отверждение) связующего, но и были нейтральными или даже способствовали этому процессу. Одновременное введение в стружечную массу связующего и антипиренов возможно только при их совместности. Желатинизация связующего на основе карбамидоформальдегидных смол происходит в кислой среде, поэтому такие антипирены, как борная кислота, сернокислый аммоний, введенные со смолой в стружечную массу, ускоряют процесс желатинизации, а соли со щелочными свойствами (бура, соли фосфорной кислоты и металлов) замедляют его.

Для публикаций по вопросу огнезащитности ДСтП характерна некоторая противоречивость сведений о влиянии антипиренов на прочность при статическом изгибе, разбухание по толщине и другие показатели, причем часто трудно сделать вывод, являются ли колебания показателей качества плит случайными или они обусловлены составом и методом внесения антипирена.

Для того чтобы сделать обоснованные выводы, необходимы применение теории планирования эксперимента и статистическая обработка всех результатов эксперимента.

На кафедре МТД КГТУ было проведено исследование влияния антипирена на показатели каче-

ства ДСтП, причем добавки вносились на операции осмоления стружки, т. е. технологически наименее трудоемким способом. Для решения практической задачи проверки наличия влияния технологического фактора – добавки антипирена на огнестойкость и прочностные показатели ДСтП использовался классический однофакторный дисперсионный анализ.

Уровни качественного фактора А – вида антипирена, результаты эксперимента по трём выходным величинам (прочности ДСтП на разрыв перпендикулярно пласти плиты, на статический изгиб и потеря массы плиты при горении), а также статистическая обработка результатов эксперимента представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1

Влияние добавок антипирена на прочность плит на разрыв перпендикулярно пласти

Уровни фактора А		Значение выходной величины $Y_{ij}$ ( $\delta_p$ , МПа)	Среднее арифметическое уровня $\bar{Y}_i$	Дисперсия уровня $S_i^2$
натуральное обозначение	кодированное обозначение			
Без добавок	$a_1$	0,256; 0,46; 0,444; 0,264	0,356	0,0123
Бура	$a_2$	0,692; 0,576; 0,62; 0,476	0,591	0,0079
АБФК	$a_3$	0,352; 0,664; 0,612; 0,72	0,587	0,0265
ПФА	$a_4$	0,236; 0,268; 0,228; 0,236	0,242	0,000324

Таблица 2

Влияние антипирена на потерю массы ДСтП при горении

Уровни фактора А		Значение выходной величины $Y_{ij}$ ( $\Delta m$ , %)	Среднее арифметическое уровня $\bar{Y}_i$	Дисперсия уровня $S_i^2$
натуральное обозначение	кодированное обозначение			
Без добавок	$a_1$	11,8; 10,7	11,25	0,605
Бура	$a_2$	11,7; 8,3	10	5,78
АБФК	$a_3$	5,3; 6,0	5,65	0,245
ПФА	$a_4$	1,2; 0,7	0,95	0,125

Таблица 3

Влияние антипирена на прочность плит при статическом изгибе

Уровни фактора А		Значение выходной величины $Y_{ij}$	Среднее арифметическое уровня $\bar{Y}_i$	Дисперсия уровня $S_i^2$
натуральное обозначение	кодированное обозначение			
Без добавок	$a_1$	19,18; 14,85	17,02	9,37
Бура	$a_2$	12,37; 12,82	12,6	0,101
АБФК	$a_3$	15,04; 12,14	13,6	4,21
ПФА	$a_4$	12,97; 10,82	11,9	2,31

Обработка результатов методом дисперсионного анализа показала, что вид добавки значительно влияет на прочность ДСтП на разрыв перпендикулярно пласти и на потерю массы образцов при горении (испытания методом огневой трубы) и незначимо – на прочность плит при статическом изгибе.

#### Выводы

1. Внесение традиционного антипирена – буры (в данных количествах) не изменяет огнезащит-

ности ДСтП, различия в потере массы при испытаниях на огнестойкость незначимы.

2. Наилучшие результаты в качестве антипирена показал полифосфат аммония.
3. При испытаниях плит с добавками антипиренов и контрольных образцов (без добавок) на статический изгиб различия выходной величины оказались незначимыми. Однако следует отметить, что прочность при статическом изгибе огнеза-

щищенных образцов все же ниже, чем контрольных, т.е. здесь требуются дополнительные исследования.

4. Испытания на разрыв перпендикулярно пласти дали неожиданный результат, прочность образцов с добавками антипирена (за исключением

полифосфата аммония) выше, чем контрольных образцов.

В настоящее время на кафедре МТД КГТУ проводятся работы по использованию совмещенных органических фосфатных связующих для интенсификации производства и повышения показателей качества ДСтП.

**T.N. Vahnina**

### **WOODPARTICLE BOARD FIRE RESISTANCE INCREASE**

УДК 674.08

#### **ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ СКЛЕИВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ (ДКК)**

*Т.В.Шереметьева*

Исследуется прочность деревянных клееных конструкций (ДКК) из сосны и осины при скалывании вдоль волокон и их стойкость к расслаиванию, а также влияние на них способа нанесения клея и способа сборки пакета.

В настоящее время традиционным материалом в производстве деревянных клееных конструкций (ДКК) является древесина сосны и ели. Однако интенсификация производства ДКК и возрастающие объемы строительства невозможны без расширения лесосырьевой базы, а это требует вовлечения в интенсивную эксплуатацию насаждений мягких лиственных пород. Это в полной мере согласуется с Федеральной программой развития лесопромышленного комплекса, одним из направлений которой является развитие производств, направленных на более полное использование лиственных пород.

В этой области работы ведутся в Беларуси, в Санкт-Петербургской лесотехнической академии, в частности, исследования А.Н. Чубинского и В.И. Онегина [1] по склеиванию листов шпона осины с другими породами.

Как известно, ДКК – это многослойные конструкции, получаемые при склеивании ламелей толщиной 33–45 мм. Особый интерес представляет сочетание в одном клееном пакете слоев из древесины разных пород. Внутренние слои многослойных конструкций не требуют такой высокой прочности, как наружные слои, и могут быть изготовлены из древесины малопрочных пород. Это позволит вовлечь в производство ранее не используемые или мало используемые древесные породы и более экономично применять высококачественную древесину.

В данном исследовании предлагается из малопрочной и малоценной древесины осины изготавливать средние слабо напряженные слои, а высокопрочную и стойкую к загниванию древесину сосны использовать в наружных напряженных зонах конструкций.

Было проведено сравнительное исследование качества соединений из сосны и из сосны с осинкой. Проводились испытания образцов на расслаивание,

скалывание вдоль волокон. Образцы для испытаний изготавливались согласно ГОСТ 27812-88 [2], ГОСТ 15613.1-84 [3]. Сырьем служили осиновые и сосновые бруски. Образцы одной группы изготавливали из сосны, а образцы другой группы из осины и сосны. Бруски склеивали меламино-карбамидоформальдегидным клеем каскомин 1242 с отвердителем 2542. Удельный расход клея составлял 0,4 кг/м<sup>2</sup> при одностороннем нанесении и 0,25 кг/м<sup>2</sup> на каждую сторону при двухстороннем нанесении, а давление запрессовки образцов во всех случаях принимали 1 МПа. Заготовки склеивали при расположении годичных колец сердцевинной наружу и вовнутрь. Время выдержки в запрессованном состоянии – 10 ч. Время доотверждения – 5 дней. Варьируемыми факторами являлись: одностороннее и двухстороннее нанесение клея и способы сборки пакета с расположением годичных колец наружу и вовнутрь. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показал, что предел прочности на скалывание вдоль волокон и стойкость к расслаиванию пакета, склеенного из осины и сосны, ниже, чем из сосны, но при двухстороннем нанесении клея его показатели соответствуют требованиям стандартов.

Для исследования влияния на качество склеивания двух факторов: расположения годичных колец и способа нанесения клея был выбран двухфакторный дисперсионный анализ (табл. 2, 3).

Расчетный критерий Фишера  $F_p$  определяется для каждого вида испытаний и схемы склеивания образцов:

$$F_{pA} = \frac{S_A^2}{S_O^2}; F_{pB} = \frac{S_B^2}{S_O^2}.$$

Таблица 1

## Сравнительные физико-механические показатели ДКК

№ опыта	Способ нанесения клея	Схема расположения годичных колец	Среднее значение физико-механических показателей	
			Предел прочности при скалывании вдоль волокон, МПа	Расслаивание клеевых швов, %
1. ДКК из сосны				
1	Одностороннее	Сердцевинной наружу	6,23	2,67
2	Одностороннее	Сердцевинной вовнутрь	5,6	4,33
3	Двухстороннее	Сердцевинной наружу	8,1	0,33
4	Двухстороннее	Сердцевинной вовнутрь	6,87	1,67
2. ДКК из осины и сосны				
5	Одностороннее	Сердцевинной наружу	4,03	4,67
6	Одностороннее	Сердцевинной вовнутрь	3,13	7
7	Двухстороннее	Сердцевинной наружу	6	0,67
8	Двухстороннее	Сердцевинной вовнутрь	4,5	4

Таблица 2

## Расчет компонентов дисперсий

Вид испытаний	Схема склеивания	$S_A^2$	$S_B^2$	$S_{AB}^2$	$S_n^2$	$S_O^2$	$S^2$
Скалывание вдоль волокон	сосна+сосна	2,59	7,39	0,27	0,0315	0,056	0,95
	сосна+осина	4,32	8,37	0,27	0,0715	0,0935	1,23
Расслаивание	сосна+сосна	6,75	18,75	0,077	0,21	0,193	2,48
	сосна+осина	24,03	36,75	0,75	1,42	1,342	6,62

Примечание.

$S_A^2$  – дисперсия фактора А, или расположения годичных колец;

$S_B^2$  – дисперсия фактора В, способа нанесения клея;

$S_{AB}^2$  – дисперсия взаимодействия между факторами;

$S_n^2$  – остаточная дисперсия;

$S_O^2$  – объединенная дисперсия, дисперсии взаимодействия между факторами и остаточной дисперсией;

$S^2$  – общая дисперсия.

Таблица 3

## Проверка значимости факторов

Вид испытаний	Схема склеивания	Обозначение фактора	Значение критерия Фишера		$R^2$	Значимость фактора
			$F_p$	$F_T$		
Скалывание вдоль волокон	сосна+сосна	А	46,25	10,56	2,73	значим
		В	131,96		7,78	значим
	сосна+осина	А	46,2		3,51	значим
		В	89,52		6,8	значим
Расслаивание	сосна+сосна	А	34,97		2,72	значим
		В	97,15		7,56	значим
	сосна+осина	А	17,91		3,63	значим
		В	27,38		5,55	значим

Выборочный коэффициент детерминации определяется из следующих зависимостей:

$$R_A^2 = \frac{S_A^2}{S^2}; \quad R_B^2 = \frac{S_B^2}{S^2}.$$

Табличное значение критерия Фишера  $F_T$  определяется для условий:  $q=0,01$ ,  $f_1=1$ ,  $f_2=8$ .

Исследования показали, что оба фактора являются значимыми. Значит, прочность и стойкость ДКК зависит от способа нанесения клея и от расположения годичных колец. Причем от способа нанесения клея прочность и стойкость ДКК зависит больше. В ДКК рекомендуется использовать распо-

ложение годичных колец сердцевиной наружу и двухстороннее нанесение клея.

В результате проведенных испытаний было установлено, что использование древесины осины во внутреннем слое ДКК возможно, но это ведет к снижению прочностных свойств ДКК. Вероятно, это обусловлено разницей коэффициентов усушки и разбухания осины и сосны. Возможный способ устранения этой разницы – модификация осины или уменьшение толщины слоев.

Использование осины в ДКК позволит расширить сырьевую базу производства и улучшить условия лесопользования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онегин В.И. Особенности свойств осинового шпона и технологии его склеивания / В. И. Онегин, А. Н. Чубинский, Л. М. Сосна [и др.] // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2002. – №3. – С.10–12.
2. ГОСТ 27812-88. Древесина клееная массивная. Метод испытания клеевых соединений на расслаивание.
3. ГОСТ15613.1-84. Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевых соединений при скалывании.

**T.V.Sheremetyeva**

**ESTIMATION OF GLUE WOOD CONSTRUCTION ADHESIVE JOINT RESISTANCE**

# ДИЗАЙН

УДК 74: 658.512.23

## АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ

О.И. Денисова

Статья посвящена описанию принципов работы информационной системы поддержки и принятия решений в дизайн-проектировании.

Процесс дизайн-проектирования относится к инновационной деятельности, направленной на творческий поиск оригинальных идей. Выявлено, что существуют различного вида «блокировки», которые препятствуют дизайнерскому мышлению [1]. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется проблеме активизации творческого поиска в проектировании. Для этого при дизайн-проектировании широко применяются специальные методики (эвристические приемы), позволяющие упростить процесс создания дизайнерских решений, такие как мозговой штурм, морфологический анализ, метод биссоциаций, бионика (использование биологических прототипов в дизайне), синектика и др. [1–3].

Эвристические методики можно использовать в качестве основного инструмента в так называемых «системах поддержки принятия решений», основное назначение которых заключается в обеспечении удобного интерфейса взаимодействия проектировщика с ЭВМ. В этом случае дизайн-проектирование заключается в генерации возможных альтернатив дизайнерских решений эвристическими методами, их оценке и выборе лучшей альтернативы. Использование такой системы позволит существенно повысить количество и качество синтезируемых идей, что является важной задачей промышленного дизайна.

Проведенный анализ показал, что все методики проектирования можно распределить по пяти группам:

- *морфологической анализ* (МА) объекта проектирования, при котором определяются наиболее важные характеристики объекта, изменяя которые можно синтезировать объект с новым (не встречающимся ранее) набором признаков;
- *наследование идей* (аналогия, неология, бионика и т.п.), при использовании которых создаются объекты-аналоги;
- *методы наводящих вопросов*, когда пользователю задаются вопросы о назначении и использовании объекта проектирования;
- *визуальные методы проектирования*, где проектировщику ставится некоторая логическая визуальная задача, приводящая к нахождению нового

неожиданного решения исследуемой проблемы. Одним из самых интересных методов визуального проектирования является метод ассоциативных цепочек (биссоциаций) [1];

- *активные коммуникативные методы извлечения знаний* [4] (мозговой штурм и синектика).

При создании информационной среды для дизайн-проектирования необходимо реализовать каждую группу методов, так как все они имеют различные области применения. Так, например, методы наводящих вопросов используются, когда необходимо уточнить назначение и функции объекта проектирования, а методы морфологического анализа позволяют определить структуру таких объектов. Дополнительно информационная система должна обеспечивать:

- *комбинирование различных методов*, например, при помощи визуальных методов синтезируется новая оригинальная идея, которая будет уточнена на основе метода наводящих вопросов. Впоследствии с использованием принципов морфологического анализа отдельно будут определены свойства (атрибуты) и структура проектируемого объекта;
- *хранение* всех синтезированных идей независимо от способа генерации *в едином хранилище*;
- *возможность указания собственных критериев* оценки синтезированных идей (актуальность, новизна, реализуемость и т.п.) для каждого вида проектируемых объектов, а также возможность получения комплексного показателя в соответствии с указанной формулой;
- *возможность применения автоматизированных методов* сравнительного анализа, таких как «дельфийский» метод и нечеткие системы поддержки и принятия решений.

В соответствии с этими требованиями была разработана архитектура информационной системы дизайн-проектирования, инфологическая модель которой представлена на рис. 1. В качестве общего интерфейса системы используется интерфейс среды для «мозгового штурма», который полностью удовлетворяет указанным требованиям и подразумевает

удобную среду для оценки синтезированных дизайнерских идей.

Применение в дизайнерской деятельности инновационных автоматизированных методов по-

зволяет существенно активизировать процесс проектирования новых вещей и новых функций предметной среды.

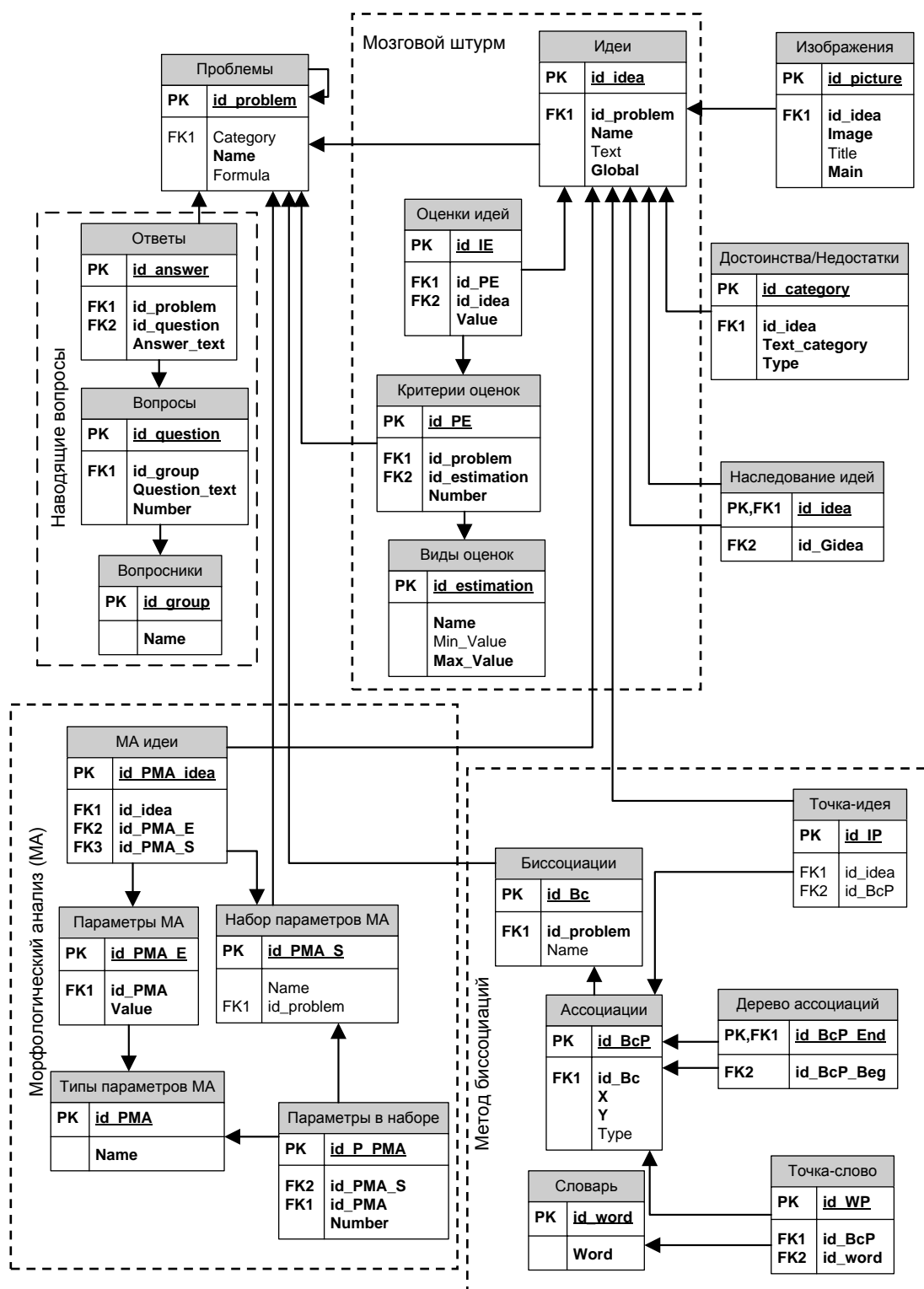


Рис. 1. Инфологическая модель информационной системы дизайн-проектирования

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папанек В. Дизайн для реального мира : пер. с англ. / В. Папанек. – М. : Издатель Д. Аронов, 2004.
2. Клюев М. О дизайне. Методика проектирования для промышленного дизайна [Электронный ресурс] / М. Клюев. – Режим доступа : <http://www.rosdesign.com/design/teorofdesign.htm>.
3. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2001.

O.I. Denisova

## INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE FOR HEURISTIC AIDED DESIGN

УДК 745.03

**ИСТОРИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОСВЯЗИ  
РЕМЕСЛЕННОГО И ДИЗАЙНЕРСКОГО ПРЕДМЕТСОЗИДАНИЯ***Ю.А. Костюкова*

В статье проанализирована и выделена роль ремесленного художественно-прикладного творчества в формировании дизайна на пороге развития массового индустриального производства. Выявлены общие черты и качественные различия в создании вещей методами ремесла и дизайна. Отражена взаимосвязь данных сфер предметного творчества в современном мире.

На протяжении многих веков предметно-пространственная среда человека была рукотворной, все предметы, окружающие его, были результатом кропотливого и длительного труда мастеров-ремесленников.

Привычный ритм создания вещей нарушился, когда в результате промышленной революции конца XVIII – начала XIX вв. произошла замена ремесленного и мануфактурного производств крупной машинной промышленностью. Это, в свою очередь, привело к появлению нового технического мира, к массовому производству наукоемкой техники, дешевых и разнообразных товаров.

Не выдерживая конкуренции, из ремесленного производства и прикладного искусства в промышленность постепенно «перекочевали» посуда, утварь, мебель, одежда и другие товары общего пользования. Казалось бы, ремесло навсегда утратило свои позиции в области предметосозидания, уступив место все разрастающейся машинности.

И действительно, промышленная революция XVIII–XIX вв. радикально изменила прежний способ производства, при котором ремесленник соединял в себе качества конструктора и художника, проектировщика и непосредственного исполнителя своего замысла. Центральной фигурой в создании уже промышленной, а не ремесленной и мануфактурной, продукции становится инженер. Он занимается вопросами функциональности и экономичности производимой продукции. За эстетический вид готовых изделий призваны отвечать пришедшие в промышленность художники. По мнению многих искусствоведов [1–2], именно со времен машинного переворота берет свое начало дизайн как особый вид проектно-художественной деятельности в условиях массового индустриального производства.

Однако практика раннего индустриального дизайна была весьма примитивна. Первые образцы промышленных изделий были далеки от совершенства. Их качество во многом уступало продукции ремесленного труда. В сложившейся кризисной ситуации именно ремесло с его богатым опытом и многовековыми традициями послужило опорой для тогда еще неокрепшего дизайна. Так, например, чтобы скрыть технологические недостатки и пороки машинного производства, художники имитировали в образцах массовой продукции форму, стиль и материалы, свойственные изделиям ручного труда, которые теперь рассматривались как эстетический идеал. К машинным фабрикатам буквально «прикладывали» различные штампованные или печатные картинки, зачастую пренебрегая исконными традициями частного ремесленничества. Дешевая фабричная продукция, бесспорно, удовлетворяла потребности обывателей, лишенных, как правило, утонченного вкуса. При этом большинство ремесел было уничтожено.

Сложившаяся ситуация не могла не вызывать протестов. С резкой критикой наступающей эпохи индустриального общества выступают многие общественные деятели и представители творческой интеллигенции, занимавшиеся проблемами искусства и промышленности. Первые сигналы тревоги за судьбы человеческой культуры в связи с развитием техники прозвучали еще во времена Великой французской революции в выступлениях художника Жак-Луи Давида. Предчувствие кризиса культуры встречается в высказываниях Гете, Шиллера, Г. Земпера и др.

В середине XIX века взоры многих протодизайнеров – первых теоретиков современного дизайна (Джона Рёскина, Уильяма Морриса, Вальтера Гропиуса и др.) – были обращены в ностальгическое прошлое, а именно, в доиндустриальную эпоху



средневековых цеховых мастерских как своего рода идеальную форму производственной деятельности. В утопической попытке возрождения ремесел они надеялись найти альтернативу ужасающему фабричному производству, а также возможность повысить эстетическую ценность обычных предметов быта и тем самым облагородить вкусы общества, развить его эстетическую культуру.

Художники и ремесленники объединялись в гильдии, где с помощью ручных инструментов и натуральных красителей изготавливали предметы прикладного искусства. Прекрасные изделия ручной работы, демонстрируемые на выставках и представленные в специализированных журналах, вновь завоевали общественное сознание.

Но даже на волне всеобщего увлечения народными промыслами к концу XIX века стало очевидно, что ремесленный способ создания вещей не может выдержать конкуренции развивающейся индустрии. Машинное производство продолжало неудержимо наступать. Зарождалась новая, непривычная тогда еще красота машин – красота мощи, ритма, точных линий, вместе с которыми на смену индивидуальности мастера-ремесленника приходила индивидуальность дизайнера, творца новых, не существующих в природе форм.

В XX веке дизайн уже твердо стоял на ногах. И как показывает история, именно ремесленное художественно-прикладное творчество во многом способствовало успешному его становлению. Одновременно с началом активной дизайнерской практики в XX веке складывается теоретическая база дизайна, на формирование которой также оказали влияние некогда забытые ремесла. В частности, концептуальные идеи теорий функционализма и конструктивизма во многом созвучны ремесленному лозунгу «Красота и удобство», но уже сквозь призму машинного производства.

В XX веке разрыв между ремесленным прошлым и механизированным настоящим был уже непреодолим. Ремесло и индустриальный дизайн выделились в отдельные вполне самостоятельные сферы предметного творчества.

Практика современного дизайна необычайно сложна, и все чаще сегодня речь идет об уникальных проектах с элементами ручного труда, где достаточно сложно провести границу между дизайном и ремеслом. Теперь, в эру высоких технологий, индустриальный дизайн и ремесло не соперничают, а взаимно дополняют и обогащают друг друга. Так, производство многих декоративно-прикладных изделий в настоящее время связано с технически сложным заводским оборудованием, современными материалами и способами их обработки. В дизайнерской практике, наоборот, дизайнер зачастую не

только проектирует, но и сам изготавливает и даже продает свои произведения (например, модную элитную одежду, созданную для конкретного заказчика, или мебель, созданную по индивидуальному заказу, или «штучные» декоративные изделия различного назначения), тем самым он уподобляется художнику декоративно-прикладного искусства, поскольку в одном лице здесь совмещается художник-творец образа будущего произведения и мастер-ремесленник, воплощающий этот образ в материале. Дизайнер здесь, строго говоря, перестает быть дизайнером, учитывая специфику дизайнерского творчества, и перевоплощается в художника-прикладника или мастера-ремесленника.

Под современным словом «дизайн» зачастую понимают не что иное, как прикладное искусство. И хотя эти понятия сегодня действительно очень переплетены, они имеют свои исторические корни и эволюцию развития. Возникает необходимость выявления качественных отличий в создании вещей методами ремесла и индустриального дизайна. Этот вопрос, в частности, ставил в своих трудах историк В.Ю. Медведев [3], изучая специфику ремесленного и дизайнерского предметосозидания.

На основе анализа различных литературных источников по интересующей теме в первую очередь выделим то общее, что присутствует в творческой деятельности дизайнера, ориентированного на индустриальное изготовление продукции по его проектам, и художника прикладного искусства (или мастера-ремесленника), а именно:

- эстетическая направленность (воспитание чувства гармонии стиля, ансамбля, формы, цвета и т.д.);
- утилитарная направленность (проектирование объектов, имеющих в основе практическое значение: это не только физическое «удобство» и «польза», но и способность создавать психологический комфорт, поднять настроение и даже обеспечить определенное финансовое и коммерческое преимущество);
- гуманистическая направленность, идущая на благо человечества.

Углубленный анализ отличительных особенностей ремесленного и дизайнерского методов создания вещей позволил классифицировать их по различным признакам. Результаты исследований для более наглядного представления сведены в таблицу.

#### **Выводы**

1. Ремесленное художественно-прикладное творчество сыграло важную роль в выделении дизайна как специфической проектно-творческой деятельности.
2. Основные признаки ремесленного и дизайнерского творчества имеют как общие черты, так и качественные различия в создании вещей.

## Особенности создания вещей методами ремесла и индустриального дизайна

Отличительный признак	Сферы предметного творчества	
	ремесло	индустриальный дизайн
Вид деятельности	Единый процесс выделки вещей (от творческого замысла до изготовления в материале), сбыт продукции	Художественное проектирование (или конструирование) вещей, сотрудничество с изготовителем посредством специального проектного языка (проектной документации)
Характер труда	Кустарный (или частично механизированный)	Индустриальный (рассчитан на машинное производство)
Продукт труда	Уникальное единичное изделие или серия изделий с произвольными, случайными отличиями	Проект вещи (ансамбля, комплекса, системы), объектов тождественных форм для крупносерийного выпуска и др.
Потребитель	Конкретный заказчик (постоянный клиент, известное лицо, сторонний покупатель и т.п.)	Абстрактный заказчик (образ массового потребителя моделируется в ходе маркетинговых исследований)
Специализация сотрудников	Ремесленник нередко узкоспециализирован в своем творчестве (по объекту, по материалу, по технологии и т.д.)	Дизайнер – специалист широкого профиля, способен разрабатывать различные объекты проектирования
Обусловленность творческого процесса	Рукотворное мастерство, художественный вкус, талант, интуиция	Системный подход к проектированию, научная обоснованность, коллегиальность, требования производства и потребления изделий
Принципы предмето-созидания	Следование традициям и канонам (возможно в синтезе с современными тенденциями)	Новаторская технологическая направленность, поиск перспективных решений, прогнозирование будущего
Обучение	Ремесленник обучается мастерству в процессе многолетней работы у мастера в качестве ученика, затем – подмастерья. В итоге сам становится мастером. Реже мастерами-профессионалами становятся ремесленники-самоучки (талантливые самородки)	Дизайнер обучается профессии в специальных высших и средних учебных заведениях, имеет разностороннюю теоретическую, методическую и практическую подготовку, постоянно совершенствует профессиональное мастерство, углубляет и расширяет знания, развивает художественный вкус и общую культуру

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рунге В.Ф. История дизайна, науки и техники : учебное пособие / В. Ф. Рунге. – М. : Архитектура-С, 2006.
2. Ковешникова Н.А. Дизайн: история и теория : учебное пособие / Н. А. Ковешникова. – М. : Омега-Л, 2005.
3. Медведев В.Ю. Роль дизайна в формировании культуры : учебное пособие / В. Ю. Медведев. – СПб. : СПГУТД, 1999.

Yu.A. Kostyukova

**HISTORICAL AND MODERN INTERRELATION ASPECTS  
OF HANDCRAFT AND DESIGN SUBJECT CREATION**

## ПРОМЭКОЛОГИЯ

УДК 621.43.01

### АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА БЕНЗИНА И СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА

В.М.Каравайков,

Н.Р.Подкопаева (Региональная служба по тарифам Костромской области),

С.В.Гаркушина (ОАО «Костромаоблгаз»)

Выполнен термодинамический анализ циклов ДВС, определены эксплуатационные показатели работы двигателя ВАЗ 2110, рассчитаны и сопоставлены параметры термодинамических циклов при использовании в качестве топлива бензина и сжиженного углеводородного газа.

Поиск альтернативных видов топлива для автомобильных двигателей повсеместно рассматривается как одно из наиболее актуальных направлений, так как связан с решением важной проблемы – ресурсосбережением традиционных видов энергоносителей и решением проблемы загрязнения окружающей среды от токсических выбросов транспортных средств.

Достаточно отметить, что выбросы оксида углерода у газового автомобиля на 66,5 % ниже, чем у бензинового, а диоксида углерода – ниже на 13 %, суммарные значения выбросов оксидов азота ниже на 60,4 %. Кроме того, при сгорании сжиженных углеводородных газов образуется минимальное количество окиси серы, практически отсутствуют выбросы копоти и сажи.

Проведем сопоставление энергетических характеристик двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

при использовании в качестве топлива бензина и сжиженного углеводородного газа (СУГ).

Говоря о модификациях ДВС, необходимо подчеркнуть важность сохранения возможности их работы в необходимых случаях на первоначальном виде топлива. Необходимость двухтопливного обеспечения возникает, в частности, при расположении заправочных пунктов сжиженным газом на значительном удалении друг от друга.

Рассмотрим двигатель, в котором на каждом виде топлива выдерживается стехиометрическое соотношение топливовоздушной смеси. Это позволяет сделать вывод о том, что КПД двигателя на этих видах топлива одинаков. Определим энергетический потенциал 1 л различных видов топлива исходя из значений его теплотворной способности и плотности (табл. 1).

Таблица 1

Энергетический потенциал 1 л различных видов топлива

Вид топлива	Плотность, кг/л	Теплотворная способность, ккал/кг	Энергия единицы объема (соотнесенного к л), ккал/л
пропан	0,51	11961	6100
бутан	0,58	11783	6834
бензин	0,73	10572	7718
пропан-бутановая смесь летняя (50×50)	0,545	11872	6470
пропан-бутановая смесь зимняя (90% пропана, 10% бутана)	0,517	11943	6175
пропан-бутановая смесь специальная (71% бутана, 29% пропана)	0,56	11835	6628
метан	0,71 кг/м <sup>3</sup>	13175	9354 ккал/м <sup>3</sup>

В соответствии с этими данными сопоставляем расход газа с расходом бензина: 1 л бензина энергетически эквивалентен: 1,27 л пропана; 1,13 л бутана;

1,19 л пропан-бутановой летней смеси; 1,25 л пропан-бутановой зимней смеси; 1,16 л пропан-бутановой специальной смеси; 0,83 м<sup>3</sup> метана.

Следует отметить, что у сжиженного газа октановое число значительно выше, чем у замещающего бензина (табл. 2). Это означает, что двигатели,

работающие на сжиженном газе, могут иметь высокую степень сжатия, а следовательно, и более высокий, чем у бензинового двигателя, КПД.

Таблица 2

Вид топлива	Характеристика топлива		Максимальная степень сжатия
	Октановое число экспериментальное	моторное	
Пропан	111,5	105	11 : 1
Бутан	95	92	8 : 1
Изобутан	100,4	99	9 : 1
Пропилен	100,2	90	7,5 : 1
Бензин рядовой	92–95	83–86	9 : 1
Бензин улучшенный	98–101	90–92	10,5 : 1

Для сопоставления энергетических характеристик двигателей, использующих в качестве топлива бензин и сжиженный углеводородный газ, выполним соответствующие термодинамические расчеты на примере серийного бензинового двигателя ВАЗ 2110. При расчетах использована методика, изложенная в специальной литературе [1, 2].

*Исходные данные для расчета:*

- тип двигателя: бензиновый ДВС;
- диаметр цилиндра  $D = 82$  мм;
- ход поршня  $S = 71$  мм;
- число цилиндров  $i = 4$ ;
- степень сжатия  $\varepsilon = 10,5$ ;
- коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1,05$ ;
- коэффициент наполнения  $\eta_v = 0,95$ ;
- подогрев свежей смеси  $\Delta T = 18$  °С;
- давление остаточных газов в цилиндре в конце такта выпуска  $p_f = 0,12$  МПа;
- температура остаточных газов в цилиндре в конце такта выпуска  $T_f = 1000$  К;
- показатель политропы сжатия  $n_1 = 1,36$ ;
- показатель политропы расширения  $n_2 = 1,26$ ;
- коэффициент использования теплоты  $\xi = 0,85$ ;
- механический КПД двигателя  $\eta_T = 0,78$ ;
- коэффициент скругления индикаторной диаграммы  $\varphi = 0,95$ ;
- частота вращения коленчатого вала  $n = 5600$  мин<sup>-1</sup>;
- удельная масса ЦПГ, отнесенная к площади поршня  $m_n = 120$  кг/м<sup>2</sup>;
- удельная масса шатуна, отнесенная к площади поршня  $m_{ш} = 150$  кг/м<sup>2</sup>.

Давление окружающего воздуха  $p_0 = 0,1$  МПа; температура  $T_0 = 293$  К.

*1-й вариант расчета.* Топливо бензин АИ-95; низшая теплота сгорания  $Q_H = 43930$  кДж/кг; элементный состав топлива: углерод  $C = 0,854$ , водород  $H = 0,143$ , кислород, растворимый в бензине,  $O_T = 0,003$ . Средняя молекулярная масса бензина  $\mu_T = 115$  кг/кмоль.

Индикаторный КПД двигателя  $\eta_i$

$$\eta_i = \frac{\alpha \cdot l_0 \cdot p_i}{Q_H \cdot \rho_0 \cdot \eta_v}, \quad (1)$$

где  $l_0$  – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания одного килограмма бензина, кг/кг,

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \cdot \left( \frac{8}{3} C + 8H - O_T \right); \quad (2)$$

$p_i$  – действительное среднее индикаторное давление газов внутри цилиндра, МПа;

$Q_H$  – низшая теплота сгорания, МДж/кг;

$\rho_0 = p_0 \cdot 10^6 / R_g \cdot T_0$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>,

$R_g = 287$  Дж/(кг·град) – удельная газовая постоянная для воздуха.

Эффективный КПД двигателя  $\eta_e$

$$\eta_e = \eta_i \eta_T. \quad (3)$$

Эффективная мощность двигателя  $N_e$ , кВт

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot i \cdot n}{120}, \quad (4)$$

где  $p_e$  – среднее эффективное давление, МПа,

$$p_e = p_i \cdot \eta_m, \quad (5)$$

$V_h$  – рабочий объем одного цилиндра, л,

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4}; \quad (6)$$

$i$  – число цилиндров двигателя;

$n$  – частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>.

Крутящий момент двигателя  $M_K$ , Н·м,

$$M_K = 9550 \frac{N_e}{n}. \quad (7)$$

Удельный расход топлива (экономичность двигателя)  $g_e$ , г/(кВт·ч),

$$g_e = \frac{3600}{Q_H \cdot \eta_e}. \quad (8)$$

Часовой расход топлива двигателем  $G_T$ , кг/ч,

$$G_T = N_e \cdot g_e \cdot 10^{-3}. \quad (9)$$

Часовой расход воздуха двигателем  $G_B$ , кг/ч,

$$G_B = \alpha \cdot \ell_0 \cdot G_T. \quad (10)$$

Литровая мощность двигателя  $N_L$ , кВт/л,

$$N_L = \frac{N_e}{V_h \cdot i}. \quad (11)$$

Рассчитаем параметры цикла ДВС в характерных точках индикаторной диаграммы. Объем камеры сгорания  $V_c$ , л,

$$V_c = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h \cdot 10^{-6}}{4 \cdot (\epsilon - 1)}. \quad (12)$$

Полный объем цилиндра  $V_a$ , л,

$$V_a = \epsilon \cdot V_c. \quad (13)$$

Определяем давление газов в промежуточных точках  $V_x$  индикаторной диаграммы на тактах сжатия и расширения.

Для линии сжатия

$$p_{xc} = p_a \left( \frac{V_a}{V_x} \right)^{n_1}, \quad (14)$$

где  $p_{xc}$  – давление сжатия на точке  $V_x$ , МПа.

Для линии расширения

$$p_{xp} = p_b \left( \frac{V_a}{V_x} \right)^{n_2}, \quad (15)$$

где  $p_{xp}$  – давление расширения на точке  $V_x$ , МПа.

*2-й вариант расчета.* Топливо – сжиженный углеводородный газ (СУГ); низшая теплота сгорания  $Q_H = 94500$  кДж/м<sup>3</sup>. Средний элементный состав: пропан  $C_2H_8=52\%$ , бутан  $C_4H_{10}=48\%$ .

Индикаторный КПД двигателя  $\eta_i$

$$\eta_i = \frac{371,150 \cdot M_1 \cdot T_0 \cdot p_i}{Q_H \cdot P_0 \cdot \eta_v}, \quad (16)$$

где  $M_1$  – количество свежей смеси (действительный расход воздуха двигателем), кмоль,

$$M_1 = \alpha \cdot L_0, \quad (17)$$

$L_0$  – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания одного киломоля топлива

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \sum \left( n + \frac{m}{4} - \frac{r}{2} \right) C_n H_m O_r, \quad (18)$$

где  $C_n H_m O_r$  – объемная доля горящего компонента в топливе.

Остальные эксплуатационные показатели рассчитываются по формулам (3)–(15) с учетом измененного молекулярного состава рабочего тела.

Рассчитано, что средняя молярная теплоёмкость газовой смеси в конце такта сжатия  $C_{Vc} = 21,576$  кДж/(кмоль·град); средняя молярная теплоёмкость после сгорания нормальной или бедной смеси с  $\alpha \geq 1,0$  (что допустимо при работе на СУГ)  $C_{Vz} = 29,091$  кДж/(кмоль·град).

По результатам термодинамического расчета сопоставим основные характеристики работы двигателя, в котором в качестве топлива используется бензин и сжиженный углеводородный газ (СУГ) (табл. 3).

Таблица 3

Эксплуатационные показатели работы двигателя на бензине и на СУГ

Наименование показателя	Топливо – бензин	Топливо – СУГ
Индикаторный КПД двигателя $\eta_i$	0,393	0,422
Эффективный КПД двигателя $\eta_e$	0,315	0,338
Эффективная мощность двигателя $N_e$ , кВт	70,03	64,63
Крутящий момент двигателя $M_k$ , Н·м	119,42	110,22
Удельный расход топлива (экономичность двигателя) $g_e$	260,47 г/кВт·ч	112,81 м <sup>3</sup> /кВт·ч
Часовой расход топлива двигателем $G_T$	18,241 кг/ч	7,291 м <sup>3</sup> /ч
Литровая мощность двигателя $N_L$ , кВт/л	46,6	43,1

Из табл. 3 следует, что при замене топлива – бензина на сжиженный углеводородный газ коэффициент полезного действия двигателя возрастает на 7,4 %, при этом мощность двигателя уменьшается на 8 %, соответственно на 8 % уменьшается и крутящий момент.

Вместе с тем высокие октановые числа позволяют повысить степень сжатия газовых двигателей и поднять показатель мощности. Удельные расходы топлива двигателем тем меньше, чем беднее топливоздушная смесь, на которой работает двигатель, то есть чем меньше топлива приходится на 1 кг воздуха, поступающего в двигатель. Однако очень бедные смеси, где топлива слишком мало просто не воспламеняются от искры. Это и ставит предел повышению топливной экономичности. В смесях бензина с воздухом предельное содержание топлива в 1 кг воздуха, при котором воспламенение возможно, составляет 54 г. В предельно бедной газозо-воздушной смеси это содержание составляет только 40 г. Поэтому на режимах, когда от двигателя не требуется развивать максимальную мощность, (городское движение) автомобиль, работающий на СУГ, значительно экономичнее, чем бензиновый. Специально поставленные ВНИИГАЗом опыты показали, что расход топлива на 100 км при движении

автомобиля, работающего на газе, со скоростями в пределах от 25 до 50 км/ч в 2 раза меньше, чем у того же автомобиля в тех же условиях, работающего на бензине. Компоненты газового топлива имеют пределы воспламенения, значительно смещенные в сторону бедных смесей, что дает дополнительные возможности повышения топливной экономичности.

Результаты расчета давления рабочего тела в промежуточных точках термодинамического цикла (индикаторной диаграммы) работы двигателя приведены в табл. 4.

Анализ данных табл. 4 показывает, что термодинамический цикл двигателя качественно и ко-

личественно практически отличается незначительно. Это свидетельствует о возможности работы двигателя на обоих рассматриваемых видах топлива, т.е. в автомобиле может применяться двухтопливная система питания двигателя.

#### Вывод

Использование сжиженного углеводородного газа взамен бензина в качестве моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания целесообразно по эксплуатационным энергетическим показателям работы ДВС и с точки зрения решения проблемы загрязнения окружающей среды от токсических выбросов транспортных средств.

Таблица 4

Давление газов в промежуточных точках термодинамического цикла

$V_x$ , л	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
В качестве топлива – бензин							
$p_{xc}$ , МПа	1,719	0,709	0,408	0,276	0,204	0,159	0,129
$p_{xp}$ , МПа	7,029	2,935	1,761	1,226	0,925	0,735	0,605
В качестве топлива – СУГ							
$p_{xc}$ , МПа	1,567	0,571	0,362	0,258	0,180	0,153	0,118
$p_{xp}$ , МПа	6,430	2,76	1,636	1,169	0,877	0,671	0,588

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей / Д. Н. Воробьев, Н. А. Иващенко, В. И. Ивин [и др.] ; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – М. : Машиностроение, 1983.
2. Теория поршневых двигателей внутреннего сгорания / Ф. П. Волошенко. – Куйбышев, 1962.

V.M. Karavaykov, N.R. Podkopaeva, S.V. Garkushina

#### INTERNAL COMBUSTION ENGINE ENERGY CHARACTERISTIC ANALYSIS UNDER FUEL USING OF PETROL AND LIQUEFACTION HYDROCARBON GAS

УДК 614.78:628.4.032

#### ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ – РЕАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

*В.Б. Соколов, И.В. Попов*

В статье проводится анализ возросшей за последние годы опасности твердых бытовых отходов для окружающей среды и человека в связи с большим количеством в них токсичных химических элементов и отсутствием эффективных средств обезвреживания.

Глобальная эколого-гигиеническая проблема современности – твердые бытовые отходы (ТБО), которые способны оказать негативное воздействие на здоровье человека и окружающую его природную среду. Количество ТБО в развитых странах возрастает в среднем на 10% за каждые 5 лет. Масса потока ТБО, поступающего ежегодно в биосферу, составляет около  $400 \times 10^6$  т в год. В Российской Федерации накоплено, по разным оценкам, 600–1200 млн т ТБО, ежегодно образуется около 30 млн т ( $140$  млн  $m^3$ ), захоронению подвергается 95% образующихся ТБО. Размещение отходов на полигонах и свалках в Рос-

сии и других странах СНГ обусловлено, главным образом, уровнем экономического развития, отсутствием отечественных профильных производств, экономической нерентабельностью переработки мусора, а также несовершенством законодательной базы в области обращения с отходами. Реальная и потенциальная опасность твердых отходов требует изменения системы обращения с ними.

Согласно международной классификации (Базельская конвенция, 1989), отходы, собираемые из жилищ, и остатки, образующиеся в результате сжигания бытовых отходов, отнесены к категории

опасных отходов. При отсутствии селективного сбора ТБО (макулатура, металлолом, пластики и пр.) и специализированного сбора отдельных опасных отходов (медицинских и др.) муниципальные отходы могут содержать значительное количество токсичных химических веществ. Наличие химических загрязнителей в ТБО приводит к их рассеиванию в окружающей среде, чему способствуют несовершенная технология переработки и утилизации ТБО, а также нарушение правил эксплуатации полигонов захоронения ТБО и складирование мусора на несанкционированных свалках.

Кардинально решить проблему отходов можно только при внедрении промышленных методов обезвреживания. Гигиенические критерии выбора методов обезвреживания и переработки бытовых и промышленных отходов в стране были определены в 70–80-е годы прошлого столетия. Новый тип потребления влечет за собой изменение в структуре и объемах ТБО. Традиционная для советского периода структура бытовых отходов, когда в составе ТБО преобладали пищевые отходы и бумага (в сумме более 60%), претерпела заметные изменения. Средние концентрации тяжелых металлов (цинк, марганец, медь, хром, свинец и др.) в ТБО за период с 1970-х по 1990-е годы увеличились в 1,6–3 раза.

В настоящее время в быту применяется более 100 субстанций, определяемых как опасные. Выделяются, прежде всего, тяжелые металлы (кадмий и никель, содержащиеся в батарейках, бытовой электронике, пластике, красках; свинец – в краске, электропроводке, аккумуляторах автомобилей; ртуть – в люминесцентных лампах и пр.); различные виды ядохимикатов, а также вещества, содержащиеся в чистящих средствах, лаках и т.п. Согласно оценке, в США токсичные компоненты в отходах, производимых в домашнем хозяйстве, составляют от 0,2 до 1%, в целом 300 тыс. т в год. Средний американец выбрасывает в год 24 кг опасных отходов. На промышленных предприятиях, в НИИ, в медицинских, школьных, дошкольных учреждениях Санкт-Петербурга хранится 10–12 т ртути, в быту у населения – не менее 3 т. В Москве за 1 год потребляется 6000 т изделий радиоэлектронной, электротехнической и медицинской отраслей промышленности, содержащих ртуть и ее соединения. Ежегодно на свалки только люминесцентных ламп вывозится 7 млн шт. (каждая из них содержит не менее 100 мкг ртути).

Единая система по переработке частей транспортных средств налажена только в крупных городах России. Ежегодно автомобили дают Москве около 32 тыс. т резиносодержащих отходов (перерабатывается 12%), 90 тыс. т металлолома, 8 тыс. т свинцово-кислотных аккумуляторов (перерабатыва-

ется 8%), 2,5 тыс. т технических жидкостей, 10 тыс. т технических масел и 1 тыс. т масляных фильтров. Из образуемых в год 2000 тыс. т смазочно-охлаждающих жидкостей перерабатывается не более 10%. Ежегодно в мире производится и соответственно после потребления выбрасывается на свалки несколько десятков миллиардов портативных батареек, содержащих никель, кадмий, литий, ртуть, свинец. Одна лишь компания "Energizer" продает более 6 млрд сухих батареек в год. Мировой спрос на батарейки мобильных устройств увеличивается ежегодно на 9,3%. Общеизвестна взаимосвязь развития тароупаковочного хозяйства и роста мусорных свалок. До 40% ТБО составляет использованная упаковка, полимерная часть которой достигает 50%. При традиционном захоронении отходов на полигонах полимерная фракция разлагается крайне медленно (50–100 лет). Сжигание полимеров приводит к образованию высокоопасных токсикантов – полихлорированных бифенилов, диоксинов, бензофуранов и др. Летучая зола московских мусоросжигательных заводов обогащена хлоридами (хорошо растворимая форма) тяжелых металлов, в том числе токсичных – свинца, кадмия.

В последнее время отмечается тенденция к росту количества полигонов, не отвечающих санитарным нормам, а также к появлению несанкционированных свалок. В столичном регионе из 89 действующих и 75 закрытых полигонов и санкционированных свалок 50% не обустроены, до 40% отходов попадают на территорию области нелегально. Свалки России ежегодно выбрасывают в атмосферу  $1,1 \times 10^6$  т свалочного газа, что составляет от 2,5% планетарного потока. Эмиссии свалочного газа, поступающие в природную среду, формируют негативные эффекты как локального, так и глобального характера. Каждая тонна бытовых отходов дает  $400 \text{ м}^3$  газа (65% метан). При горении свалок в атмосферу выделяются оксиды азота, серы, хлористый водород и др. Всего в свалочном газе идентифицируется более 100 химических соединений.

На территории Российской Федерации из более чем 3000 очагов загрязнения подземных вод 9% связано со сточными водами и свалками хозяйственно-бытовых отходов. В материале поверхностного слоя свалок значительная часть цинка (40–70%), меди, никеля (10–20%) и кадмия находится в виде подвижных соединений и может легко вымываться водными потоками. Для коммунальных свалок Московского региона характерно высокое содержание серебра, вольфрама, молибдена, никеля, меди, свинца, цинка, кадмия. Фильтрационные воды полигонов захоронения ТБО оцениваются как гипер- и высокотоксичные для живых организмов. В природно-техногенных ландшафтах, формирующихся на уча-

стках размещения свалок, ассоциация химических элементов в почве представлена серебром, висмутом, цинком, свинцом, оловом, вольфрамом, медью. Площади загрязненных (механически, химически) земель, прилегающих к полигонам захоронения отходов, в десятки раз превышают размеры самих полигонов.

Опосредованное воздействие опасных бытовых отходов на здоровье людей остается недостаточно изученным. В Гонконге высокая смертность от респираторных заболеваний была связана с токсичностью выбросов мусоросжигательных установок. В литературе имеются и другие указания на опасность для здоровья проживания вблизи свалок и печей для сжигания мусора (Франция, Египет). Выявлен высокий риск заболеваемости взрослого и детского населения на селитебной территории в зоне влияния полигона ТБО в Смоленске. Установлена статистическая зависимость между количественным и качественным загрязнением окружающей среды от ТБО подмосковных полигонов и заболеваемостью населения новообразованиями, болезнями органов дыхания и желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, костно-мышечной, мочеполовой и нервной систем, особенно болезнями желудочно-кишечного тракта. При токсико-гигиенической оценке газообразных выделений свалочного грунта рекультивируемого полигона в жилом районе Москвы обнаружены формальдегид, окислы серы, азота, хлористый водород в концентрациях, превышающих предельно допустимые для атмосферного воздуха. Однако исследователи, отмечая рефлекторные реакции на плохо пахнущие вещества (меркаптаны, альдегиды и др.), считают вредное воздействие свалочного газа на здоровье населения маловероятным.

Отсутствие действенного контроля процессов накопления, транспортирования и уничтожения отходов, неразвитая индустрия переработки и обезвреживания ТБО усиливают техногенную нагрузку на экологические системы и создают реальную угрозу для здоровья населения. В последнее время в России большое внимание уделяется исследованию качественного и количественного состава ТБО и разработке технологий по переработке, утилизации

и обезвреживанию бытовых отходов в связи с накоплением сведений о гигиенической и экологической опасности практикуемого способа избавления от мусора путем сброса на свалки и полигоны, изучается опыт экономически развитых стран по безопасному захоронению ТБО на специально оборудованных полигонах. Раздельный сбор и переработка отходов, содержащих высокие концентрации тяжелых металлов, могут значительно снизить воздействие на окружающую среду от сжигания или размещения отходов на полигонах. Однако, как показывает опыт зарубежных стран, для пропаганды идей селективного сбора ТБО необходим длительный период – 10–15 лет.

В России в 1994 г. ратифицирована Конвенция ООН о контроле трансграничной перевозки опасных отходов и их удалении, в 1998 г. принят Федеральный закон "Об отходах производства и потребления", разработаны нормативные документы по обращению с опасными отходами. Однако до последнего времени в Российской Федерации и других странах СНГ не разработаны методы оценки опасности ТБО, не дана классификация ТБО по потенциалу воздействия на окружающую среду и здоровье населения. В настоящее время в РФ существуют три нормативных документа по кодированию и классификации опасных отходов производства и потребления, в которых нет единого подхода к видам и наименованиям ТБО (ГОСТ 30775-2001. Классификация, идентификация и кодирование отходов, Федеральный классификационный каталог отходов. МНР РФ. 2002 г., ТСН 30-308-2002 Московской области. Территориальные строительные нормы. Госстрой РФ).

Традиционная система сбора, удаления, обезвреживания и переработки отходов не отвечает современным гигиеническим требованиям, так как представляет опосредованную и в отдельных случаях прямую опасность для здоровья людей. Муниципальные отходы и продукты сжигания ТБО, содержащие значительные количества химических загрязнителей, требуют особого рассмотрения для оценки их опасности для здоровья и качества жизни населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления : справочное издание / Б. Б. Бобович, В. В. Девяткин ; под ред. Б. Б. Бобовича. – М., 2000.
2. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения / Б. А. Ревич. – М., 2001.

**V.B. Sokolov, I.V. Popov**

**HARD DOMESTIC GARBAGE IS REAL DANGER FOR ENVIRONMENT AND MAN HEALTH**



УДК 614.71:666.965.2.002(470.317)

**НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА  
ДЛЯ ОАО «КОСТРОМСКОЙ СИЛИКАТНЫЙ ЗАВОД»***Е.З.Видзон, Е.А.Макшанчикова*

Целью нормирования выбросов загрязняющих веществ от объекта, от которого они поступают в атмосферу, является обеспечение соблюдения критериев качества атмосферного воздуха, регламентирующих предельно допустимое содержание в нем вредных (загрязняющих) веществ для здоровья населения и основных составляющих экологической системы, а также условия непревышения показателей предельно допустимых (критических) нагрузок на экологическую систему и других экологических нормативов.

Согласно Федеральному закону № 96 «Об охране атмосферного воздуха» 04.05.1999 (в ред. от 09.05.2005) (статья 30). Юридические лица, имеющие стационарные источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, обязаны: обеспечивать проведение инвентаризации выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и разработку предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых нормативов вредного физического воздействия на атмосферный воздух. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу производится для каждого действующего предприятия, имеющего стационарные источники загрязнения атмосферы.

Инвентаризация является основой для ведения всей воздухоохранной деятельности. Основной целью инвентаризации является выявление и учет источников загрязнения атмосферы (ИЗА), определение количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ (ЗВ):

- для подготовки исходных данных для нормирования выбросов и установления нормативов предельно допустимых выбросов ЗВ в атмосферу предприятий;
- контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов;
- ведения статистической отчетности о выбросах;
- контроля работы пылеулавливающих и газоочистных установок и выработки рекомендаций по улучшению их эффективности;
- оценки экологичности используемых технологий.

Инвентаризация была выполнена методом прямых замеров на источниках и расчетными методами по методикам, утвержденным Госкомприродой РФ. Инвентаризация источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ является основным документом для разработки проекта нормативов ПДВ, для данного предприятия.

Для производственного объекта ОАО «Костромской силикатный завод» в 2006 году был разработан проект предельно допустимых выбросов. Ос-

нованием для этого явилась необходимость экологической оценки воздействия данного объекта на окружающую природную среду и определение нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

ОАО «Костромской силикатный завод» специализируется на выпуске силикатного кирпича, мелких блоков ячеистого бетона, тротуарной плитки, сухих строительных смесей и товарного бетона.

В состав предприятия входят:

- карьер песка;
- массово-заготовительное отделение;
- цех силикатного кирпича с отделением по выпуску тротуарной плитки;
- цех мелких блоков ячеистого бетона (ЦМБ);
- цех сухих смесей;
- бетонорастворный узел (БРУ);
- вспомогательные службы.

Проектная мощность предприятия:

- 168 млн шт. условного кирпича в год;
- 80 тыс м<sup>3</sup> блоков;
- 108 тыс. мешков сухих смесей в год (мешок 25 кг);
- 45,5 тыс. м<sup>3</sup> раствора в год.

В настоящее время по итогам инвентаризации 2006 года на данном предприятии имеется 37 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в том числе 28 организованных и 9 неорганизованных. В атмосферный воздух от источников предприятия поступает 22 загрязняющих веществ (в том числе 13 жидких и газообразных – окислы азота, окись углерода, сернистый ангидрид, углеводороды нефти, бенз[а]пирен, пары серной кислоты и др., и 9 твердых – сажа, соединения свинца, марганец и его соединения, сварочный аэрозоль, пыль извести, пыль цемента, древесная пыль, металлическая и абразивная пыли) и 7 групп суммаций.

По итогам инвентаризации величина выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в целом по предприятию составляет: 60,37 т/год,

в том числе:

- твердых 6,14 т/год;
- жидких и газообразных 54,23 т/год.

Расчет рассеивания вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия, с целью определения ожидаемых уровней загрязнения атмосферы был выполнен с использованием УПРЗА программного комплекса «Призма – предприятие» разработанного НПП «Логус» г. Красногорск Московской области. Результаты расчетов уровня загрязнения атмосферы на существующее положение и с учетом перспективы развития выполнены в соответствии с

ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

Применяемая на ОАО «Костромской силикатный завод» технология производства силикатного кирпича, ячеистых блоков, сухих строительных смесей, бетона и раствора типична для предприятий производства строительных материалов и соответствует среднему уровню по стране.

Наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы приходится на диоксид азота, пыль неорганическую содержанием 20–70% двуокиси кремния, пыль неорганическую содержанием <20% двуокиси кремния, группу суммации (азота диоксид – ангидрид сернистый), группу суммации (углерода оксид – пыль неорганическая содержанием 20–70% двуокиси кремния).

По итогам расчета рассеивания загрязняющих веществ от данного предприятия опасного загрязнения атмосферного воздуха не происходит.

Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предусматривает учет не только экологических, но и гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха. Особую озабоченность вызывает отделение помола извести. Сырьем для производства силикатного кирпича является песок и известь. Известь поставляется на завод железнодорожным транспортом с Угловского известкового комбината и Клиновского силикатного завода. Кусковая известь системой транспортеров подается в шнековую дробилку, обеспечивающую дробление до размера кусков 25 мм. Дробленая известь транспортирующей системой подается в расходные бункеры помольного отделения и отсюда поступает в шаровые мельницы СМ 1456. Технологические процессы дробления, транспортирования дробленой извести и помола сопровождаются значительными пылевыведениями в воздух рабочей зоны. Главная причина выделения пыли извести – отсутствие герметизации технологического оборудования.

По результатам замеров, проведенных специализированной лабораторией Костромского филиала ФГУ ЦЛАТИ, максимальная концентрация пыли извести составила 783 мг/м<sup>3</sup>. ПДК для извести составляет 300 мг/м<sup>3</sup>. Условия труда работников в отделении помола извести в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» характеризуются как вредные.

Известь – этим термином называют получаемый при прокаливании известняка продукт – оксид кальция (СаО – негашеная известь). Оксид кальция имеет резко выраженное раздражающее и разъедающее действие на кожу. Вредное воздействие оксида кальция на кожу связано с его щелочными свойствами и способностью взаимодействовать с водой с выделением тепла. Оно может проявиться в различных формах дерматита, сопровождающегося шелушением кожи и пузырьчатой сыпью. Обычно дерматит исчезает после прекращения воздействия оксида кальция. Однако имеются сведения о сравнительно тяжелых случаях возвратного дерматита, который приводит к постоянной инвалидности. Есть также сообщения о случаях известковых язв. К воздействию извести наиболее чувствительна слизистая оболочка глаз. Имеются серьезные случаи поражения глаз в результате попадания на слизистую оболочку крупных частиц извести, что приводит к спазматическому морганию, лагримации (слезотечению) и прилипанию частиц к главному яблоку. В результате слезотечения происходит гашение извести, и выделяющееся тепло усиливает разъедающее действие извести, может привести к образованию глазных язв и даже к прободению (образование сквозного отверстия в полой органе). При контакте со слизистыми оболочками носа и рта известь также может образовывать язвы. Нижние дыхательные пути и легкие оксид кальция поражает редко, поскольку его первоначальное раздражающее действие снижается за счет поражения верхних дыхательных путей. Тем не менее были зарегистрированы случаи бронхита и пневмонии при вдыхании извести. Исходя из вышеизложенного должны быть проведены мероприятия по сокращению выделений извести. Предлагаем возможные варианты по решению этой проблемы: заменить технологическое оборудование на более современное и герметичное либо имеющееся технологическое оборудование герметизировать или изменить технологический процесс и исключить применение комовой извести и применять только молотую известь.

#### Выводы

1. Проведено нормирование выбросов в атмосферу для ОАО «Костромской силикатный завод».
2. В ходе работы установлено, что от данного предприятия опасного загрязнения атмосферного воздуха не происходит.
3. Предложены мероприятия по улучшению условий труда на участке помола извести

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон №96 «Об охране атмосферного воздуха» 04.05.1999 (в редакции от 09.05.2005).
2. Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ОАО «Костромской силикатный завод». – Кострома : Филиал ЦЛАТИ, 2006.

E.Z.Vidzon, E.A.Makshanchikova

#### EFFLUENT NORMALIZATION IN AIR DURING LIME-AND-SAND BRICK MANUFACTURE FOR LMTD COMPANY "KOSTROMA LIME-AND-SAND PLANT"

УДК 614.84(470.317)

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*И.В.Сусоева, В.И.Пантелеев*

Лесные пожары, возникающие на территории Костромской области, представляют значительную угрозу для населения и территорий. Основными поражающими факторами лесного пожара являются огонь, высокая температура, а также вторичные факторы поражения, возникающие как следствие пожара. В настоящее время мониторинг опасностей и риска лесных пожаров организуется путем контроля метеорологических параметров атмосферы, авиационной и наземной разведки лесов.

Лесные пожары могут привести к катастрофическому поражению больших территорий, разрушению жилых построек и промышленных объектов, нарушению целостности линий энергопередач, выходу из строя систем коммуникаций, нарушению жизнедеятельности, причинению вреда здоровью и гибели людей и животных.

По данным статистики наиболее опасными в пожарном отношении являются леса Костромского, Мантуровского, Макарьевского, Шарьинского, Нейского, Нерехтского и Красносельского районов, а также торфоразработки в районах н.п. Мисково, Сухоногово, Ямково и Фоминское Костромского района. Всего в зоне высокой пожарной опасности могут оказаться 22 населенных пункта.

Результаты оценки рисков и прогнозов могут служить для поддержки административных и организационных мер, включая решения о привлечении дополнительных сил и средств, об эвакуации населения, о консервации или эвакуации оборудования объектов народного хозяйства.

По данным разведки и прогнозов развития лесных пожаров проводится разработка планов тушения, в которых определяют способы и тактические приемы ликвидации пожаров, распределение сил и средств, решающих направлений «боевых» действий и т.п.

Для оценки состояния пожарной опасности следует учитывать характеристики:

- горючих материалов;
- погодных условий;
- рельефа местности;
- значимости человеческого фактора.

Исходя из проведенного анализа, основанного на обработке многолетних данных развития пожарной обстановки на территории Костромской области, можно сделать следующие **выводы**: на основе проведенных расчетов комплексного показателя пожарной опасности (КППО) в наиболее неблагоприятные по складывающейся пожарной обстановке в области 1972, 2002 гг. можно сделать вывод, что леса области по условиям погоды можно отнести к среднему классу пожарной опасности (КППО не превышает 4000).

Наиболее вероятными пожарами на территории области являются лесные пожары и торфяные на разрабатываемых и неразрабатываемых место-

рождениях торфа. Лесные торфяные пожары могут возникать как следствие лесных низовых пожаров на заторфяненных (болотных) почвах. Обычно они возникают во второй половине пожароопасного периода после резкого падения уровня грунтовых вод.

Наиболее вероятными видами пожаров является низовые и верховые пожары в период летнего пожарного максимума.

На территории области сохраняется высокая вероятность развития торфяных пожаров из-за отсутствия финансирования профилактических мероприятий на объектах торфодобывающей отрасли.

На данном этапе в Центре гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды по Костромской области создана программа прогноза по дням. Программа предназначена для расчёта комплексного показателя пожарной опасности В.Г. Нестерова (КППО), исходя из температуры воздуха, точки росы и количества выпавших осадков на основании данных, полученных от метеостанций и постов районов Костромской области.

По данным многолетних наблюдений и исходя из природно-климатических условий (температура воздуха, осадки, лесистость, почвы и т.д.), на территории области в весенне-летний период можно ожидать следующую лесопожарную обстановку (рис.1, табл.1).

Рост или уменьшение значений температуры и осадков определено в сравнении с нормой этих значений, полученной на основе многолетних данных. Исходя из сравнительной характеристики погодных условий в 2007 году можно сделать следующие **выводы**:

- май – ранних пожароопасных ситуаций не ожидается (количество осадков и температурный фон в пределах нормы);
- июнь – количество осадков и температурный фон в пределах нормы, наиболее вероятный класс пожарной опасности II и III (малая и средняя пожарная опасность);
- июль – температурный фон и количество осадков способствуют развитию пожароопасных ситуаций, класс пожарной опасности III (средняя пожарная опасность), местами и до IV класса (высокая пожарная опасность);
- август – температурный фон и количество осадков способствуют развитию пожароопасных си-

туаций, класс пожарной опасности III (средняя пожарная опасность), местами и до IV класса (высокая пожарная опасность);

- сентябрь – сохраняется вероятность развития пожароопасных ситуаций II и III классов пожарной опасности.

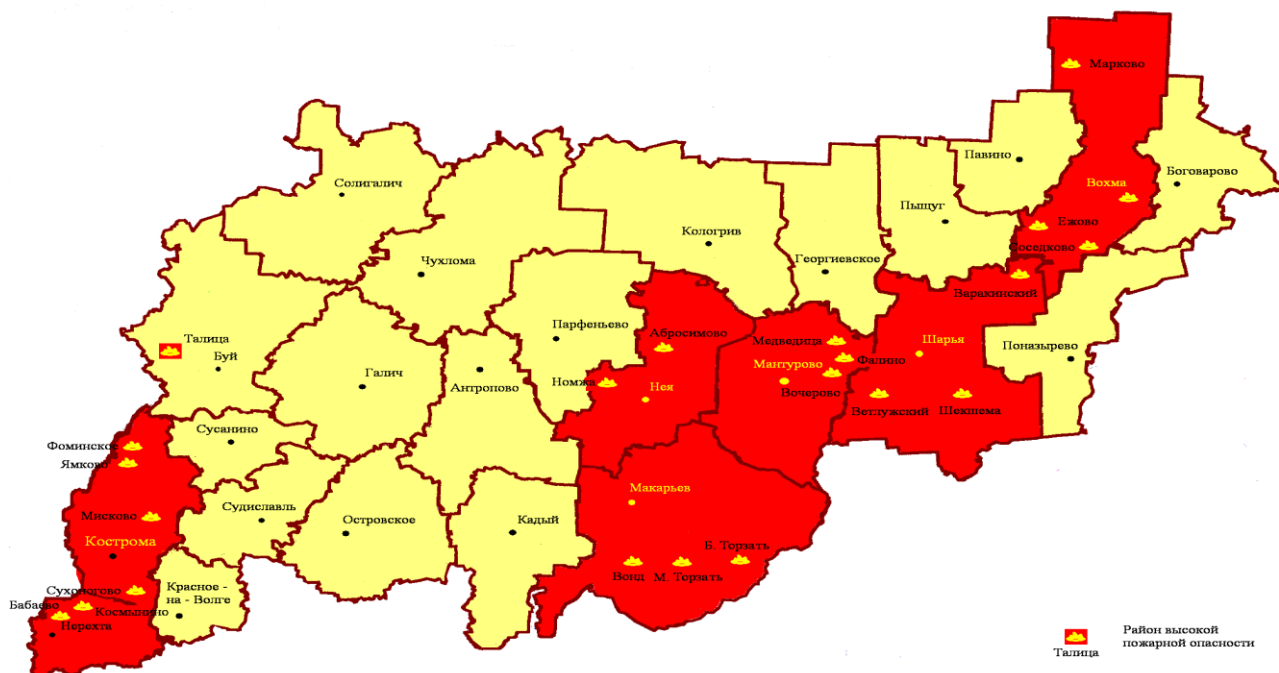


Рис.1. Прогноз развития пожарной обстановки на территории Костромской области

Таблица 1

Прогноз развития пожарной обстановки на территории Костромской области в 2007 году

Месяц	Средняя температура воздуха, °С					Сумма осадков, мм				
	2007		2006	наибольшее кол-во лесоторфяных пожаров		2007		2006	наибольшее кол-во лесоторфяных пожаров	
	норма	прогноз. значение		1972	2002	норма	прогноз. значение		1972	2002
Май	10,5	9,4 ↓	11,1	9,6	9,4	58	84,5 ↑	53,6	71	17
Июнь	15,1	13,9 ↓	18,4	16,3	15,6	70	94,8 ↑	65,7	54	32
Июль	17,5	18,7 ↑	16,1	21,1	21,0	87	80,9 ↓	84,3	17	24
Август	15,2	15,8 ↑	15,7	20,2	13,8	68	66,2 ↓	82,6	15	26
Сентябрь	9,1	12,5 ↑	11,5	17,9	15,2	68	77,9 ↑	60,1	18	30

Yu.V. Sussoeva V.I. Pantelev

### FIRE SITUATION FORECASTING ON KOSTROMA REGION TERRITORY

УДК 62.004.4:355.58

#### РЕЗЕРВИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

А.С.Летунов (Академия РХБ защиты им. Тимошенко)

Повышение живучести, помехоустойчивости и надежности сложной технической системы в условиях ЧС следует обеспечивать резервированием замещением составляющих ее подсистем. Предложены зависимости для расчета вероятности устойчивости функционирования системы и потребности в запасных элементах при таком резервировании.

Сложную техническую систему в процессе ее функционирования следует рассматривать как систему непрерывного действия, состоящую из N

последовательно соединенных по надежности элементов.

Составляющими системы выступают:

- вход в систему, включает обеспечение сырьем, материалами, комплектующими, запасными частями для ее функционирования;
- подсистема энергообеспечения, снабжающая электроэнергией, технологическим паром, водой, сжатым воздухом и т.д.;
- подсистема жизнеобеспечения, создающая комфортные условия труда для персонала, обслуживающего данную техническую систему;
- собственно техническая система, преобразующая предмет труда в готовую продукцию;
- выход из системы, представляющий собой поток готовой продукции.

При возникновении угроз чрезвычайной ситуации (ЧС) природного или техногенного характера возможно нарушение устойчивости функционирования технической системы, проявляющееся в нарушении ее живучести, помехоустойчивости, надежности, как показано в работе [1], через деструкцию, нарушение энерго- и жизнеобеспечения, сбой и нарушения на входе в систему (материально-технического снабжения) и выходе из нее.

Общепринятым методом обеспечения нормального функционирования любой технической системы является создание избыточности в форме

запасов прочности, термостойкости, надежности и др. Одним из ведущих способов создания избыточности является резервирование системы.

Ранее нами предложено:

- резервирование системы энергообеспечения как способ повышения живучести;
- создание резервов сырья, полуфабрикатов, комплектующих, резерва складских помещений для готовой продукции, резервных систем приточной вентиляции, резервных запасов воды как способы обеспечения помехоустойчивости;
- создание запаса составных элементов как способ повышения надежности самой технической системы[2].

По существу создаются резервные подсистемы для каждой составляющей, обеспечивающей функционирование сложной технической системы. В теории надежности такой метод резервирования считается раздельным. Поскольку все резервные подсистемы включаются в действие только в случае отказа основных, такое резервирование является разновидностью динамического – резервированием замещением.

Структурная схема резервирования технической системы в процессе функционирования представлена на рисунке 1.

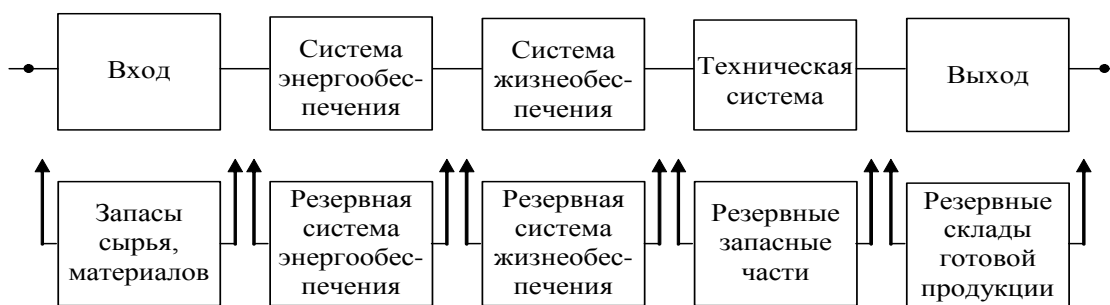


Рис. 1. Структурная схема раздельного резервирования замещением технической системы в процессе функционирования в условиях ЧС

Как видим, каждой составляющей основной системы ставится в соответствие только одна резервная подсистема, т.е. имеет место резервирование с кратностью, равной единице, именуемое дублированием. Момент включения резервной подсистемы определяется на основе мониторинга внешних и внутрипроизводственных угроз ЧС. Начальные сигналы таких угроз, полученные при мониторинге, позволяют перейти от режима «консервации» резервной подсистемы в режим ее повышенной готовности к использованию.

Вероятность устойчивого функционирования технической системы в условиях чрезвычайной ситуации длительностью  $t_ч$  при раздельном резервировании замещением отразится зависимостью:

$$P(t_ч) = \prod_{t=1}^N \left[ 1 - \frac{\prod_{j=1}^2 (-P_j \mu_j)}{2} \right] = \prod_{i=1}^N \left[ 1 - \frac{(-P_i \mu_i) (-P_{ip} \mu_i)}{2} \right],$$

- где  $j$  – количество основных и дублирующих систем;
- $P_i(t_ч)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -той основной подсистемы при чрезвычайной ситуации длительностью  $t_ч$ ;
- $P_{ip}(t_ч)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -той резервной подсистемы при чрезвычайной ситуации длительностью  $t_ч$ .

Ранее было показано, что одним из способов обеспечения надежности функционирования сложной технической системы в условиях ЧС является резервирование запасными элементами на период действия ЧС, поскольку при ЧС возможно нарушение логистических потоков на входе в систему.

Из всех известных методик расчета потребности в запасных частях к текстильным машинам наиболее приемлемые результаты по точности прогнозирования обеспечивает методика, предложенная Ю.Ш. Хейликом [3]. Согласно этой методике потребность рассчитывается по следующим зависимостям:

$$\text{для нечетного года } Z_i^H = n \sum_{j=1}^{\frac{i-1}{2}} (2q_j q_{i-j} + q_i);$$

$$\text{для четного года } Z_i^H = n \sum_{j=1}^{\frac{i-1}{2}} (2q_j q_{i-j} + q_i + q_i^2),$$

где  $n$  – количество работающих (установленных) элементов;

$q_i$  – разность вероятностей отказов (замены) элементов в текущем и предшествующем годах.

Особенность методики заключается в том, что она учитывает наличие замененных в процессе эксплуатации в предыдущие годы деталей.

Вместе с тем гарантированная вероятность того, что в соответствующем году будет израсходовано именно расчетное количество запасных деталей, равна всего лишь 50%. В условиях ЧС вероятность того, что сложная техническая система не будет простаивать из-за отсутствия запасных элементов, равная 50%, безусловно, становится явно недостаточной.

В технических расчетах гарантированная вероятность может устанавливаться через коэффициент запаса  $K_3$ , представляющий отношение потребного количества запасных элементов при заданной гарантийной вероятности  $Z_\gamma$ , к среднему их количеству  $Z_i$ . Отсюда  $Z_\gamma = Z_i K_3$ .

В свою очередь, коэффициент запаса можно определить исходя из того, что число замен деталей

за время действия ЧС, равное  $t_q$ , подчиняется закону Пуассона

$$\gamma = P(t_q) = \frac{(T_0/t_q)^{Z_\gamma}}{Z_\gamma!} e^{-T_0/t_q},$$

где  $T_0$  – наработка на отказ данного элемента.

Потребное количество запасных частей с учетом возможных ЧС и возможной профилактической замены элементов при профосмотре  $Z_{np}$ , принятом в качестве операции технического обслуживания текстильного оборудования определится зависимостью для невозстанавливаемых элементов

$$Z_n = K_3 Z_i + Z_{np}.$$

Для восстанавливаемых элементов, если время восстановления небольшое, после ремонта отказавший элемент поступает на пополнение запаса  $Z_e$  соответственно уменьшается его объем

$$Z_n = K_3 \times Z_i + Z_{np} - Z_e.$$

Общая схема формирования потребных запасных элементов для обеспечения эффективного функционирования сложной технической системы при ЧС представлена на рис. 2.

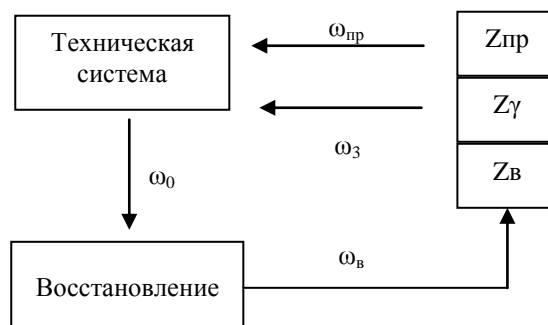


Рис. 2. Схема формирования запасных элементов для функционирования технической системы в условиях ЧС

При средней частоте восстановления  $\omega_b$  значительно меньшей частоты отказов  $\omega_0$  уменьшение величины запаса на период действия ЧС можно рассчитать

$$Z_e = \frac{t_q}{T_0}.$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Летунов А.С. Устойчивость функционирования технической системы в условиях чрезвычайных ситуаций / А. С. Летунов, Г. М. Травин // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2006. – № 3.
2. Летунов А.С. Диагностические модели состояний технической системы при возникновении угроз / А. С. Летунов, Г. М. Травин // Вестник КГУ. – 2006. – № 13. – С. 86–88.
3. Хейлик Ю.Ш. Исследование и основы обеспечения надежной работы прядельно-крутильной машины : дис. ... канд. техн. наук / Ю. Ш. Хейлик. – Кострома, 1981. – 284 с.

A.S. Letunov

#### REDUNDANCY AS METHOD OF TECHNICAL SYSTEM STABILITY RISE TO EXTREME CONDITION INFLUENCE

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

УДК 378.004.12

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ – ПОЖЕЛАНИЯ И ПОТРЕБНОСТИ

*М.В.Киселева, В.М.Ретин*

В статье рассматривается необходимость системного подхода к решению проблем образовательного процесса в вузе, который предполагает учитывать пожелания студентов, а также требования социальной и профессиональной среды, в которую войдут новые специалисты.

Высшая школа как поставщик и производитель знаний должна стать все более ориентированной на конечный результат – на высокое качество подготовки выпускников, квалифицированных компетентных специалистов.

Факторы, оказывающие влияние на качество образования, многочисленны. Ключевыми являются система управления вузом, уровень подготовки абитуриентов и организация их отбора, содержание образовательных программ, квалификация и мотивация деятельности преподавателей, организация учебного процесса, технологии обучения и другие. Основными в понятии «качество образования» остаются качество содержания образования, качество образовательных технологий (методов обучения и воспитания, технологий оценивания, организации учебно-воспитательного процесса) и качество результатов образования (образованность личности выпускника, его успешная профессиональная конкурентоспособность).

Качество продукта или услуги принято соответствующим образом сертифицировать, то есть давать ему оценку в соответствии с установленными критериями. В число критериев оценки качества образования входит большое количество показателей. Среди них можно выделить 3 группы: аккредитационные и лицензионные показатели, по которым оценивается качество образования в вузе со стороны государства; показатели, устанавливаемые потребителями образовательного процесса — работодателями; и те ощущения, та удовлетворенность или неудовлетворенность, которую испытывают субъекты образовательного процесса, то есть студенты, и в особенности студенты-выпускники.

Для выявления студенческой оценки качества образования в КГТУ на протяжении нескольких лет силами лаборатории качества учебного процесса в тесном сотрудничестве с деканатами и институтами университета проводятся социологические опросы студентов. Одной из целей данных опросов является выяснение удовлетворенности выпускников полученным образованием (их удовлетворенности содер-

жанием учебных курсов, методическим обеспечением, условиями обучения, организацией учебного процесса, состоянием и оснащением аудиторий, условиями проживания в общежитии, питанием в столовой и т.д.), а также определение потребностей и ожиданий студентов, в соответствии с которыми университет мог бы выстраивать стратегию своего развития в части повышения качества образовательных услуг.

В ходе электронного анкетирования, организуемого вот уже четвертый год подряд среди выпускников, студенты дают объективные оценки и преподавателям, и самим себе, работе профсоюзной организации, столовых, медпунктов, делятся сомнениями по поводу трудоустройства, высказывают предложения и пожелания в адрес сотрудников деканатов, ректората, пытаются обратить внимание руководства университета на недостатки, требующие принятия срочных мер.

Анализ всех предложений выпускников позволяет сделать вывод о том, что прежде всего для повышения качества образования в нашем университете (по мнению студентов 5 курса) необходимы:

- высококвалифицированный педагогический персонал, компетентный и профессиональный, а также справедливый при оценке результатов обучения и внимательный к личности студента;
- усиление практической подготовки (выход на предприятия, семинары с участием специалистов-практиков, достаточное количество часов на практику, стажировки, привлечение для лекций опытных специалистов из других вузов и т.д.);
- использование в учебном процессе новых информационных технологий, современных методов преподавания, компьютерных технологий, мультимедийной техники, Интернета и т.п.;
- современный и актуальный учебный материал, интересная подача учебной информации, контроль за содержанием обучения;
- желание преподавателей заинтересовать студентов своими дисциплинами, умение вовлекать в процесс обучения;
- обновление материально-технической базы вуза;

– современная учебная литература в библиотеке и в достаточном количестве, возможность широкого использования информационных технологий в образовательных и научных интересах.

Основные пожелания выпускников к организации учебного процесса, и это вполне объяснимо, сводятся к увеличению практического обучения и его качеству (оснащенность лабораторий, новое программное обеспечение, выходы на предприятия и организации и т.д.). Студенты требуют знаний, которые будут востребованы в их дальнейшей профессиональной деятельности, в своем большинстве они хотят увеличения часов на специальные предметы.

Однозначно удовлетворены качеством образования, полученного в нашем вузе, 34% пятикурсников 2007 года, а также еще 47,3% ответили, что «скорее удовлетворены, чем нет». Таким образом, в целом по вузу 81% выпускников-2007 положительно оценивают качество образования, предоставляемое университетом. На вопрос «Престижно ли учиться в нашем вузе?» 80,4 % ответили утвердительно, 3 % сказали «нет», остальные затруднились ответить<sup>1</sup>.

Материально-техническое обеспечение учебных занятий – один из ключевых факторов, влияющих на качество учебно-воспитательного процесса в вузе. В ходе опроса выпускников просили оценить обеспеченность лабораторных и практических занятий необходимым оборудованием. Оценку «отлично» ставят 6% пятикурсников, «хорошо» – 40%, «удовлетворительно» – 50% выпускников. Конечно, оценку «отлично» ставят пока небольшое количество студентов, но большинство выпускников удовлетворены уровнем обеспеченности практических занятий технологическим и другим необходимым оборудованием.

Если взглянуть на изменение этого показателя (*удовлетворенность качеством практической подготовки*) за последние 3 года, то можно отметить, что по сравнению с 2005 годом больше чем в два раза выросло количество студентов, оценивших оснащенность практических занятий на «отлично». Примерно на 8% выросло количество оценок «хорошо» и на 6% уменьшилось количество удовлетворительных оценок. При этом в два раза сократилось число пятикурсников, затруднившихся в ответе на данный вопрос (рис.1).

Положительная динамика по большинству показателей, отслеживаемых в университете, не происходит из ничего, а, как правило, благодаря кропотливой и системной работе по каждому из на-

правлений. Можно утверждать, что формирование и выполнение, например, плана технического оснащения кафедр и факультетов в части оснащенности необходимой техникой и оборудованием отразилось в повышении студенческой оценки технической обеспеченности занятий в целом по вузу.

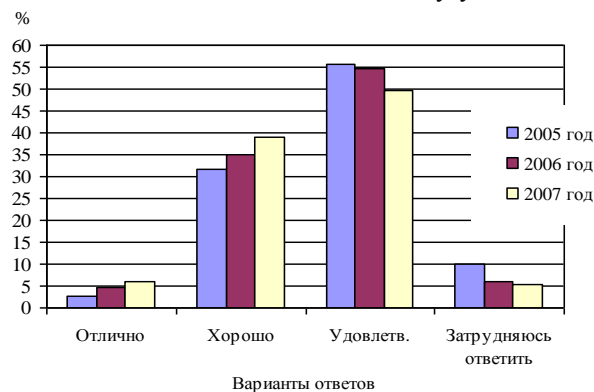


Рис. 1. Оценка обеспеченности лабораторных и практических занятий необходимым оборудованием

Это показывает, что выработка корректирующих мероприятий и претворение их в жизнь могут реально повысить качество подготовки, а студенческие оценки являются вполне объективным критерием для оценки качества образования.

Если обратить внимание на пожелания и предложения студентов по повышению качества образования, то можно отметить, что наиболее часто звучат требования «приглашать практиков на занятия», «устраивать практические занятия, на которых будут присутствовать специалисты из других вузов и организаций», «больше практики, чем теории», «в разы увеличить время, отведенное на практику», «больше практического опыта, вот залог качественного усвоения знаний» и др. Студенты предлагают организовывать выходы на предприятия, семинары с участием специалистов-практиков, отводить достаточное количество часов на практику, стажировки, привлечение высококвалифицированных преподавателей. Очень часто звучит пожелание «больше нужных предметов», знания по которым будут востребованы в дальнейшей профессиональной деятельности молодых специалистов. Студенты-выпускники видят решение высказанных проблем в том, чтобы образовательный процесс базировался на более высоком качестве содержания обучения, на таких учебных планах и образовательных программах, которые максимально учитывают требования работодателей, развитие инновационных процессов.

Данные пожелания можно реализовать в том числе и путем перестройки системы организации и планирования учебного процесса в вузе.

Педагогическая система вуза, для которой использование каких-либо внешних источников огра-

<sup>1</sup> Анкетирование пятикурсников было проведено лабораторией качества учебного процесса КГТУ в январе-феврале 2007 года, общая выборка 713 студентов-выпускников всех факультетов (институтов) и специальностей университета.



ничено, вынуждена ориентировать свое совершенствование почти исключительно на внутренние ресурсы, на самосовершенствование, на интенсификацию как процессов обучения, так и самих субъектов этой системы: преподавателей, обязывая их повышать квалификацию, поддерживать связь с практикой; студентов, пытаясь заинтересовать их предметом; организацию учебного процесса, находя и применяя новые формы и методы обучения; ресурсное обеспечение процесса обучения.

Удовлетворить пожелания наших потребителей образовательных услуг в качестве содержания и организации образовательного процесса университет может несколькими путями.

Во-первых, университет может обеспечить реальную возможность для студентов формировать индивидуальные образовательные траектории путем увеличения количества дисциплин по выбору. Данный путь требует обеспечения избыточности учебных дисциплин, т.е. университету придется предоставить студентам выбор.

Во-вторых, одним из вариантов решения проблемы может стать реализация модульного обучения. Модульное обучение представляет собой организацию учебного процесса, при котором учебная информация разделяется на относительно законченные и самостоятельные единицы, части информации (модули). Совокупность нескольких модулей позволяет раскрывать содержание определенной учебной темы или даже всей учебной дисциплины. Модульная технология обеспечивает индивидуализацию обучения.

Ряд современных исследователей подчеркивают, что при стремительно происходящих изменениях в промышленности, экономике, производстве происходит быстрое изменение номенклатуры востребованных профессий, появляется новое поколение концепций гибкого профессионального образования, основанных на модульном подходе и модульном обучении.

Модульный учебный план представляет собой *модель* содержания образования и для любого уровня профессионального образования состоит из образовательных блоков (гуманитарного, естественнонаучного, общетехнического, профессионального), которые структурируются на дисциплины профессионально-обязательные, дисциплины по выбору и факультативные. В основе модульных профессионально-обязательных программ лежат модули, представляющие собой профессионально значимые действия. Для каждой модульной программы учебного предмета составляется пакет обучающих модулей. Обучающий модуль – это совокупность содержания обучения по конкретной модульной единице, системы управления учебными действиями обучае-

мого, системы контроля знаний по конкретному содержанию и методических рекомендаций [1].

Модульное обучение предполагает жесткое структурирование учебной информации, содержания обучения и организацию работы учащихся с полными, логически завершенными учебными блоками (модулями). Модуль совпадает с темой учебного предмета. Однако в отличие от темы, в модуле все измеряется, все оценивается: задание, работа, посещение занятий, стартовый, промежуточный и итоговый уровень учащихся. В модуле четко определены цели обучения, задачи и уровни изучения данного модуля, названы навыки и умения. В модульном обучении все заранее запрограммировано: не только последовательность изучения учебного материала, но и уровень его усвоения и контроль качества усвоения. При такой технологии обучения оценивается в баллах каждое задание, устанавливаются его рейтинг и сроки выполнения (своевременное выполнение задания тоже оценивается соответствующим количеством баллов), т.е. основной принцип рейтингового контроля – это контроль и оценка качества знаний и умений с учетом систематичности работы студентов.

Модульное обучение – это четко выстроенная технология обучения, базирующаяся на научно обоснованных данных, не допускающая экспромтов, как это возможно при других методах обучения.

Проф. О.Г. Проворова считает, что наряду с принципами традиционного обучения модульное обучение строится по таким принципам, как:

1. Модульность;
2. Динамичность;
3. Гибкость;
4. Паритетность;
5. Выделение из содержания обучения обособленных элементов;
6. Действенность и оперативность знаний;
7. Разносторонность методического консультирования;
8. Осознанная перспектива.

Выделяются принципиальные отличия модульного обучения от традиционного [2] (табл. 1).

Очевидно, что применение модульного подхода в вузе связано с решением большого количества проблем организационного характера, изменениями в управлении образовательным процессом, изменениями в технологии учебного процесса, в нормативно-регламентирующих материалах. Меняются традиционные представления о характере учебной деятельности студентов, о характере учебно-методической деятельности преподавателя. Должна быть разработана принципиально новая методика расчета и планирования нагрузки и многое другое.

Таблица 1

Традиционная форма обучения	Модульное обучение
1. Студент чаще всего перерабатывает информацию преподавателя	1. Студент должен учиться сам, преподаватель – осуществлять мотивационное управление его учением, т.е. мотивировать, организовывать, координировать, консультировать, контролировать. Идет развитие мотивационной сферы, интеллекта, самостоятельности, коллективизма, склонностей, умений осуществлять самоуправление учебно-познавательной деятельностью. Студент работает максимум времени самостоятельно, учится самопланированию, самоорганизации, самоконтролю и самооценке, это дает ему возможность осознавать себя в деятельности, самому определять уровень усвоения знаний, <i>видеть пробелы в своих знаниях и умениях</i>
2. Незавершенность изучаемого материала, не выполнение цели обучающего, а выполнение цели преподавателя-информатора	2. Содержание обучения представляется в заключенных самостоятельных комплексах (информационных блоках), усвоение которых осуществляется в соответствии с целью. Дидактическая цель формулируется для обучающегося и содержит в себе не только указание на объем изучаемого содержания, но и на уровень его усвоения

Но в то же время присоединение России к Болонскому процессу, развитие экономики «создало такую ситуацию, когда получать образование на всю жизнь становится нереальным, поэтому педагоги всего мира испытывают особую потребность в надежных педагогических технологиях, способных сделать образование гибким, комбинированным, проблемным, направленным на активизацию и повышение качества обучения» [2].

Можно добавить, что это согласуется с желаниями студентов, которые высказывают предложения по применению новых образовательных технологий в учебном процессе, компьютерных технологий, активных форм обучения.

Посредством модульного обучения, другой системы оценки результатов обучения можно практически исключить полную зависимость студента от назначенного ему преподавателя, от его необъективности в оценке знаний обучаемого, несправедливости и предвзятости некоторых педагогов, что часто встречается в университете, если судить по высказываниям студентов всех курсов при проведении

социологических опросов [3]. Модульная технология существенно повышает ответственность преподавателя за результат обучения.

Нельзя не замечать и тот факт, что большинство студентов во время обучения работают. По данным анкетирования пятикурсников КГТУ 2007 года совмещают учебу в университете с работой 77,3% опрошенных выпускников, при этом по специальности подрабатывали 36% пятикурсников. Отсутствие у большинства студентов, вынужденных работать во время обучения, возможности гибко планировать свое учебное время, снижает их интерес к учебе, к своей успеваемости.

Таким образом, можно сделать вывод, что необходимо изучение информации, методик, новых педагогических технологий, выявлять их положительные и отрицательные стороны, знакомиться с опытом других вузов, которые уже вовлечены в такую работу. Не только реформы в высшем образовании, но и сами студенты требуют новых форм, методов и содержания обучения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозова Н.А. Модульный подход в современном образовании / Н.А. Морозова // Проблемы качества образования. Кн. 5. Модульное представление социальных компетентностей в системе повышения качества образования : материалы XV Всерос. науч.-метод. конф. – М., Уфа : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. – С.12–21.
2. Принципы модульного обучения : методическая разработка / сост. О. Г. Проворова ; Краснояр. гос.ун-т. – Красноярск, 2006. – 32 с.
3. Предложения и пожелания выпускников 2007 : материалы социологического исследования / КГТУ ; лаборатория качества учебного процесса и подготовки специалистов. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2007. – 52 с.

**M.V.Kisseleva, V.M. Repin**  
**EDUCATION QUALITY RISE – WISHES AND DEMANDS**

УДК 802.0/07/

**К ВОПРОСУ О КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ  
КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ВУЗЕ***Т.В. Антонова, С.А. Садовникова, В.М. Шорох*

В статье обосновывается необходимость изменения подхода к системе контроля и оценки знаний в вузе, рассматриваются возможности и преимущества балльно-рейтинговой системы, описывается опыт использования авторами накопительной системы при обучении иностранному языку.

В последнее время в средствах массовой информации все чаще поднимается вопрос о снижении уровня высшего образования. В новых экономических условиях представители общественных организаций и бизнеса предъявляют очень высокие требования к качеству образовательных услуг: квалификации специалиста, его компетентности и мобильности. Речь идет не только о качестве выпускников вузов, но также о гибкой структуре учебных программ, позволяющей получать профессиональную подготовку, востребованную на рынке труда [3]. Эти проблемы становятся особенно актуальными в связи с присоединением России к Болонской декларации. Ведь включившись в этот процесс, Россия взяла на себя определенные обязательства так скорректировать свое высшее образование, чтобы оно было конкурентоспособным на международном уровне, сохранив при этом лучшие национальные особенности.

Основным показателем работы вуза является оценка качества подготовки специалистов. Вопросу контроля и оценки знаний посвящено немало публикаций наших коллег. Начнем с того, что в России практикуется отличная от других стран оценка знаний. Мы называем ее пятибалльной, но фактически пользуемся диапазоном от 2 до 5 баллов.

Совершенно очевидно, что с присоединением России к общеевропейскому пространству система оценки не может оставаться прежней.

Мы познакомились с некоторыми новыми подходами в оценке знаний, которые практикуются в российских вузах. Надо сказать, что в каждом есть свое рациональное зерно. Так, преподаватели Саратовского государственного технологического университета предлагают оригинальную формулу подсчета точности оценки, которая учитывает даже случайные погрешности, обусловленные личностью преподавателя и студента [4]. Некоторые авторы говорят о необходимости учета в итоговой оценке так называемого «прироста учебных достижений по конкретной дисциплине за определенное время» [5].

Нам представляется более приемлемой балльно-рейтинговая система оценки, которую подробно рассматривает Б.А. Сазонов [6]. По этой системе студент оценивается исходя из 100 баллов, которые затем переводятся в международные буквенные оценки и их числовые эквиваленты по традици-

онной для России, но модернизированной шкале, предлагаемой авторами. Нельзя не согласиться с авторами и в том, что в итоговой оценке по дисциплине должна учитываться учебная деятельность студента в течение семестра (в сумме не более чем 70 баллов). «Структура баллов, составляющих оценку преподавателя, представлена в стандарте учебной дисциплины и включает отдельные доли в баллах, начисляемые студенту за посещаемость (пропорционально числу посещенных занятий), успешность выполнения рубежных работ, за полноту, своевременность и качество самостоятельной работы» [6]. При таком подходе к контролю знаний только 30% итоговой оценки приходится на вторую составляющую – оценку на самом экзамене.

Рейтинговая система уже с 1993 года применяется в Ивановском государственном химико-технологическом университете. Она является единой для всех изучаемых предметов. Наряду с контролем текущей работы студентов и формированием итоговой оценки по предметам, определяется рейтинг студента по учебной дисциплине. Для этого используется понятие «зачетной единицы». Число зачетных единиц, набранных студентом за семестр, определяется как сумма зачетных единиц по всем дисциплинам. По окончании каждого семестра определяется рейтинг студента как процент набранных студентом зачетных единиц от их максимально возможного числа [7]. Подобная система оценки стимулирует текущую работу студентов, обеспечивает четкий контроль за ходом учебного процесса и повышает объективность оценки знаний.

В условиях нашего университета переход к этой системе может быть абсолютно плавным и безболезненным, ведь проводимые аттестации (дважды в семестр) являются хорошим промежуточным контролем, если относиться к ним не формально<sup>1</sup>. Более того, отдельные преподаватели университета уже практикуют накопительную систему оценки или, по крайней мере, ее элементы.

Особая значимость контроля в преподавании иностранного языка в неязыковом вузе объясняется несколькими причинами. Во-первых, в неязыковых

<sup>1</sup> Необходимость внутрисеместровых аттестаций как «инструмента по активизации учебного процесса» подтверждает опрос преподавателей и студентов технологического факультета, проведенный в 2003 году [8].

вузах (и наш университет не исключение) отсутствует деление студентов на подгруппы в зависимости от уровня владения языком (streaming). Работа в разноразмерных группах требует особого подхода не только к организации занятий и самостоятельной работы студентов, но и к оцениванию их учебной деятельности, создавая мотивацию как для сильных, так и для слабых студентов. Во-вторых, специфика предмета «иностранный язык» состоит в том, что развитие и закрепление иноязычных умений происходит в процессе повседневной работы, их невозможно «создать» перед зачетом или экзаменом. Наконец, ни зачеты, ни экзамен по иностранному языку не дают возможности проконтролировать сформированность всех умений (таких как навыки восприятия речи на слух (аудирование) и письменной речи), поскольку программа просто не предусматривает их контроль.

В этой связи очень важной является «работа» с текущей и аттестационной отметкой каждого студента.

Наряду с традиционными баллами «5», «4», «3», «2», мы практикуем использование «1» и «0». Оценки с добавлением + или – имеют числовой эквивалент с десятками или сотыми долями: так, 3+ приравнивается к 3,5, а 3- приравнивается к 2,75.

Промежуточные тесты, проводимые для контроля текущего материала, оцениваются из 100 баллов, а затем переводятся в числовые эквиваленты по шкале, предлагаемой Б.А. Сазоновым [6], где 91–100 баллов соответствуют оценке «5», 78–90 – оценке «4», 61–77 — оценке «3». Шкалу можно детализировать, добавив десятые доли: например, оценка «4,9» будет соответствовать 88-89 баллам, «4,8» – 87–86 баллам и т.д. В зависимости от сложности задания шкалу можно менять в ту или другую сторону.

Что касается работ более творческого характера, их оценивание тоже вполне поддается количественной формализации. Так, оценка за написание аннотации текста, делового письма, электронного сообщения и т.д. может быть средним арифметическим оценок за содержание, соблюдение формата, язык; а в случае, скажем, презентации дополнительно оцениваются взаимодействие с аудиторией, понятность, умение ответить на вопросы присутствующих.

Получая то или иное задание, студенты непременно должны знать, как будет оцениваться их работа. Оценка за выполненную работу обязательно комментируется преподавателем.

Следующий этап – «выведение» по текущим оценкам аттестационной отметки. Именно отметки за аттестации (по иностранному языку их набирается 8 за все время обучения) и дают тот средний балл, который является оценкой учебной деятельности студента за это время и который учитывается в итоговой оценке на экзамене. Задача преподавателя – не только ознакомить студентов с системой аттестационного оценивания, но и постоянно информировать их о том, что им удалось «накопить» за учебный семестр, учебный год и, наконец, к итоговому экзамену.

По прошествии пяти лет мы можем говорить о первых положительных результатах. Во-первых, аттестация перестала быть простой формальностью. Во-вторых, с введением баллов «0» и «1» студенты поняли, что в случае неподготовки они получают не традиционную двойку, а «0». В-третьих, прекратилось «выпрашивание» оценок на экзамене. Студенты знают, что одну составляющую итоговой оценки они уже заработали своим добросовестным или не очень добросовестным трудом.

Единственным минусом данной системы, пожалуй, можно назвать сложность учета оценки «н/а» («не аттестован»), за которой могут стоять как пропуски по уважительной, так и без уважительной причины, а нередко и те, и другие.

Хотелось бы, чтобы у нас было больше единомышленников, тогда можно было бы идти дальше в этом направлении и подумать об учете в итоговом контроле «прироста достижений» и посещаемости занятий.

## Выводы

Количественная оценка качества учебной деятельности студентов, изучающих иностранный язык,

- активизирует текущую работу студентов;
- обеспечивает четкость и основательность текущего, промежуточного и итогового контроля;
- повышает объективность оценки знаний, умений и навыков студентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадарч Д. Организация индивидуально-ориентированного учебного процесса в системе зачетных единиц / Д. Бадарч, Я. Наранцецег, Б. А. Сазонов ; Под. общ. ред. Б. А. Сазонова. – М. : НИИВО, 2003.
2. Галаган А.И. Болонский процесс: от Болоньи до Берлина (итоги и перспективы) / А. И. Галаган, О. Д. Прянишникова. – М. : НИИВО, 2004.
3. Иванов С. Болонский процесс: проблемы конкурентоспособности / С. Иванов, И. Волкова // Alma Mater (ВВШ). – 2004. – №7.
4. Калякин А. Контроль знаний: анализ ошибок и их оценка / А. Калякин // Alma Mater (ВВШ). – 2005. – №1.

5. Лобанов Ю.И. Унификация представления знаний в дидактических информационных технологиях / Ю. И. Лобанов, О. И. Ильченко. – М. :ФИВО, 2006.
6. Сазонов Б.А. Система зачетных единиц и организационно-экономические аспекты модернизации высшего образования / Б. А. Сазонов. – М. : НИИВО, 2005.
7. Койфман О.И. Опыт реализации рейтинговой системы в Ивановском государственном химико-технологическом университете / О. И. Койфман, В. И. Светцов // Проблемы подготовки специалистов в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования. – Кострома, 2003. – С. 160–161.
8. Тягунов А.А. Необходимость проведения внутрисеместровых аттестаций / А. А. Тягунов, Т. А. Андревкина // Проблемы подготовки специалистов в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования. – Кострома, 2003. – С. 155–156.

**T.V.Antonova, S.A.Sadovnikova, V.M.Shorokh**  
**ON QUALIMETRIC SYSTEM OF PERFORMANCE ASSESSMENT**

**ИНФОРМАЦИЯ**  
**о работе Всероссийского семинара по текстильному машиноведению**  
 (Костромской филиал семинара по ТММ РАН)  
 за 2006 год

В 2006 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, в том числе:

- 19.01.06** Разработка методов и средств структурно-кинематического проектирования рычажных механизмов.  
*А.Б. Кикин, докторант, к.т.н., Санкт-Петербургский университет технологии дизайна.*
- 16.02.06** Определение рациональных параметров рабочих органов новой установки штапелирования льняного волокна.  
*М.А. Чернышов, аспирант, КГТУ.*
- 23.03.06** Развитие теории формирования и структуры ткани.  
*С.Г. Степанов, докторант, к.т.н., Ивановская государственная текстильная академия.*
- 20.04.06** Влияние динамики скальной системы на натяжение основы и ткани в заправке ткацкого станка.  
*О.А. Саввин, докторант, к.т.н., КГТУ.*
- 18.05.06** Влияние технологической оснастки на изменение свойств нитей в процессе ткачества.  
*Е.К. Сысоева, ассистент, КГТУ.*
- 22.06.06** Направления автоматизации ткацкого станка.  
*В.В. Романов, к.т.н., КГТУ.*
- 21.09.06** Совершенствование методов и средств для испытания нитей на нерегулярное нагружение.  
*Т.А. Кузина, аспирант, КГТУ.*
- 19.10.06** Исследование процесса подготовки слоя стебля льна на слоеформирующих и льняных машинах.  
*С.Е. Маянский, к.т.н., КГТУ.*
- 23.11.06** Теория, технология и принципы моделирования процесса взаимодействия основной нити с элементами технологической оснастки ткацкого станка.  
*Л.А. Секованова, докторант, к.т.н., КГТУ.*
- 21.12.06** Совершенствование механической технологии очистки длинного льняного волокна.  
*Э.В. Новиков, к.т.н., КГТУ.*

Руководитель семинара д.т.н., профессор Г.К. Кузнецов

**ИНФОРМАЦИЯ**  
**о работе семинара по научным проблемам материаловедения**  
**производств текстильной и легкой промышленности**  
 за 2006/07 учебный год

- 07.09.06** Разработка методов оценки и прогнозирование жесткости и упругости льняных тканей при изгибе.  
*Д.А. Козловский*
- 05.10.06** Усовершенствованная методика оценки раздвигаемости нитей в швах.  
*Т.А. Колмогорова*
- 09.11.06** Разработка метода использования некондиционного меха при производстве трикотажных и текстильных полотен.  
*Е.В. Дмитриева*
- 07.12.06** Совершенствование организационного взаимодействия субъектов и объектов в человеко-машинных системах швейного производства.  
*Е.А. Родионова*
- 11.01.07** Разработка метода и системы для испытания текстильных нитей при нерегулярных нагружениях.  
*Т.А. Кузина*

- 01.02.07** Повышение организационно-технологической надежности технологической оснастки, как фактор снижения рисков в швейном производстве.  
*А.А.Коврижных*
- 06.03.07** Разработка метода оценки, исследование и прогнозирование льняных тканей к сдвигу.  
*Л.В. Морилова*
- 12.04.07** Новые методики преподавания дисциплин спец. «Товароведение и экспертиза товаров». Современные методы обучения.  
*Ж.Ю.Койтова*
- 10.05.07** Разработка методов оценки и прогнозирование качества швов в одежде из льняных тканей.  
*Т.А. Колмогорова*
- 04.06.07** Разработка метода и прогнозирование складкообразования в материалах для швейных изделий.  
*О.В. Иванова*

Руководитель семинара д.т.н., профессор Н.А.Смирнова

**ИНФОРМАЦИЯ**  
**о работе Общероссийского научного семинара**  
**"Технология текстильных материалов"**  
за 2006/2007 учебный год

- 26.10.06** Исследование свойств неотрепаного волокна и их изменение в процессе его обработки.  
*С.В.Бойко, доцент кафедры ТМиСМ*
- 27.12.06** Совершенствование технологии получения льняной ровницы мокрым бескруточным способом.  
*Е.С. Кириллова, аспирант кафедры ТМиСМ*
- 25.01.07** Опаливание при перематывании нитей.  
*А.Г. Безденежных, гл. спец. по програм. обес. ООО «Костр. СКБТМ»*
- 22.02.07** Бесконтактный структурный анализ пестротканей, выработанных главными и мелкоузорчатыми переплетениями.  
*А.А. Музалевская, аспирант кафедры ткачества*
- 29.03.07** Технология и особенности проектирования трехмерных профильных тканей.  
*В.Ю. Селиверстов, доцент кафедры ткачества*
- 7.06.07** Исследование работы привода 2-х местного прядильного модуля.  
*Н.И. Филатова, ст. преп. кафедры ДМиПТУ*

Руководитель семинара д.т.н., профессор А.П.Соркин

---

## *СОДЕРЖАНИЕ*

---

Развитие научных исследований в Костромском государственном технологическом университете

В.Н.Кротов, Р.В.Корабельников, Л.А.Тихомиров ..... 3

### **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Оптимальные параметры структурной неровноты чистольняной пряжи

Е.А. Пестовская, А.Н. Иванов

OPTIMAL PARAMETERS OF PURE LINEN YARN STRUCTURE IRREGULARITY

E.A. Pestovskaya, A.N. Ivanov ..... 8

О частотной характеристике тензодатчиков, используемых при исследовании процесса трепания

В.А.Дьячков, В.В.Коновалов, Д.В.Иванюк

ABOUT FREQUENCY TRANSDUCER CHARACTERISTIC USING FOR SCUTCHING PROCESS RESEARCH

V.A. Dyachkov, V.V. Kononov, D.V. Ivanyuk ..... 13

Распределение обрывности основных нитей по ширине заправки ткацкого станка

А.Б.Брут-Бруляко, М.С.Богатырева, М.Н.Ерохова

WARP BREAKAGE DISTRIBUTION ALONG LOOM FILLING WIDTH

A.B.Brut-Brulyako, M.S.Bogatyryova, M.N.Erokhova ..... 16

Причины повреждения волокна в трясильных машинах с нижним гребенным полем

И.А.Ширшов

FIBRE DAMAGE REASONS IN JOILTING MACHINES WITH LOWER COMB FIELD

I.A.Shirshov ..... 19

Совершенствование методики определения качества льняной тресты на льнице

И.А.Румянцева, А.Е.Виноградова, Е.Л.Пашин

METHOD PERFECTION OF FLAX STOCK SAMPLE SELECTION UPON FLAXLINE DURING ITS PROPERTY DEFINITION

I.V. Rumyantzeva, A.I. Vinogradova, E.L. Pashin ..... 21

Особенности подготовки короткоштапельного льняного волокна к утонению и очистке от сорных примесей по новому способу

С.Н.Вихарев, А.Р.Корабельников, Р.В.Корабельников

SHORT STAPLE FIBRE PREPARATION PECULIARITIES TO THINNING AND LITTER IMPURITY CLEARANCE BY NEW METHOD

S.N. Vikharev, A.R. Korabelnikov, R.V. Korabelnikov ..... 24

Обоснование метода автоматизированного прогнозирования технологической ценности льна

Н.М.Федосова, В.А.Болонкин

METHOD BASIS OF FLAX TECHNOLOGICAL VALUE AUTOMATIC FORECAST

N.M. Fedosova, V.A. Bolonkin ..... 26



Ферментативно-механическая обработка льняной ткани как способ интенсификации процесса крашения

А.В.Чешкова, Н.В.Груздева, А.В.Кириенко, Л.Н.Монахова  
LINEN FABRIC FERMENT-MECHANICAL PROCESSING AS DYING PROCESS  
INTENSIFICATION METHOD

A.V. Cheshkova, N.V. Gruzdeva, A.V. Kirienko, L.N. Monakhova ..... 29

Влияние сил поверхностного натяжения на скольжение нити по цилиндру

П.Н.Рудовский, С.Смирнова  
SURFACE TENSION FORCE INFLUENCE UPON THREAD SLIDING ALONG CYLINDER

P.N. Rudovsky, S.G. Smirnova ..... 32

Переходная характеристика бункерного питателя с применением системы автоматического регулирования

Н.С.Кузнецова  
BIN FEEDER CONVERSION CHARACTERISTIC WITH AUTOMATIC  
REGULATION SYSTEM ADAPTATION

N.S. Kuznetzova ..... 34

Критерии рациональности структуры ткани

Г.Г.Сокова, С.И.Каргина  
FABRIC STRUCTURE RATIONALISM CRITERIA

G.G. Sokova, S.I. Kargina ..... 35

## **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

К вопросу о классификации натуральной кожи

А.П. Красавчикова, Е.А. Ветошкина  
TO PROBLEM ABOUT LEATHER CLASSIFICATION

A.P. Krassavchikova, E.A. Vetoshkina ..... 38

Разработка методики прогнозирования изменений линейных размеров (ИЛР) материалов для одежды

Л.В.Морилова  
MATERIAL LINEAR DIMENSION CHANGE FORECAST METHOD DEVELOPMENT FOR CLOTHES

L.V. Morilova ..... 41

## **ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ**

Исследование шероховатости поверхностей деталей батанного механизма станка СТБ

В.А.Гусев, В.А.Данилов, А.Н.Нестеров, Д.М.Цветков  
MICROGEOMETRY RESEARCH OF STB MACHINE SLAY DEVICE ELEMENTS

V.A. Gushev, V.A. Danilov, A.N. Nesterov, D.M. Tsvetkov ..... 43

Исследование условий размота ровницы в зоне питания высокоскоростной прядильной машины

Н.И.Филатова, А.А.Телицын, А.С.Сорокин  
ROVING REELING-OUT CONDITION RESEARCH IN HIGH-SPEED SPINNING FRAME FEED ZONE

N.I.Filatova, A.A. Telitzin, A.S. Sorokin ..... 46

Модернизация и расчет привода ножевых рам жаккардовой машины В. М.Журавков, Ю. Н.Дигунова MODERNIZATION AND ANALISYS OF JACQUARD LOOM KNIFE FRAME DRIVE V.M. Zhuravkov, Yu.N. Digunova .....	50
Влияние биений рифлей нижнего валка на амплитуду колебаний верхнего валка мяльной пары С.Е.Маянский BOTTOM ROLL RIFFLE WOBBLING INFLUENCE UPON BREAKER PAIR TOP-ROLL VIBRATION AMPLITUDE S.E. Mayansky .....	55
Предложения по модернизации конструкции машины для трепания льна Д.А. Волков, С.В. Бойко SUGGESTIONS ON FLAX SPREADING MACHINE CONSTRUCTION MODERNIZATION D.A. Volkov, S.V.Boyko .....	57
К вопросу об оценке натяжения ленты в вытяжном приборе Е.С. Кириллова, Е.П.Погонщикова TO PROBLEM OF TENSION BELT ESTIMATION IN DRAWING MECHANISM E.S. Kirillova, E.P.Pogonshchikova .....	59
Экологические аспекты совершенствования очистителя волокнистых материалов А.А. Хожиев FIBRE MATERIAL CLEANER IMPROVEMENT ECOLOGY ASPECTS A.A. Hozhiev .....	61
Методика силового расчета механизма нагружения нажимных валиков прядильных машин мокрого прядения В.В.Смельский, Ф.И. Груздев, А.А. Моденов, Н.А.Козырева WET SPINNING FRAME PRESS ROLL LOAD DEVICE FORCE ANALYSIS PROCEDURE V.V.Smelsky, F.I.Gruzdev, A.A.Modenov, N.A.Kozyreva .....	63
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ИДЕНТИФИЦИРОВАТЬ ЖГУТОВУЮ НАМОТКУ ПО ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАКОВКИ Л.Ю.Киприна INDICATION IDENTIFICATION PERMITTING BRAID REELING-UP IDENTIFICATION UPON PLOT MODEL PACKAGE L.Yu. Kiprina .....	66
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ</b>	
Разработка обобщенного алгоритма поиска оптимального варианта последовательности изготовления элементов деталей на многоцелевых станках А.И.Назаров, М.А.Тихомиров DEVELOPMENT OF DETAIL UNIT PRODUCTION SEQUENCE OPTIMAL VARIANT GENERALIZED ALGORITHM SEARCH ON MULTI-AIMED MACHINES A.I. Nazarov, M.A.Tihomirov .....	69

Моделирование и системный анализ процесса стружкообразования при резании пластичных материалов инструментом с СМП

С.В. Михайлов, Д.С. Скворцов, А.П. Олейник

MODELLING AND SYSTEMATIC ANALYSIS OF CHIP FORMATION PROCESS DURING MATERIAL CUTTING BY SMP INSTRUMENTS

S.V.Mikhaylov, D.S.Skvortsov, A.P.Oleynik .....73

Совершенствование технологических процессов механической обработки деталей поршневой группы двигателей внутреннего сгорания

И.И. Фейман, М.А. Померанцев

TECHNOLOGICAL PROCESS PERFECTION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE PISTON GROUP UNIT MECHANICAL WORKING

I.I. Feyman, M.A.Pomerantsev .....76

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Анализ системы управления натяжением ровницы с использованием датчика контроля его уровня

А.П. Соркин, А.А. Задвижкин

ANALYSIS OF ROVING TENSION SYSTEM CONTROL BY ITS LEVEL CONTROL SENSOR USING

A.P.Sorkin, A.A.Zadvizhkin .....78

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

Формирование компонентов продукта машиностроительного производства

В.А. Садов

MACHINEBUILDING PRODUCTION PRODUCT ELEMENTS FORMATION

V.A.Sadov .....81

Управление запасами в условиях сезонного поступления сырья (на примере производства фанеры)

Л.Г. Фокина

STORES CONTROL UNDER RAW SEASON RECEIPY (AS PLY MANUFACTURE EXAMPLE)

L.G.Fokina .....85

Определение размеров рабочего места

Г.К.Букалов, В.Г.Никитин, Д.А.Хмелев, Ю.П.Винс

POSITION SIZE TEST

G.K.Bukalov , V.G.Nikitin, D.A.Hmelev, Yu.P. Vins .....88

Оценка прогностических возможностей статистических методов определения суточного потребления электроэнергии в масштабе региональной сетевой компании

М.А. Мормылёв

ESTIMATION OF ELECTRIC POWER TWENTY –FOUR HOURS DEMAND TEST STATISTIC METHOD FORECAST POSSIBILITIES IN REGION NETWORK COMPANY SCALE

M.A.Mormulev .....91

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Принципы организации асимметричных распределённых вычислительных систем  
для решения задач сверхбольшой вычислительной сложности

М.Ю. Балабанов, А.Р. Денисов

ASYMMETRIC DISTRIBUTION COMPUTER SYSTEM ORGANIZATION  
PRINCIPLES FOR EXTRALARGE COMPUTER COMPLEXITY PROBLEM SOLVING

M.Y. Balabanov, A.R. Denissov ..... 95

Система проектирования базы данных на основе объектно-ориентированных технологий

Р.А. Набатов, В.Н. Шведенко

SYSTEM OF BASIC DATA DESIGN ON INSTALLATION-ORIENT TECHNOLOGY BASIS

R.A. Nabatov, V.N. Shvedenko ..... 97

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Влияние макроструктуры клееного бруса на его теплопроводность

А.А. Титунин, К.В. Сироткина, В.П. Чулков

GLUE CANT MACROSTRUCTURE EFFECT UPON HEAT CONDUCTION PARAMETERS

A.A. Titunin, K.V. Sirotkina, V.P. Chulkov ..... 103

Экспериментальное обоснование расхода карбамидоформальдегидного связующего  
при производстве костроплит

С.А. Угрюмов

CARBIDE FORMALDEHYDY BINDER CONSUMPTION SAMPLING DURING SHAVING  
BOARD MANUFACTURE

S.A. Ugrumov ..... 105

Результаты проведения рубок ухода в березовых лесах Костромской области

М. Б. Таланов

RESULTS OF KOSTROMA BIRCH FOREST CARE FELLING CONDUCTS

M.B. Talanov ..... 107

Новый ресурсосберегающий способ послойного получения фанеры

Л.А. Тихомиров

ABOUT VENEER METHOD OF PLYWOOD GETTING

L.A. Tihomirov ..... 110

Повышение огнестойкости древесностружечных плит

Т.Н. Вахнина

WOODPARTICLE BOARD FIRE RESISTANCE INCREASE

T.N. Vahnina ..... 113

Оценка стойкости склеивания деревянных клееных конструкций (ДКК)

Т.В. Шереметьева

ESTIMATION OF GLUE WOOD CONSTRUCTION ADHESIVE JOINT RESISTANCE

T.V. Sheremetyeva ..... 115

**ДИЗАЙН**

Архитектура информационной системы дизайн-проектирования

О.И. Денисова

INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE FOR HEURISTIC AIDED DESIGN

O.I. Denissova ..... 118

Исторические и современные аспекты взаимосвязи ремесленного и дизайнерского предметосозидания

Ю.А. Костюкова

HISTORICAL AND MODERN INTERRELATION ASPECTS OF HANDCRAFT AND DESIGN SUBJECT CREATION

Yu.A. Kostyukova ..... 120

**ПРОМЭКОЛОГИЯ**

Анализ энергетических характеристик двигателя внутреннего сгорания при использовании в качестве топлива бензина и сжиженного углеводородного газа

В.М.Каравайков, Н.Р.Подкопаева, С.В.Гаркушина

INTERNAL COMBUSTION ENGINE ENERGY CHARACTERISTIC ANALYSIS UNDER FUEL USING OF PETROL AND LIQUEFACTION HYDROCARBON GAS

V.M. Karavaykov, N.R. Podkopaeva, S.V. Garkushina ..... 123

Твердые бытовые отходы - реальная опасность для окружающей среды и здоровья человека

В.Б. Соколов, И.В. Попов

HARD DOMESTIC GARBAGE IS REAL DANGER FOR ENVIRONMENT AND MAN HEALTH

V.B. Sokolov, I.V. Popov ..... 126

Нормирование выбросов в атмосферу в производстве силикатного кирпича для ОАО «Костромской силикатный завод»

Е.З.Видзон, Е.А.Макшанчикова

EFFLUENT NORMALIZATION IN AIR DURING LIME-AND-SAND BRICK MANUFACTURE FOR LMTD COMPANY "KOSTROMA LIME-AND-SAND PLANT"

E.Z.Vidzon, E.A.Makshanchikova ..... 129

Прогнозирование пожарной обстановки на территории Костромской области

И.В.Сусоева, В.И.Пантелеев

FIRE SITUATION FORECASTING ON KOSTROMA REGION TERRITORY

Yu.V. Sussoeva V.I. Pantelev ..... 131

Резервирование как метод повышения устойчивости технической системы к воздействию чрезвычайных ситуаций

А.С.Летунов

REDUNDANCY AS METHOD OF TECHNICAL SYSTEM STABILITY RISE TO EXTREME CONDITION INFLUENCE

A.S. Letunov ..... 132

**ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

Повышение качества образования – пожелания и потребности

М.В.Киселева, В.М.Репин

EDUCATION QUALITY RISE – WISHES AND DEMANDS

M.V.Kisseleva, V.M. Repin .....135

К вопросу о количественной оценке качества подготовки специалистов в вузе

Т.В.Антонова, С.А.Садовникова, В.М.Шорох

ON QUALIMETRIC SYSTEM OF PERFORMANCE ASSESSMENT

T.V.Antonova, S.A.Sadovnikova, V.M.Shorokh .....139

Информация о работе Всероссийского семинара по текстильному машиноведению

(Костромской филиал семинара по ТММ РАН) за 2006 год.....142

Информация о работе семинара по научным проблемам материаловедения

производств текстильной и легкой промышленности за 2006/2007 учебный год.....142

Информация о работе Общероссийского научного семинара

"Технология текстильных материалов" за 2006/2007 учебный год.....143

## 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 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. **Электронный носитель не должен содержать 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 статьи 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 предоставить 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 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. Бурнашева [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. Электронный носитель необходимо проверить на исправность и отсутствие 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.*

Редакционно-издательский отдел КГТУ (к. 225)

Научное издание

**ВЕСТНИК  
КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**№ 15**

*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 8.10.07. Формат бумаги 60×84 1/8.  
Печать трафаретная. Печ. л. 18,875. Заказ 696. Тираж 450. (1 з. 100)

Редакционно-издательский отдел  
Костромского государственного технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17  
Т. 57-82-68      Е-mail: [rio@kstu.edu.ru](mailto:rio@kstu.edu.ru)

ISBN 5 - 8285 - 0353 - 7

