

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
"ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ"

## **В Е С Т Н И К**

УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**П Я Т Н А Д Ц А Т Ы Й   В Ы П У С К**

**ВИТЕБСК**  
**2008**

Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Пятнадцатый выпуск / УО «ВГТУ». – Витебск, 2008. – 230 с.

ISBN 978-985-481-128-4

**Главный редактор** д.т.н., профессор **Башметов В.С.**

**Редакционная коллегия:**

**зам. главного редактора** д.т.н., профессор проректор по научной работе **Пятов В.В.**

**ответственный секретарь** д.т.н., доцент Рыклин Д.Б.

**секретарь** вед. инженер НИСа Скробова А.С.

<b>члены ред. коллегии</b>	д.т.н., профессор Башметов В.С. (ВГТУ)	к.т.н., директор Муха П.И. (РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»)
	д.э.н., профессор Богдан Н.И. (БГЭУ)	д.э.н., профессор Нехорошева Л.Н. (БГЭУ)
	д.э.н., профессор Ванкевич Е.В. (ВГТУ)	д.т.н., профессор Николаев С.Д. (МГУТД)
	д.т.н., профессор Горбачик В.Е. (ВГТУ)	к.т.н., профессор Ольшанский В.И. (ВГТУ)
	д.т.н., профессор Жарский И.М. (БГТУ)	д.т.н., профессор Пантелеенко Ф.И. (БНТУ)
	к.т.н., доцент Касаева Т.В. (ВГТУ)	к.х.н. доцент Платонов А.П. (ВГТУ)
	д.т.н., профессор Клименков С.С. (ВГТУ)	к.э.н., доцент Прокофьева Н.Л. (ВГТУ)
	д.т.н., профессор Ковчур С.Г. (ВГТУ)	д.т.н., профессор Пятов В.В. (ВГТУ)
	д.т.н., профессор Коган А.Г. (ВГТУ)	д.т.н., профессор Рубаник В.В. (ВГТУ)
	д.ф.-м.н., профессор Корниенко А.А. (ВГТУ)	д.т.н., доцент Рыклин Д.Б. (ВГТУ)
	д.т.н., доцент Кузнецов А.А. (ВГТУ)	д.т.н., профессор Садовский В.В. (БГЭУ)
	академик НАН РБ Лиштван И.И.	д.т.н., профессор Сторожев В.В. (МГУТД)
	д.т.н., профессор Локтионов А.В. (ВГТУ)	д.т.н., профессор Сункуев Б.С. (ВГТУ)
	д.с.н., профессор Меньшиков В.В. (Даугавпилский университет, Латвия)	

Тексты набраны с авторских оригиналов

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72., тел. 8-0212-27-90-40

Лицензия № 02330/0133005 от 1.04.2004 г.

ISBN 978-985-481-128-4

УО "Витебский государственный технологический университет", 2008

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<b>ВЫСОКОРАСТЯЖИМАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ПРЯЖА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ</b>	
<i>А.С. Дягилев</i> .....	7
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ КОЖ МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ</b>	
<i>В.К. Смелков, Г.Н. Солтовец</i> .....	12
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ</b>	
<i>Е.В. Силкин, Г.В. Казарновская</i> .....	17
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЛАСООБРАЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ</b>	
<i>М.А. Шайдоров, Ю.А. Букин</i> .....	22
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ</b>	
<i>Е.Г. Замостоцкий</i> .....	26
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УНИФИКАЦИИ РЕЖИМОВ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<i>Н.Н. Бодяло, Н.П. Гарская, Р.Н. Филимоненкова</i> .....	31
<b>СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	
<i>Н.Л. Шелепова, К.Н. Ринейский, М.Л. Кукушкин</i> .....	35
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПОТОКАМИ СЖАТОГО ВОЗДУХА</b>	
<i>Е.В. Чукасова-Ильющкина, Н.Н. Ясинская, В.И. Ольшанский</i> .....	39
<b>ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫШИВАЛЬНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ</b>	
<i>Ю.В.Новиков, Б.С.Сункуев</i> .....	43
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГРЕБНЕЧЕСАНИЯ ЛЬНЯНЫХ И ЛЬНОПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ЛЕНТ</b>	
<i>С.С. Гришанова</i> .....	47
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПРЕРЫВИСТОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ С ВНЕШНИМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ КОЛЕС</b>	
<i>А.Г. Семин, А.М. Тимофеев, А.В. Локтионов</i> .....	52
<b>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕЛАНЖЕВОГО ЭФФЕКТА</b>	
<i>А.Г. Романовский, Д.Б. Рыклин, В.В. Яковлев</i> .....	56
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТА ПОСТОЯННОГО ТОКА, ИСПОЛЪЗУЕМОГО В ПРИВОДЕ МЕХАНИЗМА НОЖА ПЕТЕЛЬНОГО ПОЛУАВТОМАТА</b>	
<i>Т.В. Буевич, К.И. Архипенко</i> .....	61
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВОШИПНО-КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА С ДЕЗАКСИАЛЬНОЙ КУЛИСОЙ</b>	
<i>А.Г. Семин, В.В. Слюборов, Е.В. Пароминский</i> .....	65
<b>СНЯТИЕ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА С ПОВЕРХНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ НАСТЕННЫХ ПОКРЫТИЙ</b>	
<i>И.Н. Калиновская</i> .....	69

<b>ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b>	
<i>М.Л. Кукушкин, С.В. Бардеева, А.С. Мясоедова</i> .....	73
<b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ УСИЛИЙ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<i>С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков</i> .....	76
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<i>Е.Л. Кулаженко, А.Г. Коган</i> .....	81
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ КЛЕЕВОГО СОСТАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТКАНОЙ ОСНОВЕ</b>	
<i>Е.Л. Кулаженко</i> .....	83
<b>РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА КОМБИНИРОВАННЫХ ПРЯЖ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ</b>	
<i>Р.В. Киселев</i> .....	86
<b>РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ОПОРЫ МЕХАНИЗМА НИТЕПРЯГИВАТЕЛЯ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ</b>	
<i>С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, Н.В. Белова</i> .....	90
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ХЛОПКОХИМИЧЕСКОЙ ПРЯЖИ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ</b>	
<i>С.С. Медвецкий, О.М. Катович</i> .....	95
<b>ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕМКОСТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКОН</b>	
<i>Д.Б. Рыклин, О.В. Звёздочкина, К.Н. Ринейский</i> .....	99
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОГО ФАЛЬЦЕВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<i>Д.В. Корнеенко, Б.С. Сункуев</i> .....	102
<b>ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТОП ЖЕНЩИН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>	
<i>В.Е. Горбачик, А.Л. Ковалев, А.И. Линник, С.В. Смелкова</i> .....	106
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗКИ И НАТЯЖЕНИЯ ПРИ БАЛЛОНИРОВАНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ НИТИ</b>	
<i>Е.Г. Замостоцкий, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган</i> .....	110
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ К АНАЛИЗУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b>	
<i>А.А. Науменко</i> .....	116

## **МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ**

<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРАХ ПИРОЭЛЕКТРИК - ЖИДКИЙ КРИСТАЛЛ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ</b>	
<i>В.Н. Шут, А.В. Гаврилов, В.Л. Трубловский</i> .....	122
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИЗАЙНЕРСКИХ РАЗРАБОТОК НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ВИТЕБСКА</b>	
<i>Е.В. Белов</i> .....	126
<b>МЕТОД РАСЧЕТА КРИВОЙ СКОРОСТИ СУШКИ</b>	
<i>Е.Ф. Макаренко, А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский</i> .....	130
<b>СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ НЕКРУГОВОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ВЯЗКОУПРУГИХ СЛОЕВ</b>	
<i>Е.А. Корчевская</i> .....	134

<b>ФОРМИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ОБЪЕКТАХ С ГАЛТЕЛЬНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ</b>	
<i>А.Р. Баяев, М.В. Асадчая, К.А. Филиппов</i> .....	139

## **ЭКОНОМИКА**

<b>СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РОЛИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ДОХОДОВ БЮДЖЕТА</b>	
<i>В.А. Губик</i> .....	148
<b>АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНКУРЕНЦИИ</b>	
<i>Л.А. Платонова</i> .....	152
<b>ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА И ОЦЕНКИ ЗАТРАТ В НЕЗАВЕРШЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	
<i>М.В. Линник</i> .....	157
<b>КУЛЬТУРА ТОРГОВЛИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ</b>	
<i>В.В. Квасникова</i> .....	162
<b>ИНОСТРАННЫЕ ИНВЕСТИЦИИ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>	
<i>В.К. Егорова, В.С. Соловьёва, Е.Е. Витрук</i> .....	168
<b>НОВАЯ ЭКОНОМИКА – ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕХОДА ТРАНЗИТИВНЫХ СТРАН К СТРАТЕГИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ</b>	
<i>Г.А. Шмарловская</i> .....	172
<b>ПРОБЛЕМЫ СОГЛАСОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА ТРУДА И РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ)</b>	
<i>Е.Н. Коробова</i> .....	177

## **ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

<b>ВОЗДЕЙСТВИЕ АВАРИЙ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ РЕГИОНА</b>	
<i>А.Г. Кульбей</i> .....	183
<b>РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ</b>	
<i>В.Е. Савенок</i> .....	186
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА</b>	
<i>А.А. Трутнёв, А.В. Гречаников, С.Г. Ковчур, А.П. Платонов</i> .....	189
<b>ЗАЩИТНО–ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА, КАУЧУКА И БИТУМА</b>	
<i>Г.Я. Мусафирова</i> .....	194
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ВИНТОВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯХ</b>	
<i>А.А. Ходьков, С.С. Клименков, И.А. Тимонов, Е.Т. Тимонова</i> .....	198
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ БЕЛЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b>	
<i>Т.А. Рапацевич, С.Г. Ковчур</i> .....	202

## **МАТЕМАТИКА**

### **ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

*Е.Г. Садовников* ..... 206

## **ИНФОРМАТИКА**

### **О МЕСТЕ САЙТА КАФЕДРЫ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ**

*С.П. Кунцевич* ..... 210

**РЕФЕРАТЫ**..... 214

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**..... 223

## ВЫСОКОРАСТЯЖИМАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ПРЯЖА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ

*А.С. Дягилев*

Улучшение потребительских свойств текстильных материалов с помощью эластичных нитей способствует повышению интереса к эластомерным нитям. Мировые мощности по производству эластомерных нитей неуклонно растут. Так, по данным *PCI – Fibres & Materials*, мировое производство эластомерных нитей в 2000 году составляло 199 тысяч тон, а в 2005 г. - 272 тысячи тон. Однако использование чистых эластомерных нитей в ткачестве на существующих станках невозможно, поэтому используют эластичные нити с покрытием (комбинированные нити). Внешне материалы с эластичными нитями не отличаются от материалов из хлопчатобумажных, шерстяных или смешанных пряж, содержащих полиэфирные или нейлоновые нити, однако обладают повышенной растяжимостью по основе или утку. Для покрытия эластомерных нитей могут использоваться пряжи из натуральных или химических волокон, полученные на кольцевой, прядильно-крутильной или пневмомеханической прядильной машине.

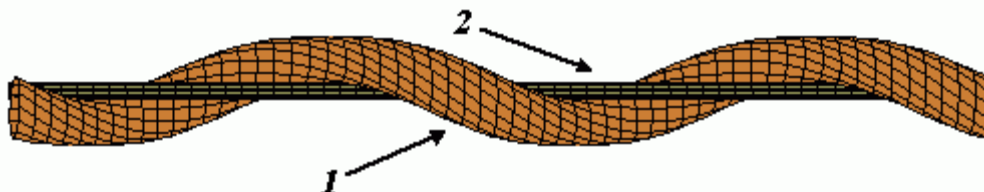


Рисунок 1 – Структура высокоэластичной комбинированной пряжи пневмомеханического способа формирования

Высокоэластичная комбинированная пряжа пневмомеханического способа прядения (рисунок 1) представляет собой эластичный сердечник 2, оплетенный пневмомеханической пряжей 1 [1].

В качестве эластичного сердечника используются полиуретановые нити торговых марок *Lycra*, *Dorlastan*, *Spandex* и др., которые производятся в США, Германии, Японии, Китае, России.

Высокоэластичные полиуретановые нити обладают рядом специфических ценных свойств. Например, при прочности 6 – 8 гс/текс (60 – 80 мН/текс) удлинение таких волокон может достигать 600 – 800%. Таким удлинением обладают только каучукоподобные материалы. Высокоэластичные полиуретановые нити имеют ряд существенных преимуществ перед резиновыми нитями. Основными преимуществами является более высокая прочность (в 2 – 3 раза); более высокая эластичность (в 2 – 3 раза); пониженная плотность (1,2 г/см<sup>3</sup> вместо 1,4 г/см<sup>3</sup>); более высокая устойчивость к истиранию; значительно более высокая устойчивость к многократным деформациям (в 10 – 20 раз).

Известны технологические процессы получения эластичных полиуретановых нитей способами сухого и мокрого прядения. В процессе получения эластичных полиуретановых нитей полимер растворяют в растворителе и полученный прядильный раствор, содержащий 15–30% полимера, пропускают через фильеры и формируют волокно сухим или мокрым способом. В процессе сухого прядения создается высокая температура (150–170 °С) для быстрого испарения растворителя. В процессе мокрого прядения сформированные волокна пропускают через ванну, содержащую водный раствор. Скорость формирования полиуретановой нити сухим способом составляет 500 – 700 м/мин против 40 – 80 м/мин мокрым

способом [3]. Одним из мировых лидеров по производству высокоэластичных нитей является подразделение Dorlastan фирмы Asahi Kasei, производящая высокоэластичные полиуретановые нити способом сухого прядения под торговой маркой Дорластан (Dorlastan) [4].

Химические нити марки Дорластан представляют собой комплексную химическую пряжу из «сегментированного полиуретана» (рисунок 2). Эластичные сегменты, состоящие из полиэстера, при комнатной температуре находятся в состоянии, близком к «жидкому», что гарантирует их высокую гибкость и обеспечивает высокую растяжимость Дорластана. Жесткие сегменты состоят из полиуретана, имеющего кристаллическую структуру, и внедрены в «жидкую» матрицу эластичных сегментов.

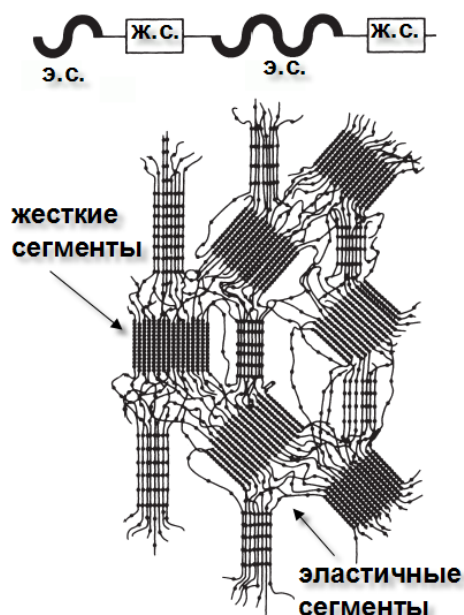


Рисунок 2 – Структура сегментированного полиуретана

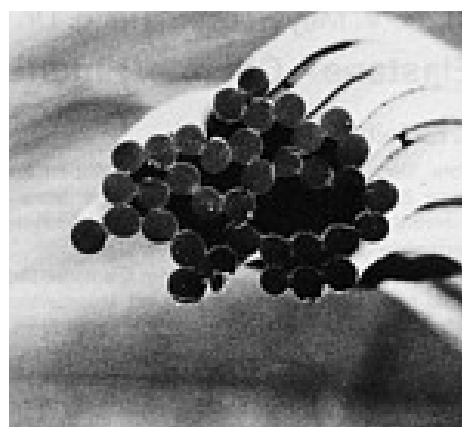


Рисунок 3 – Структура нити Дорластана

Такая молекулярная структура позволяет нити легко переносить многократные циклы растяжения под воздействием нагрузки и возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.

На рисунке 3 представлено поперечное сечение комплексной высокоэластичной нити фирмы **Bayer** линейной плотностью 480 dtex, состоящей из 36 отдельных волокон [4].

Форма кривых «растяжение – относительное удлинение» комплексных полиуретановых высокоэластичных нитей может иметь вид, представленный на рисунке 4. Эти кривые могут иметь не явно выраженный линейный участок, что обуславливается как структурой эластомерных нитей (они состоят из «сегментированного полиуретана»), так и тем, что элементарные нити, составляющие высокоэластичную нить (рисунок 3), перекручены между собой, и для нитей, находящихся на поверхности и уже имеющих начальную деформацию, и нитей, проходящих в центре комплексной пряжи и не имеющих деформации, сила для сообщения одинакового удлинения будет различна.



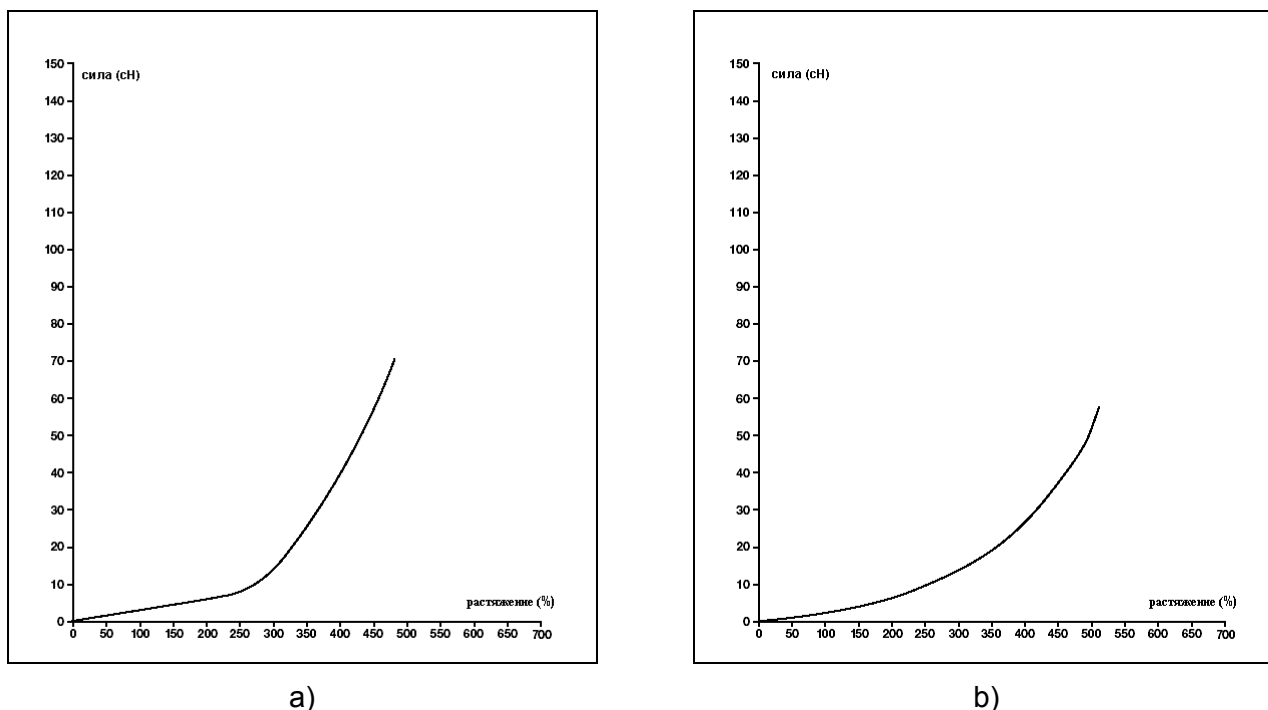


Рисунок 4 – Зависимость «растяжение – относительное удлинение» для:  
 а) Dorlastan V 500, 45 dtex;      б) Dorlastan V 850, 44dtex

При снятии растягивающей нагрузки эластомерный сердечник полностью восстанавливает свою первоначальную длину (в случае, если деформация не перешла предел необратимой), а обвивающие витки собираются в петли. Таким образом, рабочий участок для эластичного сердечника на кривых «растяжение – относительное удлинение» располагается на отрезке от начала координат до длины распрямленных витков оплетающей пневмомеханической пряжи.

Рабочий участок на кривых «растяжение – относительное удлинение» (рисунок 4) можно определить аналитически, используя для их описания математическую модель. Для описания этих кривых можно использовать полином вида (1):

$$\varepsilon = a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3 + a_4 p^4 + a_5 p^5, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – растяжение эластомерной нити;  $p$  – приложенная сила.

Для нахождения коэффициентов  $a$  полинома можно использовать формулу Ньютона или Лагранжа. В случае ярко выраженного линейного участка (рисунок 4 а) целесообразно использовать составные кривые и сплайны.

Оплетая нить представляет собой пневмомеханическую пряжу, получаемую на машинах БД-200 или ППМ 120. Пневмомеханическая пряжа отличается малой неровнотой (на 30 – 40% ниже, чем у пряжи кольцевого способа прядения), высокой стойкостью к истиранию, объемностью, стойкостью к многократному растяжению, но не высокой разрывной нагрузкой (на 15 – 25% ниже, чем у кольцевой пряжи).

На кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханическим способом прядения. Новый технологический процесс позволяет получать высокорастяжимую комбинированную пряжу на модернизированной пневмомеханической прядильной машине ППМ-120-АМ или БД-200. Технология была опробована в условиях ГРУПП «ГРОНИТЕКС» (г. Гродно) и внедрена в РУП «БПХО» (г. Барановичи).

Сущность модернизации машины заключается в подаче высокорастяжимой комплексной нити в рабочую зону прядильной камеры через специальный канал в

роторе прядильной камеры (рисунок 5). Коэффициент растяжения высокорастяжимой комплексной нити определяется отношением скорости ее подачи в прядильную камеру и скорости вывода комбинированной высокорастяжимой пряжи из прядильной камеры и может регулироваться при помощи устройства подачи эластомера в прядильную камеру [2]. Новый технологический процесс позволяет совмещать процесс формирования пневмомеханической пряжи с процессом оплетения эластомерного сердечника, что, принимая во внимание высокую скорость выпуска пряжи на пневмомеханической прядильной машине, позволяет добиться высокой производительности.

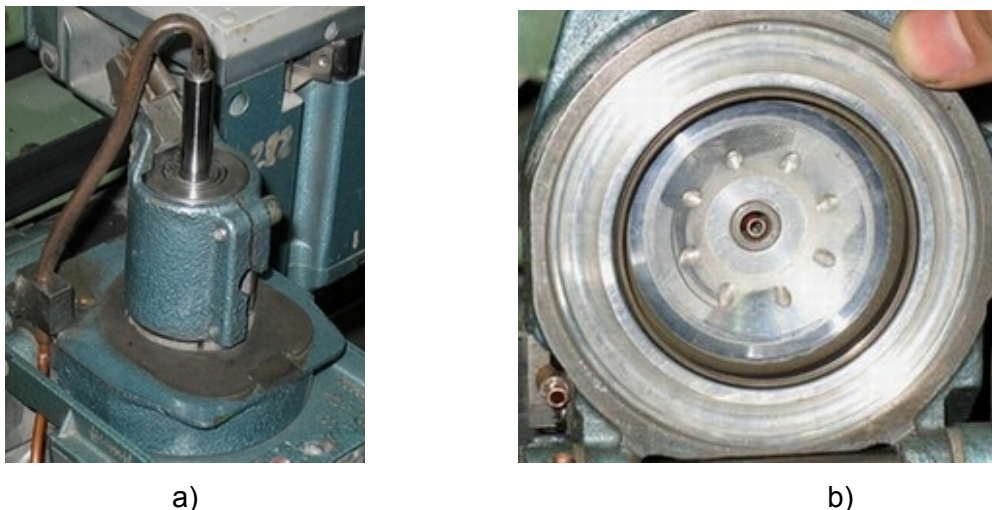


Рисунок 5 – Модернизированная пневмомеханическая прядильная камера:  
а) вид снаружи; б) вид изнутри

Линейная плотность пряжи, вырабатываемой на этих машинах, составляет 15 – 50 Текс. При выработке пряж с малой линейной плотностью необходимо использовать прядильные камеры с меньшим диаметром. Диаметр стандартных прядильных камер машины БД-200 может составлять 33 - 66 мм. Скорость выпуска пряжи до 100 м/мин. Диаметр получаемой паковки до 300 мм, при этом масса получаемой паковки ~2 кг.

На рисунке 6 представлена хлопковая высокорастяжимая пряжа пневмомеханического способа прядения, линейной плотностью **58 Текс**, крутка – 600 кр/м. Линейная плотность эластомерного сердечника – 8 текс, коэффициент растяжения эластомерного сердечника при формировании комбинированной пряжи – 2,5 раза.

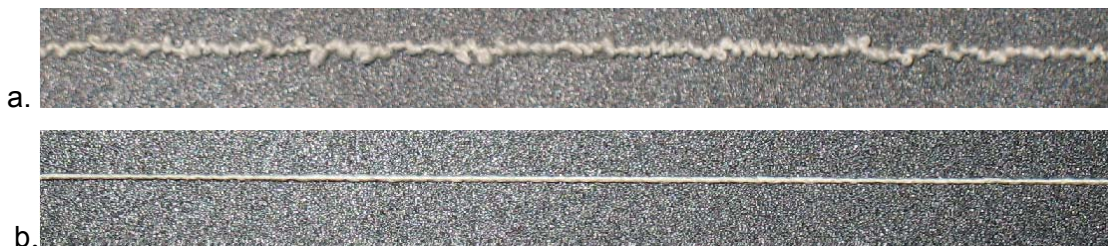


Рисунок 6 – Высокораствяжимая пряжа пневмомеханического способа прядения:  
а) в свободном состоянии; б) в натянутом состоянии

На рисунке 7 приведены зависимости линейной плотности и диаметра высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения от крутки.

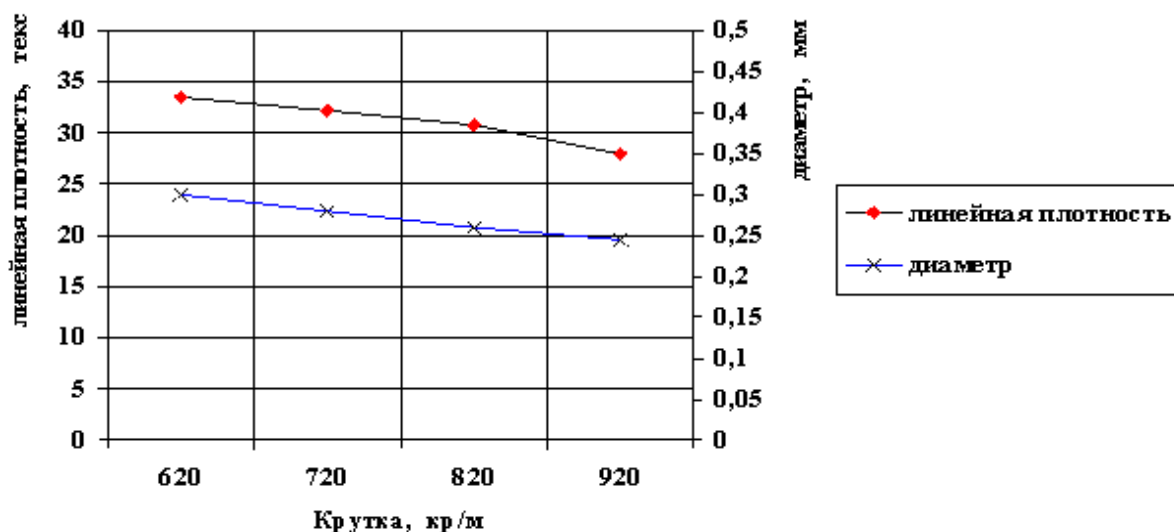


Рисунок 7 – Зависимость линейной плотности и диаметра высокоэластичной пряжи пневмомеханического способа прядения от крутки

Высокоэластичная комбинированная пряжа пневмомеханического способа прядения используется при изготовлении спортивной одежды, нижнего белья и т.д., там, где нужно обеспечить хорошую облегаемость и высокие гигиенические свойства. Вложение эластичной составляющей в готовую пряжу, как правило, составляет 2 – 10% и определяется назначением ткани или трикотажа, в котором будет использоваться пряжа. В некоторых случаях, например, в купальных костюмах и одежде для активного отдыха удельное содержание эластомера составляет по массе 20 – 25%.

#### ВЫВОДЫ

Получен новый ассортимент комбинированных высокоэластичных пряж, отличающихся высокой объемностью, низкой круткой и малой неравноотой. Технологический процесс получения высокоэластичной комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения отличается сравнительно низкой себестоимостью за счет совмещения процесса формирования пневмомеханической пряжи с процессом оплетения эластомерного сердечника.

#### Список использованных источников

1. Дягилев А.С., Коган А.Г. Модель комбинированной высокоэластичной пряжи пневмомеханического способа прядения.// Вестник ВГТУ. – 2006. – № 11.
2. Дягилев А.С., Коган А.Г. Технологический процесс получения высокоэластичной комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения.// Вестник ВГТУ. – 2006. – № 12.
3. Роговин З.А. Основы химии и технологии химических волокон. – Москва: «Химия» 1974
4. Сайт «Asahi Kasei Fibers Corporation» [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.dorlastan.com/>

#### SUMMARY

The article deals with a new assortment of combined elastane yarn which is low twisted and bulked. The combined elastane yarn can be used in fabrics of various purpose to provide stretching and comfort while wearing.

A new technological process gives an opportunity to use modernized spinning machines ППМ-120-AM и BD-200 for producing a new assortment of the yarn.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ КОЖ МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*В.К. Смелков, Г.Н. Солтовец*

Не все детали верха обуви должны обладать одинаковой жесткостью, так в носочной части и в пяточной жесткость системы материалов увеличивается за счет применения подноски и задника. Модификация верха обуви в носочной и пяточной части производится с целью уменьшения толщины задника и подноски или полного их исключения из системы материалов, что приведет к облегчению обуви, удешевлению ее и к лучшему внешнему виду из-за отсутствия вылегания на лицевой стороне.

В качестве модификаторов выбирались водные растворы поливинилового спирта (ПВС) с содержанием щавелевой кислоты (Щ.К.). Этот выбор основан на предыдущих исследованиях, в которых данные модификаторы использовали применимо к обувным картонам, тканям, материалам для втачных стелек [1,2,3]. Эти исследования дали положительные результаты. Для модификации свойств кожи для верха обуви выбиралась оптимальная концентрация растворов, при которой обработанные образцы достигают желаемых показателей по жесткости, прочности и формоустойчивости. Было проверено действие на кожу пяти различных концентраций растворов ПВС со Щ.К. и выяснено, что наилучшим раствором для достижения поставленной цели является водный раствор, содержащий 4% ПВС + 7,5% Щ.К. от ПВС. Жесткость на приборе ПЖУ-12М после обработки этим раствором и дальнейшей сушки с термообработкой при 120<sup>0</sup>С в течение 15 с увеличилась в 3,2 раза, что выше, чем жесткость системы материалов: кожа + эластичный подносок, примерно, на 10% (рисунок 1). Проведенные испытания образцов кож на свойства при растяжении также показали преимущества выбранной концентрации модифицирующего раствора. По сравнению с необработанной кожей у образцов, пропитанных данным раствором, жесткость при растяжении увеличилась на 25%, предел прочности при растяжении – на 40%, модуль упругости – на 25% (таблица 1).

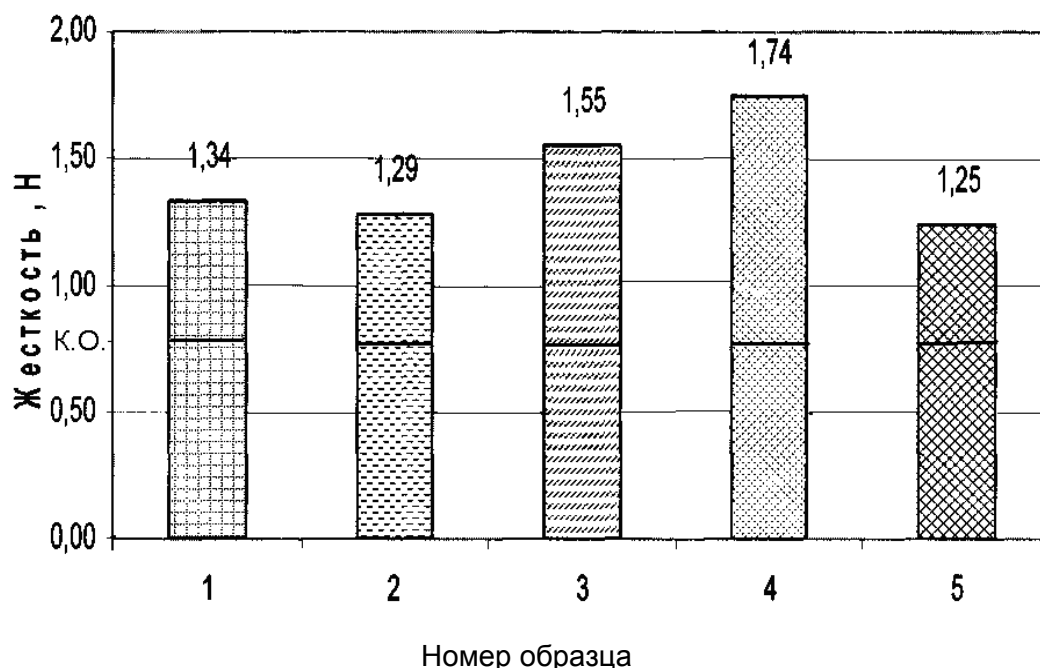


Рисунок 1 - Жесткость кож, обработанных модифицирующими растворами

Образцы, обработанные раствором:

- 1 – 6% ПВС + 2,5% Щ.К. от ПВС;
- 2 – 4% ПВС + 2,5% Щ.К. от ПВС;
- 3 – 4% ПВС + 5,0% Щ.К. от ПВС;
- 4 – 4% ПВС + 7,5% Щ.К. от ПВС;
- 5 – 2% ПВС + 2,5% Щ.К. от ПВС

Таблица 1 – Сравнительные показатели свойств кож при растяжении

№ образца	Вид пропитки	$\varepsilon_p$ , %	$\sigma_p$ , Н/мм <sup>2</sup>	$E_{усл}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$D_y$ , Н	$D$ , Н при изгибе
1.	без обработки	27	18,6	61,3	919,5	0,75
2.	6% ПВС +2,5% Щ.К. от ПВС	26	20,33	75,1	1126,5	1,34
3.	4% ПВС +2,5% Щ.К. от ПВС	27,6	21,66	73,5	1102,5	1,29
4.	4% ПВС +5,0% Щ.К. от ПВС	29	25,4	73,5	1202,5	1,55
5.	4% ПВС +7,5% Щ.К. от ПВС	30	24,8	75,1	1216,5	1,74
6.	2% ПВС +2,5% Щ.К. от ПВС	27	22,5	71,4	1071,0	1,25

С целью выяснения влияния концентрации и модификаторов на жесткость кож проведены дисперсионный и регрессионный анализы на ПЭВМ с использованием программы «Statistica for Windows». На приборе ПЖУ-12 получен ряд значений жесткости образцов из натуральной кожи при различной концентрации ПВС и Щ.К. (таблица 1). На основании полученных данных составляется матрица наблюдений (таблица 2).

Таблица 2 - Жесткость образцов при различной концентрации ПВС и щавелевой кислоты

	Концентрация ПВС, %	Концентрация щавелевой кислоты, %	Жесткость, Н
1	0	0	0,68
2	0	0	0,78
3	0	0	0,79
4	6	0,1	1,32
5	6	0,1	1,39
6	6	0,1	1,30
7	4	0,1	1,31
8	4	од	1,22
9	4	0,1	1,23
10	4	0,2	1,59
11	4	0,2	1,55
12	4	0,2	1,52
13	4	0,3	1,72
14	4	0,3	1,69
15	4	0,3	1,82
16	2	0,1	1,21
17	2	0,1	1,20
18	2	0,1	1,34

Для выполнения процедуры дисперсионного анализа в переключателе разделов «Statistics» выбирается раздел «ANOVA/MANOVA» (однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ). В появившемся окне «General ANOVA/MANOVA» требуется нажать «Variables» и определить зависимые и независимые переменные. Концентрации ПВС и Щ.К. - независимые «independent» переменные, а параметр «Жесткость» - зависимая «dependent» переменная. Далее нажимается «ОК». На появившемся окне «ANOVA results» необходимо нажать «All effects». Требуемые данные будут находиться в окне «Summary of all effects» в виде таблицы 3.

Таблица 3 - Влияние концентрации ПВС и щавелевой кислоты на жесткость натуральных кож

Факторы	Дисперсия (сумма квадратов) SS	Степень свободы данной дисперсии, df effect	Средняя дисперсия, MS	Критерий Фишера, F	Уровень значимости, P
Концентрация ПВС	0,0344	2	0,0172	5,05	0,16
Концентрация Щ.К.	0,3662	2	0,1831	15,99	0,000001
Неконтролируемые факторы	0,0406	12	0,0034	-	-

Полученные данные позволяют осуществить оценку степени влияния факторов на параметр «Жесткость». Дисперсия (сумма квадратов) для каждого фактора определяется перемножением числа степеней свободы данной дисперсии «df effect» на среднюю дисперсию «MS effect». Путем сложения дисперсий каждого фактора получим общую дисперсию, которая равна 0,4412. Выразив в процентах долю каждой дисперсии в общей дисперсии, получим значения, оценивающие степень влияния факторов на выходной параметр (таблица 4).

Таблица 4 - Значения, оценивающие степень влияния концентрации ПВС и щавелевой кислоты на жесткость натуральных кож

Факторы	Степень влияния, %
Концентрация ПВС	7,8
Концентрация щавелевой кислоты	83
Неконтролируемые факторы	9,2

Из таблицы 4 видно, что фактором, оказывающим наибольшее влияние на жесткость кож для верха, является концентрация щавелевой кислоты. Концентрация ПВС не оказывает значительного влияния на жесткость. Неконтролируемые факторы возникают из-за неоднородности кож по плотности, толщине и разной глубины проникновения модификатора. Адекватность модели проверяется по критерию Фишера F, сравнив для этого величину  $F_{расч}$ , взятую из таблицы 3, с  $F_{табл} = 19,41$ , взятым из таблицы значений Фишера при соответствующих числах степеней свободы  $\varphi_1=2$  и  $\varphi_2=12$  и выбранном уровне значимости  $p=5\%$ , которые рассчитываются по формулам (1) и (2) и выбранном уровне значимости  $p=5\%$ :

$$\varphi_1=N-n-1, \quad (1)$$

$$\varphi_2=N(n-1), \quad (2)$$

где N- общее число опытов, N=6 ;

n - число наблюдений в отдельном опыте, n=3.

Расчетный критерий Фишера определяется по формуле (3):

$$F_{расч} = \frac{MS_i}{MS_{неконтр.ф.}}, \quad (3)$$

где  $MS_i$  - средняя дисперсия контролируемых факторов,  
 $MS_{\text{неконтр.ф.}}$  - средняя дисперсия неконтролируемых факторов.

Поскольку  $F_{\text{табл}} > F_{\text{расч}}$ , то представленная модель эксперимента является адекватной. Уровень значимости  $p$  характеризует вероятность событий, условно принимаемых за невероятные, то есть чем ниже его величина, тем достовернее результат. Уровень значимости в 5% соответствует доверительной вероятности 95%. Из таблицы 3 видно, что концентрация Щ.К. является значимым фактором, так как  $p_{\text{расч}}=0,000001 < 0,05$ , а влияние концентрации ПВС является незначимым ( $p_{\text{расч}}=0,16 > 0,05$ ).

Анализируется зависимость выходного параметра «Жесткость» не только от различных факторов, но и от различных уровней одного фактора. Для этого требуется построить графики средних значений уровней фактора. Для этого на экране «ANOVA results» необходимо нажать «Means/Graphs». Зависимость будет представлена в виде линии, соединяющей средние значения жесткости при различной концентрации ПВС и различной концентрации Щ.К. Через средние значения для различной концентрации проходят отрезки, показывающие доверительный интервал вероятности, равный 95%. С увеличением концентрации ПВС от 2% до 6% жесткость натуральных кож повышается с 1,25Н до 1,34Н соответственно, однако это увеличение не значительно, поэтому с экономической точки зрения целесообразно применять 4% раствор поливинилового спирта. С увеличением концентрации Щ.К. от 0,1 до 0,3 % жесткость повышается с 1,29 до 1,74 Н. Поэтому в качестве модификатора для повышения жесткости кож для верха обуви целесообразно применять 4% водный раствор поливинилового спирта + 0,3% щавелевой кислоты. Для того, чтобы выбрать оптимальный состав модификатора, необходимо получить уравнение регрессии:

$$y = \varphi(x_1; x_2, \dots, x_n), \quad (4)$$

где  $y$  - параметр процесса, подлежащий оптимизации,  
 $x_1, x_2, \dots, x_n$  - контролируемые факторы.

Для двух факторов уравнение регрессии имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2, \quad (5)$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_{12}$  - коэффициенты, которые позволяют качественно оценить влияние факторов на параметр оптимизации. Если знак коэффициента положителен, то увеличение фактора  $x$  способствует росту критерия оптимизации, причем тем сильнее, чем больше величина  $b_i$ . Коэффициент  $b_{12}$  характеризует совместный вклад в исследуемый процесс факторов  $x_1$  и  $x_2$ . Для получения уравнения регрессии в переключателе разделов «Statistics» выбираем раздел «Multiple Regression». В появившемся окне требуется нажать «Variables» и определить зависимые и независимые переменные, используя значения таблицы 2. Концентрации ПВС и Щ.К. - независимые «independent» переменные, а параметр «Жесткость» - зависимая «dependent» переменная. Далее нажимаем «OK». На появившемся окне «Multiple Regression results» необходимо выбрать «Regression Summary». Требуемые данные будут находиться в окне «Regression Summary for Dependent Variable» в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Расчет коэффициентов регрессии

Факторы	Коэффициент B	Дисперсия коэффициента	t(12)	p-level
Свободный член	0,7829	0,0368	21,802	0,0000001
Концентрация ПВС	0,0481	0,0106	4,5268	0,000401
Концентрация Щ.К.	2,6333	0,2126	12,385	0,0000001

Коэффициенты регрессии рассчитываются по формулам (6) и (7):

$$b_0 = \frac{\sum_{m=1}^N y_m}{N}, \quad (6)$$

$$b_{1,2} = \frac{\sum_{m=1}^N x_{im} y_m}{N}, \quad (7)$$

где  $x_{im}$  –  $i$ -ое значение параметра,

$y$  – среднее значение выходного параметра.

Значимость коэффициента определяется путем сравнения расчетного и табличного значения критерия Стьюдента при соответствующем числе степеней свободы  $\varphi=12$  (формула 2) и выбранном 5%-ном уровне значимости. Расчетное значение критерия Стьюдента определяется по формуле (8):

$$t_{расч} = \frac{b_j}{S_{bj}}, \quad (8)$$

где  $S_{bj}$  - дисперсия коэффициента  $b$ .

Выполнение неравенства  $t_{табл} < t_{расч}$  - условие значимости коэффициента. Как видно из таблицы 5, все коэффициенты в уравнении регрессии, описывающем данный процесс, значимы. Значимость коэффициентов подтверждается значением критерия значимости  $p$ , который для всех коэффициентов значительно меньше 0,05.

Таким образом, подставив значения коэффициентов в уравнение регрессии (5), получим уравнение (9), которое является математической моделью процесса модификации кож для верха и связывает концентрацию ПВС и щавелевой кислоты с параметром оптимизации (жесткости):

$$Ж = 0,7829 + 0,0481K.ПВС. + 2,6333K.Щ.К, \quad (9)$$

где Ж- жесткость кожи, Н,

К.ПВС - концентрация ПВС,

К.Щ.К - концентрация щавелевой кислоты.

Из уравнения видно, что с повышением концентрации ПВС и Щ.К. жесткость кож для верха обуви повышается. Однако на основании дисперсионного анализа, проведенного выше, можно сделать вывод, что оптимальной концентрацией ПВС является 4%, а для Щ.К. - 0,3 % и выше.

#### Список использованных источников

1. Смелков, В. К. Теоретические основы модификации свойств материалов для обуви / В. К. Смелков, Г. Н. Солтовец // Актуальные проблемы науки, техники и экономики производства изделий из кожи : сборник статей международной научной конференции / УО «ВГТУ» Витебск, 2004. - С. 253-258.
2. Смелков, В. К. Влияние химической модификации на физико-механические свойства картонов / В. К. Смелков, В. Л. Матвеев, Г. Н. Солтовец // Техническое регулирования – базовая составляющая управлением качества услуг изделиями сервиса : сборник научных трудов / Шахты, 2005. - С. 54-56.
3. Смелков, В. К. Исследование влияния модификации на свойства тканей для верха обуви / В. К. Смелков, Г. Н. Солтовец // Актуальные проблемы науки, техники и экономики производства изделий из кожи : сборник статей международной научной конференции / УО «ВГТУ» Витебск, 2004. - С. 259-262.



## SUMMARY

Article deals with the opportunity of optimization of process of chemical modification of leather by mathematical methods of dispersing and regression analyses. Is described the influence of modification on mechanical properties of leather at a stretching and a flexing on device PZHU-12M.

УДК 677.024.1:[677.074:62]

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

*Е.В. Силкин, Г.В. Казарновская*

Ткани определенного строения с максимально возможной плотностью по обеим системам нитей вырабатывать на ткацких станках очень трудно, а в отдельных случаях и не возможно. Поэтому в практике проектирования тканей применяется комплексный показатель её строения, который называется коэффициентом наполнения ткани волокнистым материалом и определяется как отношение фактической плотности ткани к максимально возможной.

Практика проектирования не располагает данными по коэффициентам наполнения тканей различного сырьевого состава и назначения, между тем как именно этот показатель является одним из основных, используемых во многих методиках проектирования тканей по заданным свойствам. В работе поставлена задача: определить эти коэффициенты для тканей технического назначения.

На РУПТП «Оршанский льнокомбинат» на станке АТПР-120ЛМ было наработано 5 опытных образцов полульняных тканей типа двуниток. В основе использовалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 50 текс, в утке пряжа из короткого льняного волокна сухого способа прядения линейной плотностью от 180 до 400 текс. Поверхностная плотность полученных образцов составила от 411 до 820 г/м<sup>2</sup>.

Определить параметры строения ткани позволяет исследование срезов ткани, приготовленных по методике, разработанной кафедрой ткачества Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина.

По срезам путём замеров определялись следующие параметры строения тканей:

- диаметры нитей основы и утка  $d_o$ ,  $d_y$  (для круга) и  $d_{o2}$ ,  $d_{y2}$ ,  $d_{o\phi}$ ,  $d_{y\phi}$  (для эллипса);
- высоты волн изгиба нитей основы  $h_o$  и утка  $h_y$ ;
- длины раппортов по основе  $L_{Ro}$  и утку  $L_{Ry}$ ;
- фактические геометрические плотности по основе  $l_o$  и утку  $l_y$ .

Замер каждого из параметров производился не менее чем 10 раз. Такой вывод был сделан на основании формулы (1) для определения доверительного объёма испытаний: задаваясь величиной относительной ошибки  $\delta=3\%$  и приняв квадратическую неровноту  $C\{Y\}$  по данным замеров по фотографиям срезов опытных тканей (рисунки 1, 2), рассчитан доверительный объём выборки:

$$m\{\bar{Y}\} \geq \left( \frac{u\{p_D\} \cdot C\{Y\}}{\delta\{\bar{Y}\}} \right)^2, \quad (1)$$

где  $u\{p_D\}$  – квантиль нормального распределения случайной величины (при  $p_D=0,954$   $u\{p_D\}=2$ ).

Например, квадратическая неровнота для диаметра нитей основы первого образца  $C\{Y\}=4,1$ , в таком случае  $m\{\bar{Y}\} \geq \left( \frac{2 \cdot 4,1}{3} \right)^2 = 7,47$ .

Результаты замеров параметров строения выработанных тканей сведены в таблицу 1.

По срезам было установлено, что нити основы и утка в ткани имеют форму поперечного сечения в виде круга. Однако площадь поперечного сечения нитей основы и утка по сравнению с площадью поперечного сечения нити на початке уменьшается на величину коэффициента смятия  $t$ , причём  $t_o=0,980$ , а  $t_y=0,969$ . Например, для первого образца:

$$d_{оп} = 0,1 * 1,25 * \sqrt{0,1 * 50} = 0,2795 \text{ мм}, d_o = d_{оп} * t_o = 0,2795 * 0,980 = 0,2739 \text{ мм},$$

$$d_{yn} = 0,1 * 1,27 * \sqrt{0,1 * 280} = 0,6720 \text{ мм}, d_y = d_{yn} * t_y = 0,6720 * 0,969 = 0,6512 \text{ мм}.$$

Кроме того, по срезам было установлено, что уточные нити в слоях ткани располагаются не строго друг под другом. Поперечный разрез ткани по центру диаметра верхней уточины не проходит по центру диаметра нижней уточины (рисунок 4), что неизбежно отражается на значении параметров строения ткани и, в частности, на геометрической плотности по основе в местах пересечения основы нитями верхнего и нижнего утков. Экспериментально установлено, что центр диаметра верхней уточины смещён относительно центра диаметра нижней уточины на 30%, т.е. в сечении размер нижней уточины равен 0,7 её диаметра. Поэтому в формулу для расчёта расстояния между нитями основы в местах пересечения их нитями верхнего и нижнего утков ( $l_{o1,2}$ ) введён коэффициент  $\Delta$ , характеризующий фактический размер нижнего утка в сечении ткани:

$$l_{o1,2} = \sqrt{(d_o + d_y(1 + \Delta))^2 - (h_{o1} + h_{o2})^2}. \quad (2)$$

Таблица 1 - Средние значения параметров строения ткани

	Образцы				
	1	2	3	4	5
$T_o$ , текс	50	50	50	50	50
$T_y$ , текс	280	312	180	400	280
$P_o$ , нит/10см	168	168	168	168	168
$P_y$ , нит/10см	166	170	219	166	210
$h_{o1}$ , мм	0,5549	0,6486	0,4151	0,7363	0,6011
$h_{o2}$ , мм	0,4855	0,5670	0,3890	0,6311	0,5271
$h_{y1}$ , мм	0,4254	0,3892	0,3650	0,4155	0,5317
$h_{y2}$ , мм	0,4254	0,3892	0,3650	0,4155	0,5317
$d_o$ , мм	0,2739	0,2739	0,2739	0,2739	0,2739
$d_y$ , мм	0,6509	0,6870	0,5218	0,7779	0,6509
$L_{Ro}$ , мм	3,8037	3,6299	3,5803	3,7860	3,6275
$L_{Ry}$ , мм	2,9440	3,1313	2,4579	3,4884	2,8149
$l_{o1}$ , мм	0,7398	0,7090	0,6789	0,7512	0,7028
$l_{o2}$ , мм	0,7871	0,7759	0,6942	0,8415	0,7598
$l_{o12}$ , мм	0,9072	0,7755	0,8375	0,8238	0,7953
$l_{y1}$ , мм	0,8211	0,8786	0,7071	0,9663	0,7566
$l_{y2}$ , мм	0,8211	0,8786	0,7071	0,9663	0,7566

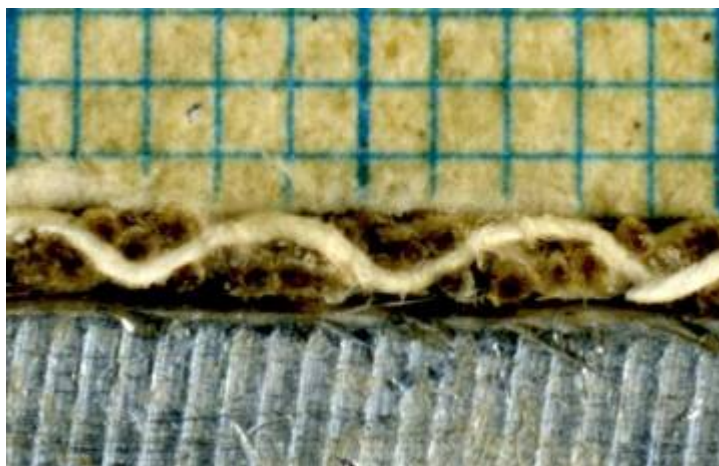


Рисунок 1 - Разрез ткани вдоль основы

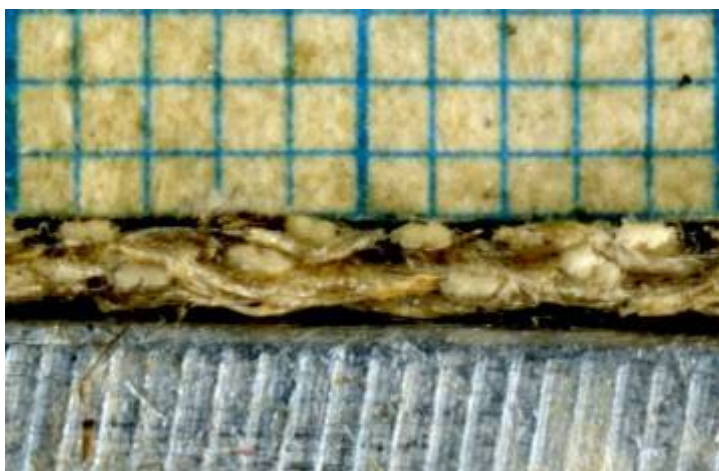


Рисунок 2 - Разрез ткани вдоль утка

На основании анализа срезов технических льняных тканей построены геометрические модели строения ткани 1,5-слойного переплетения с дополнительным утком при максимальной плотности ткани по утку (рисунок 3) и по основе (рисунок 4).

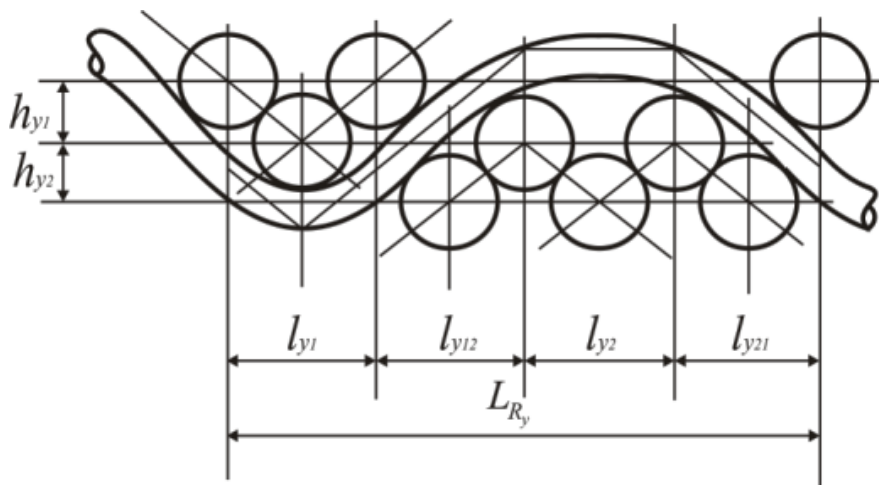


Рисунок 3 - Геометрическая модель строения ткани 1,5-слойного переплетения с дополнительным утком при максимальной её плотности по утку

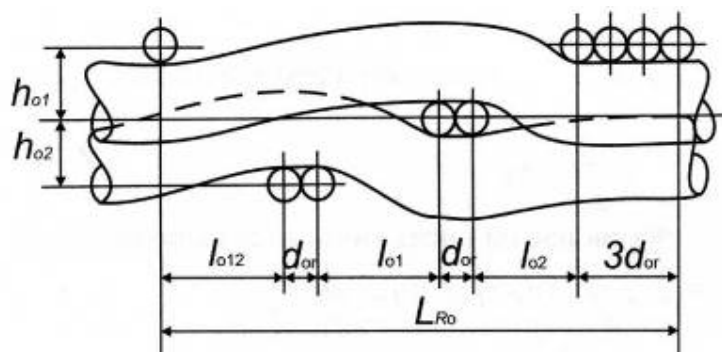


Рисунок 4 - Геометрическая модель строения ткани 1,5-слойного переплетения с дополнительным утком при максимальной плотности по основе

Коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом по основе  $K_{Ho}$  и по утку  $K_{Hy}$ , соответственно, определялись по формулам:

$$k_{Ho} = \frac{P_o}{P_{o\max}}, \quad (3)$$

$$k_{Hy} = \frac{P_y}{P_{y\max1} + P_{y\max2}}, \quad (4)$$

где  $P_o, P_y, P_{o\max}, P_{y\max1}, P_{y\max2}$  - фактические и максимальные плотности по основе и утку ткани, соответственно.

$$P_{o\max} = \frac{1.5 \cdot 100 \cdot R_o}{l_{o1}t_{y1} + l_{o2}t_{y2} + l_{o1,2}t_{y1,2} + d_o(R_o - t_{y1} - t_{y2} - t_{y1,2})}, \quad (5)$$

$$P_{y\max1} = \frac{100 \cdot R_{y1}}{l_{y1}t_{o1} + d_{y1}(R_{y1} - t_{o1})}, P_{y\max2} = \frac{100 \cdot R_{y2}}{l_{y2}t_{o2} + d_{y2}(R_{y2} - t_{o2})}, P_{y\max1} = P_{y\max2}, \quad (6)$$

где  $l_{y1}, l_{y2}$  ( $l_{o1}, l_{o2}, l_{o1,2}$ ) - расстояние между нитями утка (основы) в местах пересечения их нитями основы (утка) при максимальной плотности ткани по утку (по основе);

$t_{y1}, t_{y2}, t_{y1,2}$  - число пересечек нитей основы нитями утка в верхнем и нижнем слоях ткани;

$t_{o1}, t_{o2}$  - число пересечек нитей утка нитями основы в верхнем и нижнем слоях ткани, соответственно.

В таблице 2 представлены значения коэффициентов наполнения опытных тканей по основе и утку, рассчитанные по формулам 3, 4.

Таблица 2 - Коэффициенты наполнения образцов ткани

	Образцы				
	1	2	3	4	5
$k_{Ho}$	0,5325	0,5082	0,5012	0,5300	0,5079
$k_{Hy}$	0,6109	0,6654	0,6729	0,7239	0,7389

Из таблицы 2 видно, что коэффициенты наполнения тканей волокнистым материалом по основе практически одинаковы для всех вариантов, в среднем этот коэффициент для проектирования можно принять равным 0,51. Одинаковые значения этого коэффициента объясняются тем, что в основе тканей использовалась хлопчатобумажная пряжа одинаковой линейной плотности 50 текс, плотность по основе не изменялась, т.к. ткани выработывались по одной заправке

ткацкого станка, и во всех образцах использовалось одно и то же переплетение. Коэффициенты наполнения ткани по утку изменяются от 0,61 до 0,74, различия в значениях коэффициентов объясняются тем, что в утке тканей применялась пряжа различной линейной плотности, и ткани вырабатывались с различной плотностью по утку (таблица 1).

Одним из основных показателей физико-механических свойств технических тканей, к которым предъявляются жесткие требования, является стойкость к истиранию. Поэтому в работе проведены исследования стойкости к истиранию разработанных тканей.

Стойкость к истиранию полученных тканей определялась в испытательном центре учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Полученные результаты приведены в таблице 3. Поскольку коэффициент наполнения образцов тканей по основе практически одинаков, пользуясь табличным процессором Excel, получена математическая зависимость (7), характеризующая влияние коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по утку ( $k_{Hy}$ ) на стойкость к истиранию, в виде квадратного уравнения:

$$y = -32857 \cdot x^2 + 45491 \cdot x - 15057 \quad (7)$$

Величина достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,911$  говорит о высокой корреляции полученного уравнения с исходными данными.

Таблица 3 - Стойкость к истиранию опытных тканей

	Образцы				
	1	2	3	4	5
$k_{Hy} (x)$	0,6109	0,6654	0,6729	0,7239	0,7389
Истирание, циклы (y)	467	703	646	640	630

По данным таблицы 3 построен график зависимости коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по утку на стойкость к истиранию (рисунок 5).

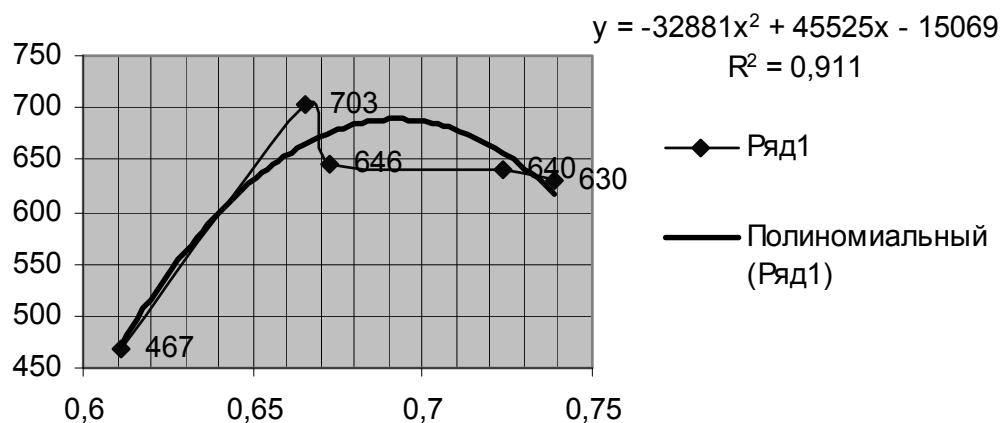


Рисунок 5 - График зависимости стойкости к истиранию ткани от коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по утку

Из графика видно, что с увеличением коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по утку от 0,61 до 0,74 стойкость к истиранию увеличивается до значения коэффициента наполнения 0,70, а затем несколько снижается. Эта зависимость объясняется тем, что при увеличении коэффициента наполнения ткани по утку, начиная с 0,70, увеличивается жёсткость ткани и абразив при истирании имеет точечное воздействие на ткань. Поскольку ГОСТ № 15530-93 предусматривает стойкость к истиранию технических тканей типа двунитки не менее 500 циклов, рекомендуется проектировать ткани данного вида

по коэффициенту наполнения по утку от 0,62 до 0,74 при коэффициенте наполнения ткани по основе, равном 0,51.

Эти же значения коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом по основе и утку рекомендуется использовать при проектировании технических тканей по заданной поверхностной плотности.

Таким образом, в работе проведены исследования основных параметров строения технических тканей типа двунитки, в основе которых использовалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 50 текс в утке, пряжа из короткого льняного волокна сухого способа прядения линейной плотностью от 180 до 400 текс. Определены коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом по основе и утку как комплексные параметры строения ткани. Рекомендуется при проектировании ткани по заданным свойствам коэффициент наполнения ткани по основе принимать равным 0,51, коэффициент наполнения по утку – от 0,61 до 0,74.

#### Список использованных источников

1. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. - М.: РИО МГТА, 1999. С. 434.

#### SUMMARY

Researches of key parameters of a structure of industrial fabrics of type of a double warp in which warp the spun cotton by a linear density 50 tex was used are in-process carried out in a weft a yarn from a short flax fibre of a dry way of spinning by a linear density from 180 to 400 tex. Coefficients of admission of a cloth by a fibrous material warpwise and to a weft as complex parameters of an architecture of textile are defined. It is recommended at cloth designing on the set properties cloth coefficient of admission warpwise to accept, equal 0,51, coefficient of admission fillingwise - from 0,61 to 0,74.

УДК 687.03:677.017

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЛАСООБРАЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

***М.А. Шайдоров, Ю.А. Букин***

В процессе влажно-тепловой обработки швейных изделий на существующем технологическом оборудовании, как правило, могут появляться ласы (блеск), что отрицательно сказывается на качестве изделий. Кроме того, требуются дополнительные затраты на устранение данного дефекта.

Ласы представляют собой результат комплекса воспринимаемых глазом оптических свойств поверхности тканей, подвергаемых влажно-тепловой обработке [1].

Ввиду того, что глаз человека весьма чувствителен к различию яркости двух соприкасающихся полей, а участки деталей с ласами непосредственно соприкасаются с участками, не имеющими их, ласы зрительно воспринимаются как дефект изделия.

Причинами появления лас являются различные неупругие деформации, возникающие на поверхности ткани. Характер этих деформаций зависит от свойств ткани и от режима влажно-тепловой обработки и проявляются главным образом в появлении плоских участков на пряже, выходящей на поверхность ткани, и в изменении угла прилегания ворса к поверхности ткани. Все эти деформации могут привести к изменению коэффициентов отражения света поверхностью ткани под теми или иными углами.

В основу объективного метода измерения интенсивности лас положены фотометрические измерения отражательной способности и коэффициента яркости поверхности ткани [2].

В качестве объектов исследования выбран ряд различных артикулов материалов, используемых при обработке пальто. Материалы отличаются по расцветке и волокнистому составу.

Пальтовые полшерстяные – это ткани разнообразного, постоянно обновляющегося ассортимента. Для выработки этих тканей используют пряжу с содержанием 20–70% шерсти, пряжу фасонной крутки, шерстяную пряжу вприкрутку с вискозными окрашенными нитями. Основная масса пальтовых тканей вырабатывается пестротканой с рельефной поверхностью, образуемой благодаря применению фасонной пряжи. Их поверхностная плотность 400–500 г/м<sup>2</sup>. Например, ткань пальтовая с рельефной поверхностью вырабатывается из крученой пряжи, имитирующей фасонную, линейной плотностью 100 текс в основе, 200 текс и 25 текс x 2 в утке, с поверхностной плотностью 516 г/м<sup>2</sup>.

Образование лас L определяется по формуле:

$$L = \frac{\lambda_{ЭГ} - \lambda_{ТК}}{\lambda_{ЭГ}} \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $\lambda_{ЭГ}$  – показания отражательных свойств эталона;

$\lambda_{ТК}$  – показания отражательных свойств ткани.

Образцы подвергались влажно-тепловой обработке при следующих режимах: Т– температура греющей поверхности 130–140 °С; время воздействия 30–50 секунд; Р– удельное давление 3,0–3,5x10<sup>5</sup> Па; W–увлажнение 5–10%.

После влажно-тепловой обработки снимались показания микроамперметра на разработанном в УО "ВГТУ" приборе [3]. Предварительно замерялась степень отражения световых лучей до влажно-тепловой обработки.

Коэффициент отражения до ВТО и после ВТО определялся по формуле:

$$\rho_{omp} = \frac{\lambda_{ТК}}{\lambda_{ЭГ}}, \quad (2)$$

где  $\lambda_{ТК}$  –показания отражательных свойств ткани;

$\lambda_{ЭГ}$  –показания отражательных свойств эталона.

В качестве эталона принят лист мелованной бумаги. Результаты расчётов коэффициента отражения ( $\rho_{omp}$ ) и степени образования лас (L) представлены в таблице 1. В этой же таблице приведены артикулы материалов и волокнистый состав.

Таблица 1 – Коэффициент отражения и степень ласообразования при влажно-тепловой обработке различных тканей

Артикул ткани	Характеристика ткани	Состав	Показания микроамперметра		Коэффициент отражения, $\rho$	Степень ласообразования, L%
			До ВТО	После ВТО		
1	2	3	4	5	6	7
1.TONNA	Красно-бордовая	70% шерсти, 22%пэ, 8% полиамид	125,7	121,4	0,05	6,6
2.FREIA	Бежевая с рисунком	70% шерсти, 30% пэ	128,7	119,2	0,06	8,3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
3.ADELE	Светло-бежевая	54% хлопок, 46% пэ	126,9	117,8	0,07	9,4
4.CEXC-87574038	Черная фактурная	80% шерсти, 20% нейлон	126,5	116,6	0,08	10
5.PATRIK	Темно-бежевая	80% шерсти, 20% полиамид	123,5	117,2	0,08	10
6.B-00418	Буклированно-парчевая	20% шерсти, 80% пэ	132,5	114,8	0,09	12
7.13404	Темно-пурпурный	77% Шерсти, 23% полиамид	119,1	114,6	0,09	12
8.EUGENI A	Черная гладкая	80% шерсти, 20% нейлон	120,5	110,2	0,12	15
9.BROKLI N	Пестротканая	24% шерсти, 16% мохер, 40% хлопок, 10% нейлон, 10% вискоза	126,9	117,8	0,17	22
10.TONNA	Черная рубчиком	70% шерсти, 22%пэ, 8% полиамид	110,3	98,2	0,18	24
11.POKER	Двухсторонняя черно-серая в рубчик	32% шерсти, 40% хлопок, 28% пэ	104,5	94	0,22	28
12.AGAPE	Черно-серая в рубчик фактурная	60% шерсти, 20% нейлон, 10% мохер, 10% Аераса	111,5	86,2	0,26	34
13.FRENS IS	Парчовая пестротканая	37% шерсти, 40% пэ, 23% полиакрил	102,5	78,4	0,31	40

где пэ–полиэстер.

На рисунке 1 представлена диаграмма процента степени образования лас в зависимости от вида ткани.



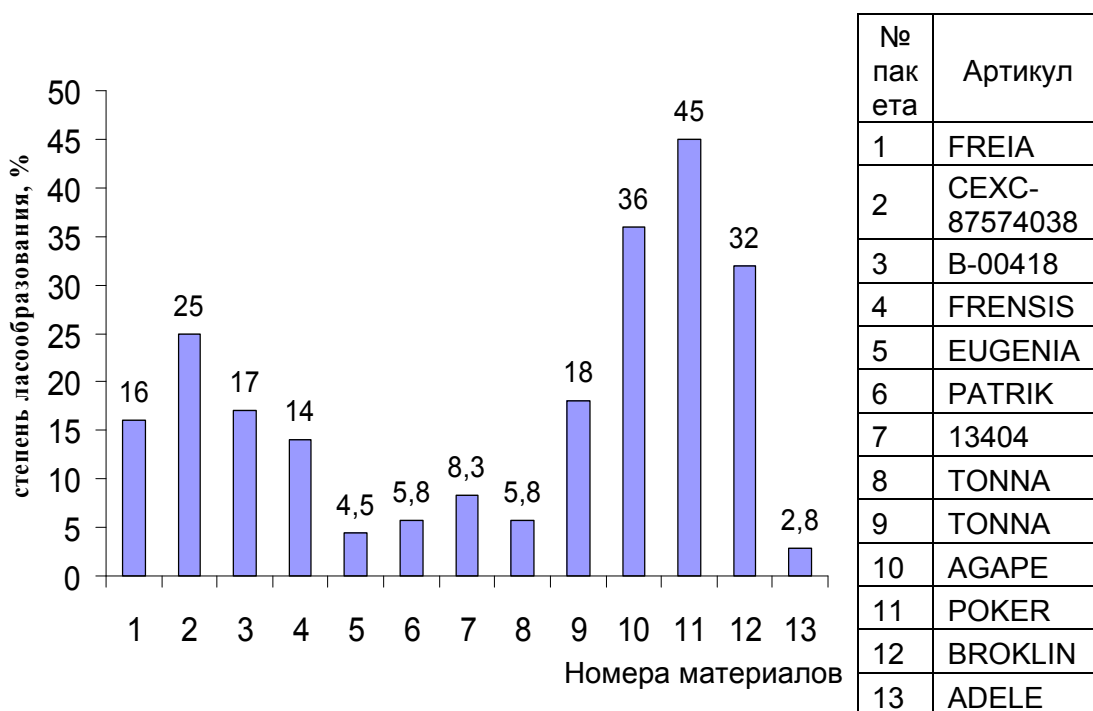


Рисунок 1– Диаграмма процента степени образования лас в зависимости от вида ткани

По результатам выполненных исследований установлено следующее: коэффициенты отражения и степень ласообразования взаимосвязаны. Коэффициенты отражения изменяются в пределах от 0,05 до 0,31, что обусловлено рассеянным (диффузным) отражением света от шероховатой поверхности пальтовых тканей. Степень ласообразования изменяется в пределах от 6,6% до 40%. На тканях тёмных тонов блеск более заметен, чем на тканях светлых тонов. Все исследуемые ткани разбиты на три группы. В первую группу входят: TONNA (красно-бордовая); FREIA (бежевая с рисунком); ADELE (светло-бежевая). Они имеют степень ласообразования 6,6; 8,3; 9,4 соответственно и коэффициенты отражения 0,05; 0,06; 0,07.

Вторую группу составляют ткани: CEXC-87574038 (чёрная фактурная); PATRIK (тёмно-бежевая); B-00418 (буклированно-парчовая); 13404 (тёмно-пурпурная); EUGENIA (чёрная гладкая); BROKLIN (пестротканая). Они имеют степень ласообразования 10; 10; 12; 12; 15; 22 соответственно и коэффициенты отражения 0,08; 0,08; 0,09; 0,09; 0,12; 0,17.

К третьей группе относятся: TONNA (чёрная рубчиком); POKER (двухсторонняя чёрно-серая в рубчик); AGAP (чёрно-серая в рубчик фактурная); FRENSIS (парчовая пестротканая). Они имеют степень ласообразования 24; 28; 34; 40 соответственно и коэффициенты отражения 0,18; 0,22; 0,26; 0,31.

Выявлено также, что коэффициент отражения материалов до ВТО имеет большие значения. Однако после ВТО эти значения несколько уменьшаются. Это характерно для всех тканей. После увеличения циклов ВТО наблюдается некоторое уменьшение коэффициентов отражения. Это не характерно для всех видов тканей. Например, для ткани FRENSIS показания амперметра после прессования имеют меньшее значение.

Таким образом, в результате выполненных исследований оптических свойств материалов на приборе, разработанном в УО «ВГТУ», имеется возможность измерять не только коэффициент отражения, но и степень ласообразования. Предложенную методику исследования можно рекомендовать для практического внедрения в производство.

#### Список использованных источников

1. Орлов, И.В. Технологические требования к процессам для ВТО./ И.В. Орлов, С.И. Орлова // Известия вузов. Технология лёгкой промышленности, №4, 1985г., – с. 81–84
2. Орлов, И.В. Основы технологии и автоматизации тепловой обработки швейных изделий./ И.В. Орлов, В.А. Дубровский// Москва : Лёгкая индустрия, 1974г.,– с.232
3. Шайдоров, М.А. Разработка прибора для определения степени белизны текстильных материалов./ М.А. Шайдоров, В.Л. Шушкевич// Вестник УО «ВГТУ», №8, 2005г.,– с.77–80

#### SUMMARY

Work is devoted to research of reflective properties of light beams of the materials used by development of outer clothing after damp-thermal processing. In work theoretical bases of occurrence las during damp-thermal processing are stated. Some articles coating materials by means of the device developed in DE "VSTU" were investigated. As a result of researches it is received a number of dependences which can be recommended for practical introduction in manufacture.

УДК 677.017:621.3

### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ

*Е.Г. Замостоцкий*

Комбинированная электропроводящая нить представляет собой сердечник, обкрученный двумя компонентами по винтовым линиям, радиус осевой линии каждой из которых равен радиусу поперечного сечения комбинированной электропроводящей нити.

Исходя из условий формирования нити, ее геометрическую модель можно представить в форме прямых полых круговых цилиндров радиусом  $r$ , волокна в которых расположены по винтовым линиям с постоянным шагом  $h$ . При скручивании нескольких нитей отдельное волокно приобретает форму «двойной» винтовой линии, то есть винтовой линии с определенной кривизной и кручением - второй кривизной, обкрученной вокруг другой винтовой линии.

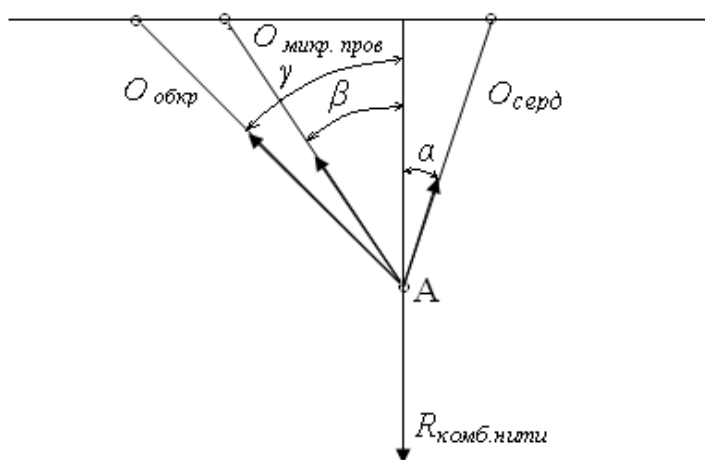


Рисунок 1 – Схема нагружения нити

Описанная технология и фотография нити под микроскопом не позволяют считать микропроволоку наружным волокном одного из скрученных между собой химических нитей. Так как линия на плоскости разворачивается в прямую, то крученные нити имеют псевдоплоскую структуру, и в этом случае возможно применять двумерный подход.

Рассмотрим схему нагружения нити (рис.1), где

$O_{серд}$  – осевая линия сердечника;

$O_{микр. пров}$  – осевая линия микропроволоки;

$O_{обкр}$  — осевая линия обкручивающего компонента.

Компоненты составляют углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  с вертикалью:  $\alpha$  – угол между осевой линией сердечника комбинированной нити и вертикалью,  $\beta$  - угол между осевой линией микропроволоки и вертикалью,  $\gamma$  - угол между осевой линией обкручивающего компонента и вертикалью. Система, состоящая из трех различных упругих нитей, нагружена силой  $R_{комб.нити}$ , направленная вдоль вертикальной осевой линии крученой нити. Из-за того, что углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  все имеют разное значение, а также модули упругости нитей различны, следовательно, полное перемещение точки А будет иметь горизонтальную составляющую. Но после растяжения ось крученой нити остается прямой. Данное явление возникает при взаимном перемещении компонентов.

Поэтому теоретическое определение разрывной нагрузки (прочности) комбинированной электропроводящей нити может быть достигнуто при описании геометрического строения комбинированной нити и при расчете статически неопределимой системы упругих нитей.

Обозначим деформацию комбинированной нити  $\varepsilon_{комб.нити}$ . Угол подъема винтовой линии (оси химической нити – сердечника  $O_{серд}$ ), то есть угол между касательной к винтовой линии и образующей цилиндра, равен  $\alpha$ . Тогда деформация осевой линии  $O_{серд}$  запишется в виде уравнения деформаций:

$$\varepsilon_{серд} = \varepsilon_{комб.нити} \cdot \cos^2 \alpha \quad (1)$$

Также можно представить деформацию микропроволоки и обкручивающего компонента:

$$\varepsilon_{микр. пров} = \varepsilon_{комб.нити} \cdot \cos^2 \beta; \quad (2)$$

$$\varepsilon_{обкр} = \varepsilon_{комб.нити} \cdot \cos^2 \gamma \quad (3)$$

Диаметры составляющих компонентов различны, при скручивании они располагаются под разными углами к оси комбинированной нити, следовательно  $\varepsilon_{серд} \neq \varepsilon_{микр. пров} \neq \varepsilon_{обкр}$ .

Значения деформаций связаны соотношением:

$$\frac{\varepsilon_{серд}}{\cos^2 \alpha} = \frac{\varepsilon_{микр. пров.}}{\cos^2 \beta} = \frac{\varepsilon_{обкр}}{\cos^2 \gamma} \quad (4)$$

Выразим деформации через силы:

$$\frac{P_{обкр}}{E_{обкр} \cdot F_{обкр}} = \frac{P_{серд}}{E_{серд} \cdot F_{серд}} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \gamma} \quad (5)$$

где  $\overset{\circ}{A} \cdot F$  с соответствующими индексами – жесткость нити при растяжении;  
 $P$  – натяжение, сН.

Тогда

$$P_{обкр} = P_{серд} \frac{E_{обкр} \cdot F_{обкр}}{E_{серд} \cdot F_{серд}} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \gamma} \quad (6)$$

Пусть  $\frac{E_{обкр} \cdot F_{обкр}}{E_{серд} \cdot F_{серд}} = q_{обкр}$ ,

тогда

$$P_{обкр} = P_{серд} q_{обкр} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \gamma} \quad (7)$$

Так как исходные компоненты неодинаковы, то в процессе формирования комбинированной электропроводящей нити каждый из них приобретает новую крутку, по направлению и по величине отличающуюся от начальной. Следовательно, для соответствующих компонентов:

$$\frac{E_{серд} \cdot F_{серд}}{E_{мкр.пров.} \cdot F_{мкр.пров.}} = q_{серд} \quad (8)$$

$$\frac{E_{мкр.пров.} \cdot F_{мкр.пров.}}{E_{обкр} \cdot F_{обкр}} = q_{мкр.пров.} \quad (9)$$

$$\frac{E_{обкр} \cdot F_{обкр}}{E_{мкр.пров.} \cdot F_{мкр.пров.}} = q_{обкр} \quad (10)$$

Тогда для соответствующих компонентов запишутся равенства 11 – 16:

$$P_{мкр.пров.} = P_{серд} \cdot q_{мкр.пров.} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \quad (11)$$

$$P_{серд} = P_{мкр.пров.} \cdot q_{серд} \cdot \frac{\cos^2 \gamma}{\cos^2 \beta} \quad (12)$$

$$P_{обкр} = P_{серд} q_{обкр} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \gamma} \quad (13)$$

$$P_{обкр} = P_{мкр.пров.} q_{обкр} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \quad (14)$$

$$P_{мкр.пров.} = P_{обкр} \cdot q_{мкр.пров.} \cdot \frac{\cos^2 \beta}{\cos^2 \gamma} \quad (15)$$

$$P_{серд} = P_{обкр} \cdot q_{серд} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \gamma} \quad (16)$$

Равновесие системы описывается уравнением:

$$P_{серд} \cos \alpha + P_{микро.пров.} \cdot \cos \beta + P_{обкр} \cdot \cos \gamma = R_{комб.нити} \quad (17)$$

Учитывая ранее приведенные равенства, прочность комбинированной нити определяется:

$$R_{комб.нити} = P_{серд} \cdot \cos \alpha + \left( P_{серд} \cdot q_{микро.пров.} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \right) \cdot \cos \beta + \left( P_{серд} \cdot q_{обкр} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \gamma} \right) \cdot \cos \gamma \quad (18)$$

Данные комбинированные нити используются в тканях специального назначения. Одним из требований к тканям специального назначения является отсутствие обрыва металлической составляющей, поэтому предельное состояние комбинированной электропроводящей нити определяется формулой 19.

$$R_{комб.нити} = P_{микро.пров.} \cdot \left( q_{серд} \frac{\cos^2 \gamma \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \beta} + q_{обкр} \cdot \frac{\cos^2 \alpha \cdot \cos \gamma}{\cos^2 \beta} + \cos \beta \right) \quad (19)$$

Возможны различные варианты развития процесса:

$$R_{комб.нити} = P_{серд} \cdot \left( q_{микро.пров.} \frac{\cos^2 \alpha}{\cos \beta} + q_{обкр} \frac{\cos^2 \alpha}{\cos \gamma} + \cos \alpha \right) \quad (20)$$

$$R_{комб.нити} = P_{обкр} \cdot \left( q_{серд} \cdot \frac{\cos^3 \alpha}{\cos^2 \gamma} + q_{микро.пров.} \cdot \frac{\cos^3 \beta}{\cos^2 \gamma} + \cos \gamma \right) \quad (21)$$

Технология комбинированной электропроводящей нити предусматривает высокомодульный компонент – медную микропроволоку, жесткость которой значительно отличается от комплексных нитей.

Жесткость нитей находим, руководствуясь таблицей 1, в которой приведены экспериментальные значения усилий, возникающих в нити при деформировании на разрывной машине в режиме постоянной скорости деформации.

Вычисляем жесткости нитей:

$$E_{серд} \cdot F_{серд} = \frac{P_{серд}}{\varepsilon_{серд}} = \frac{1711,1}{0,135} = 12674 cH$$

$$E_{обкр} \cdot F_{обкр} = \frac{180}{0,18} = 1000 cH$$

$$E_{микро.пров.} \cdot F_{микро.пров.} = \frac{45,3}{0,145} = 312,4$$

Тогда отношение жесткостей:

$$q_{серд} = \frac{E_{серд} \cdot F_{серд}}{E_{микро.пров.} \cdot F_{микро.пров.}} = \frac{12674}{312,4} = 40,56$$

$$q_{обкр} = \frac{E_{обкр} \cdot F_{обкр}}{E_{микр.пров} \cdot F_{микр.пров}} = \frac{1000}{312,4} = 3,2$$

Расчетная прочность комбинированной полиэфирной электропроводящей нити линейной плотности 55 текс, определяемая по формуле (19), равна:

$$R_{комб.нити} = 45,3 \left( 40,56 \frac{\cos^2 0,64 \cdot \cos 0,69}{\cos^2 0,68} + 3,2 \cdot \frac{\cos^2 0,69 \cdot \cos 0,64}{\cos^2 0,68} + \cos 0,68 \right) =$$

$$= 45,3 \cdot (33,89 + 2,56 + 0,77) = 1686,6 \text{ cH}$$

Таблица 1 - Зависимости усилий нитей от постоянной скорости деформации

Вид нити	Деформация нити, %												
	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18
Полиэфирная 5,3 текс	0	42,7	91,2	118,9	139,2	151	155,4	159,3	165	170,4	174,5	179,5	180,2
Полиэфирная 29,4 текс	0	199,63	337,3	386,4	463,2	565,4	781,5	1146,3	1504,8	1711,1			
Медная	0	43,1	43,5	44,3	45	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3			
Комбинированная	0	168	298	435	525	611	762	1045	1395	1714,6			

В таблице 1 приведено опытное значение разрывной нагрузки комбинированной полиэфирной электропроводящей нити, равное 1714,6 cH, практически совпадающее с расчетным значением (относительное отклонение  $\Delta=1,6\%$ )

Для полиамидной комбинированной электропроводящей нити жесткости нитей находим, руководствуясь таблицей 2.

Вычисляем жесткости нитей:

$$E_{серд} \cdot F_{серд} = \frac{P_{серд}}{\varepsilon_{серд}} = \frac{1640}{0,135} = 12148,2 \text{ cH}$$

$$E_{обкр} \cdot F_{обкр} = \frac{250,5}{0,165} = 1518,2 \text{ cH}$$

$$E_{микр.пров} \cdot F_{микр.пров} = \frac{45,3}{0,145} = 312,4$$

Тогда отношение жесткостей:

$$q_{серд} = \frac{E_{серд} \cdot F_{серд}}{E_{микр.пров} \cdot F_{микр.пров}} = \frac{12148,2}{312,4} = 38,9$$

$$q_{обкр} = \frac{E_{обкр} \cdot F_{обкр}}{E_{микр.пров} \cdot F_{микр.пров}} = \frac{1518,2}{312,4} = 4,86$$

Расчетная прочность комбинированной полиамидной электропроводящей нити линейной плотности 55 текс, определяемая по формуле (19), равна:

$$R_{\text{комб.нити}} = 45,3 \cdot (32,68 + 3,89 + 0,78) = 1691,8 \text{ cH}$$

Таблица 2 - Зависимости усилий нитей от постоянной скорости деформации

Вид нити	Деформация нити, %												
	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18
Полиамидная 5,0 текс	0	18	32,1	42,4	61,9	85,2	105,8	132,1	150,3	175,5	190	250,5	
Полиамидная 29,5 текс	0	247,3	360	550,4	728,5	970,1	1228	1370,2	1381,3	1640			
Медная	0	43,1	43,5	44,3	45	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3			
Комбини- рованная	0	40,5	192,1	374,2	464,1	575,5	736	960,4	1174	1363,2	1630,3	1730	

В таблице 2 приведено опытное значение разрывной нагрузки комбинированной полиамидной электропроводящей нити, равное 1730 cH, практически совпадающее с расчетным значением (относительное отклонение  $\Delta=2,2\%$ ).

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что разность между рассчитанными и фактическими характеристиками не превышает 5%. Следовательно, данный расчет можно рекомендовать для определения прочности комбинированных электропроводящих нитей.

#### Список использованных источников

1. Щербаков, В. П. Прикладная механика нити. – Москва, 2001– 212 с.

#### SUMMARY

Article is devoted to the theoretical calculate method of breaking tenacity of combined electro-conducted threads. Ascertained, that difference between calculated and factice characteristics is no more then 5%.

УДК 687.023.001.5

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УНИФИКАЦИИ РЕЖИМОВ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МАТЕРИАЛОВ

*Н.Н. Бодяло, Н.П. Гарская, Р.Н. Филимоненкова*

Современное швейное производство стремится к малым формам. Ушли в прошлое мощные потоки, ежедневно выпускающие тысячи одинаковых швейных изделий. Швейные предприятия Республики Беларусь, независимо от форм собственности, используют потоки малой мощности, облегчающие организацию процесса и позволяющие выпускать небольшое количество одинаковой одежды, что очень важно для современного потребителя. Частая сменяемость моделей и даже ассортимента пошиваемых изделий приводит к тому, что в современных потоках для выпуска изделий из различных материалов используется одно и то же оборудование.

Для эффективной работы потоков, упрощения перестройки на новый ассортимент актуальной задачей является разработка унифицированных режимов машинной обработки различных материалов.

Настоящее исследование посвящено анализу качества стачивания челночной строчкой платьевых, сорочечных, костюмных и пальтовых тканей на одном и том же оборудовании и при одинаковых режимах.

В результате анализа литературных источников установлено, что в изделиях различного ассортимента наиболее часто встречаются дефекты ниточных

соединений, в значительной мере снижающие качество готового изделия и обусловленные неправильным выбором оборудования и технологических режимов обработки – стягивание материала нитками строчки, посадка нижнего слоя материала и утяжка ниток в строчке.

Опрос ведущих специалистов швейных предприятий показал, что на данные показатели качества влияют в равной мере как свойства пошиваемых материалов, так и параметры их стачивания (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы, влияющие на исследуемые показатели качества ниточных соединений

Свойства материалов		Параметры стачивания	
Обозн.	Наименование фактора	Обозн.	Наименование фактора
X1	Волокнистый состав	X1	Длина стежка
X2	Толщина	X2	Давление лапки
X3	Растяжимость	X3	Натяжение ниток
X4	Жёсткость	X4	Высота подъёма зубьев рейки
X5	Поверхн. плотность	X5	Скорость стачивания
X6	Переплетение	X6	Номер иглы
X7	Вид поверхности	X7	Номер ниток

С целью выявления наиболее значимых факторов было проведено априорное ранжирование мнений специалистов различных швейных предприятий Республики Беларусь (ОАО «Элема», ОАО «ЗИ», ОАО «Коминтерн», ЗАО «Веснянка», ОАО «Калинка» и т.д.), результаты которого представлены в виде гистограмм на рисунке.

Исходя из анализа гистограмм, установлены наиболее значимые факторы, определяющие качество стачивания (таблица 2).

Таблица 2 – Наиболее значимые факторы, определяющие качество стачивания

Материалы	Показатели качества		
	Стягивание материалов нитками строчки	Посадка нижнего слоя материалов	Утяжка ниток в стежке
Свойства материалов			
Костюмные	Растяжимость	Пов. плотность	Толщина
Пальтовые	Растяжимость	Растяжимость	Пов. плотность
Плательные	Растяжимость	Растяжимость	Толщина
Сорочечные	Растяжимость	Толщина	Толщина
Параметры стачивания			
Костюмные	Натяжение ниток	Высота зубьев	Натяжение ниток
Пальтовые	Натяжение ниток	Натяжение ниток	Натяжение ниток
Плательные	Натяжение ниток	Натяжение ниток	Натяжение ниток
Сорочечные	Натяжение ниток	Давление лапки	Натяжение ниток

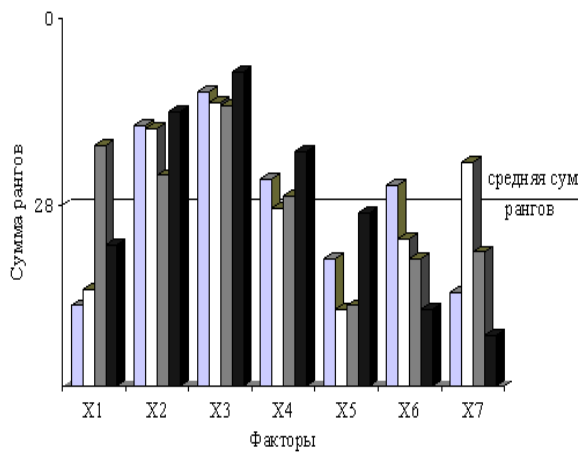
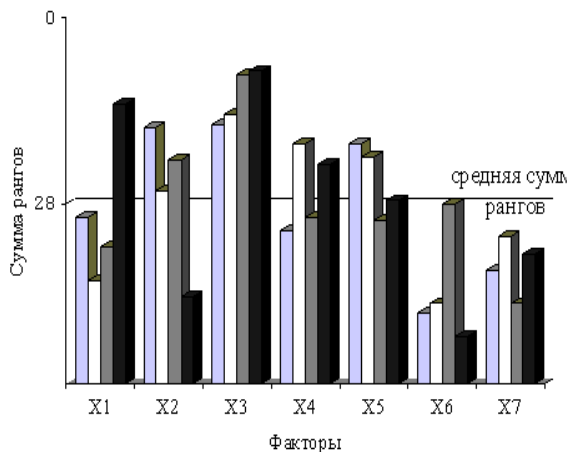
Как видно из данных таблицы 2, наиболее влияющими на качество ниточных соединений являются следующие свойства материалов: растяжимость, поверхностная плотность, толщина; параметры стачивания: натяжение ниток, давление лапки, высота подъёма зубьев рейки. Эти факторы и были приняты для дальнейших исследований по определению оптимальных режимов стачивания, обеспечивающих минимальную переналадку оборудования при переходе от одного вида материала на другой.

Исследования проводились на универсальной машине 1022-М класса Оршанского завода «Промшвеймаш» при следующих режимах:

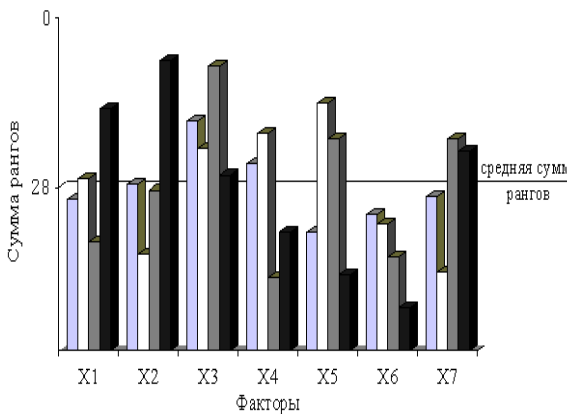
- 1) частота строчки – 4 стежка в 1 см строчки;
- 2) используемые нитки: 35 ЛЛ;
- 3) давление лапки – 30 Н;



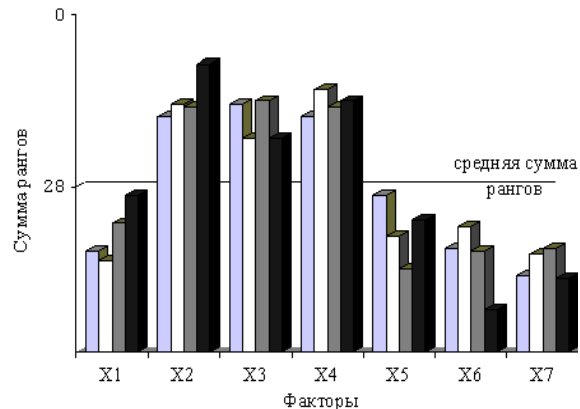
4) номер иглы - 90.



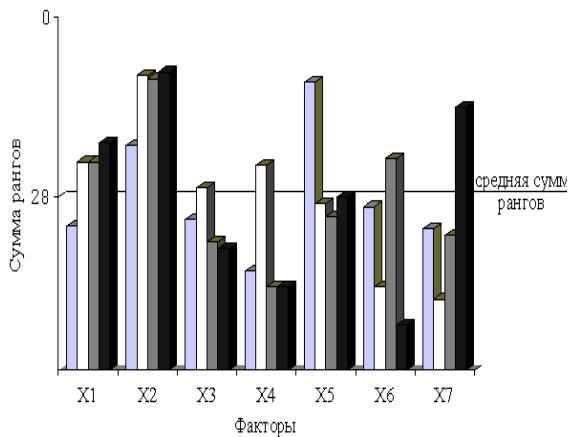
Влияние свойств материалов на стягивание слоев нитками строчки



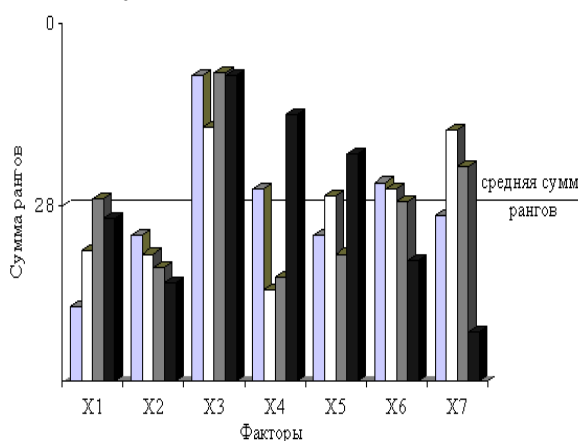
Влияние параметров стачивания на стягивание слоев нитками строчки



Влияние свойств материалов на посадку нижнего слоя материалов



Влияние параметров стачивания на посадку нижнего слоя материалов



Влияние свойств материалов на утяжку ниток в стежке

Влияние параметров стачивания на утяжку ниток в стежке

Условные обозначения

- пальтовые ткани
- плательные ткани
- костюмные ткани
- сорочечные ткани

Рисунок – Гистограммы рангов для выбранных показателей качества

В качестве объекта исследования выбраны костюмные, пальтовые, платьевые и сорочечные ткани. Так как в теоретических исследованиях выявлено, что значимыми факторами, влияющими на качество ниточных соединений, являются их растяжимость и поверхностная плотность, поэтому выбранные образцы тканей отличались данными показателями. Величины стягивания материалов, посадки нижнего слоя материалов и утяжки ниток в строчке определялись в соответствии с СТБ 1357-2002 «Машины швейные промышленные. Общие технические условия».

Обобщённые результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований качества стачивания

Номер образца	Характеристика ткани		Показатели качества		
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Растяжимость, %	Стягивание материалов, %	Посадка нижнего слоя материалов, %	Коэффициент утяжки
1	2	3	4	5	6
Костюмные ткани					
Образец №1	262	8,20	0,28	0,74	0,99
Образец №2	251	4,50	0,51	0,86	0,94
Образец №3	254	6,60	0,28	0,74	0,91
Образец №4	310	3,50	0,11	0,29	1,07
Образец №5	228	7,80	0,06	0,80	0,94
Образец №6	194	23,00	-0,86	1,36	1,02
Образец №7	152	11,10	0,17	0,29	1,09
Пальтовые ткани					
Образец №1	372	17,60	0,57	0,34	1,09
Образец №2	501	7,80	0,17	0,57	1,02
Образец №3	545	10,40	0,00	0,46	1,10
Плательные ткани					
Образец №1	268	37,80	0,00	0,30	0,96
Образец №2	229	18,00	1,10	0,30	0,96
Образец №3	285	7,90	0,30	0,30	0,95
Сорочечные ткани					
Образец №1	123	5,70	2,30	0,00	0,90
Образец №2	91	5,10	1,70	0,58	1,00
Образец №3	132	7,10	3,00	0,40	1,00

Исходя из установленных нормативов для исследуемых показателей качества (стягивание материалов нитками строчки и посадка нижнего слоя материалов должны быть не более 2,0 %; коэффициент утяжки – в пределах 0,9-1,1) можно сделать вывод, что только ткани малой поверхностной плотности и большой растяжимости должны стачиваться на специализированных машинах или при специальных режимах. Большинство же исследуемых материалов могут обрабатываться на одной стачивающей машине при унифицированных режимах, что важно для современного гибкого швейного производства.

## ВЫВОДЫ

Большинство исследованных материалов могут обрабатываться на одном и том же оборудовании при одних и тех же режимах, что очень важно при изготовлении швейных изделий в современных условиях.

Для стачивания материалов малой поверхностной плотности и большой растяжимости требуется переналадка оборудования или использование специализированных машин.

Рациональными режимами для стачивания исследованных видов материалов на машине 1022-М класса являются: частота строчки – 4 ст/см, номер иглы – 90, номер ниток – 35ЛЛ.

## SUMMARY

As a result of researches it is established, that on the same equipment at the same modes materials of various superficial density that is very important at manufacturing garments in modern conditions can be processed. Rational modes of connections of various kinds of materials by universal sewing machines are recommended.

УДК [677.025:658.011.56]:004

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Н.Л. Шелепова, К.Н. Ринейский, М.Л. Кукушкин*

Общая задача проектирования трикотажных изделий, осуществляемая технологическими службами предприятия, состоит из нескольких этапов: постадийный выбор вида изделия, рационального способа производства, вида и линейной плотности сырья, вида переплетения по участкам детали изделия; выбор оборудования; технологическое проектирование. Проектирование новой продукции представляет собой выбор оптимальных технологических решений из множества возможных на каждой из стадий и выполнение необходимых расчетов в соответствии с выбранными методиками. Нами поставлена задача для сокращения времени проектирования и улучшения качества проектов разработать специализированное программное обеспечение для технологических расчетов верхнетрикотажных изделий, поскольку это является актуальным в условиях современного производства. Оно позволит решать следующие задачи: представление в компактной форме всей информации, необходимой для проектирования (данные о сырье, изделиях, оборудовании и др.) с возможностью быстрого поиска, осуществление выборок по определенным критериям, автоматизированный выбор оборудования и выполнение необходимых расчетов. В структуру системы автоматизированного проектирования должна входить база данных и прикладное программное обеспечение для работы с ней и выполнения необходимых расчетов.

Программное обеспечение организовано по модульному принципу. Разбиение на модули позволяет выделить функционально законченные части программы, компилировать их независимо друг от друга, подключать и отключать как к создаваемому проекту, так и к будущим разработкам уже в готовом виде.

Для хранения и представления больших объемов информации наиболее удобной формой является реляционная модель данных.

Программы такого типа при использовании часто требуют поддержания многопользовательского режима работы. При этом необходимо вести контроль действий пользователей, обеспечить строгое разграничение их полномочий

(приоритетов доступа к данным). Эти требования обеспечиваются использованием архитектурной модели коллективного доступа к данным «клиент-сервер».

Используемые в производстве базы данных по трикотажному оборудованию узко специализированны, содержат информацию только по одному виду оборудования, например, по плосковязальным машинам и автоматам, кругловязальным машинам для выработки бельевых изделий и чулочно-носочному оборудованию. Причиной этого является большой ассортимент выпускаемых трикотажных изделий, применяемого сырья, переплетений и, как следствие, технологического оборудования. Причем характеристики оборудования разных типов существенно различаются. Поэтому создание базы данных даже для одного типа производства, например, только верхнего трикотажа, является достаточно обширной задачей.

В проектировании трикотажного производства чаще всего встречаются два типа задач, связанных с выбором оборудования. Первая задача заключается в том, чтобы, исходя из видов изделий, которые планируется выпускать на предприятии, подобрать оптимальное оборудование для его оснащения. Данная задача возникает при проектировании нового предприятия, либо при техническом перевооружении работающего, а также в учебном процессе (курсовые и дипломные проекты студентов). Обратная задача состоит в подборе изделий, которые можно произвести на уже имеющемся на фабрике оборудовании. На предприятиях наиболее часто решается именно обратная задача, поскольку закупка нового оборудования происходит сравнительно редко, а ассортимент выпускаемых изделий постоянно меняется.

При выполнении проектов (решении первого типа задач) выбор оборудования проводится в несколько этапов. Первоначально, исходя из способа изготовления трикотажных изделий и используемых переплетений, из базы выполняется выборка оборудования, позволяющего реализовать соответствующий техпроцесс. После расчетов структуры трикотажа уточняется класс машины и размер игольницы. На заключающем этапе выбирается конкретная вязальная машина исходя из цифр, характеризующих ее технико-экономические показатели. Выбор главного показателя на последнем этапе зависит от конкретной цели проекта.

При решении задач второго типа имеющийся парк оборудования накладывает некоторые ограничения на планируемый ассортимент изделий. Однако, поскольку трикотажные машины могут изготавливать, как правило, несколько классов переплетений, выпускаемый ассортимент продукции остается достаточно широким. Это достигается комбинированием переплетений между собой, комбинированием заправок машины, а также различных вариантов вывязываемых рисунков и варьированием формой деталей изделий и изделий в целом.

Автоматизированный подбор оборудования по сравнению с производимым технологом вручную обладает рядом преимуществ, основные из которых следующие: возможность компактного представления всех характеристик оборудования, их автоматической сортировки и сравнения; сокращение времени и уменьшение трудоемкости выбора; большая объективность выбора. В то же время возможность формализации выбора трикотажных машин несколько затруднена. Это связано с тем, что возможность изготовления трикотажных переплетений не выражается числовыми показателями, а является особенностью конструкции механизма вязания машины.

Одновременно с выбором оборудования проводятся технологические расчеты. Основной целью технологического расчета трикотажных изделий является определение заправочных данных, исходя из вида, линейной плотности сырья, вида переплетения. Заправочные данные являются основой для расчета всех технико-экономических показателей производства. В заправочный расчет входит определение параметров петельной структуры: петельного шага, высоты петельного ряда, длины нити в петле, линейного модуля петли, поверхностной плотности трикотажа. Для изделий, получаемых раскройным способом, кроме

заправочного расчета, определяется расход сырья и полотна на изделие, расчет производительности оборудования при вязании полотна. Для полурегулярного способа производства рассчитываются параметры структуры трикотажа, а также число игл, работающих на машине, число рядов вязания по участкам купона, материалоемкость полуфабриката и изделия, производительность оборудования, выраженная в купонах и в деталях изделий. При регулярном способе изготовления трикотажных изделий в заправочном расчете дополнительно определяется число работающих игл по участкам детали и режимы сбавки-прибавки игл.

Упрощенно структуру базы данных можно представить в виде сущностей, содержащих следующую информацию: данные о сырье; данные о переплетениях; данные о производителях оборудования; данные об изделиях; данные об оборудовании; данные для расчетов.

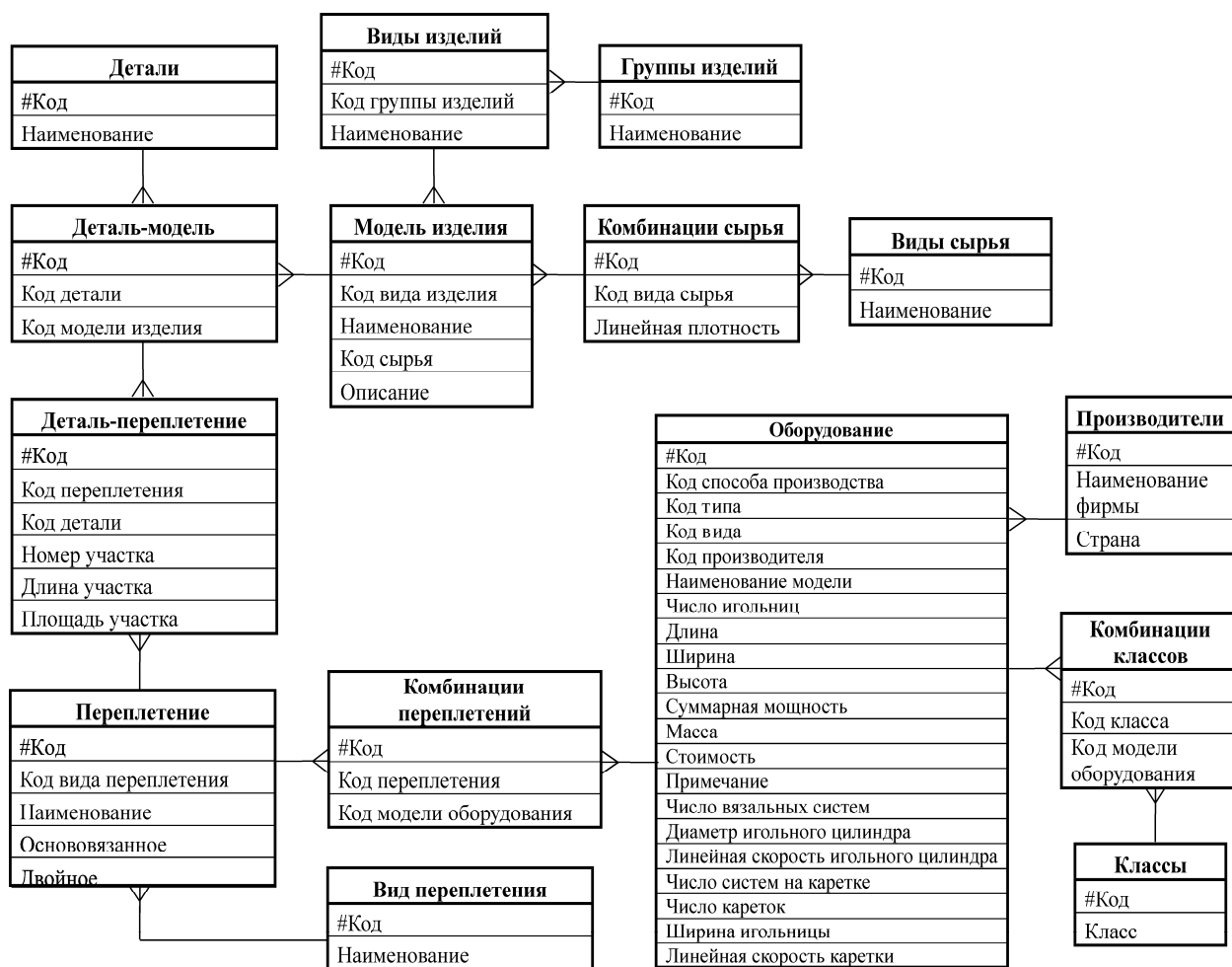
Структура базы данных в виде модели «сущность-связь» показана на рисунке.

Автоматизированное проектирование включает в себя следующие этапы: задание вида изделия, вида и линейной плотности сырья, деталей, из которых состоит изделие, вида переплетения по участкам для каждой детали с указанием линейных размеров и площадей участков и детали в целом; расчет, исходя из линейной плотности сырья, диапазона классов оборудования; подбор оборудования для производства изделия, исходя из типов и видов переплетений, способа производства, типа оборудования и дополнительных характеристик, задаваемых оператором; расчет заправочных характеристик и производительности оборудования.

Дополнительными функциями программного обеспечения являются: возможность просмотра, добавления, удаления и изменения данных пользователями; поиск и фильтрация данных по выбранному критерию; подбор изделий из имеющихся в базе, которые можно произвести на указанном пользователем оборудовании; возможность сохранения результатов выбора и возврата к сохраненной информации.

При разработке программы в качестве среды программирования была выбрана система быстрой разработки приложений Borland Delphi 7. В состав Delphi 7 входит клиент-серверная система управления базами данных (СУБД) InterBase 6.5. Для работы с данной СУБД в среде Delphi 7 используются стандартные компоненты InterBase Express (IBX).

В результате проделанной работы разработана общая структура системы автоматизированного проектирования верхних трикотажных изделий, базы данных оборудования, изделий, сырья, переплетений, справочников для расчетов, отдельные модули СУБД, отвечающие за выбор оборудования, поиск и редактирование. Результаты разработки позволят в дальнейшем создать модули расчета технологической цепочки производства верхнего трикотажа.



#### Список использованных источников

1. Шалов, И. И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР / И. И. Шалов, Л. А. Кудрявин. – М: Легпромбытиздат, 1989. – 288 с.
2. Бронз, Г. Интернет — для разработки базы данных современного вязального оборудования / Г. Бронз, М. Пискунов // [Электронный ресурс].– 2001. – Режим доступа: <http://www.textile-press.ru/print.php?id=202>. Дата доступа: 10.03.2007.
3. Голенищев, Э.П. Информационное обеспечение систем управления / Э.П. Голенищев, И.В. Клименко. – Ростов н/Д: «Феникс». 2003. – 352 с.

#### SUMMARY

This work contains the brief review of the developed system of the automated designing of knitted manufacture is given.

The structure of system of the automated designing includes a database and the applied software for work with it and performance of necessary calculations. The basic functions of system: representation in the compact form of the information necessary for designing (the data on raw material, products, the equipment, etc.) with an opportunity of fast search, realization choice by the certain criteria, the automated choice of the equipment and performance of necessary calculations.

As a result of the done work the general structure of system of the automated designing of the top knitted products, databases of the equipment, products, raw material, interlacings, directories for the calculations, the separate modules of the program responsible for a choice of the equipment, search and editing is developed.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПОТОКАМИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

***Е.В. Чукасова-Ильющкина, Н.Н. Ясинская, В.И. Ольшанский***

Технология получения многослойных текстильных материалов аэродинамическим способом, разработанным на кафедре ПНХВ, предусматривает применение аэродинамического устройства. Протекание нормального процесса формирования многослойных текстильных материалов данным способом невозможно без совершенной конструкции аэродинамического устройства. В работе [1] определены основные геометрические параметры аэродинамического устройства, обеспечивающие необходимые инжекционные эффекты и транспортирование частиц по каналу диффузора.

При исполнении диффузора в виде правильной трапеции (рисунок 1) в процессе транспортирования возникает сопротивление из-за силы трения между движущимся потоком и ограничивающими стенками диффузора. При преодолении сопротивления теряется часть энергии, и скорость их по сечениям диффузора значительно различается. Потери скорости приграничных частиц приводят к образованию вторичных вихревых течений, которые, накладываясь на продольное движение сжатого воздуха, непрерывно переносят количество движений по потреблению к углам. Образование застойных зон приводит к искажению траектории движения волокнистых частиц.

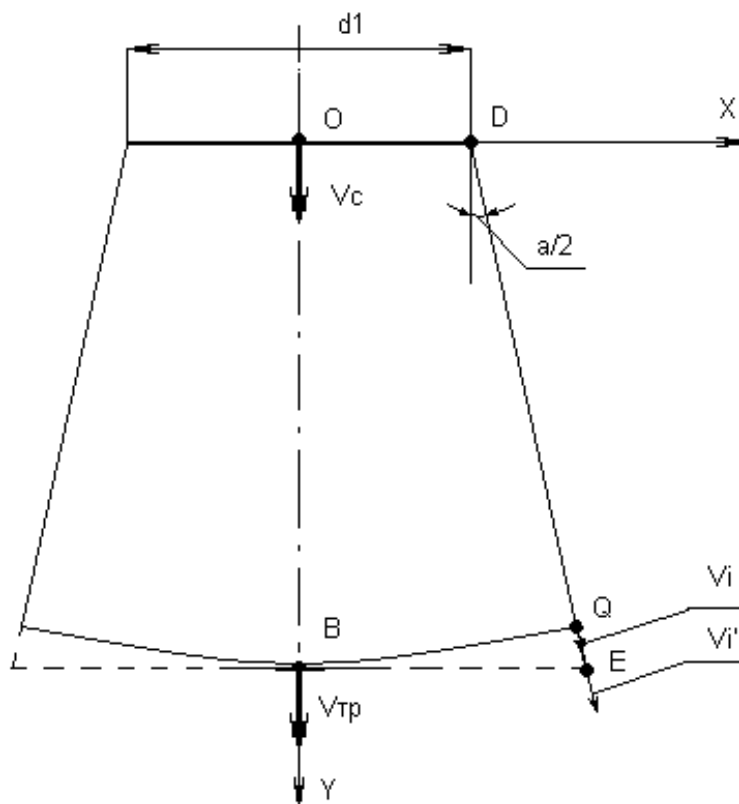


Рисунок 1 - Диффузор аэродинамического устройства

Очевидно, что скорость частиц по каналу диффузора обратно пропорциональна длине пути частиц. Таким образом, уменьшая длину боковых стенок диффузора, увеличим скорость частиц, транспортируемых вдоль стенок диффузора. Скорость боковых частиц приравнивается к скорости частиц, находящихся в центре диффузора.

Для определения длины наклонных стенок диффузора введем систему координат с началом в точке  $O$  (рисунок 1).

Исходными данными являются:  $DO = \frac{d_1}{2}$ ,  $OB = r_{KP}$ ,  $K = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ .

Определим координату точки  $Q$  как точки пересечения окружности радиуса  $r_{KP}$  и прямой  $QD$ . Уравнение прямой  $QD$ :

$$X = \frac{d_1}{2} + KY, \quad \text{где } K = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

Уравнение окружности:

$$X^2 + Y^2 = r_{KP}^2 \quad \text{или} \quad (2)$$

$$X = \sqrt{r_{KP}^2 - Y^2}. \quad (3)$$

Подставляя выражение 3 в уравнение 1 и преобразуя, получим квадратное уравнение:

$$Y^2(K^2 + 1) + K \cdot d_1 Y + \left( \frac{d_1^2}{4} - r_{KP}^2 \right) = 0, \quad (4)$$

корни которого:

$$Y = \frac{-Kd_1 \pm \sqrt{K^2 d_1^2 - 4(K^2 + 1) \left( \frac{d_1^2}{4} - r_{KP}^2 \right)}}{2(K^2 + 1)}, \quad (5)$$

$$X = \frac{d_1}{2} + KY. \quad (6)$$

Таким образом, длина наклонного участка диффузора:

$$l_{QD} = \sqrt{\left( X - \frac{d_1}{2} \right)^2 + (Y^2)}. \quad (7)$$

Результат напыления волокнистых частиц на основу есть текстильное покрытие, одним из показателей качества которого является равномерность нанесения. Рассмотрим влияние геометрических параметров диффузора на заданный размер напыления  $b$ . На рисунке 2 представлена схема взаимодействия диффузора с основой.





$$V_x = V_0 \exp\left(-\frac{6\pi\mu^* d_{\text{э}}}{m} t\right). \quad (11)$$

Определим длину участка прямолинейной траектории  $l_{QF}$ , как  $l_{DF}-l_{QD}$ ,

$$\text{где} \quad l_{DF} = \frac{r_{kp} + x_{BC}}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (12)$$

$$\text{Тогда} \quad l_{QF} = \frac{r_{kp} + x_{BC}}{\cos \frac{\alpha}{2}} - l_{QD}. \quad (13)$$

Определим зависимость пути движения дисперсной частицы  $x=f(t)$ .  
Учитывая, что

$$a_x = \frac{dV_x}{dt}, \quad (14)$$

$$\text{тогда} \quad a_x = -V_0 \frac{3\pi d_{\text{э}} \mu^*}{m} e^{-\frac{3\pi d_{\text{э}} \mu^*}{m} t}. \quad (15)$$

Зависимость пути  $x=f(t)$ , принимает вид:

$$l_{QF} = V_0 t - \frac{V_0 3\pi d_{\text{э}} \mu^*}{2m} e^{-\frac{3\pi d_{\text{э}} \mu^*}{m} t} t^2 \quad (16)$$

Проанализируем уравнение (16). Если бы частица не испытывала сопротивления, то можно определить  $l_{QF}=V_0 t$ .

Тогда  $t = \frac{l_{QF}}{V_{\min}}$ , где  $l_{QF}$  определяется по формуле (13).

Оценив время  $t$  прямолинейного движения частицы и подставляя его в уравнение (16), получим длину пути с учетом силы сопротивления воздушной среды.

Разработанные модели подтверждаются экспериментальными исследованиями, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительные данные между теоретическими расчетами и экспериментальными показаниями

№ опыта	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Давление, подаваемое в аэродинамическое устройство	140000	150000	160000	170000
Расстояние $L_{QE}$ , определенное теоретически	504,55	505,07	505,71	506,35
Расстояние $L_{QE}$ , определенное экспериментально	500	505	505	510

Ошибка эксперимента не превышает 10%, что подтверждает возможность использования полученных математических моделей для определения различных параметров аэродинамического процесса.

#### Список использованных источников

1. Чукасова-Ильюшкина, Е.В., Исследование пневмоинжекционных эффектов в аэродинамическом устройстве и его оптимизация Е.В. Чукасова-Ильюшкина, // Вестник ВГТУ №14 2008 – С. 25-27.
2. Бершев, Е.Н., Физические основы технологии электрофлорирования: учебное пособие / Е.Н. Бершев - Ленинград, издательство Ленинградского университета, 1984-266 с.

#### SUMMARY

Article is devoted to analysis of air effects in apparatus, calculation of geometrical dimensions of apparatus, optimization of geometrical dimensions.

УДК 687.053.68-52

### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫШИВАЛЬНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ

*Ю.В.Новиков, Б.С.Сункуев*

На швейных изделиях применяется вышивка нитками нескольких цветов. Перед швейными фабриками стоит задача выбора полуавтоматов по количеству цветов нитки с достаточной производительностью при доступной цене.

Предлагается использовать для производства изделий с вышивками вышивальные комплексы, формируемые из многоигольных вышивальных модулей. Поставлена задача: исследовать эффективность использования многоголовочного полуавтомата по производительности при высокой обрывности игольных ниток. При обрыве нитки на одной головке простаивают все головки одновременно, что увеличивает потери рабочего времени. Проведен сравнительный анализ производительности многоголовочного полуавтомата и системы одноголовочных полуавтоматов с учетом простоев из-за обрывности ниток.

Выполнен хронометраж рабочего цикла вышивального многоигольного многоголовочного полуавтомата ZSK. Его конструктивные особенности: главные валы головок приводятся в движение от одного двигателя; блоки с иглами каждой головки связаны между собой и получают движение от одного механизма смены цвета нитки, вышивальные головки работают синхронно (одновременно). Экспериментальные данные сведены в таблицу 1.

Для многоголовочного полуавтомата необходимое время выполнения одной вышивки (рабочий цикл):

$$T_p = \frac{(t_y + t_c) \cdot N + t_m + \sum t_{обр}}{N} = t_y + t_c + \frac{t_m}{N} + t_{обр}, \quad (1)$$

где  $N$ -число головок,  $t_y$  -время заправки ткани в пялец и установки пялец в зажимы (для одной головки),  $t_c$  -время съема пялец из зажимов и съема ткани из пялец (для одной головки),  $t_m$  -машинное время вышивания,  $\sum t_{обр}$  -суммарное время остановки для устранения обрывов нити на  $N$  головках;  $t_{обр}$  -среднее время остановки для устранения обрывов игольной нитки на одну головку

$$t_{обр} = \frac{\sum t_{обр}}{12}$$

Для исследуемого полуавтомата ZSK:  $N=12$ ;  $t_y = 0,55$  мин;  $t_c = 0,17$  мин;  $t_{\text{об}} = 0,42$  мин;  $t_m = 20$  мин.

$$T_p = 0,55 + 0,17 + 0,42 + \frac{20}{12} = 2,8 \text{ мин.}$$

Таблица 1

N	Выполняемая операция	N опытов, время с					
		1	2	3	4	5	Среднее
1	Заправка ткани в пяльца	300	260	270	290	300	284
2	Установка пялец в зажимы	120	100	115	110	100	109
3	Съем готовой вышивки	120	125	135	120	130	126
4	Заправка нитей после обрыва	396	320	350	286	207	300
5	Машинное время с простоями	1560	1500	1500	1620	1380	1512

Для системы N автономных одноголовочных полуавтоматов рабочий цикл

$$T_p = \frac{t_m + t_{\text{об}}}{N}, \text{ если } N < N_{\text{max}} \quad (2)$$

$$T_p = \frac{20 + 0,42}{12} = 1,7 \text{ мин.}$$

Максимальное количество одноголовочных полуавтоматов  $N_{\text{max}}$ , которое может быть обслужено одной работницей:

$$N_{\text{max}} = \frac{20 + 0,42}{0,55 + 0,17} = 28 \text{ штук.}$$

При этом рабочий цикл составит:

$$T_p = t_y + t_c + t_{\text{об}},$$

$$T_p = 0,55 + 0,17 + 0,42 = 1,14 \text{ мин.}$$

Выполнен анализ производительности при различных показателях трудоемкости вышивки и обрывности, обозначим:

$$t_{yc} = t_y + t_c;$$

где  $t_{yc}$  - время заправки ткани в пяльца и установки пялец в зажимы (для одной головки).

Относительный показатель трудоемкости изделия:

$$k_T = \frac{t_m}{t_{yc}}.$$

Показатель обрывности (отражает долю времени на устранение обрыва нити):

$$M = \frac{t_{обр}}{t_m}$$

С учетом этих обозначений формулы (1) и (2) примут вид:

$$T_p = t_{yc} \left( 1 + M \cdot k_T + \frac{k_T}{N} \right), \quad (3)$$

$$T_p = t_{yc} k_T \frac{(1 + M)}{N}, \quad \text{если } N < N_{max}. \quad (4)$$

За переменные параметры приняли показатель обрывности  $0 < M < 0,035$  с интервалом изменения 0,005 и относительный показатель трудоемкости в пределах  $20 < k_T < 40$  с интервалом изменения 10. Расчеты по формулам (3) и (4) представлены в таблице 2.

По значениям, представленным в таблице, построены графики зависимостей  $T_p = f(M)$  для различных значений  $k_T$  (рисунок 1).

С увеличением показателя обрывности время на одно изделие для системы автономных полуавтоматов изменяется в сторону повышения незначительно (смотри линии 4, 5, 6). Для многоголовочного полуавтомата рабочий цикл возрастает более интенсивно (смотри линии 1, 2, 3).

Таблица 2

Показатель обрывности, М	Время рабочего цикла $T_p$ , мин					
	многоголовочный п/а			комплекс одноголовочных п/а		
	20	30	40	20	30	40
0	1,92	2,52	3,12	1,2	1,8	2,4
0,005	1,992	2,628	3,264	1,206	1,809	2,412
0,01	2,064	2,736	3,408	1,212	1,818	2,424
0,015	2,136	2,844	3,552	1,218	1,827	2,436
0,02	2,208	2,952	3,696	1,224	1,836	2,448
0,025	2,28	3,06	3,84	1,23	1,845	2,46
0,03	2,352	3,168	3,984	1,236	1,854	2,472
0,035	2,424	3,276	4,128	1,242	1,863	2,484

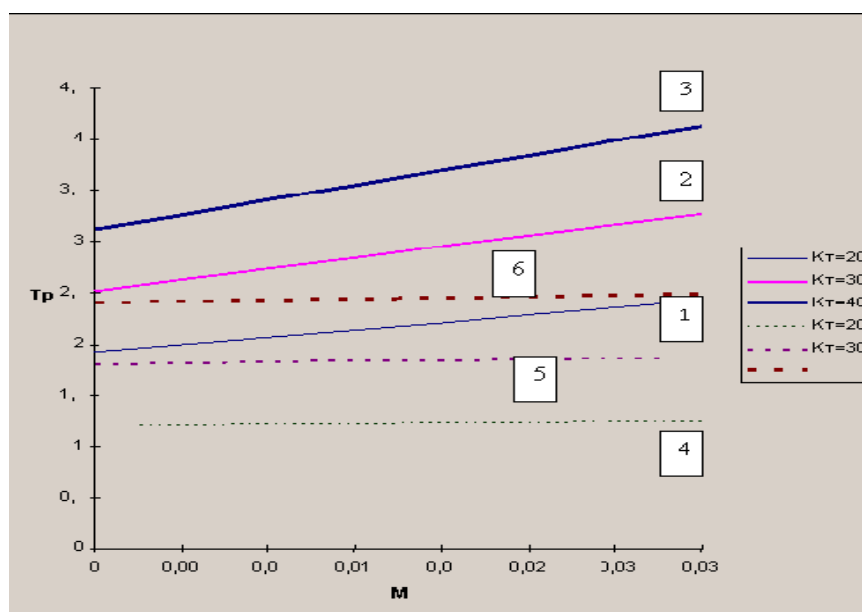


Рисунок 1 - Зависимость производительности от показателя обрывности

Проведен сравнительный анализ производительности при показателе обрывности  $M=const (0,02)$ , за переменные параметры принято количество головок с шагом, кратным 5 на интервале  $1 < N < 35$ , трудоемкость изделия с шагом изменения 10 на интервале  $20 < k_T < 40$ . Значения расчетов по формулам (3) и (4) сведены в таблицу 3.

Таблица 3

N, число головок	относительный показатель трудоемкости, $k_T$					
	многоголовочный п/а			комплекс одноголовочных п/а		
	20	30	40	20	30	40
1	15,408	22,752	30,096	28,8	43,2	57,6
5	3,888	5,472	7,056	17,28	25,92	34,56
10	2,448	3,312	4,176	15,84	23,76	31,68
15	1,968	2,592	3,216	15,36	23,04	30,72
20	1,728	2,232	2,736	15,12	22,68	30,24
25	1,584	2,016	2,448	14,976	22,464	29,952
30	1,488	1,872	2,256	14,88	22,32	29,76
35	1,419429	1,769143	2,118857	14,81143	22,21714	29,6228571

По значениям, представленным в таблице 3, построены графики зависимостей  $T_p=f(N)$  для различных значений  $K_m$  (рис.2).

Из графиков (рис.2) можно заключить следующее: с увеличением числа головок время на изготовление одного изделия уменьшается. При количестве головок  $N < 7$  - резкое уменьшение затрат времени (увеличение производительности) для сравниваемых систем (кривые 1,4), при количестве головок  $7 < N < 15$  уменьшение времени на изготовление одного изделия убывает более плавно, при  $N > 15$  время уменьшается незначительно.

Применение системы автономных полуавтоматов более эффективно при увеличении обрывности и трудоемкости (см. рисунок 2,  $K_m=k_T$ ).

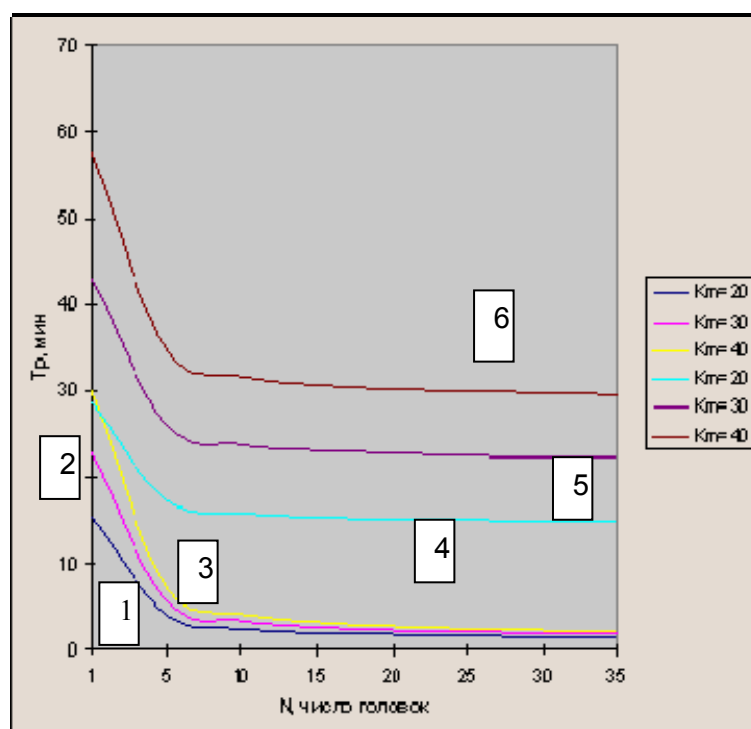


Рисунок 2 - Производительность при различном числе головок и относительном показателе трудоемкости

Оптимальное количество головок равно 7, увеличение числа головок не эффективно при их количестве более 7. Количество головок N существенно не влияет на повышение производительности для многоголовочного полуавтомата и системы автономных одnogоловочных полуавтоматов.

С увеличением количества головок время рабочего цикла системы одnogоловочных полуавтоматов уменьшается по отношению к многоголовочному полуавтомату (кривые 1, 2, 3 и 5, 4, 6 см. рис.2), увеличение числа головок эффективнее для системы одnogоловочных полуавтоматов.

Система автономных одnogоловочных полуавтоматов имеет большую производительность, чем многоголовочный многоигольный полуавтомат при одинаковом количестве головок.

#### Список использованных источников

1. Пат. 6084 Республика Беларусь, МПК D 05 В 21/00. Вышивальный полуавтомат / Сункуев Б. С., Дервоед О. В., Новиков Ю. В., Агафонов В. Ф., Зудов В. И., Шнейвайс И. Л., Ткачев Ю. Л., Воронов В. Н. - №19990455; заявл. 05.05.99 ; опубл. 30.12.00, Бюл. № 4.
2. Зажигаев Л.С., Кимьян А.А., Романиков Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. - М.:Атомиздат,1978.- с.231.
3. Ключев, В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник/ В.В. Ключев, Ф.В.Соснин, В.Н. Филинов. – Москва: Машиностроение, 1995. – 408с.

#### SUMMARY

Comparative analysis for productivity of a multihead single-head mechanized sewing unit and a system of single-head mechanized sewing units was carried out by taking into account the downtime which is caused by thread breakages. The operational cycle of a multi-needle multihead mechanized sewing unit ZSK was clocked.

Productivity analysis was accomplished by using both various labor coefficients for various numbers of heads of a mechanized sewing unit and a variable breakage index.

Comparative analysis for productivity was carried out by using both a constant breakage index and variable indices such as the number of heads and labor coefficient for a single item.

УДК 677.11.021.185

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГРЕБНЕЧЕСАНИЯ ЛЬНЯНЫХ И ЛЬНОПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ЛЕНТ**

***С.С. Гришанова***

На кафедре «ПНХВ» УО «ВГТУ» разработаны технологии производства льняной и льнополипропиленовой пряжи с использованием процесса гребнечесания сухим способом. Из короткого льняного волокна по разработанной технологии получают пряжу линейной плотности 110-142текс, а льнополипропиленовую - 86-110текс. Гребнечесание является одним из важнейших процессов в разработанной технологии. Процесс гребнечесания короткого льноволокна и льнополипропиленовой смеси осуществляется на модернизированной гребнечесальной машине «Текстима» модели 1605, предназначенной для шерсти. Проведенная оптимизация параметров работы машины и установка гарнитуры для льна позволили вырабатывать качественную гребенную ленту не только из льняных волокон, но и из льнополипропиленовой смеси.

В таблицах 1 и 2 приведены физико-механические показатели льняных и льнополипропиленовых лент до и после гребнечесания.

Эффективность очистки гребенной льнополипропиленовой ленты в сравнении с чистольняной в среднем ниже в 1,5 раза. Это объясняется наличием полипропиленового волокна, которое более тонкое, извитое и цепкое, чем льняное. Сорные примеси и костра труднее вычесываются из льнополипропиленовой смеси.

Таблица 1 - Физико-механические показатели льняных лент до и после гребнечесания

Наименование показателя	Значение показателя		
	До гребнечесания	После гребнечесания	Норма по СТП-ОЛК-02-2003г для гребенной ленты
Линейная плотность, ктекс	16,6	14,0	I сорт 14±0,7
Неровнота по линейной плотности, %	2,7	3,5	I сорт не более 6,5%
Содержание костры, %	2,3	0,4	I сорт не более 1%

Таблица 2 - Физико-механические показатели льнополипропиленовых лент до и после гребнечесания

Наименование показателя	Значение показателя		
	До гребнечесания	После гребнечесания	Норма по СТП-ОЛК-02-2003г для гребенной ленты
Линейная плотность, ктекс	16,6	13,5	I сорт 14±0,7
Неровнота по линейной плотности, %	4,3	5	I сорт не более 6,5%
Содержание костры, %	2,5	0,6	I сорт не более 1%

При обработке короткого льняного волокна на гребнечесальной машине фирмы «Текстима» модели 1605 выход гребенного очеса составляет 24-30% от волокна, поступающего в гребнечесание, а при чесании льнополипропиленовой смеси - 24-28%. Содержание полипропиленовых волокон в очесе - 4-6%. Исследование очеса льнополипропиленовой смеси показало, что полипропиленовое волокно вычесывается в виде мушек, которые образуются на чесальной машине. Распрямленных полипропиленовых волокон в очесе практически нет.

В результате проведенных теоретических и практических исследований процесса гребнечесания короткого льняного волокна на гребнечесальной машине «Текстима» модели 1605 были разработаны теоретические вероятностные модели, позволяющие прогнозировать рассортировку льняных волокон в процессе гребнечесания и определять количество гребенного очеса с учетом разрыва и дробления волокна, а также распределения волокон по их длине в питающем продукте и основных заправочных параметров гребнечесальной машины (длины питания и разводки между отделительным зажимом и нижней губкой тисков). Согласно предложенным теоретическим моделям, процесс рассортировки волокон осуществляется на 5-ти участках (интервалах), которые представлены ниже:

- 1)  $0 < L \leq L_c - M - l_n$ ;
- 2)  $L_c - M - l_n < L \leq L_c - M$ ;
- 3)  $L_c - M < L \leq L_c - l_n$ ;
- 4)  $L_c - l_n < L \leq L_c$ ;
- 5)  $L_c < L \leq L_{\max}$ ;



где  $L_c$  – зона рассортировки волокон по их длине, мм;  $l_n$  – длина питания, мм;  $L$  – длина волокна, мм;  $M$  – расстояние между нижней губкой тисков и линией опускания верхнего гребня, мм;  $L_{\max}$  – максимальная длина волокна, мм.

$w_2(L)$  – дифференциальный закон распределения волокон по длине в гребенной ленте с учетом вероятности разрыва и дробления льняного волокна, определяющийся на 5 интервалах находится следующим образом:

для 1-го интервала:

$$w_2^I(L) = \frac{1}{l_n} \cdot \ln \frac{L_c - M}{L_c - M - l_n} \int_{L_c - l_n}^{L_{\max}} w_1(\ell) \cdot P'(\ell) d\ell. \quad (1)$$

Для 2-го интервала:

$$w_2^{II}(L) = \frac{1}{l_n} \cdot \ln \frac{L_c - M}{L} \int_{L_c - l_n}^{L_{\max}} w_1(\ell) \cdot P'(\ell) d\ell. \quad (2)$$

Для 3-го интервала:  $w_2^{III} = 0$ .

Для 4-го интервала:

$$w_2^{IV}(L) = (1 - P'(L)) \cdot w_1(L) + \frac{L - L_c + l_n}{l_n^2} \left[ \ln \frac{L_c - M}{L_c - M - l_n} \int_L^{L + L_c - M - l_n} w_1(\ell) P'(\ell) d\ell + \int_{L + L_c - M - l_n}^{L + L_c - M} \ln \frac{L_c - M}{\ell - L} w_1(\ell) P'(\ell) d\ell \right] \quad (3)$$

Для 5-го интервала:

$$w_2^V(L) = (1 - P'(L)) \cdot w_1(L) + \frac{1}{l_n} \cdot \left[ \ln \frac{L_c - M}{L_c - M - l_n} \int_L^{\min(L_{\max}, L + L_c - M - l_n)} w_1(\ell) P'(\ell) d\ell + \int_{L + L_c - M - l_n}^{\min(L_{\max}, L + L_c - M)} \ln \frac{L_c - M}{\ell - L} w_1(\ell) P'(\ell) d\ell \right] \quad (4)$$

где  $w_1(L)$  – ДЗРВД в гребенной ленте без учета разрыва и дробления волокон;  $L_c$  – зона рассортировки волокон по их длине, мм;  $l_n$  – длина питания, мм;  $L$  – длина волокна, мм;  $M$  – расстояние между нижней губкой тисков и линией опускания верхнего гребня, мм;  $P'(\ell)$  и  $P'(L)$  – вероятность дробления и разрыва короткого льняного волокна в процессе гребнечесания в зависимости от длины волокна, которая находится по формуле (5):

$$P'(L) = P_1(A) + P_2(B) - P_1(A) \cdot P_2(B), \quad (5)$$

где  $P_1(A)$  – вероятность разрыва волокон по длине с учетом коэффициента вычесывания;  $P_2(B)$  – вероятность дробления волокон.

Установлено, что вероятность дробления короткого льняного волокна №6 на гребнечесальной машине составляет 0,2 – 0,4, а вероятность разрыва волокон от 0 до 0,7.

Количество льняного очеса определяется по следующей формуле:

$$K = \int_0^{L_{\max}} Lw(L)dL - \frac{1}{2}(L_0w_2(L_0) + L_{\max}w_2(L_{\max}) + 2\sum L_iw_2(L_i)), \quad (6)$$

где  $L_0$  – длина волокна, мм;  $L_{\max}$  – максимальная длина волокна, мм;  $L_i$  –  $i$ -тая длина волокна, мм

В среде «Microsoft Excel» создан алгоритм для автоматизации расчета вероятностных моделей рассортировки льняных волокон и количества очеса. Для прогнозирования рассортировки волокон на гребнечесальной машине был проведен анализ распределения волокон по классам длины льняной и льнополипропиленовой лент до гребнечесания.

В таблице 3 представлены исходные данные для прогнозирования рассортировки льняной и льнополипропиленовой лент.

Таблица 3 - Исходные данные для прогнозирования рассортировки льняной ленты

Исходные данные		для льняной	для льнополипропиленовой
Вероятность разрыва по длине	$P_1(A)$	0,5	0,7
Вероятность дробления	$P_2(B)$	0,2	0,2
Шаг	h	1	1
Зона сортировки (разводка), мм	$L_c$	32,5	32
Длина питания, мм	$l_n$	7,37	6,9
Расстояние между нижней губкой тисков и линией опускания верхнего гребня	M	12	10
Максимальная длина волокна, мм	$L_{\max}$	410	350

Результаты прогнозирования рассортировки волокон представлены в таблице 4 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 4 - Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных значений количества очёса

Наименование показателя	Значения, полученные в результате эксперимента	Теоретические значения, полученные при моделировании на ЭВМ		
		без учета разрыва и дробления волокон	с учетом разрыва волокон	с учетом дробления и разрыва волокон
Количество очёса, %:				
- для льняных лент	32,0	30,40	29,02	32,77
- для льнополипропиленовых лент	24	1,38	15,35	21,25

Разность между теоретическими и практическими данными составляет для чистого льна - 2,4%, для льнополипропиленовой смеси (полипропилен 27%) - 11,5%. Наличие в смеси полипропилена снижает точность результатов прогнозирования гребнечесания, поэтому использование разработанных теоретических моделей для прогнозирования результатов гребнечесания льнополипропиленовой смеси рекомендуется при вложении полипропилена не более 10%.

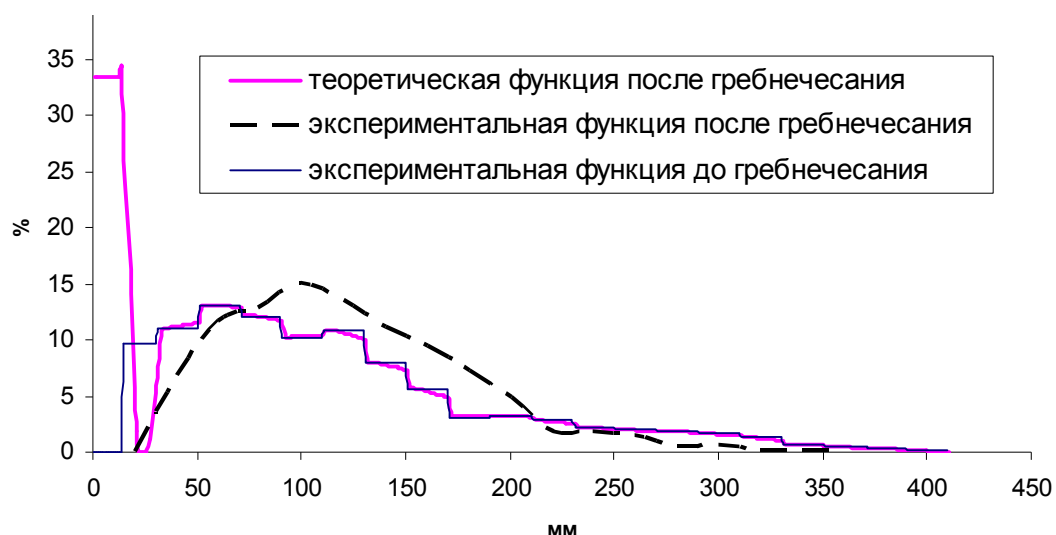


Рисунок 1 – Функции распределения льняных волокон по длине до и после гребнечесания

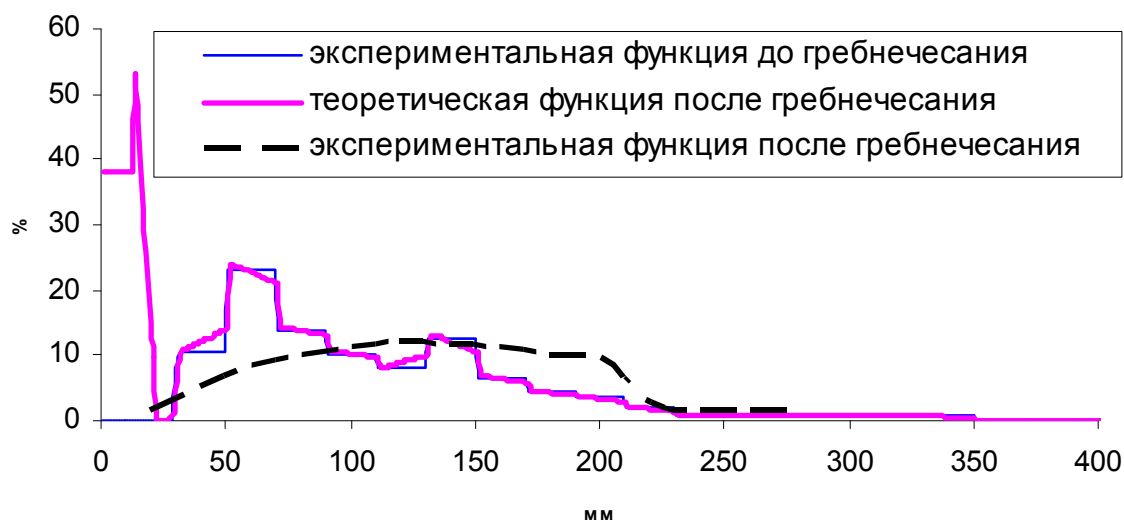


Рисунок 2 – Функции распределения льняных волокон по длине до и после гребнечесания

Согласно компьютерному моделированию функции распределения волокон по длине в гребенной ленте, количество волокон с длиной от 1мм до 20мм (в зависимости от вероятности дробления) составляет 33 - 55% . Это явление связано с разрывом и дроблением волокна, сорных примесей в процессе гребнечесания. В интервал данной длины попадают оторванные и раздробленные концы волокон, невычесанные раздробленные сорные примеси и костра, которые попадают в прочёс, а затем удаляются при формировании и укладки гребенной ленты в таз. При попадании в гребенную ленту включения такого размера, как правило, считаются пылью и сорными примесями и при ручном промере волокон не учитываются.

#### ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований разработаны теоретические вероятностные модели, позволяющие прогнозировать рассортировку льняных волокон в процессе гребнечесания и количество гребенного очеса.

2. Исследования показали, что теоретические модели могут использоваться для прогнозирования результатов гребнечесания льнополипропиленовой смеси (при наличии полипропилена не более 10%).
3. Разработан алгоритм в среде «Microsoft Excel» для автоматизации расчета вероятностных моделей рассортировки льняных волокон и определения количества очеса в процессе гребнечесания.

#### Список использованных источников

1. Битус, Е.И. Разработка методов прогнозирования рассортировки волокон и оптимальных условий работы гребнечесальных машин в шерстопрядении / Диссертационная работа на соискание ученой степени доктора технических наук 05.19.02.М: 2003.–330с.
2. Гришанова, С.С. Технология пряжи из короткого льняного волокна с использованием процесса гребнечесания / Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук 05.19.02.М: 2007.–288с.

#### SUMMARY

The article is devoted to the experimental and theoretical researches of the combing process of flax and flax/polypropylene silvers, and also to the creating of theoretical and probabilistic models, which allow to forecast the sorting out of flax fibers during combing, and to determine the amount of combing tow.

УДК 621.837.7

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПРЕРЫВИСТОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ С ВНЕШНИМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ КОЛЕС**

***А.Г. Семин, А.М. Тимофеев, А.В. Локтионов***

Исполнительные органы некоторых машин совершают движения с остановками, длительность которых зависит от требований технологического процесса. Например, подача ткани на швейной машине зигзагообразной строчки производится при помощи кулачково-рычажного механизма. Наличие высших кинематических пар и появление ударов не позволяет использовать указанный механизм при высоких скоростях.

Лучшие динамические характеристики имеет зубчато-рычажный механизм с внутренним зацеплением зубчатых колес, результаты исследований которого представлены в работах [1]-[3]. Рассмотрим возможность применения в указанных условиях зубчато-рычажного механизма с внешним зацеплением колес, схема которого представлена на рис. 1. Механизм состоит из неподвижного зубчатого колеса 1, водила 2 и сателлита 3, который имеет палец 4 с установленным на нем камнем 5, образующим поступательную пару с кулисой 6, имеющей общую ось вращения с водилом. При вращении водила движение пальца через камень передается кулисе 6, совершающей прерывистое вращательное движение.

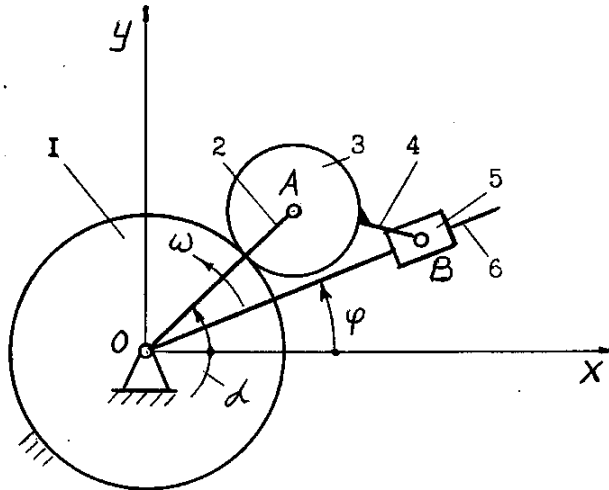


Рисунок 1 - Схема зубчато-рычажного механизма

Координаты пальца:

$$\begin{aligned} x &= L \cdot \cos \alpha - l \cos \beta; \\ y &= L \sin \alpha - l \sin \beta, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $L=OA$  (рис. 1);  $l=AB$ ;  $\alpha$  – угол поворота водила;  $\beta$  – угол поворота сателлита. Углы  $\alpha$  и  $\beta$  связаны между собой зависимостью [4]:

$$\beta = \left( \frac{R}{r} + 1 \right) \alpha, \quad (2)$$

где  $R$  и  $r$  – радиусы делительных окружностей центрального колеса и сателлита. Обозначим  $l = K \cdot r$ , где  $K$  – коэффициент.

Тогда

$$\begin{aligned} x &= (R + r) \cdot \cos \alpha - kr \cos \left( \frac{R}{r} + 1 \right) \alpha; \\ y &= (R + r) \sin \alpha - kr \sin \left( \frac{R}{r} + 1 \right) \alpha. \end{aligned}$$

Так как угловые характеристики механизма  $\varphi$ ,  $\omega$  и  $\varepsilon$  не зависят от абсолютных размеров механизма, то принимая  $r=1$  и учитывая, что  $\frac{R}{r} = U$ , получим:

$$\begin{aligned} x &= (U + 1) \cdot \cos \alpha - k \cos(U + 1)\alpha; \\ y &= (U + 1) \sin \alpha - k \sin(U + 1)\alpha, \end{aligned} \quad (3)$$

Угловое перемещение кулисы:

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \quad (4)$$

При исследовании механизма приняты  $U=1...5$  и  $K=1...1,5$ . На рис. 2 представлен график углового перемещения кулисы для случая, когда  $U=2$  и  $K=1,2$ . На графике через  $\alpha_0$  обозначен угол поворота кулисы за время приближенной остановки, в течение которого кулиса имеет некоторое перемещение  $\varphi_0$ . Величина этого перемещения характеризует стабильность остановки кулисы и составляет для рассматриваемого случая  $2,3^\circ$  при  $\alpha_0=41,4^\circ$ . Это означает, что кулиса имеет

остановку, равную 23% времени цикла, соответствующего половине оборота водила.

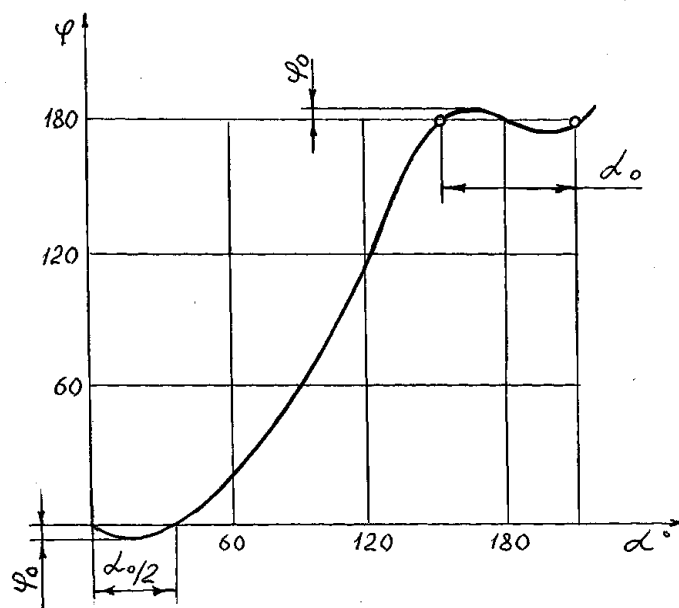


Рисунок 2 – График углового перемещения кулисы в зависимости от угла поворота водила

На рис. 3 представлены графики изменения длительности  $\alpha_0$  и стабильности  $\varphi_0$  остановки кулисы в зависимости от величины  $K$ .

Как показали исследования, кривые изменения  $\varphi_0$  и  $\alpha_0$  в зависимости от коэффициента  $K$  имеют вид парабол. Уравнение кривой изменения  $\varphi_0$  имеет вид:

$$\varphi_0 = a(k - 1)^n, \quad (5)$$

где  $a$  – коэффициент;  $n$  – показатель степени.

Подставляя в это уравнение по два любых значения  $\varphi_0$  и  $K$ , получим два уравнения с двумя неизвестными, из которых определим  $a$  и  $n$ . Тогда

$$\varphi_0 = 23,5(k - 1)^{1,4}. \quad (6)$$

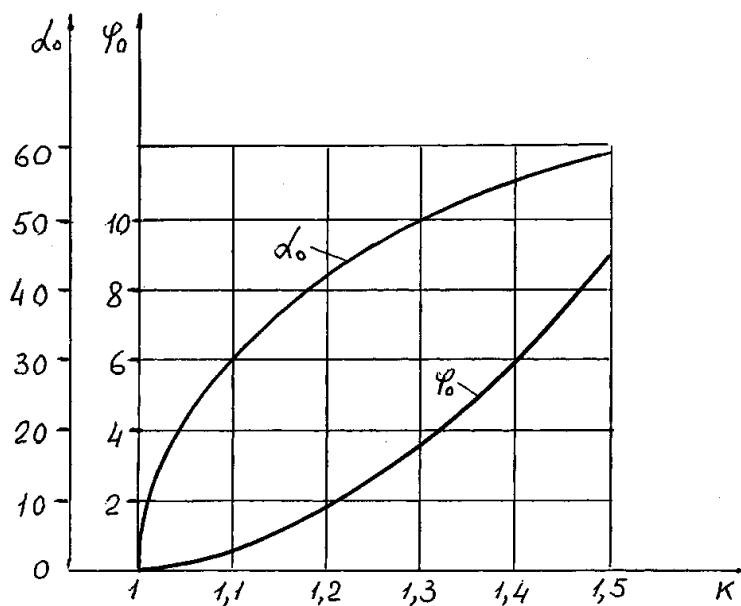


Рисунок 3 – Графики изменения длительности и стабильности остановки кулисы

Аналогично

$$\alpha_0 = 90\sqrt{k-1}, \quad (7)$$

отсюда

$$K = \frac{\alpha_0^2}{8100} + 1. \quad (8)$$

Длительность и стабильность остановки при различных значениях  $K$  можно оценить аналитически. На рис. 4 представлена траектория движения пальца камня во время остановки кулисы, к которой проведена касательная из начала координат, совпадающего с осью вращения кулисы. Скорость пальца в точке касания направлена по касательной, расположенной под углом  $\varphi_0$  к горизонтальной оси  $\alpha$ .

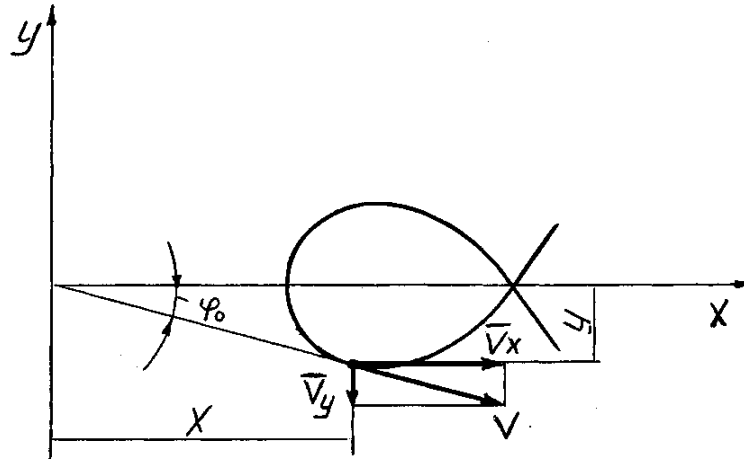


Рисунок 4 – Траектория движения пальца во время остановки кулисы

Угловое перемещение кулисы:

$$\varphi_0 = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} = \operatorname{arctg} \frac{\dot{y}}{\dot{x}}, \quad (9)$$

или

$$\frac{y}{x} = \frac{\dot{y}}{\dot{x}} \quad (10)$$

Учитывая, что  $\alpha = \omega t$  и дифференцируя уравнения (3), получим:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -\omega(U+1)\sin\alpha + k\omega(U+1)\sin[(U+1)\alpha] \\ \dot{y} &= \omega(U+1)\cos\alpha - k\omega(U+1)\cos[(U+1)\alpha] \end{aligned} \quad (11)$$

Из (10) с учетом (3) и (11) имеем:

$$\alpha = \frac{1}{U} \arccos \frac{U+1+K^2}{K(U+2)} \quad (12)$$

В качестве примера проведем оценку длительности и стабильности остановки кулисы при  $U=2$  и  $K=1,2$ . Из уравнений (12) и (9) имеем  $\alpha=11,1^\circ$  и  $\varphi_0=2,4^\circ$ . На рис. 2 представлен график углового перемещения кулисы, из которого видно, что при движении кулисы из начального положения (при  $\varphi=0$ )  $\alpha = \alpha_0/2$ . Для рассматриваемого случая ( $U=2$ )

$$y = 3\sin\alpha - K\sin 3\alpha = 0$$

Учитывая, что  $\sin 3\alpha = 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha$ , получим:

$$3\sin\alpha - K(3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha) = 0 \quad (13),$$

отсюда

$$\alpha = \arcsin 0,867 \sqrt{\frac{K-1}{K}} \quad (14)$$

Из (14) при  $K=1,2$  имеем  $\alpha=20,7^{\circ}$ . Тогда  $\alpha_0=41,4^{\circ}$ , что соответствует ранее найденному значению  $\alpha_0$ .

Полученные аналитические зависимости применимы при расчете и проектировании аналогичных механизмов. Задаваясь величиной  $\alpha_0$ , которая берется из циклограммы работы машины, по формуле (8) находим значение  $K$ , а затем из уравнения (6) определяем угол  $\varphi_0$  отклонения кулисы за время кажущейся остановки и оцениваем его с точки зрения технологического процесса.

#### Список использованных источников

1. Семин А.Г., Тимофеев А.М., Локтионов А.В. Исследование механизма с прерывистым движением выходного звена. // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого, 2002, №3-4. С. 12-16.
2. Семин А.Г., Алещенко Б.Ф. Исследование длительности и качества квазиостановки выходного звена зубчато-рычажного механизма. // Вестник УО «ВГТУ», №10, Витебск, 2006. С. 41-44.
3. Семин А.Г., Ким Ф.А., Свирский Д.Н. Кинематическое исследование зубчато-рычажного механизма с прерывистым движением выходного звена. // Вестник Полоцкого государственного университета. Фундаментальные науки, №4, Полоцк, 2005. С. 150-152.
4. Теория механизмов и машин : Учеб. для студ. вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. - 496 с.

#### SUMMARY

This article describes the results of the cinematic analysis of the tooth-lever mechanism of faltering rotary movement with external gearing wheels are stated. It is established, that the outlet link has a stop equal 23% of the time of a cycle, a turn corresponding a half drove of the leading link.

УДК 677.017.42

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕЛАНЖЕВОГО ЭФФЕКТА

*А.Г. Романовский, Д.Б. Рыклин, В.В. Яковлев*

Для повышения эффективности производства текстильных изделий из меланжевой пряжи, а так же для сокращения сроков их производств на кафедре "Прядение натуральных и химических волокон" УО «ВГТУ» разработана компьютерная программа, которая позволяет оценить качество меланжевого эффекта на поверхности текстильного изделия путем комплексной оценки цифрового изображения текстильного образца.

Для оценки качества меланжевого эффекта необходимо получить изображение текстильного образца в электронном виде. Любое изображение вне зависимости от его сложности - это совокупность элементарных ячеек монитора - пикселей. Получить числовые характеристики цвета можно, выделив его какие-то отличительные характеристики. Для представления цвета в разработанной программе использовались модели RGB и HSV, как наиболее удобные и информативные с точки зрения пользователя.



С целью определения наиболее целесообразного способа получения цифрового изображения, проведены сравнительные исследования цифровых изображений следующего вида:

- получение сканированного образца трикотажного полотна различного состава;
- получение цифрового изображения образца трикотажного полотна с использованием цифровой камеры.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что сканирование трикотажных полотен не позволяет получить достоверную информацию не только об их цвете, но и о разнооттеночности. Это связано с рельефной структурой материала. В свою очередь химические волокна, выступающие на поверхности пряжи, отражают лучи света, при этом происходит осветление цветных участков пряжи. Так же следует отметить, что при использовании данного метода настройка сканера является индивидуальной в зависимости от цвета полотна, что требует дополнительных временных затрат. При этом характеристики получаемого изображения определяются техническими возможностями (разрешением) сканера.

Указанные недостатки способа сканирования исключаются при фотографировании на цифровую камеру. При равномерной освещенности полученное таким образом изображение текстильного образца на экране компьютера с достаточной точностью соответствует внешнему виду образца, однако цветопередача изображения зависит от настроек и технических характеристик монитора.

Разработанное программное обеспечение построено на принципах объектного графического интерфейса как наиболее распространённого, удобного и обеспечивающего максимальную производительность и наглядность (рисунок 1). При работе с цифровым изображением текстильного образца пользователь осуществляет следующие операции:

Загрузка полученного цифрового изображения в поле работы с изображением.

Пользователь имеет возможность уменьшения изображения для сокращения временных затрат на обработку загруженной картинки. При сравнении нескольких образцов пользователь может задать одинаковый размер всех исследуемых образцов, независимо от первоначальных размеров изображения.

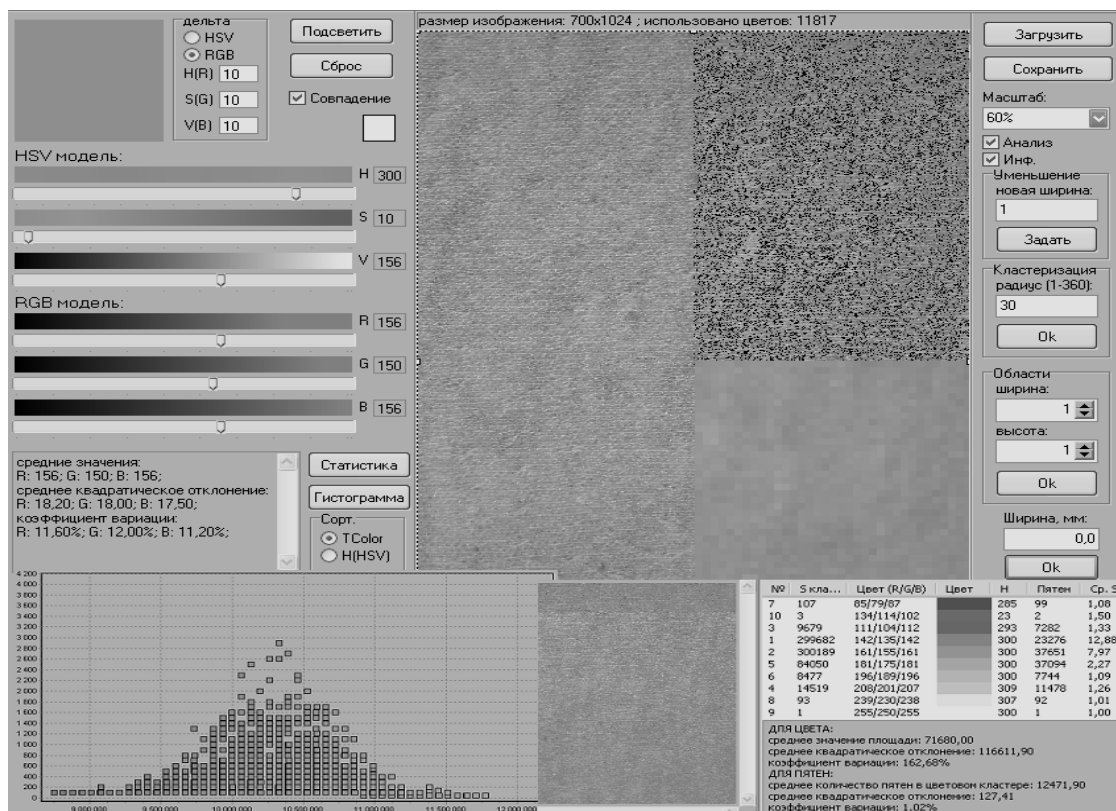


Рисунок 1 - Интерфейс программы

Статистическая обработка изображения.

При статистической обработке пользователь получает информацию о среднем значении кода цвета, квадратическом отклонении и коэффициенте вариации для трех составляющих (R/G/B) всего образца либо выделенной области изображения, которые находятся в модуле статистики. Показатель среднего значения составляющих (R/G/B) позволяет пользователю наглядно увидеть данный цвет в окне путем задания кодов составляющих в модуле подсветки цвета. Статистическая обработка может осуществляться на любом этапе оценки изображения.

Далее в модуле подсветки цвета необходимо задать оттенок цвета (как правило, это показатели среднего значения составляющих R/G/B исследуемого образца, полученных в результате статистической обработки изображения) с указанием отклонения (R/G/B для цветовой модели RGB и H/S/V для модели HSV). В результате на изображении происходит закрашивание ячеек, численные характеристики которых совпадают с численными характеристиками среднего цвета с учетом указанного отклонения по одной из цветовых моделей (рисунок 2).

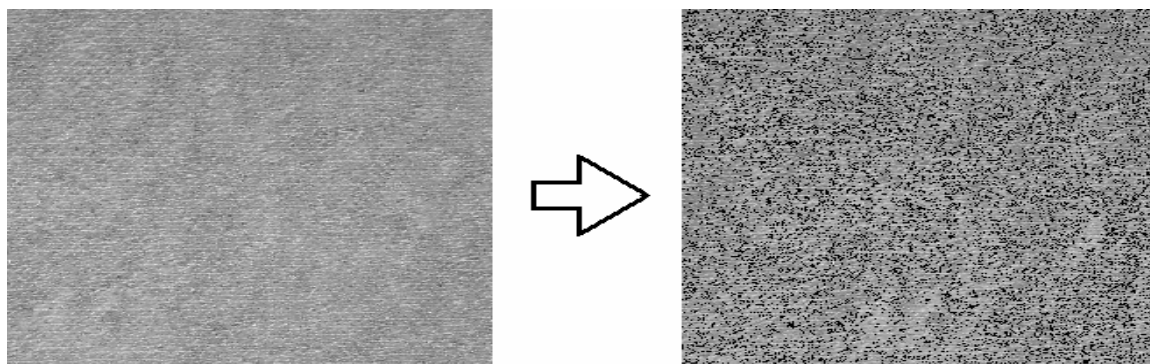


Рисунок 2 - Реализация операции "подсвечивание"

Операция “размытие” реализуется заданием размеров области (минимальной по размерам ячейки изображения одного цвета), и позволяет разбить изображение на области заданной ширины и высоты. При этом выделенные области закрашиваются усредненным цветом точек данной области (рисунок 3).

Данная операция осуществляется при оценке трикотажного полотна для исключения влияния теней, образующихся при фотографировании на поверхности изображения, вызванного рельефной структурой трикотажа.

В результате выполнения данной операции видимые светлые и темные области на поверхности изделия становятся близкими к зрительному восприятию человеческого глаза.

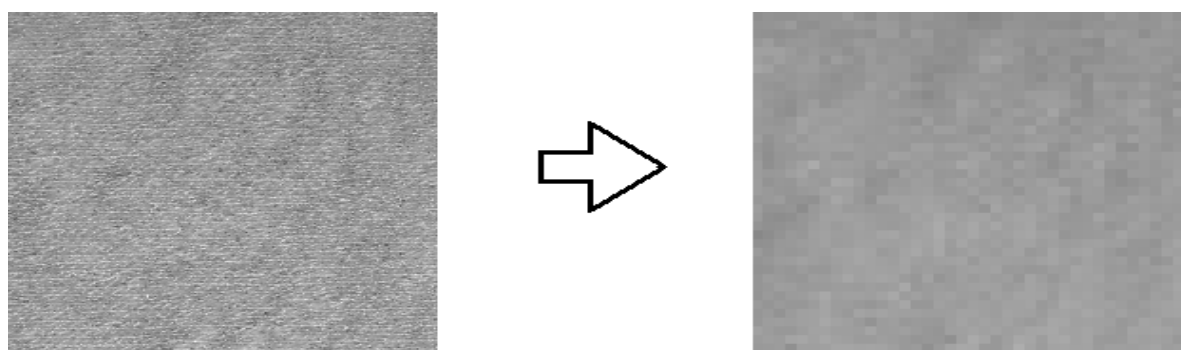


Рисунок 3 - Реализация операции размытие

Чем больше задаваемый размер области, тем из меньшего количества цветов-кластеров будет состоять изображение и тем ближе их цвет будет к среднему значению кодов составляющих (R/G/B).

Реализация операции “кластеризация” – это разбиение изображения на цвета-кластеры, объединение соседних ячеек различного цвета в группы одного цвета в зависимости от заданного радиуса кластера. Полученное в результате этого изображение выводится на экран монитора (рисунок 4).

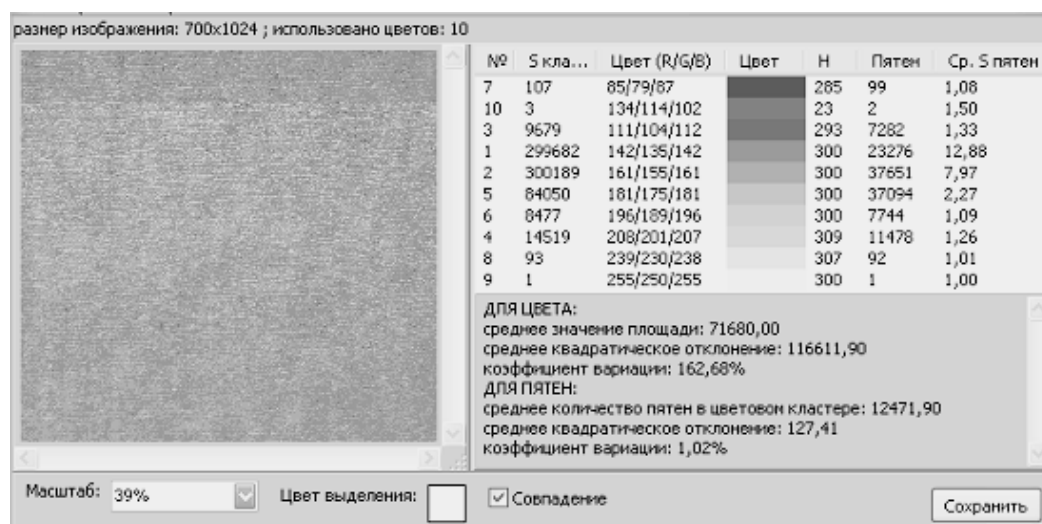


Рисунок 4 - Реализация операции кластеризация

Для каждого кластера цвета в этом же окне находятся статистические данные:

- общая площадь, занимаемая кластером;
- кодированное значение данного цвета в системе R/G/B;
- количество пятен каждого кластера;
- среднее значение площади пятен кластера (Ср. S пятен);

Для более детальной оценки полученного изображения имеется возможность построения гистограммы цветов, в которой указываются цвет каждой отдельной ячейки изображения, а также количество точек данного цвета (рисунок 5). Графики строятся для трех составляющих цвета (R/G/B) и для самого цвета в представлении TColor (формат записи цвета для Delphi) или составляющей H системы HSV.

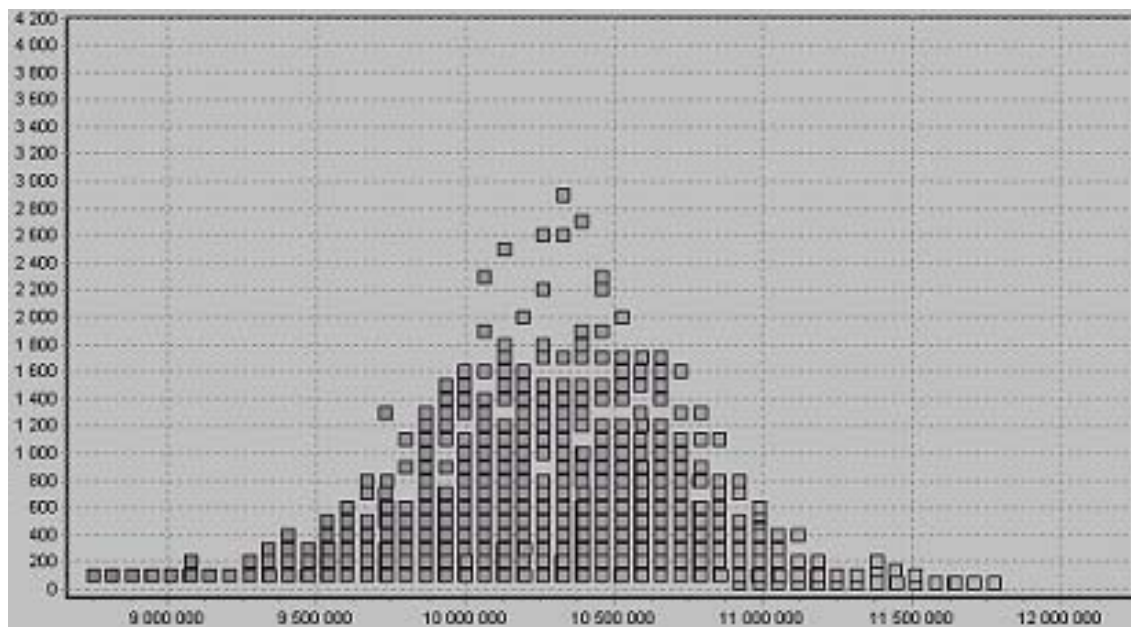


Рисунок 5 - Построение гистограммы цветов

Оценка качества меланжевого эффекта производится комплексно на основании следующих критериев, полученных при обработке изображения:

- статистических показателей изображения, полученных на всех этапах оценки изображения;
- результата кластеризации - как оценки групп (кластеров) их количества, занимаемой площади и группировки;
- результатов “подсвечивания” образцов.

По результатам статистической обработки определяются показатели, характеризующие качество меланжевого эффекта, возникающего на поверхности текстильных изделий.

Таким образом, разработанный комплекс позволяет получить более полную информацию о внешнем виде и областях применения проектируемого вида меланжевой пряжи, уточнять и корректировать требования к технологическому процессу и смешиваемым компонентам.

По полученным данным можно судить о качестве возникающего меланжевого эффекта, а также о возможности использования меланжевой пряжи данного вида для производства трикотажных изделий и о совершенстве способа смешивания цветных волокон при производстве меланжевой пряжи.

#### SUMMARY

Article is devoted to development of method of quality rating of mélangé effect at the textile fabrics surface. In accordance with proposed method special software is developed.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТА ПОСТОЯННОГО ТОКА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ПРИВОДЕ МЕХАНИЗМА НОЖА ПЕТЕЛЬНОГО ПОЛУАВТОМАТА

*Т.В. Буевич, К.И. Архипенко*

Принцип работы электромагнитов основан на использовании сил взаимодействия ферромагнитного тела с магнитным полем, создаваемым электрическим током. Пригодность электромагнита для использования в определенном механизме можно оценить по его электромеханической статической характеристике, которая представляет собой зависимость электромагнитной силы, действующей на якорь, от координаты положения якоря для различных неизменных значений напряжения, приложенного к обмотке. Ординатой точки статической характеристики является максимальная сила, приложенная к заторможенному в соответствующем положении якорю. Статическая характеристика позволяет определить максимальные значения сил, которые может развить данный электромагнит при заданном значении напряжения.

В автоматизированном приводе швейных машин используются электромагниты постоянного тока. В ходе лабораторных испытаний петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением была зафиксирована нестабильная работа механизма ножа с электромагнитным приводом: в отдельных сериях испытаний не происходило прорубания материала. Проведен эксперимент по снятию статической характеристики электромагнита ЭУ720302УХЛ4 (ход 18 мм, сила 40 Н). Задачи исследования:

- экспериментальное определение величины движущей силы электромагнита в зависимости от хода его штока,
- влияние материала штока на величину движущей силы электромагнита.

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.

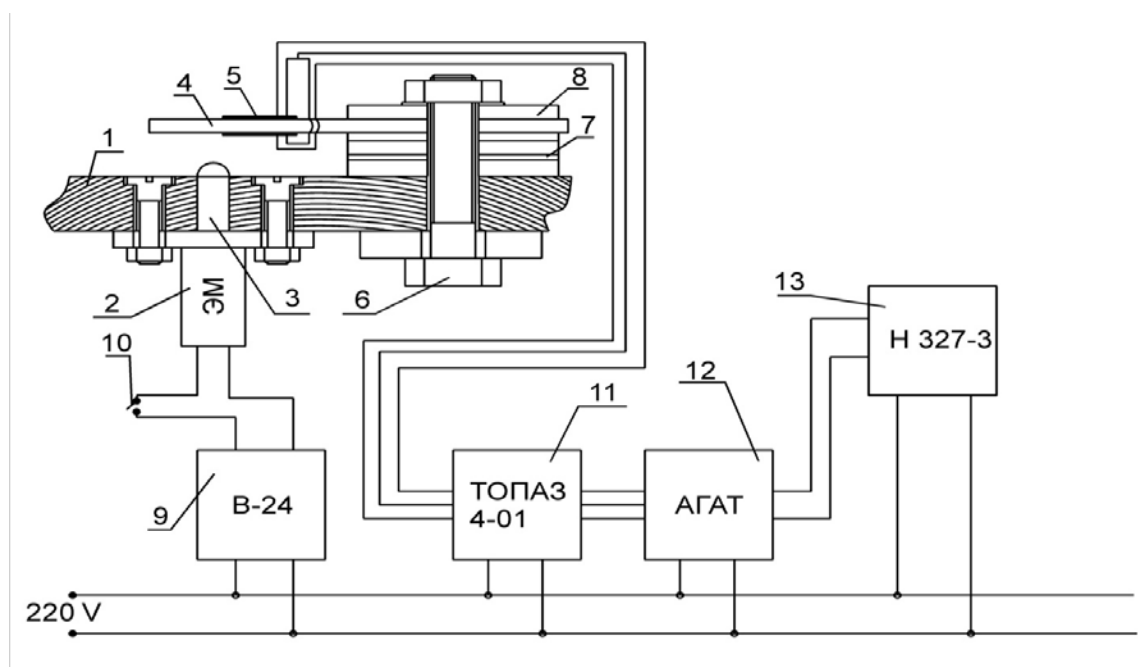


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки

К столу 1 четырьмя болтами крепится электромагнит 2. Шток 3 электромагнита вставлен в отверстие стола. При выключенном электромагните его уровень совпадает с уровнем поверхности стола. Балка 4 закрепляется консольно на столе

с помощью болта 6 и шайбы 8. Высота ее установки регулируется сменой набора калибров 7 разной толщины. На поверхности балки наклеены тензодатчики 5, которые с сопротивлениями, вмонтированными в усилитель, образуют сбалансированный мост. Усилитель электрических сигналов "Топаз" 11 с блоком питания "Агат" 12 и самописец НЗ27-3 13 обеспечивают формирование и регистрацию электрических импульсов. Питание электромагнита осуществляется от блока питания В-24 9 с использованием двухпозиционного переключателя 10. Устройства 9, 11, 12, 13 питаются от сети переменного тока напряжением 220 В.

Перед экспериментом была проведена тарировка тензометрической балки с помощью динамометра. Схема тарировки представлена на рис. 2.

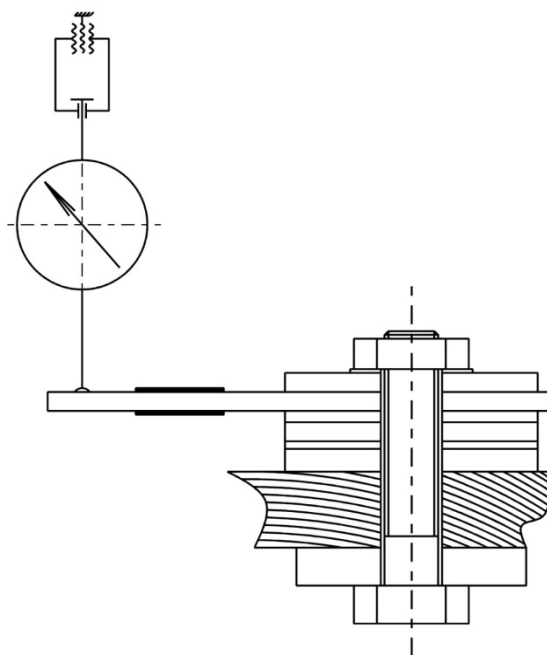


Рисунок 2 - Схема тарировки

В процессе статического нагружения датчиков получена их статическая характеристика и построен тарировочный график, представленный на рисунке 3. Найдена тарировочная функция (1):

$$P(A) = 7 \cdot A, \quad (1)$$

где P- усилие, развиваемое электромагнитом (Н); A- отклонение луча на осциллограмме (мм).

После тарировки проводился эксперимент:

- с помощью набора калибров выставлялась высота балки, ограничивающая ход штока электромагнита (высота менялась от 0 до 18 мм с интервалом в 2 мм);
- с помощью переключателя включался электромагнит и выдерживался во включенном состоянии приблизительно 3-4 с.

Необходимое число опытов, позволяющих избежать случайной ошибки, принималось равным 10. Балка под действием внешней силы- удара штоком электромагнита при его включении, перемещалась и совершала затухающие колебательные движения. Регистрация процесса осуществлялась с помощью самописца НЗ27-3 на бумагу при скорости её протяжки 250 мм/с.

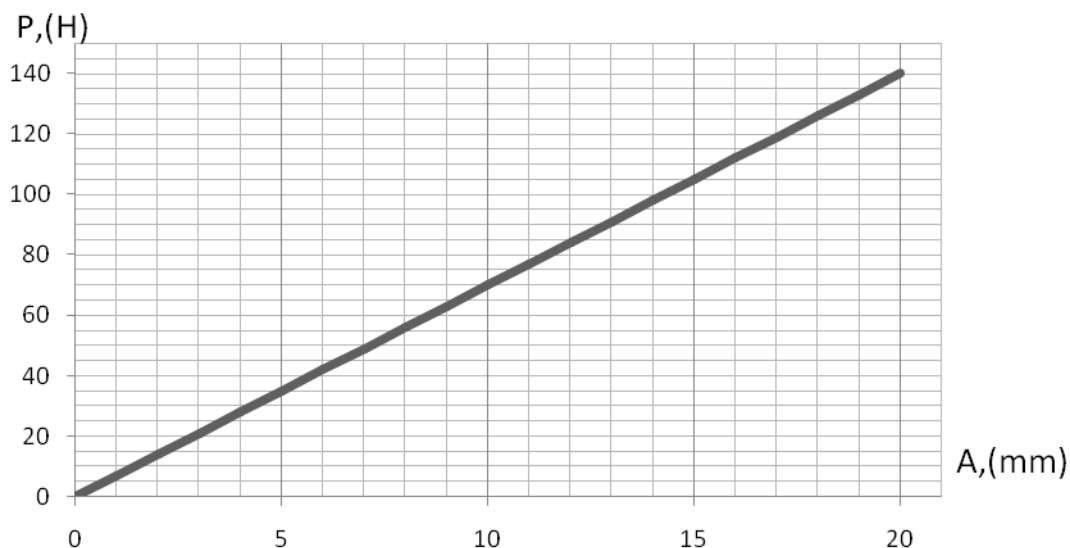


Рисунок 3 - Тарировочный график

На рисунке 4 приведен образец осциллограммы. Участок 1 соответствует выключенному состоянию электромагнита; участок 2 - времени срабатывания электромагнита, участок 3 - включенному состоянию электромагнита. Величина отклонения луча на осциллограмме пропорциональна усилию, развиваемому электромагнитом при заданном ходе штока.

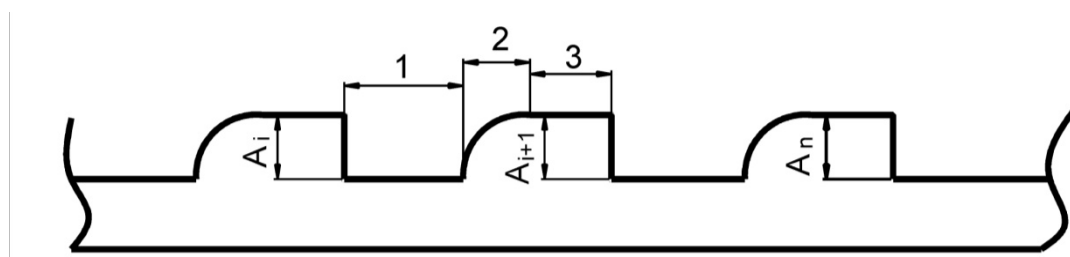


Рисунок 4 - Образец осциллограммы

Эксперимент был проведен для электромагнита с металлическим штоком и с деревянным штоком. Результаты эксперимента были расшифрованы с помощью тарировочного графика. Реальная картина изменения усилия, развиваемого электромагнитом в зависимости от хода штока, представлена в виде графиков на рисунке 5. Результаты эксперимента сведены в таблицу 1.

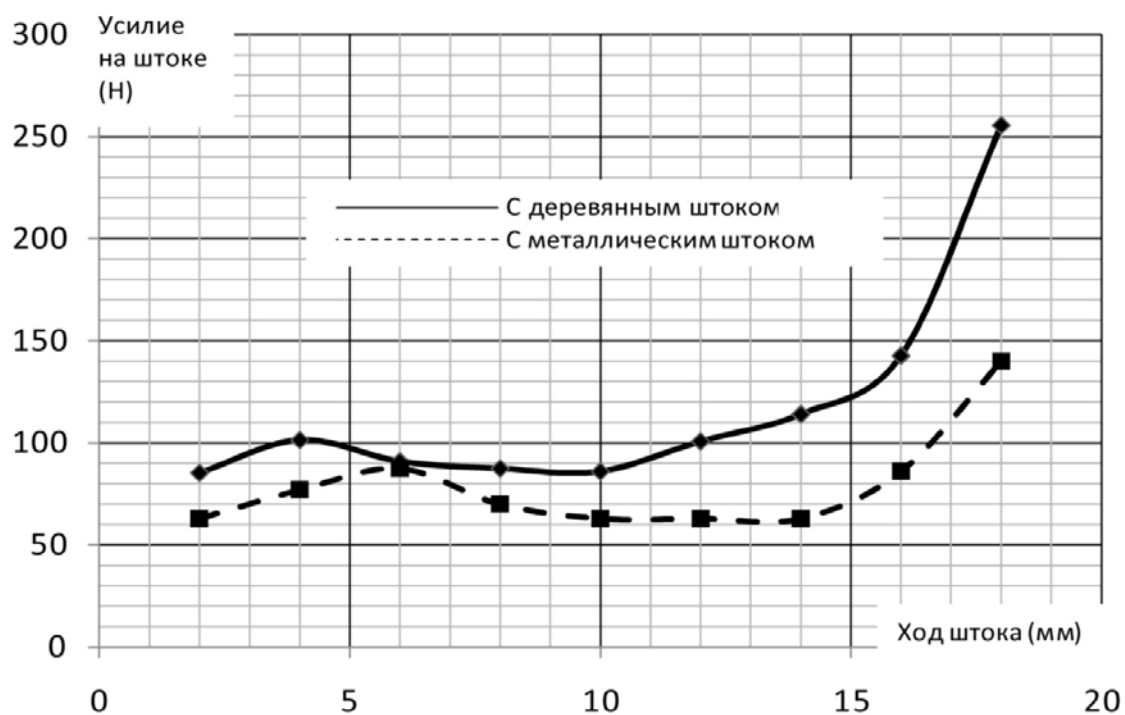


Рисунок 5 - Результаты эксперимента

Таблица 1

Ход штока h, мм	Средняя амплитуда A <sub>i</sub> , мм		Усилие на штоке P, Н	
	деревянный шток	металлический шток	деревянный шток	металлический шток
2	12,2	9	85,4	63
4	14,5	11	101,5	77
6	13	12,5	91	87,5
8	12,5	10	87,5	70
10	12,3	9	86,1	63
12	14,4	9	100,8	63
14	16,3	9	114,1	63
16	20,4	12,3	142,8	86,1
18	36,5	20	255,5	140

По результатам эксперимента можно сделать выводы:

- усилие электромагнита возрастает с увеличением хода штока;
- электромагнит развивает усилие с неметаллическим сердечником в 1,8 раза больше, чем с металлическим;
- усилие, развиваемое электромагнитом с деревянным штоком, в конце хода превысило паспортное значение в 6,2 раза, с металлическим штоком - в 3,5 раза.

Рекомендуется для стабилизации процесса прорубания петель регулировать положение электромагнита механизма ножа по высоте таким образом, чтобы



прорубание петли происходило при максимальном ходе штока. В электромагните механизма ножа использовать немагнитный шток.

## SUMMARY

The loopy semi-automatic device with MPC, appropriate to technological parameters of the modern equipment. Experimental researches of electromagnet of direct current in-use in the drive of mechanism of knife of the loopy semi-automatic device are conducted. Recommendations are given on the type selection electromagnet and regulation of mechanism of knife. Results of work are used by development and introduction in manufacture of a loopy semi-automatic device with MPC.

УДК 621.837.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВОШИПНО-КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА С ДЕЗАКСИАЛЬНОЙ КУЛИСОЙ

*А.Г. Семин, В.В. Сяборов, Е.В. Пароминский*

В технике встречаются механизмы, преобразующие равномерное вращательное движение в неравномерное. Это необходимо по следующим причинам:

- для уменьшения отрицательного воздействия большой скорости на технологический процесс (например, при обработке металлов резанием);
- для уменьшения времени рабочего цикла механизма, имеющего небольшую нагрузку с тем, чтобы облегчить работу других более нагруженных механизмов.

Одним из механизмов, обеспечивающих неравномерное вращение, является кулисный механизм с вращающейся кулисой. В работе [1] дан кинематический анализ двухкривошипного шарнирного четырехзвенника, выходной кривошип которого совершает вращательное движение с переменной скоростью. Выявлено влияние длин звеньев механизма на кинематику его движения. В том случае, когда требуется получить более высокий коэффициент неравномерности, чем его имеет двухкривошипный четырехзвенник, можно применять кулисный механизм. Как известно, в этом механизме коэффициент неравномерности вращения зависит от длины стойки. Чем короче стойка, тем меньше коэффициент неравномерности. Для получения вращательного движения кулисы длина стойки должна быть меньше длины кривошипа.

Одной из разновидностей кулисного механизма является кривошипно-кулисный механизм с дезаксиальной кулисой. У этого механизма направление кулисы не совпадает с ее осью вращения. Такого вида механизм применяется в гребнечесальной машине фирмы «Хартфорд». Рассмотрим кинематику такого механизма, исследовав его аналитическим методом.

Введем следующие обозначения:  $r$  - длина кривошипа,  $a$  - длина стойки,  $e$  - дезаксиал кулисы,  $l$  - переменная длина кулисы,  $\alpha$  - угол поворота кривошипа,  $\varphi$  - угол поворота кулисы.

Представим механизм в виде замкнутого векторного контура (рис. 1) и запишем векторное уравнение [1]:

$$\vec{r} + \vec{a} = \vec{e} + \vec{l}. \quad (1)$$

Спроектировав это уравнение на оси координат, получим:

$$\begin{aligned} r \cos \alpha &= e \cos \varphi + l \cos(\varphi + 90^\circ), \\ a + r \sin \alpha &= e \sin \varphi + l \sin(\varphi + 90^\circ). \end{aligned} \quad (2)$$

Запишем эти уравнения в другом виде:

$$\begin{aligned} r \cos \alpha &= e \cos \varphi - l \sin \varphi, \\ a + r \sin \alpha &= e \sin \varphi + l \cos \varphi. \end{aligned} \quad (3)$$

Выразив из первого уравнения значение  $\sin \varphi$  и подставив его во второе, будем иметь:

$$\varphi = \arccos \frac{r \sin \alpha + \frac{re}{l} \cos \alpha + a}{\frac{e^2}{l} + l}. \quad (4)$$

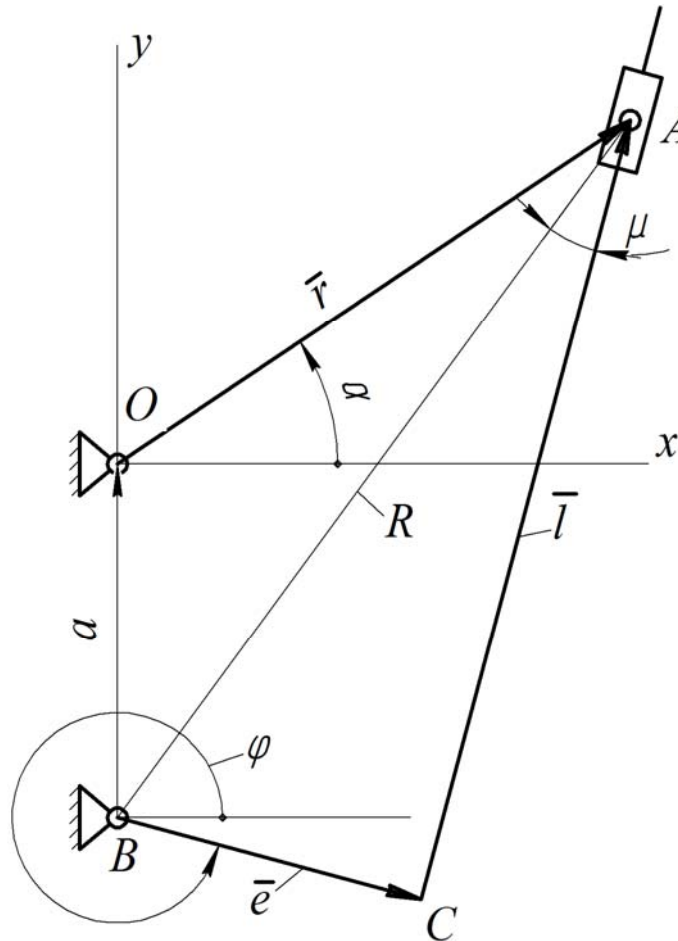


Рисунок 1

Из треугольника  $OAB$  (рис. 1) получаем радиус вращения точки  $A'$  на кулисе относительно оси  $B$ :

$$R = \sqrt{r^2 + a^2 - 2ra \cos(\alpha + 90^\circ)} = \sqrt{r^2 + a^2 + 2ra \sin \alpha}. \quad (5)$$

Величину  $l$  найдем из треугольника  $BAC$ :

$$l = \sqrt{R^2 - e^2} = \sqrt{r^2 + a^2 + 2ra \sin \alpha - e^2}. \quad (6)$$

Так как  $\alpha = \omega_0 t$ , а  $\varphi = \omega t$ , где  $\omega_0$  и  $\omega$  - угловые скорости кривошипа и кулисы, то после дифференцирования уравнений (3), получим:

$$\begin{aligned} \omega_0 r \sin \alpha &= \omega e \sin \varphi + v \sin \varphi + \omega l \cos \varphi, \\ \omega_0 r \cos \alpha &= \omega e \cos \varphi + v \cos \varphi - \omega l \sin \varphi. \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь  $v = \frac{dl}{dt}$  скорость скольжения камня по кулисе.

Повернем оси координат на угол  $\varphi$  в сторону, обратную отсчету угла  $\varphi$ , и получим следующие выражения:

$$\begin{aligned}\omega_0 r \sin(\alpha - \varphi) &= \omega e \sin(\varphi - \varphi) + v \sin(\varphi - \varphi) + \omega l \cos(\varphi - \varphi), \\ \omega_0 r \cos(\alpha - \varphi) &= \omega e \cos(\varphi - \varphi) + v \cos(\varphi - \varphi) - \omega l \sin(\varphi - \varphi).\end{aligned}\quad (8)$$

Или

$$\begin{aligned}\omega_0 r \sin(\alpha - \varphi) &= \omega l, \\ \omega_0 r \cos(\alpha - \varphi) &= \omega e + v.\end{aligned}\quad (9)$$

Из этих уравнений находим  $\omega$  и  $v$ :

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{\omega_0 r \sin(\alpha - \varphi)}{l}, \\ v &= \omega_0 r \cos(\alpha - \varphi) - \omega e.\end{aligned}\quad (10)$$

Продифференцируем первое уравнение выражения (7):

$$\omega_0^2 r \cos \alpha = \omega^2 e \cos \varphi + a^r \sin \varphi + \omega v \cos \varphi + \varepsilon l \cos \varphi + \omega v \cos \varphi - \omega^2 l \sin \varphi,$$

где  $a^r = \frac{dv}{dt}$  - относительное ускорение при скольжении камня по кулисе.

После поворота осей  $x$  и  $y$  на угол  $\varphi$  имеем:

$$\omega_0^2 r \cos(\alpha - \varphi) = \omega^2 e + 2\omega v + \varepsilon l.$$

Отсюда находим угловое ускорение кулисы:

$$\varepsilon = \frac{\omega_0^2 r \cos(\alpha - \varphi) - \omega^2 l - 2\omega v}{l},\quad (11)$$

где  $\omega^2 l$  - нормальное ускорение точки С,  $2\omega v$  - ускорение Кориолиса.

На рис. 2 и 3 представлены кривые изменения угловой скорости и углового ускорения кулисы, подсчитанные по формулам (10) и (11) при следующих относительных параметрах механизма:  $\omega_1 = 1$ ;  $r = 1$ ;  $a = 0,5$ ;  $e = 0,25$ . Анализ кривых показывает, что угловая скорость кулисы при  $\alpha = 0 \div 180^\circ$  изменяется незначительно и в первом приближении движение кулисы можно считать равномерным, что иногда требует технологический процесс обработки материалов. Найдем коэффициент неравномерности вращения кулисы для данного случая.

Из рис. 2 видно, что максимальное значение угловой скорости кулисы равно 1,95, а минимальное – 0,65. Коэффициент неравномерности определяется по формуле:

$$k = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{ср}}} = \frac{1,95 - 0,65}{1,3} = 1.\quad (12)$$

С уменьшением длины стойки и увеличением дезаксиала коэффициент неравномерности возрастает.

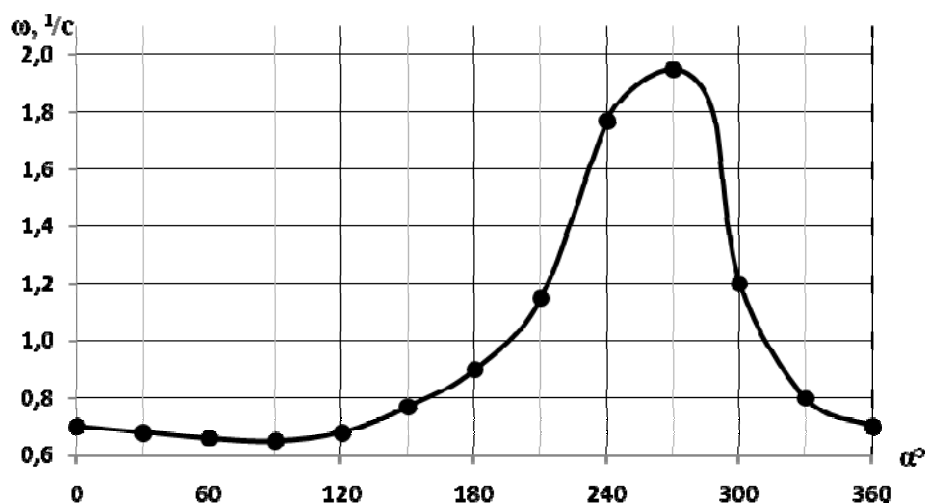


Рисунок 2

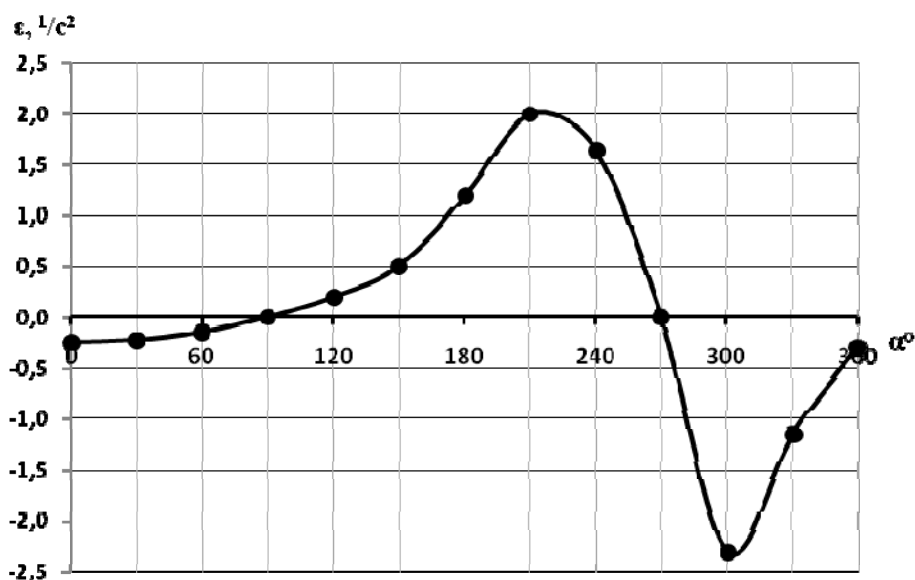


Рисунок 3

Запишем формулу (12) в другом виде, подставив в  $k$  значение  $\omega_{cp} = \frac{\omega_{макс} + \omega_{мин}}{2}$

$$k = \frac{2(\omega_{макс} - \omega_{мин})}{\omega_{макс} + \omega_{мин}}. \quad (13)$$

Из этой формулы следует, что при  $\omega_{мин} = 0$   $k = 2$ , а при  $\omega_{макс} = \omega_{мин}$   $k = 0$ . Это говорит о том, что у механизмов с остановками выходного звена  $k = 2$ .

Таким образом, найдены все угловые характеристики кулисы:  $\omega$  и  $\varepsilon$ .

Так как в механизме большую роль играет угол давления, то найдем экстремальные значения этого угла для механизма, имеющего следующие параметры:  $r = 1$ ;  $a = 0,5$ ;  $e = 0,25$ . Угол давления  $\mu$  - это угол между направлением кулисы и радиусом точки кулисы, совпадающей с камнем. Из треугольника  $ABC$  его величина равна:

$$\mu = \arcsin \frac{e}{R}. \quad (14)$$

Следовательно

$$\mu_{\max} = \arcsin \frac{e}{R_{\min}} \text{ и } \mu_{\min} = \arcsin \frac{e}{R_{\max}}. \quad (15)$$

Найдем производную от выражения (5) и приравняем ее нулю:

$$(\sqrt{a^2 + r^2 + 2ar \sin \alpha})' = \frac{ar \cos \alpha}{\sqrt{a^2 + r^2 + 2ar \sin \alpha}} = 0.$$

Отсюда  $\cos \alpha = 0$ ,  $\alpha_1 = 90^\circ$ ,  $\alpha_2 = 270^\circ$ .

Находим значения  $R_{\max}$  и  $R_{\min}$ .  $R_{\max} = \sqrt{a^2 + r^2 + 2ar} = 1,5$ ;  
 $R_{\min} = \sqrt{a^2 + r^2 - 2ar} = 0,5$ . Получаем экстремальные значения угла  $\mu$ :

$$\mu_{\max} = \arcsin \frac{0,25}{0,5} = 30^\circ, \quad \mu_{\min} = \arcsin \frac{0,25}{1,5} = 9^\circ 36'.$$

Если принять максимально допустимое значение угла давления, равное  $30^\circ$ , то данный механизм будет работать в относительно легких динамических условиях. Очевидно, что с увеличением дезаксиала этот угол также будет возрастать и механизм, у которого  $e > 0,25r$  и  $a = 0,5r$ , использовать нецелесообразно.

#### ВЫВОДЫ

1. Анализ замкнутых векторных контуров позволил провести кинематический анализ кривошипно-кулисного механизма с вращающейся дезаксиальной кулисой.
2. Анализ результатов исследований показал, что в течение определенного времени вращающаяся кулиса имеет движение, близкое к равномерному.
3. Найдено влияние длины стойки и дезаксиала на коэффициент неравномерности и угол передачи.

#### Список использованных источников

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин : Учебн. для вузов / И. И. Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1988. – 640 с.

#### SUMMARY

In work was researched the kinematics of coulisse mechanism with desacsial coulisse. Were obtained dependences of angular moving, speed and acceleration of coulisse on a corner of turn of a crank. Was established the influence of desacsial on kinematic characteristics.

УДК 677.0,24.072

### СНЯТИЕ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА С ПОВЕРХНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ НАСТЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*И.Н. Калиновская*

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ» разработана технология получения текстильных настенных покрытий, состоящих из текстильного полотна и полотна основы. [1]

При производстве текстильных настенных покрытий в результате трения текстильного полотна и полотна основы о поверхность линии по производству

обоев, наблюдалось явление электризации – статическое электричество. Данное явление встречается при обработке материалов с низкой или полностью отсутствующей проводимостью – в отраслях с использованием бумаги, текстиля, пластика и т.д.

При производстве текстильных настенных покрытий во время соприкосновения элементарного участка полотна основы или ткани с валом возникают электротоки, нарушающие электрический баланс на поверхности полотна, а при отрыве участка полотна от вала увеличивается разница потенциалов, причем величина напряжения зависит от электрической прочности диэлектрической среды — воздуха. Электрический разряд в районе ведущих валов свидетельствует о пробое конденсатора, образованного валом, прошедшим вал участком полотна основы или ткани и разделяющим их воздухом.

Поскольку система линии по производству обоев включает большое число валов и роликов, значение электростатического заряда полотна основы и ткани по мере их прохождения через машину может меняться как по модулю, так и по знаку. При этом имеет место кумулятивный эффект - величина заряда постепенно увеличивается. На рисунке 1 представлена электрическая схема, моделирующая полотно основы или ткани с электростатическим зарядом.

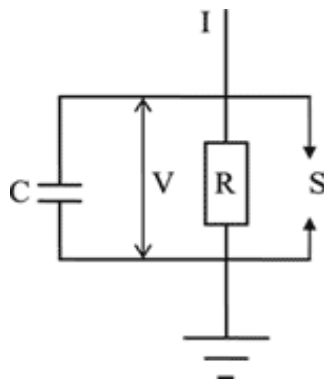


Рисунок 1 - Модель диэлектрика со статическим зарядом

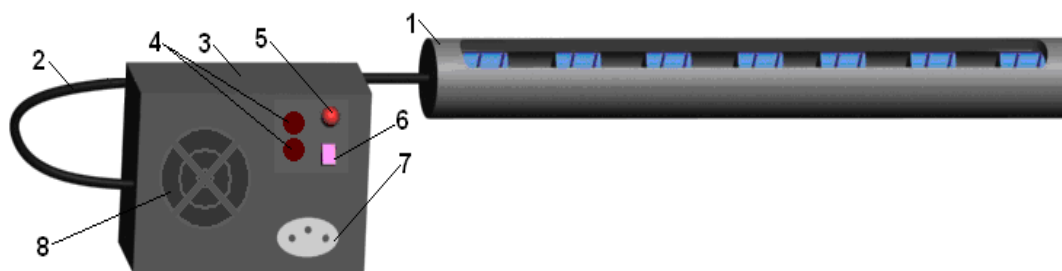
Конденсатор С моделирует способность материала накапливать заряд на своей поверхности, резистор R — возможность релаксации заряда (в случае если материал является проводником), а разрядник S — возможность электрического пробоя при перенапряжении. Зарядный ток I создается в результате преобразования тепловой или световой энергии в кинетическую энергию электронов.

Статическое электричество отрицательно влияет на множество производственных факторов. По мере роста требований к качеству настенных покрытий вопросы статического электричества становятся всё актуальнее. Избавление от нежелательной статики на линии не только снижает риск травматизма, но и помогает бороться с грязью и пылью на склеиваемом полотне, повышая качество готового настенного покрытия. Снимающие статический заряд нейтрализаторы упрощают работу операторов. Таким образом, вопрос устранения данного явления при производстве текстильных настенных покрытий становится одним из главных требований к производству.

При изучении всевозможных способов снятия электростатического напряжения с поверхности текстильных настенных покрытий было установлено, что наиболее эффективно использовать активные нейтрализаторы с дополнительным источником энергии. [2]

Основываясь на научных работах, патентных материалах и других источниках, для снятия статического напряжения с поверхности текстильных настенных покрытий на кафедре ПНХВ было разработано устройство для нейтрализации

зарядов статического электричества на поверхности рулонных материалов, включающее нейтрализатор и источник импульсного напряжения. Внешний вид устройства для нейтрализации зарядов статического электричества представлен на рисунке 2.



- 1 – нейтрализатор; 2 – соединитель экранированный; 3 – источник импульсного напряжения; 4 – предохранитель; 5 – светодиод; 6 – выключатель; 7 – розетка ~ 220 В; 8 – вентилятор

Рисунок 2 – Внешний вид устройства

Схема источника импульсного напряжения представлена на рисунке 3.

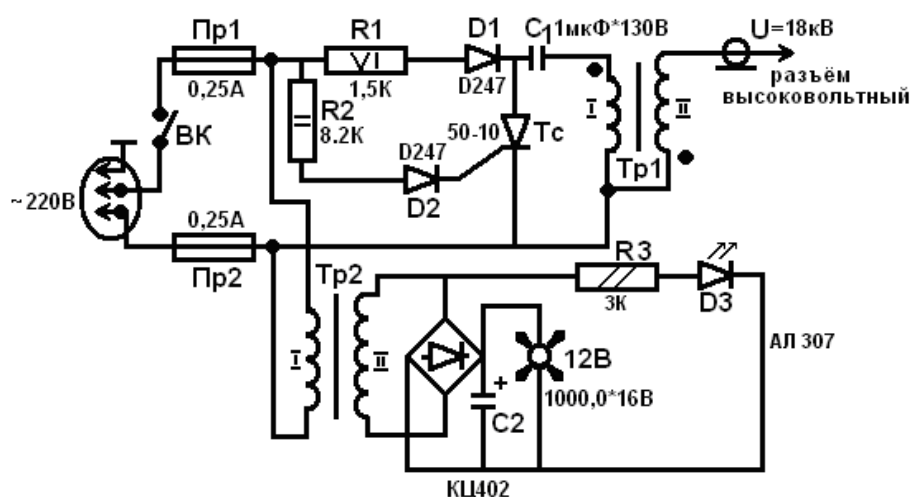


Рисунок 3 – Схема источника импульсного напряжения

Устройство для нейтрализации зарядов статического электричества на поверхности рулонных материалов работает следующим образом: при включении устройства заряжается конденсатор  $C_1$  по цепи: сеть, выключатель, предохранитель 1, резистор  $R_1$ , диод  $D_1$ , конденсатор  $C_1$ , первичная обмотка трансформатора  $Tr_1$ , предохранитель 2, сеть. Когда приходит положительная полуволна через резистор  $R_2$  и диод  $D_2$  на управляющий электрод тиристора, конденсатор  $C_1$  разряжается через тиристор и первичную обмотку трансформатора  $Tr_1$ . Вследствие этого, во вторичной обмотке трансформатора  $Tr_1$  образуется ток самоиндукции высокого напряжения.

Высокое напряжение, поступающее от источника импульсного напряжения, подается на излучатели-электроды нейтрализатора. Сильное электрическое поле в этой области приводит к возникновению положительных и отрицательных ионов, которые стекают с острия игл излучателя-электрода нейтрализатора. Материал с положительным зарядом, то-есть с недостатком электронов, будет нейтрализовываться при помощи отрицательно заряженных ионов,

вырабатываемых нейтрализатором. Материал с отрицательным зарядом нейтрализуется при помощи положительных ионов. Трансформатор Тр2, мост КЦ402, конденсатор С2 предназначены для работы вентилятора, который служит для обдувания элементов схем. Корпус заземлен через разъем разъединителя питания.

Разработанное устройство имеет ряд преимуществ перед уже существующими:

- используется источник импульсного напряжения, что снижает энергозатраты;
- имеет выходное напряжение 18-20 кВ, благодаря чему рабочая зона составляет 10-50 мм, а эффективность нейтрализации зарядов статического электричества с поверхности возрастает;
- изготовлено из стандартных узлов и деталей, что значительно удешевляет конструкцию.

В производственных условиях ОАО «Белорусские обои» (г. Минск) проводилась апробация данного устройства, и было получено положительное заключение об использовании данного устройства для снятия статического электричества с поверхности рулонных материалов.

Так же проводились экспериментальные исследования для определения оптимального расстояния от поверхности игл излучателя-электрода ионизатора до рулонного материала. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

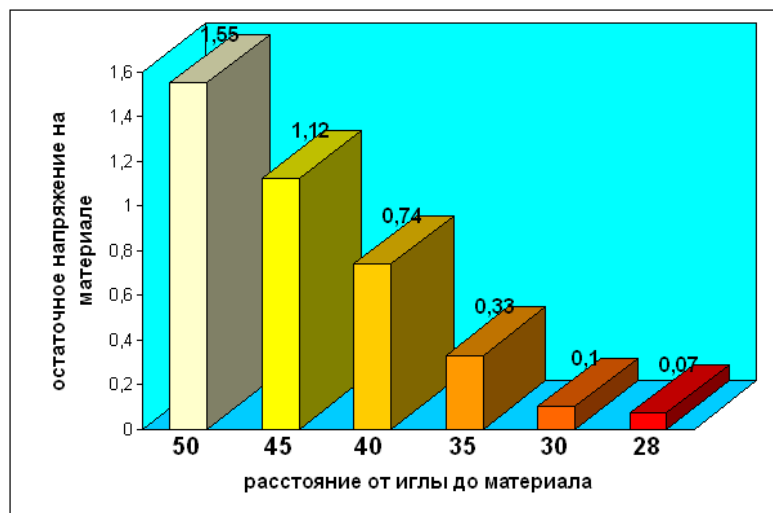


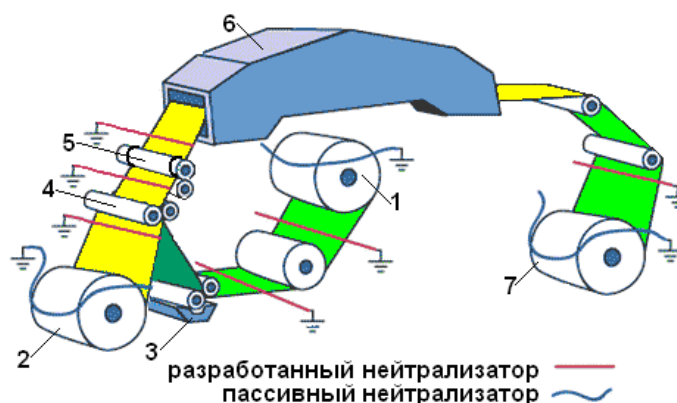
Рисунок 4 – Зависимость величины остаточного напряжения на поверхности текстильных настенных покрытий от расстояния до иглы нейтрализатора

Было установлено, что на расстоянии 28-30 мм статический заряд на поверхности материалов нейтрализуется. Так же экспериментальным путем были установлены места наибольшего скопления статического электричества на поверхности материалов, на данных участках технологической линии по производству текстильных обоев «Ламипринт-5» было рекомендовано установить разработанное устройство, а также пассивные нейтрализаторы в виде эластичных антистатических струн.

Нейтрализаторы на линии по производству текстильных обоев должны устанавливаться таким образом, чтобы заряд нейтрализовался непосредственно перед технологическим участком, в котором возможно возникновение разряда или иных нежелательных явлений. Если на пути от нейтрализатора до такого технологического участка полотно ткани или основы контактирует с валиками, электростатический заряд может снова появиться на его поверхности. На данных линиях нейтрализаторы обязательно следует монтировать в рулонных установках,



после узла соединения полотна основы и ткани, узла обрезки кромки и между печатными секциями, если таковые присутствуют в технологическом процессе (рисунок 5).



1 – рулон бумаги; 2 – рулон ткани; 3 – клеевой узел; 4 – узел соединения полотна основы и ткани; 5 - узел обрезки кромки; 6 – сушильная камера; 7 – раскатка обоев в потребительские рулончики

Рисунок 5 - Схема расположения антистатических устройств на линии "Ламипринт-5"

#### Список использованных источников

1. Калиновская, И. Н. Создание льносодержащих текстильных настенных покрытий / И. Н. Калиновская, Н. Н. Ясинская // Вестник УО «ВГТУ». – 2005. – Вып. 7. – С. 9-13.
2. SIMCO catalogue - russian version. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.simco-static.com>

#### SUMMARY

It is developed the device for removal of electrostatic electricity from a surface of the rolled materials, consisting of neutralizer and a pulse power supply. This device has a number of advantages before existing analogues. It was determined the optimal distance from a surface of needles of the neutralizer which is 28-30 mm. It is developed the scheme of the installation of neutralizer on a technological line for manufacturing of textile wall-papers.

УДК 677.075.017.57

### ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**М.Л. Кукушкин, С.В. Бардеева, А.С. Мясоедова**

В современной жизни все шире используются синтетические материалы. Одежда, которую мы носим, в большинстве своем состоит из синтетических волокон. По гигиеническим показателям современные синтетические нити и пряжа приближаются к натуральным волокнам, а по механическим показателям - превосходят их.

При эксплуатации одежды из синтетических волокон образуется большее число электрических зарядов, чем при пользовании натуральными видами сырья. Это может вызвать различные неприятные эффекты (прилипание одежды к телу, искрение, чувство усталости, тревоги и др.). Однако в то же время различные

электрические и электростатические эффекты широко используются в медицине в терапевтических целях. Исследования медиков показывают, что воздействие на организм зависит от величины и знака возникающих зарядов [1,2]. Поэтому является актуальной задача создания трикотажных изделий, оказывающих положительный терапевтический эффект при ношении за счет образования на поверхности электростатических зарядов определенного знака.

Для создания таких изделий был проведен поиск материала, обладающего необходимыми электрическими характеристиками. Материал должен обладать повышенной электризуемостью, при этом знак заряда должен быть строго определенным. За критерии оценки были приняты удельное поверхностное электрическое сопротивление трикотажного полотна и напряженность электростатического поля на поверхности полотна, поскольку существуют методики определения этих параметров, и они в общем достаточно полно характеризуют процесс электризуемости текстильного материала. Напряженность ЭСП на поверхности полотна характеризует образование зарядов, а удельное поверхностное электрическое сопротивление характеризует процесс рассеяния зарядов [3]. Искомый материал кроме образования зарядов необходимого знака должен обладать максимальной интенсивностью их образования и минимальной утечкой.

Первоначально с помощью прибора ИЭСН-2 проведены испытания комплексных химических нитей на удельное поверхностное электрическое сопротивление и знак образуемого заряда. Результаты показали, что из всех видов нитей только полипропиленовая нить при трении образует заряды отрицательного знака. Следовательно, необходимо в изделиях использовать полипропиленовые нити и пряжу независимо от их удельного поверхностного электрического сопротивления.

Для оценки электростатического эффекта, могущего возникнуть при ношении носков с нормируемыми электрическими показателями, на трикотажной машине изготавливались образцы переплетением кулирная гладь из разных видов сырья с близким значением модуля петли. Затем проводились измерения удельного поверхностного электрического сопротивления образцов на приборе ИЭСП-2 по стандартной методике [4]. В зависимости от материала значения показателя лежали в пределах от  $5,3 \times 10^{12}$  Ом до  $3,9 \times 10^{14}$  Ом, то есть сырье очень сильно влияло на удельное сопротивление полотна.

Затем на приборе ИЭСП-7 по стандартной методике [5] проведены замеры напряженности ЭСП на поверхности этих образцов полотна. В зависимости от сырья показатель находился в пределах от 1,0 до 13,8 кВ/м. Свойства полотен из одинакового переплетения образовывать заряды также отличаются почти на порядок. При этом не наблюдается явной зависимости между свойствами полотна образовывать заряды и рассеянием их. Для определения наилучшего материала проведена комплексная ранговая оценка качества по совокупности двух показателей при условии их одинаковой значимости.

В результате первое место разделили образцы из полиэфирной нити и полипропиленовой пряжи. На втором месте оказался образец из полипропиленовой нити, на третьем – образцы с использованием капроновой комплексной нити и полиакрилонитрильной пряжи. Образец из хлопчатобумажной пряжи по результатам испытаний расположился на последнем месте. Следовательно, использование в изделиях полипропиленовых нитей и пряжи действительно может дать необходимый электростатический эффект.

С целью оценки влияния трикотажного переплетения на электрические свойства образцов испытанию по двум показателям подвергались образцы прессового, жаккардового плюшевого переплетений и кулирной глади одинакового сырьевого состава. Для испытаний были выбраны переплетения, содержащие в своей структуре основные элементы трикотажа (обычные петли, протяжки, наброски, увеличенные дуги из нити). Сравнительные испытания этих переплетений, наиболее часто используемых в практике чулочно-носочного производства, могут

дать картину изменения электрических свойств полотна в зависимости от наличия в его структуре характерных элементов.

Результаты оценки качества позволяют сказать, что наилучшие результаты в нашем случае показывают образцы плюшевого переплетения. Затем следуют прессовое переплетение, жаккардовое, гладкое. Плюшевое переплетение резко выделяется в лучшую сторону, свойства остальных образцов расположены близко друг к другу. Результаты исследований показывают, что любое трикотажное рисунчатое переплетение с точки зрения электростатического эффекта предпочтительнее гладкого. Предположительно, это связано с образованием зарядов в локальных неоднородностях рисунчатого переплетения, которых нет в переплетении гладком.

Прибор ИЭСП-2 имеет ограниченную область применения. Он может быть использован для испытаний текстильных полотен. Поскольку нам необходимо знать электрические свойства трикотажных изделий, предпочтительным является использование более портативного прибора (ИЭСП-7). К тому же использование одного прибора сужает необходимую приборную базу и сокращает время проведения испытаний. Поэтому нами была опробована методика определения обоих параметров на приборе ИЭСП-7. В этом случае удельное поверхностное электрическое сопротивление образца определялось косвенно. Для этого определялась напряженность ЭСП на поверхности образца и на плоскости, на которой этот образец располагался. Близкие значения показателя говорят о том, что заряды свободно перетекают с образца на опорную поверхность и, следовательно, удельное электрическое поверхностное сопротивление образца относительно мало.

Для испытаний были выбраны переплетения платированное, ластичное, прессовое, жаккардовое, плюшевое. Для всех образцов полотен использовалась полиэфирная нить, как обладающая достаточно большой электризуемостью. В циклах испытаний напряженность ЭСП после натирания образцов доходила до 4,2 кВ/м, в то время как максимальная разница в показаниях прибора на образце и поверхности до 2,6 кВ/м. По результатам исследований в итоге лучшим по электрическим свойствам оказался образец прессового переплетения. На втором месте находится образец плюшевого переплетения, затем жаккардовое и гладкое платированное переплетения.

Поскольку итоговое распределение образцов полотен с учетом определения удельного поверхностного электрического сопротивления по новому способу в основном совпадает в обоих методах испытаний, можно сделать вывод, что опробованная нами методика подтверждает теоретические предположения. Она может быть использована для сравнительного испытания образцов полотен по этому показателю.

Для создания опытных образцов изделий, удовлетворяющих терапевтическим требованиям, использовалась полипропиленовая нить. Поскольку использование синтетического вида сырья в чистом виде может вызвать дискомфорт потребителя, в заправке использовалась также смесь полипропиленового сырья и хлопчатобумажной пряжи.

По полученным заправкам изготовлены опытные образцы носочных изделий. Полученные образцы изделий были испытаны по комплексу гигиенических, механических, электрических показателей. В состав групповых показателей качества вошли: в механический – растяжимость и устойчивость к истиранию основных участков чулочного изделия; в электрический – напряженность ЭСП на поверхности изделия и градиент напряженности ЭСП; в гигиенический – водопоглощение, капиллярность материала и мягкость грифа готового изделия. Проведенная ранговая оценка качества при одинаковой весомости параметров показала, что наилучшим комплексом свойств обладают образцы из полипропиленовой нити и пряжи. Добавление в заправку хлопчатобумажной пряжи ухудшает качество образцов. Особенно негативно хлопчатобумажная пряжа влияет

на электрические свойства. Хлопок при натирании также образует электрический заряд, противоположный по знаку и близкий по значению к заряду, получаемому от полипропиленового сырья. В итоге результирующее электрическое поле оказывается очень малым, и изготовление таких изделий теряет смысл.

Проведенная работа позволила установить, что гигиенические свойства синтетического сырья могут сильно отличаться в зависимости от производителя и назначения нитей или пряжи. Поэтому в некоторых случаях можно использовать синтетические нити и пряжу в чистом виде. В то же время натуральные виды волокон также могут электризоваться и, в зависимости от окружающих условий, на значительную величину. Окружающие условия сильно влияют на электростатические процессы, происходящие на поверхности тела человека или на поверхности одежды. На это сильно влияют климатические условия, состояние кожного покрова человека, вид обуви, а также сырьевой состав используемых верхней одежды и белья. Для подробного исследования образования и распространения зарядов необходима специальная приборная база, воспроизводящая действительные условия эксплуатации изделий. С учетом сочетания всех влияющих факторов использование терапевтических изделий может не дать ожидаемого эффекта. Даже в случае благоприятных условий заряд, образуемый носками при ходьбе, слишком мал для оказания значимого оздоровительного эффекта.

#### Список использованных источников

1. Холодов, Ю.А. Человек в магнитной паутине (магнитное поле и жизнь). –М.: Знание, 1972. – 58с.
2. Ремизов, А.Н. Курс физики, электроники и кибернетики для медицинских институтов. –М.: Высшая школа, 1982. – 607с.
3. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.
4. ГОСТ 19616-74. Ткани и трикотажные полотна. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления. – Введ. 01.01.76. – М.: Издательство стандартов, 1974.- 4с.
5. СанПиН 9-29.7-91. Методика измерения напряженности электростатического поля. – Введ. 01.01.95. – Мн.: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 1995.- 6с.

#### SUMMARY

The special goods can provides the treatment some diseases by means of electrostatic effects during the using them. The exploration is dedicated to searching knitting material, that may be used for prophylaxis medical hosiery. Was made some knitting fabrics from different threads and interlacings. The experiments demonstrated, that the pile fabric is the most useful for this application. Experimental socks was manufactured on knitting machine. The samples was analyzed on mechanical, electrical, hygienic indexes. Some goods recommended to industrial manufacturing.

УДК 685.34.03 : 519

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ УСИЛИЙ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

***С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков***

Релаксационные процессы, протекающие в заготовке в процессе формования и фиксации формы, оказывают большое влияние на технологию изготовления и эксплуатационные свойства обуви, в связи с этим их изучению всегда уделялось



$H$  - мгновенный модуль упругости ( $H = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ );

$\varepsilon_0, \varepsilon_k$  - соответственно начальная и конечная деформация.

Причем точность результатов тем выше, чем больше коэффициентов времени релаксации входит в систему уравнений. Например, для описания релаксационных процессов в коже для верха обуви с достаточной для практических целей точностью рекомендовано использовать три времени релаксации. При этом решение системы уравнений при  $\varepsilon = \text{const}$  имеет вид:

$$\sigma_{(t)} = E\varepsilon + \frac{(H - E)\varepsilon}{3} \left( e^{-\frac{t}{n_1}} + e^{-\frac{t}{n_2}} + e^{-\frac{t}{n_3}} \right) \quad (4)$$

Для описания релаксационных процессов применяются и другие механические модели. В то же время правильный выбор модели позволяет глубже изучить кинетику процесса и более точно определить характеристики релаксационных свойств исследуемых материалов.

Учитывая, что для верха обуви используется широкий круг материалов, отличающихся как по структуре, так и по свойствам, для описания релаксационных процессов в одних материалах ближе могут подойти одни модели, а для других - другие. Кроме этого заготовка верха обуви представляет собой систему, состоящую, как правило, из нескольких различных материалов, поэтому представляет интерес поиск реологического уравнения, наиболее точно описывающего процесс релаксации, как в материалах, так и в системах материалов.

С этой целью, на языке Visual Basic, была разработана программа расчета параметров реологических уравнений Кольрауша (1), трехкомпонентного уравнения Максвелла (2) и уравнения, вытекающего из системы уравнений Максвелла-Томсона с тремя временами релаксации (4). Программа объединила разработанные ранее программы [5] по расчету параметров уравнений (1) и (2) и была дополнена расчетом параметров уравнения (4). Это позволило по полученным в ходе эксперимента значениям релаксирующих усилий и соответствующим им значениям времени, последовательно рассчитывать параметры трех реологических уравнений и осуществлять их сравнительную оценку с целью выбора уравнения, наиболее точно описывающего экспериментальную кривую конкретного материала.

Кроме этого, в разработанной программе была усовершенствована организация базы данных, обеспечивающая сбор, хранение и последующую обработку результатов эксперимента, что существенно ускоряет и облегчает проведение расчетов.

При разработке программы использовались известные методики расчета параметров уравнений [3, 6, 7]. Особенностью машинной реализации данных методик является то, что параметры моделей определяются расчетным путем, используя экспериментальные значения усилий и соответствующие им значения времени, исключая графическое определение параметров уравнений (1, 3), как это рекомендуется в работах [6, 7], что существенно повышает скорость и точность расчетов.

Таким образом, разработанная программа позволяет автоматизировать расчет параметров реологических уравнений, описывающих экспериментальные данные по исследованию релаксации усилий обувных материалов и систем материалов.

С целью выбора уравнения, наиболее точно описывающего релаксацию усилий в различных обувных материалах и их системах, исследовались материалы, традиционно используемые для изготовления заготовки обуви. В качестве материалов верха исследовалась натуральная кожа «Наппа» и «Элита», в качестве материалов межподкладки - термобязь, нетканый материал «Спанбонд» и

термотрикотаж, а в качестве материалов подкладки - ткань, термотрикотаж и кожа свиная подкладочная, а также системы из перечисленных материалов. Одноосное растяжение образцов осуществлялось по методике [8] на автоматизированном комплексе, состоящем из разрывной машины «Франк», персонального компьютера и электронного блока преобразования сигнала [9].

Результаты обработки экспериментальных данных релаксации усилий материалов верха и подкладки показали, что относительные отклонения расчетных значений усилий от экспериментальных, вычисленные по уравнению (1) и (4), в среднем составляют 1,5%, а по уравнению (2) в среднем менее 1%. Кривые релаксации межподкладочных материалов описываются несколько хуже, ошибка аппроксимации в среднем по трем уравнениям составляет около 3%, при этом особенно плохая сходимость наблюдается в начале процесса релаксации, относительные отклонения достигают 16%.

Ошибка аппроксимации экспериментальных кривых релаксации систем материалов, полученная по уравнению (2) и (4), в среднем составляет 1,5%, а по уравнению (1) - 2,2%, но в начале процесса релаксации ошибка аппроксимации достигает 15% и 30% соответственно. Очевидно, это связано с высокой скоростью падения усилий в системах материалов в период быстропротекающих процессов релаксации. Сопоставление значений доли быстропротекающих процессов ( $\delta P_6$ ) и ошибки аппроксимации показывает, что чем больше величина  $\delta P_6$ , тем выше ошибка аппроксимации в начале процесса релаксации.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что релаксационные процессы в различных материалах и в системах материалов верха обуви при одноосном растяжении наиболее точно описываются трехкомпонентным уравнением Максвелла. Ошибка аппроксимации не превышает в среднем 1,5%.

Как известно, при формовании заготовка верха обуви испытывает двухосное растяжение с различной степенью двухосности. В связи с этим, испытания материалов в условиях одноосного растяжения не позволяют в полной мере охарактеризовать реальное поведение материала при выполнении процессов формования. Поэтому для наиболее полной характеристики свойств материалов и систем необходимо исследовать их релаксационные свойства также и при двухосном растяжении.

Но как показал анализ литературы, использование модельных методов для описания процесса релаксации применялось в основном при одноосном растяжении материалов. Поэтому с целью определения возможности использования данных уравнений для описания процесса релаксации материалов и систем при двухосном растяжении они были испытаны на двухосное растяжение в соответствии с методикой [10].

Результаты обработки экспериментальных данных релаксации усилий материалов и систем при двухосном растяжении показали, что относительные отклонения расчетных значений усилий от экспериментальных, вычисленные по уравнению (4), в среднем не превышают 2%. Проверка сходимости по уравнению (1) показала, что хорошее совпадение расчетных величин с экспериментальными наблюдается в текстильных материалах: трикотажные полотна, нетканый материал и ткань подкладочная (ошибка аппроксимации не превышает 1%), что подтверждает ранее полученные результаты для текстильных материалов [1, 2]. Однако, для одиночных натуральных кож и систем материалов с межподкладкой из термобязи и трикотажного полотна ошибка аппроксимации, вычисленная по уравнению (1), в начале и конце процесса релаксации достигает для некоторых кривых 8%.

При описании экспериментальных данных уравнением (2) расхождение экспериментальных и расчетных значений для материалов и систем не превышает 1% для всего промежутка времени наблюдения за процессом релаксации.

Таким образом, исследования показали, что релаксация усилий, протекающая в обувных материалах и их системах при двухосном растяжении, также как и при одноосном растяжении, достаточно точно описывается трехкомпонентным уравнением Максвелла независимо от вида материала и комплектующих системы. Ошибка аппроксимации не превышает 1% для всего промежутка времени наблюдения за процессом релаксации.

Выбор модели, наиболее точно описывающей релаксацию усилий в различных обувных материалах и системах материалов, как при одноосном, так и при двухосном растяжении позволит с высокой точностью прогнозировать величину остаточных усилий в любой момент времени, что сократит время проведения эксперимента и даст возможность осуществить правильный выбор материалов для обуви высокого качества.

#### Список использованных источников

1. Герасимова, А.Н. Исследование механических и релаксационных свойств некоторых образцов шерстяного и хлопчатобумажного трикотажа / А.Н. Герасимова, А.Я. Клименко, В.И. Павлов // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – Киев, 1978.- №6.- С.11-17.
2. Клименко, А.Я. Исследование релаксационных свойств тканей некоторых структур / А.Я. Клименко, А.Н. Герасимова, В.И. Павлов // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – Москва, 1977.- №5.- С.51-55.
3. Бернштейн, М.М. Лабораторный практикум по материаловедению изделий из кожи / М.М. Бернштейн, А.П. Жихарев, Г.П. Булатов.- Москва: Легпромбытиздат, 1993.- 382с.
4. Ратаутас, А.С. Некоторые закономерности деформации кожи при растяжении / А. С. Ратаутас, Н. Ю. Маяускене // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – Москва, 1970.- №4.- С.39-44.
5. Горбачик, В.Е. Использование модельных методов для описания релаксации напряжений синтетической кожи / В.Е. Горбачик, П.И. Скоков, С.Л. Фурашова // Вестник Учреждения образования «ВГТУ» - Витебск, 2004, №6,-с. 28-32.
6. Аскадский, А.А. Физико-химия полиакрилатов / А. А. Аскадский // Москва: Издательство «Химия». - 1968. -С. 44-48.
7. Статистическая интерпретация реологических уравнений / А.К. Малмейстер // Механика полимеров. - 1966. - №2. - С. 197-213.
8. Горбачик, В.Е. Методика исследования релаксации напряжений систем обувных материалов при одноосном растяжении / В.Е. Горбачик, С.Л. Фурашова // Международная научно-практическая конференция. Новое в дизайне, моделировании, конструировании и технологии изделий из кожи:- Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2003, -С.197-199.
9. Горбачик, В.Е. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов. В.Е. Горбачик [и др.] // Вестник Учреждения образования «ВГТУ», №11, 2006, -С. 5-8.
10. Фурашова С.Л., Горбачик В.Е., Загайгора К.А. и др. Методика исследования упруго-пластических свойств обувных материалов при двухосном растяжении// В сб.: Метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация в сфере услуг. Шахты: ЮРГУЭС, 2006. С.24-25.

#### SUMMARY

Article is devoted to search the equations most precisely describing process of a relaxation of efforts in shoe materials and in systems.

Are investigated properties of modern shoe materials and systems and the choice of the equation most precisely describing received experimental curve relaxations of efforts is carried out. Use of a modelling method will allow to predict size of residual efforts at



any moment, that will reduce time of carrying out of experiment and will enable to carry out a correct choice of materials for high quality footwear.

УДК 677.024.072

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

***Е.Л. Кулаженко, А.Г. Коган***

Структура, физико-механические свойства и внешний вид многослойных материалов в большой степени зависят от сырьевого состава наносимого текстильного материала, выбора подходящего связующего состава и параметров процесса термообработки.

На кафедре «ПНХВ» УО «ВГТУ» разработан новый вид многослойного материала, полученного механическим способом нанесения волокнистой массы. Способ включает в себя следующие операции: подготовку сырья, подготовку основы, заключающуюся в обработке ее клеевым составом, нанесение материала, сушку. Нанесение может осуществляться на любой материал основы (ткань, флизелин, бумагу, металл и др.).

Оптимизация технологического процесса выбора и подготовки волокнистого материала, выбор связующего состава, а именно клея и разработка оптимальных технологических параметров процесса нанесения, склеивания и термообработки является одним из важных этапов в создании технологии производства текстильных настенных покрытий.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- 1) из имеющихся на предприятиях текстильных отходов выбрать волокнистый материал, который по своим свойствам, внешнему виду в готовых настенных покрытиях будет удовлетворять требованиям действующих стандартов на текстильные покрытия и требованиям обоевых предприятий;
- 2) разработать и оптимизировать технологический процесс получения волокнистого материала для выработки текстильного покрытия;
- 3) установить степень влияния вида волокнистого материала на параметры механического устройства для нанесения его на основу;
- 4) выбрать тип связующего и определить его оптимальный состав;
- 5) установить степень влияния технологических параметров процесса термообработки на качество готового материала и его внешний вид.

Для производства многослойных материалов может быть использован однородный (из натуральных, искусственных или синтетических волокон), неоднородный или смешанный продукт.

Вопросы использования текстильных отходов для выпуска изделий решаются индивидуально на каждом предприятии, но их переработка является не эффективной для швейных и текстильных предприятий.

Анализ отходов швейных и текстильных предприятий показывает, что в среднем мерный лоскут и дефектные полотна используются на 70%, а весовой – на 40%, без учета отходов подверженных утилизации, например при обметывании срезов.

Для изготовления полноценных изделий из отходов текстильных материалов, которые до настоящего времени не подвергались вторичной переработке или перерабатывались не полностью, изучены существующие процессы и методы переработки отходов на действующих предприятиях; ассортимент изделий, выпускаемый в цехах ширпотреба. Установлено, что переработка таких отходов чаще всего нерентабельна в связи с невозможностью использовать настилы для вырезания деталей, а также с большими затратами труда и вспомогательных материалов для изготовления изделий их отходов.

Линейная плотность, величина нарезки отходов будут обуславливать не только свойства, структуру, внешний вид текстильных покрытий, но и параметры нанесения их на основу.

На свойства многослойных материалов будет оказывать влияние износостойкость текстильных материалов, которая зависит от структуры волокон и элементарных нитей, от особенностей химического состава волокон.

Главные требования, предъявляемые к настенным покрытиям, - это устойчивость к свету и истиранию. Материалы при трении об окружающие предметы истираются в точках контакта соприкасающихся поверхностей.

В многослойных материалах с нанесенным волокнистым покрытием износ начинается с покрытия, которое по мере разрушения выпадает из материала. Сначала разломачивается поверхность материала, затем выпадают части покрытия, в результате чего обнажаются открытые места основы и начинается разрушение самого каркаса (бумаги, ткани, нетканого материала). На скорость износа многослойных материалов влияет высота рельефа покрытия. Так как износ полотна при истирании связан с потерей массы, то устойчивость к истиранию в большей степени определяется объемом заполнения основы волокнистым материалом, прочность закрепления которого зависит от адгезива.

При использовании текстильных отходов, содержащих вискозные нити, покрытия обладают главным достоинством вискозного волокна — хорошей гигроскопичностью, малой электризуемостью. Недостатками таких покрытий являются неустойчивость к действию микроорганизмов, солнечных лучей.

Покрытия, содержащие полиамидные нити, по устойчивости к истиранию превосходят все остальные за счет свойств исходного полимера; гигроскопичность полиамидных волокон незначительна. Полиамидные волокна обладают стойкостью к воздействию микроорганизмов. Недостатком полиамидных волокон является низкая светостойкость, как следствие их легкой окисляемости.

Покрытие волокнистым материалом, содержащее полиамидные волокна, обеспечивает красивый внешний вид полотна, оно обладает своеобразным мерцающим блеском, придающим покрытию необычный внешний эффект. Из-за небольшой массы тканей из таких волокон полотна будут легкие, но иметь высокие теплоизоляционные свойства.

Покрытия с использованием отходов полиэфирных нитей вследствие низкой гигроскопичности будут обладать ценным свойством электроизоляционного материала. По стойкости к повышенным температурам полиэфирные волокна превосходят все природные и большинство химических волокон, кроме особо термостойких. Полиэфирные волокна обладают высокой стойкостью к низким температурам, значительно более высокой светостойкостью, чем большинство природных и химических волокон. Устойчивость к истиранию у полиэфирных волокон лучше, чем у целлюлозных, но хуже, чем у полиамидных. В сухом состоянии полиэфирные волокна истираются быстрее полиамидных в 4—4,5 раза. Полиэфирные волокна обладают высокой стойкостью к действию бактерий и микроорганизмов [1].

Интерес представляют отходы нитей из химических волокон, выработанные из полиэфирных и полиамидных комплексных нитей, штапельных волокон и монопнитей, а также из комплексных текстурированных нитей.

Для производства настенных покрытий необходимо использовать такие материалы, которые благодаря своим свойствам благоприятно влияют на здоровье человека, а обои из них играли бы значительную роль в художественно-колористическом оформлении интерьера и создании здорового микроклимата помещения.

Актуальность производства продукции из текстильных отходов перечисленных выше составов и их смесей обусловлена их свойствами. Присущие изделиям из

таких нитей гигиенические и эксплуатационные свойства (гигроскопичность и воздухопроницаемость, низкая электризуемость, высокая устойчивость к свету, трению и многократным изгибам) обуславливают их преимущества перед другими, например хлопчатобумажными.

Полотна с таким покрытием будут обладать еще и рядом уникальных медико-биологических свойств — они способны угнетать жизнедеятельность микрофлоры, задерживать рост и размножение бактерий и грибов.

Наряду с перечисленными гигиеническими и экологическими преимуществами волокнистый материал придает красивый шелковистый внешний вид обоям за счет гладкой поверхности и изысканного блеска, а их мягкость не вызывает трещин при изгибе.

Согласно ГОСТу 6810-2002 «Обои. Технические условия», устойчивость окраски к свету в баллах должна быть не менее 5-7 баллов. Все приведенные составы волокнистого материала отвечают требованию данного стандарта.

Текстильные отходы других составов интереса не вызывают вследствие своих свойств и малого объема на текстильных и швейных предприятиях.

#### Список использованных источников

1. Бузов, Б.А. Материаловедение швейного производства: Учебник для высших учебных заведений легкой промышленности/ Б.А.Бузов, Т.А.Модестова, Н.Д.Алыменкова-М.: Легкая индустрия, 1978.-480с.

#### SUMMARY

The structure, physicommechanical properties and appearance of multilayered materials, in the big degree depend on raw structure which is rendered on a basis, a choice of suitable glutinous structure and parameters of process of heat treatment. In article properties of textile waste and their influence on properties of multilayered materials are considered.

УДК 677.024.072

## ОПТИМИЗАЦИЯ КЛЕЕВОГО СОСТАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТКАНОЙ ОСНОВЕ

*Е.Л. Кулаженко*

Основными путями развития технологий многослойных текстильных материалов являются: привлечение научно-производственного потенциала к разработкам фирм-производителей; использование опыта и знаний сторонних предприятий производителей многослойных текстильных материалов; расширение сырьевой базы, применение новых видов синтетических волокон, натуральных волокон, вторичных материальных ресурсов.

На кафедре «ПНХВ» УО «ВГТУ» разработан новый вид многослойного материала, полученного механическим способом нанесения волокнистой массы на основу. Способ включает в себя следующие операции: подготовку сырья - измельчение текстильных отходов, подготовку основы, заключающуюся в обработке ее клеевым составом, нанесение материала на основу, сушку. Нанесение может осуществляться на любую основу (ткань, флизелин, бумагу, металл и др.).

Проведены экспериментальные исследования с целью выбора наилучшей клеевой композиции при нанесении отходов химических нитей, длиной нарезки 2-3мм на ткань, свойства которой отвечали бы физико-механическим и эстетическим требованиям, предъявляемым к текстильным материалам.

Исследованы следующие клеевые композиции:

1) клеевая композиция, в состав которой входят следующие вещества: латекс, бензин, растворитель, парафин. При нанесении этой клеевой композиции наблюдалась низкая сцепляемость ниточной массы и клея. После высыхания образца покрытие осыпается, на ткани закрепляется только 10% продукта, следовательно, этот клей не дает возможность получить высокостойкую к износу поверхность материала;

2) клеевая композиция на основе эпоксидной смолы. Для приготовления клея используется смола ЭД-6. Для отверждения смолы применяются полиэтиленполиамин в количестве 10-14% от массы смолы. При использовании такой композиции на поверхности закрепляется 60% продукта, но значительно увеличивается жесткость материала, что ухудшает физико-механические свойства готовых изделий;

3) клеевая композиция на основе акриловой эмульсии. Акриловые эмульсии на водной основе представляют наибольший интерес, так как обладают хорошей адгезией, достаточно дешевы и в своем составе не имеют органических растворителей, могут быть окрашены в различные цвета. Акриловые эмульсии имеют свойства, которые позволяют получить пластичные, устойчивые к истиранию пленки с высокой адгезией к основе и ниточной массе. В табл. 1 приведен рецепт клея на основе акриловой эмульсии.

Таблица 1 - Рецепт клея на основе акриловой эмульсии

Составные части	Водный раствор, %	Суспензия в ксилоле, %
Роплекс НА-8	79,0	95,0
Щавелевая кислота (10%-ная)	1,0	1,0
Метоцелл 4000 (4%-ный)	20,0	0,8
Ксилол	-	3,2
Сухой остаток	36,3	43,7

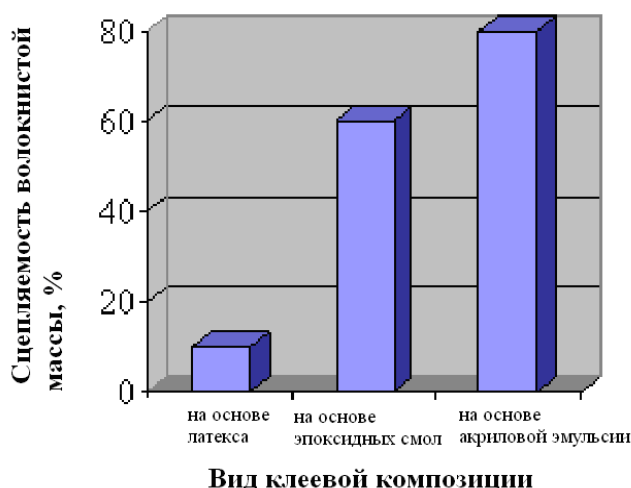


Рисунок 1 - Зависимость процента сцепляемости волокнистого материала от вида связующего

На графике (рис. 1) видно, что наибольший процент закрепления ниточной массы на основе при применении клеевой композиции на основе акриловой эмульсии. Использование клея в цвет материала позволяет ликвидировать образование пустот.

В связи с этим, для дальнейших исследований была выбрана клеевая композиция на основе акриловой эмульсии.

Для определения основных технологических параметров работы устройства был проведен эксперимент. В качестве входных параметров были приняты: расстояние от распределяющих валиков до основы и время между нанесением связующего и покрытия; в качестве выходных - поверхностная плотность материала и стойкость покрытия к истиранию. В таблице 2 представлены уровни и интервалы варьирования входных факторов эксперимента.

Таблица 2 - Уровни и интервалы варьирования факторов

Входные факторы эксперимента	Обозначения	Кодированные значения			Шаг варьирования факторов
		-1	0	1	
Расстояние от распределяющих валиков до основы, см.	X1	5	15	25	10
Время между нанесением связующего и покрытием, сек.	X2	20	60	100	40

Для определения стойкости покрытия к истиранию применялся прибор типа ТИ-1М, состоящий из истирающего диска, укрепленного на оси, и трех головок, на которых при помощи обойм закрепляют элементарные пробы испытуемого материала. Испытания проводили до 300 циклов истирания, степень истирания определялась разницей масс. Параметры испытания представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Параметры испытания материала на истирание

Давление на пробу, КПа	Частота вращения головок и абразивного диска, мин <sup>-1</sup>	Масса обоймы, г	Размер шаблона для установки абразивного диска, мм
26,7	150	500 ± 2	3,0 ± 0,1

Определение поверхностной плотности материала производилось путем взвешивания образцов и расчета поверхностной плотности нанесенного продукта.

По результатам эксперимента были получены математические модели процесса и определены значения коэффициентов регрессии.

Поверхностная плотность покрытия

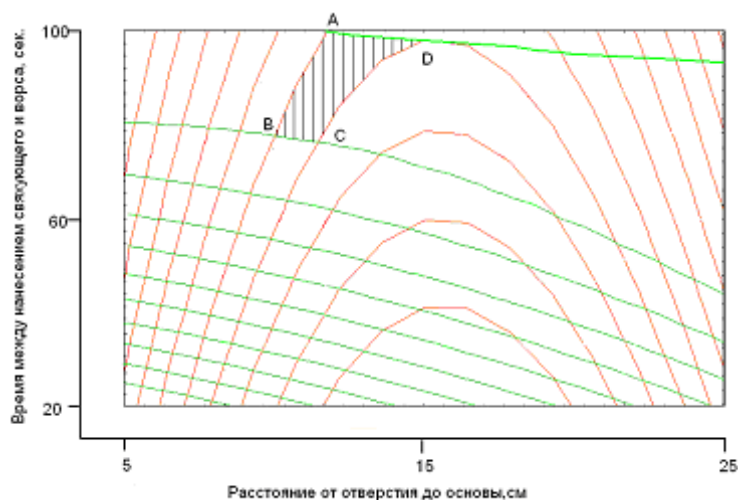
$$P = 22.86 - 3.16 \cdot X_1 + 0.11 \cdot X_2 + 0.10 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Анализируя модель, можно сделать вывод, что значение поверхностной плотности покрытия зависит от времени между нанесением связующего и ворса и от расстояния от распределяющих валиков до основы. На поверхностную плотность ворса значительное влияние оказывает квадратичный коэффициент при факторе расстояния т.е при увеличении расстояния поверхностная плотность снижается.

Стойкость к истиранию

$$H = 9.13 - 0.22 \cdot X_1 - 0.16 \cdot X_2 + 0.002 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0.0007 \cdot X_2^2$$

Значение стойкости к истиранию покрытия зависит от времени между нанесением связующего и волокнистого материала и от расстояния от распределяющих валиков до основы. На поверхностную плотность покрытия значительное влияние оказывает квадратичный коэффициент при факторе времени, т.е. при увеличении времени поверхностная плотность снижается.



- поверхностная плотность покрытия, г/м<sup>2</sup>.
- стойкость к истиранию, циклов.

Рисунок 1 -Совмещенный график зависимости

На основе графика рисунка 1 можно сделать вывод, что оптимальными параметрами нанесения являются: расстояние от распределяющих валков до основы – 12 см.; время между нанесением связующего и волокнистого материала - 75 сек.

Опытные образцы материалов нарабатывались в лаборатории кафедры «ПНХВ», а образец изделия изготовлен на фабрике художественных изделий «Купава» г.Витебска.

#### SUMMARY

Article is devoted to research of glutinous compositions for manufacture of multilayered materials. Dependence of percent of a fastening of a covering on a kind of glue is defined. Results of researches by definition of mechanical properties of a material with the rendered fibrous covering are resulted at change of distance between the device and time between drawing of glue and fibrous weight.

УДК 677.051.17

### РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА КОМБИНИРОВАННЫХ ПРЯЖ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ

***Р.В. Киселев***

Как известно, пневмомеханический способ прядения обладает рядом преимуществ по сравнению с кольцевым. Прежде всего, это высокая производительность пневмомеханической прядильной машины, лучшая равномерность, низкая себестоимость пряжи. Однако при всех достоинствах, пневмомеханическая пряжа имеет ряд недостатков, которые ограничивают область ее применения. К ним следует отнести, прежде всего, то, что при одной и той же линейной плотности разрывная нагрузка и разрывное удлинение пневмомеханической пряжи меньше, чем у кольцевой.

Используя различные комплексные нити (полиэфирные, полиамидные и др.), можно получать комбинированную пневмомеханическую пряжу с улучшенными

физико-механическими свойствами. Такая пряжа может найти широкое применение при производстве тканей специального назначения, требующих высоких разрывных показателей и стойкости к истиранию. В первую очередь сюда относится форменная одежда для силовых структур и вневедомственной охраны.

Кроме того, существует возможность получения по данной технологии металлизированной нити. Металлизированная нить представляет собой волокнистую пряжу, скрученную с металлической комплексной нитью (стальной или медной). Изделия с использованием металлизированных нитей применяются для производства специальной одежды работников газо-нефтеперерабатывающего комплекса и других специальностей, связанных с легковоспламеняющимися и горюче-смазочными материалами, для одежды, эксплуатирующейся в условиях, где недопустимо возникновение электростатических разрядов.

Следующей областью применения металлизированных нитей можно назвать экранирование и поглощение электромагнитного излучения.

В настоящее время, благодаря прогрессу в науке и технике, появляется все больше устройств, которые излучают электромагнитные волны различных длин и частот. Сотовые телефоны излучают в диапазоне 900-1800 MHz, микроволновые печи – 2450 MHz, радарные системы – 1-10 000 MHz, FM/AM 30-300 MHz и 300-3000 KHz.

Электромагнитное излучение имеет отрицательное воздействие на организм человека и может вызвать ряд заболеваний. Текстильные материалы, которые содержат металлизированную пряжу, защищают от электромагнитного излучения, не пропуская 99,9% высокочастотных волн, не нарушая качества связи.

На кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения комбинированных нитей 20-100 текс на пневмомеханической прядильной машине ППМ-120. Сущность технологии заключается в следующем (Рис. 1)

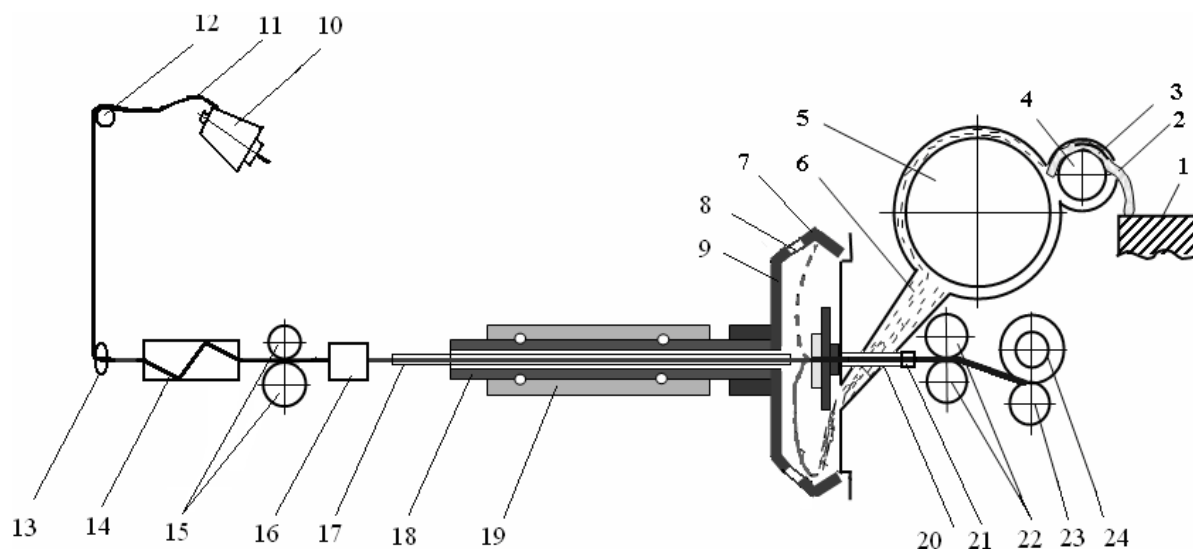


Рисунок 1 - Технологическая схема пневмомеханической прядильной машины для получения комбинированной нити

Лента 2 из таза 1 с помощью питающего столика 3 и питающего цилиндра 4 подается к дискретизирующему барабанчику 5 с игольчатой или пильчатой гарнитурой. Лента разъединяется на отдельные волокна. В камере 7 создается вакуум при помощи отсоса воздуха через отверстия 8 в стенке камеры, и по

пневмоканалу дискретный поток волокон 6 подается в камеру 9, затем скользит к желобу камеры 7, где происходит циклическое сложение дискретного потока.

Свободный конец пряжи вводится через стеклянную трубку 20 и отбрасывается к стенкам камеры. Пряжа начинает вращаться и прикручивает волокнистую мычку, находящуюся в желобе камеры.

Для получения комбинированной пряжи в рабочую зону прядильной камеры подается комплексная нить 11 с бобины 10, установленной на питающей рамке машины. Нить проходит через направляющий пруток 12, центрирующий глазок 13, обеспечивающий осевое расположение нити, и подается в нитенатяжитель 14. Далее комплексная нить поступает в питающую пару 15, создающую необходимое натяжение комплексной нити, влияющее на структуру формируемой пряжи. Затем нить проходит через датчик контроля обрыва комплексной нити механического типа 16 и поступает в питающую трубку 17, неподвижно закрепленную внутри полого вращающегося ротора 18, закрепленного в подшипниковой опоре 19. Трубка входит в прядильную камеру на некоторое расстояние, величина которого вместе с натяжением комплексной нити определяет структуру формируемой пряжи. Комплексная нить проходит через питающую трубку благодаря образуемому в ней разряжению и подается непосредственно в зону формирования пряжи. Волокнистая мычка из желоба прядильной камеры обкручивается вокруг комплексной нити, формируя нить. Затем сформированная нить проходит через пряжевыводящую трубку 20, механизм отключения питания при обрыве мычки или нити 21 и выводится из камеры оттяжной парой 22, затем с помощью нитераскладчика и мотального барабана 23 наматывается на цилиндрическую паковку 24.

Основными факторами, определяющими структуру комбинированной нити, вырабатываемой по предлагаемому способу, являются натяжение комплексной нити (или микропровода в случае металлизированной пряжи) и в некоторой степени величина погружения направляющей трубки в прядильную камеру машины. На рисунке 2 схематически представлен процесс формирования нити в прядильной камере.

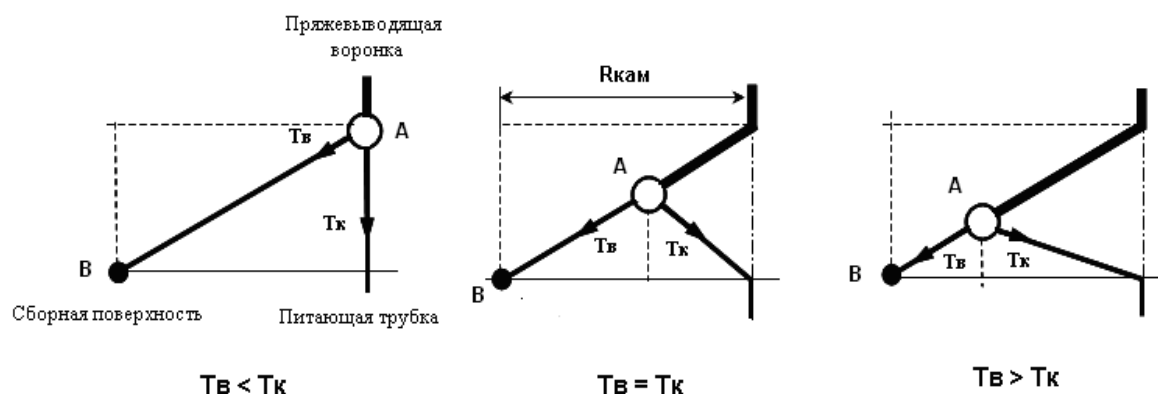


Рисунок 2 – Схема формирования комбинированной нити в прядильной камере

Натяжение комбинированной нити  $T$  определяется как сумма натяжения комплексной нити  $T_k$  и натяжения прикручиваемой составляющей  $T_b$ . В камере имеются две точки формирования: точка В, где происходит формирование волокнистой мычки в желобе, и точка А, где комплексная нить соединяется с волокнистой мычкой. Положение точки А нестационарно, так как оно зависит от соотношения натяжений  $T_b$  и  $T_k$ . На рисунке представлены три положения точки А при различных соотношениях натяжений  $T_b$  и  $T_k$ . Рассмотрим различные случаи формирования нити:

- 1)  $T_b < T_k$ . В данном случае точка соединения А находится около пряжевыводящей воронки. Формируемая нить будет иметь стержневую



структуру, где комплексная нить занимает осевое положение, в то время как волокнистая составляющая обкручивается вокруг нее. Такая структура подходит для производства, к примеру, высокопрочных хлопкополиэфирных пряж для форменной одежды силовых структур.

- 2)  **$T_v = T_k$** . При этом формируется комбинированная нить со структурой, напоминающей крученую пряжу. Данная нить может использоваться для производства металлизированных нитей для экранирующих тканей. Если вместо комплексной нити использовать пряжу, то можно получать пневмомеханическую крученую пряжу в два сложения.
- 3)  **$T_v > T_k$** . Точка соединения А смещается от пряжевыводящей воронки в сторону желоба прядильной камеры и даже может совпасть с точкой формирования пряжи В. При этом пряжа занимает осевое положение, а комплексная нить обкручивается вокруг нее. Такая структура наиболее подходит для металлизированных антистатических нитей.

Соотношение скоростей подачи комплексной нити в зону формирования и вывода из нее называется коэффициентом нагона.

$$H = \frac{V_{\text{вып}}}{V_{\text{пит}}},$$

где  $V_{\text{вып}}$  – окружная скорость выпускной пары (м/мин);

$V_{\text{пит}}$  – окружная скорость питающей пары, (м/мин).

При различной величине коэффициента нагона формируется различная структура нити. Физико-механические свойства пряжи представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства пневмомеханической и кольцевой комбинированных хлопкополиэфирных пряж

Наименование показателя	Значение показателя	
	Комбинированная	Металлизированная
Вид нити		
Линейная плотность, текс	80	50
Линейная плотность и вид комплексной нити	Полиэфир	Медная микропровода
Процентное содержание комплексной нити в составе комбинированной, %	35	36
Разрывная нагрузка, сН,	2150	390
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,5	2,8
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %,	2,5	8,5
Разрывное удлинение, %	15,5	12,0
Число кручений на метр, кр/м,	680	970

## ВЫВОДЫ

Разработан ассортимент комбинированных нитей 20-80 текс пневмомеханического способа формирования. Изменяя натяжение комплексной нити, возможно получение нитей различных структур и назначения: высокопрочных, металлизированных, огнетермостойких, а также крученых.

## Список использованных источников

1. Yoshio Shimizu, Hirofusa Shirai, Hideo Morooka, Hugh Gong. Twisting Mechanisms of Open-End Rotor Spun Hybrid Yarns. / Textile Research Journal 2002; 72; 735.

2. Коган, А.Г. Новое в технике прядильного производства: учебное пособие / А.Г. Коган, Д.Б.Рыклин, С.С.Медвецкий. – Витебск: УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.

#### SUMMARY

The article is devoted to creating an assortment of open-end yarns 20-80 tex. Depending on input parameters and the raw materials, it is possible to manufacture the different kinds of yarns: high-tenacity, metallized, flame-resistant, twisted and other.

УДК 687.053.12

### РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ОПОРЫ МЕХАНИЗМА НИТЕПРЯГИВАТЕЛЯ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ

*С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, Н.В. Белова*

Механизм нитепротягивателя швейной машины (рис.1) является одним из главных источников колебаний корпуса швейной машины [1]. Реакцию  $R_C$  в шарнире С механизма представим в виде векторной суммы проекций  $R_{xc}$ ,  $R_{yc}$  на оси X и Y. Если ось шарнира С закреплена в корпусе, то  $R_{xc}$ ,  $R_{yc}$  полностью передаются на корпус, вызывая его колебания.

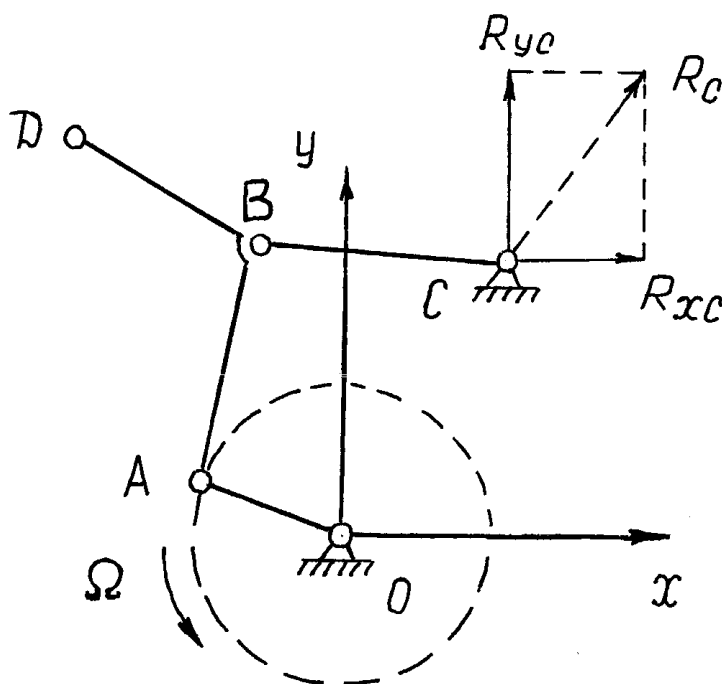


Рисунок 1 - Схема механизма нитепротягивателя

Силы, передаваемые на корпус, можно существенно уменьшить, если шарнирную ось С закрепить в промежуточной детали 1 (рис.2), а саму деталь 1 закрепить на упругом основании в виде Г-образной пластинчатой пружины. На рис. 2 точка S – центр массы детали 1.

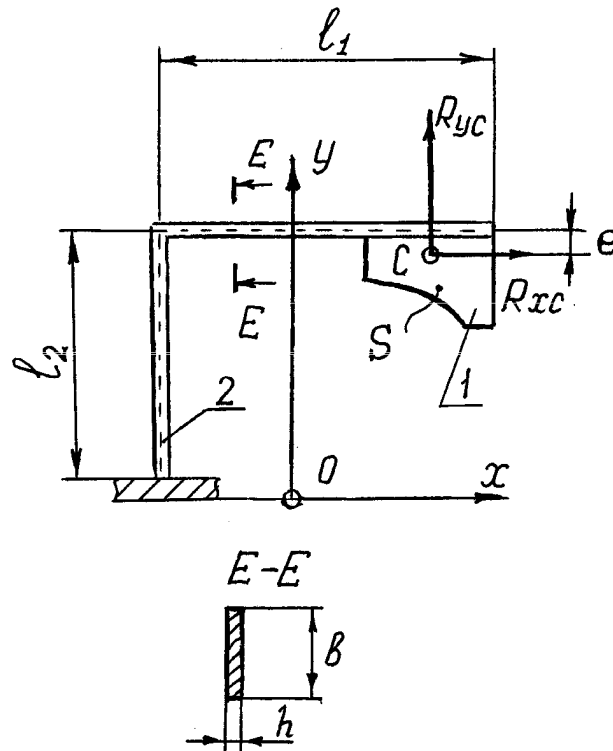


Рисунок 2 - схема виброизолирующей опоры

Под действием силы  $R_c$  деталь 1 совершает колебательное движение. Представим его как сумму колебательных поступательных движений вдоль осей  $X$  и  $Y$  под действием возмущающих сил  $R_{xc}$ ,  $R_{yc}$  и пренебрежем вращательным движением детали 1.

При исследовании колебаний детали 1 следует учесть влияние кинематически связанных с ней звеньев механизма нитепритягивателя.

Обозначим через  $m_{npx_1}$  и  $m_{npy_1}$  - приведенные к детали 1 массы звеньев механизма нитепритягивателя при ее движении вдоль осей  $X$  и  $Y$ . Тогда в уравнениях движения детали 1 с массой  $m_1$  следует учитывать приведенные массы:

$$m_{npx} = m_{npx_1} + m_1 \quad (1)$$

$$m_{npy} = m_{npy_1} + m_1 \quad (2)$$

С учетом этого уравнения упругих колебаний детали 1 вдоль осей  $X$  и  $Y$  имеют вид:

$$m_{npx} \frac{d^2 x}{dt^2} + k_x \cdot x = R_{xc}, \quad (3)$$

$$m_{npy} \frac{d^2 y}{dt^2} + k_y \cdot y = R_{yc}, \quad (4)$$

где -  $k_x, k_y$  коэффициенты жесткости упругого основания по осям  $X$  и  $Y$ .

Коэффициенты  $k_x, k_y$  можно определить из соотношений:

$$k_x = \frac{1}{\delta_{11x}}, \quad (5)$$

$$k_y = \frac{1}{\delta_{11y}}, \quad (6)$$

где  $\delta_{11x}$ ,  $\delta_{11y}$  перемещения массы  $m_1$  под действием единичной силы, приложенной в точке С, в направлении действия, соответственно,  $R_{xc}$ ,  $R_{yc}$ , определяемые по методу Верещагина[2]:

$$\delta_{11x} = \frac{l_1 e^2 + \frac{l_1^3}{3} + \frac{(l_2 - e)^3}{3}}{EI}, \quad (7)$$

$$\delta_{11y} = \frac{\frac{l_1^3}{3} + l_1^2 l_2}{EI}, \quad (8)$$

где:  $E$  – модуль упругости материала пластинчатой Г-образной пружины,

$I$  – момент инерции сечения пластинчатой пружины,  $I = \frac{bh^3}{12}$ .

Расчетами на ЭВМ для швейной машины 31-го ряда Оршанского завода «Легмаш» определены проекции  $R_{xc}$ ,  $R_{yc}$  и установлено, что в первом приближении эти проекции могут быть представлены в виде:

$$R_{xc} = R_{xo} \cdot \sin \Omega t,$$

$$R_{yc} = R_{yo} \cdot \sin(\sin \Omega t + \alpha) - R_o,$$

где:  $\Omega$  - угловая скорость ведущего звена механизма,  $\Omega = 471 \text{ рад/с}$ ;

$\alpha = 4,71 \text{ рад}$ ;  $R_{xo} = 130 \text{ Н}$ ,  $R_{yo} = 53,5 \text{ Н}$ ,  $R_o = 28 \text{ Н}$ .

В общем случае величины  $m_{npx_1}$  и  $m_{npy_1}$  в (1) и (2) являются переменными, однако при достаточно большой массе  $m_1$  детали 1 доля  $m_{npx_1}$  и  $m_{npy_1}$  в (1) и (2) мала и можно полагать  $m_{npx_1}$  и  $m_{npy_1}$  приближенно постоянными.

С учетом этого, разделив члены уравнений (3) и (4) на  $m_{npx_1}$ ,  $m_{npy_1}$  и обозначив:

$$\frac{k_x}{m_{npx}} = \omega_{ox}^2, \quad (9)$$

$$\frac{k_y}{m_{npy}} = \omega_{oy}^2, \quad (10)$$

$$\frac{R_{xo}}{m_{npx}} = q_x,$$

$$\frac{R_{yo}}{m_{ppy}} = q_y,$$

$$\frac{R_o}{m_{np}} = q_o,$$

получим:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_{ox}^2 x = q_x \sin \Omega t,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \omega_{oy}^2 y = q_y \sin(\Omega t + \alpha) - q_o$$

В [3] показано, что для колебаний массы, закрепленной на упругом основании, описываемых уравнением вида (3), (4) силы  $R_x$ ,  $R_y$ , передаваемые на неподвижное основание, определяются из равенств:

$$R_x = \beta_x R_{xc},$$

$$R_y = \beta_y R_{yc},$$

где  $\beta_x$ ,  $\beta_y$  - динамические коэффициенты возрастания амплитуд, определяемые из равенств:

$$\beta_x = \frac{1}{\frac{\Omega^2}{\omega_{ox}^2} - 1}, \quad (11)$$

$$\beta_y = \frac{1}{\frac{\Omega^2}{\omega_{oy}^2} - 1} \quad (12)$$

Рассмотрим расчет параметров виброизолирующей опоры для швейной машины 31-го ряда Оршанского завода «Легмаш».

Из конструктивных соображений принимаем (см. рис. 2):  $l_1=78$  мм,

$l_2=28$  мм,  $m_{np}=0,6$  кг. Предварительным расчетом по формулам (5)-(8) определяем  $h = 4$  мм. Выполняем упругое основание из двух слоев стальных пластин толщиной  $h = 2$  мм. После изготовления Г-образной пружины и установки ее на корпус машины посредством эксперимента уточняем значения  $k_x$ ,  $k_y$ :

$$k_x = 30 \frac{H}{мм}, \quad k_y = 20 \frac{H}{мм}. \quad \text{Из (9), (10) определим } \omega_{ox} = 227,3 \frac{рад}{с};$$

$\omega_{oy} = 187,1 \frac{рад}{с}$ ; а из (11), (12) -  $\beta_x$  и  $\beta_y$ :  $\beta_x = 0,3$ ;  $\beta_y = 0,16$ . При этом статическое перемещение массы 1 под действием амплитудных значений  $R_{xc}$ ,  $R_{yc}$  составляет:

$$A_{cmx} = \frac{R_{xo}}{k_x} = \frac{130H}{30H / мм} = 4,33 мм;$$

$$A_{cmy} = \frac{R_{yo} + R_o}{k_y} = \frac{53,5 + 28}{20} = 4,075 \text{ мм}.$$

Амплитуда колебаний массы  $m_1$  в направлениях осей X и Y составляет:

$$A_x = \beta_x \cdot A_{cmx} = 0,3 \cdot 4,33 \text{ мм} = 1,3 \text{ мм};$$

$$A_y = \beta_y \cdot A_{cmy} = 0,16 \cdot 4,075 \text{ мм} = 0,65 \text{ мм}.$$

Как показали исследования, полученные значения амплитуды колебаний не оказывают существенного влияния на длину подаваемой нитепротягивателем нитки.

Для оценки эффективности предлагаемых мероприятий упругая опора была установлена на швейной машине 31-го ряда и проведены экспериментальные исследования виброскорости в характерных точках 1...6 корпуса (рис. 3) швейной

машины при частоте вращения главного вала  $\Omega = 471 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ .

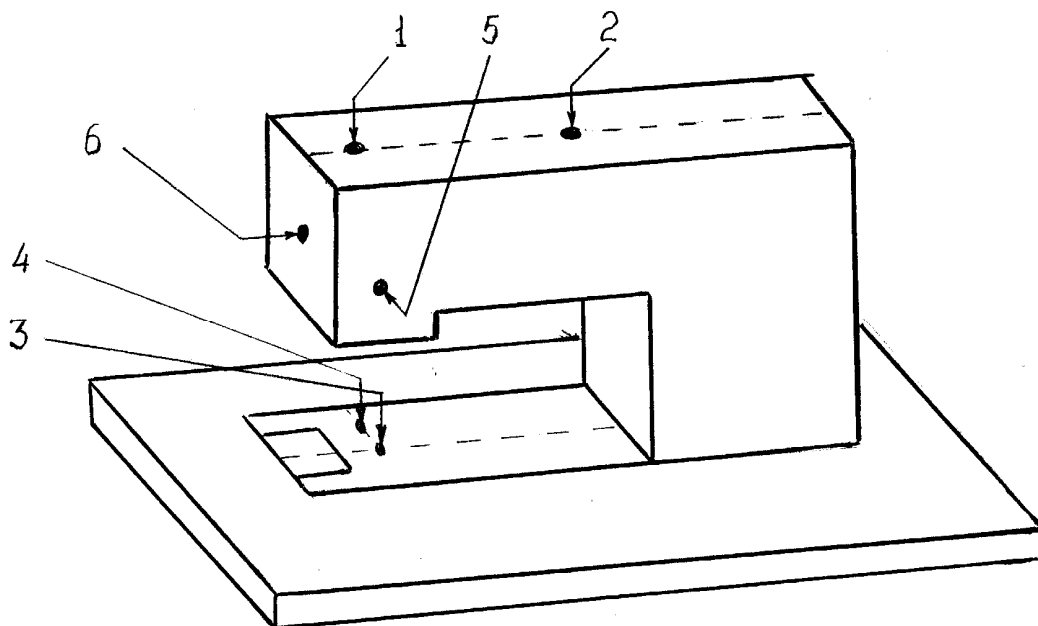


Рисунок 3- Точки замеров виброскорости корпуса швейной машины

Измерения виброскорости производились прибором ВШВ-003-М2. В качестве преобразователя механических колебаний в электрические сигналы использовался вибропреобразователь ДНЗ-М1.

Результаты измерений до установки упругой опоры сведены в таблицу 1, а после установки – в таблицу 2.

Таблица 1

№ п.п.	Виброскорость, дБ							
	Среднегеометрические частоты октавных полос (до установки виброизолятора)							
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
1	50	67,9	87,3	71	61,3	62,3	60	58
2	45,3	64,3	79,3	64	58	53	55	53
3	46,6	66,3	83,6	70	60	60	52	51,3
4	44	64	85,6	70,6	61	60,3	57	54
5	52	65,3	85,3	69	68	70	70	70
6	50	60	79,6	68	59,3	56	60	60

Таблица 2

№ п.п.	Виброскорость, дБ							
	Среднегеометрические частоты октавных полос (после установки виброизолятора)							
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
1	42	60	76	69	58	60	57	54
2	38	59	72	62	52	52	53	51
3	42	62	76	69	60	60	52	50
4	34	60	74	69	58	58	56	52
5	46	60	70	70	66	58	57	57
6	45	58	68	66	54	54	58	56

Из сравнительного анализа данных таблиц 1, 2 следует, что в результате установки упругой опоры имеет место значительное снижение уровня виброскорости во всех точках.

Наибольшее снижение виброскорости, на 15,3 дБ, получено в точке 6 при частоте 31,5 Гц, наименьшее, на 7,3 дБ,- в точке 2 при частоте 16Гц.

Таким образом, установка опорного шарнира нитепритягивателя на упругую опору дает значительное снижение виброактивности корпуса швейной машины, недостижимое посредством известных методов. Так, например, уравниванием механизмов швейной машины[4] получено снижение виброскорости на 4,8 дБ.

#### Список использованных источников

1. Вальщиков Н.М., Зайцев Б.А., Вальщиков Ю.Н. Расчет и проектирование машин швейного производства. - Л.: Машиностроение, 1973.-344 с.
2. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов. Учебник для вузов.-9-е изд., перераб.- М.: Наука,1986.- 512с.
3. Архипов Н.Н., Карпачев, П.С. Майзель М.М., Плевако Н.А. Основы конструирования и расчета машин и аппаратов легкой промышленности.- М.: Машгиз, 1963.-599 с.
4. Сункуев Б.С., Радкевич А.В., Цветков Ю.М. Уравнивание механизмов швейных машин, Вестник Витебского государственного технологического университета, Республика Беларусь.- Витебск : Витебск, 1995.- 98с.

#### SUMMARY

The article describes methods of calculation of constructive parameters of thread take-up vibro-resistant support. The constructive scheme of vibro-resistant support is shown. The results of development of sewing machine vibration speed are given, which after application of developed construction of vibro resistant support show significant decrease of vibration activity of sewing machine head frame, unattainable by current methods.

УДК 677.21:021.164

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ХЛОПКОХИМИЧЕСКОЙ ПРЯЖИ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

*С.С. Медвецкий, О.М. Катович*

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» разработана технология получения комбинированной пряжи малой линейной плотности с использованием хлопковой волокнистой мычки и комплексных химических нитей.

Целью проводимых исследований являлось: оптимизация технологического процесса получения пряжи линейной плотности 15.6 текс из гребенной ровницы и комплексной химической нити. Назначение пряжи данного вида – производство «экологических» гардинных изделий из натурального хлопкового волокна. Применение комплексных химических нитей позволяет повысить разрывную нагрузку пряжи, снизить показатели неровноты по линейной плотности и разрывной нагрузке.

Выработка комбинированной пряжи осуществлялась на модернизированной кольцевой прядильной машине П-66-5М4. Машина оборудована дополнительной рамкой для установки бобин с комплексными химическими нитями. На рамке установлен гребенчатый нитенатяжитель, обеспечивающий постоянное натяжение комплексной химической нити.

На первом этапе исследований был проведен предварительный эксперимент по выбору оптимального соотношения частных вытяжек в вытяжном приборе кольцевой прядильной машины и определению оптимального процентного соотношения компонентов пряжи, при котором достигается наилучшее покрытие хлопковой мычкой стержневой химической нити.

Для исследования влияния линейной плотности комплексной химической нити на физико-механические свойства комбинированной пряжи были наработаны три варианта пряжи линейной плотности 15,6 текс с различной линейной плотностью стержневого компонента. В качестве стержневого компонента использовались следующие комплексные химические нити:

- капроновая комплексная нить линейной плотности 3,3 текс;
- полиэфирные комплексные нити линейной плотности 5 и 7,6 текс.

В качестве входных параметров принимались: частная вытяжка в передней зоне вытягивания: 13,13, 15,18, 20,0; процентное содержание стержневого компонента в структуре армированной пряжи: 20, 30, 50%.

В результате исследований определялись следующие выходные параметры: коэффициент вариации по линейной плотности, разрывная нагрузка комбинированной пряжи, коэффициент вариации по разрывной нагрузке, разрывное удлинение комбинированной пряжи, застилистость комплексной химической нити волокном.

Физико-механические свойства комбинированной пряжи различных вариантов представлены в таблице 1.

При получении комбинированной пряжи необходимо, чтобы волокна покрывали комплексную химическую нить по всей её поверхности. Экспериментально и теоретически было установлено, что хорошая застилистость комплексной химической нити волокном достигается при отношении линейной плотности комплексной химической нити  $T_2$  к линейной плотности комбинированной пряжи  $T_k$ , равном 0,3 и меньше. Процентное содержание комплексной химической нити в комбинированной пряже выражается следующей зависимостью:

$$Z=(T_2/T_k) 100\%$$

Установлено, что наилучшая застилистость стержневого компонента волокнами хлопка достигается при содержании в пряже комплексной химической нити в количестве 20% и хлопчатобумажной мычки - 80%. При данном соотношении достигается также наименьшая неровнота пряжи по линейной плотности и разрывной нагрузке.

На втором этапе исследований был проведён двухфакторный эксперимент, целью которого являлось определение оптимального значения крутки комбинированной пряжи и натяжения комплексной химической нити до вытяжного прибора.

Интервалы варьирования входных факторов установлены исходя из технических возможностей оборудования с учетом результатов предварительных



исследований: крутка армированной пряжи от 800 до 1100 кр/м, натяжение комплексной капроновой нити от 20 до 40 сН

Таблица 1– Физико-механические свойства комбинированной пряжи

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра		
Линейная плотность пряжи	текс	15,5	15,9	15,8
Линейная плотность химической нити	текс	3,3 п/а	5 п/эф	7,6 п/эф
Процентное содержание химической нити	%	20	30	50
Линейная плотность мычки	текс	12,5	10,8	8,2
Процентное содержание волокнистой мычки	%	80	70	50
Коэффициент вариации по линейной плотности	%	3,48	4,24	4,76
Относительная разрывная нагрузка пряжи	сН/текс	13,77	13,71	18,8
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, $C_{вр}$	%	4,35	5,2	4,78
Разрывное удлинение пряжи	%	4,56	5,72	9,16

Критериями оптимизации выбраны следующие физико-механические характеристики комбинированной пряжи:

$Y_1$  – коэффициент вариации по линейной плотности пряжи, Ст, %;  $Y_2$  – относительная разрывная нагрузка пряжи,  $P_0$ , сН/текс;  $Y_3$  – разрывное удлинение,  $\epsilon$ , %;  $Y_4$  – коэффициент вариации по разрывной нагрузке,  $C_{вр}$ , %.

В результате обработки экспериментальных данных с помощью пакета прикладных программ «Statistica for Windows» на ЭВМ были получены следующие регрессионные математические модели зависимости критериев оптимизации от входных факторов эксперимента:

- коэффициент вариации по линейной плотности пряжи  
 $y_1 = 2.47 - 1.109 \cdot x_1 + 0.799 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.869 \cdot x_1 \cdot x_1$
- относительная разрывная нагрузка комбинированной пряжи  
 $y_2 = 18.847 + 0.905 \cdot x_1 + 0.173 \cdot x_2 - 1.147 \cdot x_2 \cdot x_2 + 0.253 \cdot x_1 \cdot x_2$
- разрывное удлинение  
 $y_3 = 5.633 + 0.183 \cdot x_1 - 0.35 \cdot x_1 \cdot x_1 - 0.15 \cdot x_2 \cdot x_2$
- коэффициент вариации по разрывной нагрузке  
 $y_4 = 8.0 - 0.33 \cdot x_2 + 0.3 \cdot x_1 \cdot x_1 + 0.725 \cdot x_1 \cdot x_2$

Анализируя полученные математические модели, было установлено, что на все исследуемые показатели качества комбинированной пряжи линейной плотности 15,6 текс величина крутки ( $X_1$ ) и натяжение комплексной капроновой нити ( $X_2$ ) оказывают влияние почти в равной степени. Оптимизация заправочных параметров работы машины проводилась в системе компьютерной алгебры «Maple 9.5» методом полного перебора численных значений. В результате рекомендованы следующие параметры заправки кольцевой прядильной машины П-66- 5М4:

- крутка комбинированной хлопкокапроновой пряжи 1050 кр/м;
- натяжение комплексной капроновой нити 31 сН.

Проведён сравнительный анализ физико-механических свойств одиночной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 15,6 текс и хлопкокапроновой комбинированной пряжи (таблица 2).

Анализируя полученные данные, установлено, что комбинированная хлопкокапроновая пряжа значительно более равномерна по линейной плотности и по разрывной нагрузке. Это объясняется тем, что в структуре пряжи 20% составляет более равномерная комплексная капроновая нить. Разрывная нагрузка комбинированной хлопкокапроновой пряжи выше за счет более прочной комплексной химической нити, которая является стержневым компонентом в структуре пряжи.

Таблица 2– Свойства комбинированной хлопкокапроновой и одиночной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 15,6 текс

Показатель	Хлопкокапроновая комбинированная пряжа	Хлопчато-бумажная пряжа
Линейная плотность, текс	15,3	15,6
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	19,8	18,6
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	8,2	10,5
Разрывное удлинение, %	5,5	5,4
Неровнота по прибору Устер, %	11,95	14
Неровнота на коротких отрезках, %	15,4	17,9
Количество утолщений (+50%) на 1 км пряжи, шт	267	387
Количество утонений (-50%) на 1 км пряжи, шт	5	69

#### ВЫВОДЫ

1. Разработан технологический процесс производства комбинированной хлопкокапроновой пряжи линейной плотности 15,6 текс с использованием хлопковых волокон и комплексной химической нити.

2. Оптимизирован сырьевой состав комбинированной хлопкокапроновой нити (20% комплексной химической нити и 80% хлопчатобумажной мычки). Получены оптимальные параметры заправки кольцевой прядильной машины П-66- 5М4 – крутка пряжи 1050 кр/м; натяжение комплексной нити 31 сН.

3. Установлено, что разрывная нагрузка хлопкокапроновой комбинированной пряжи выше, чем хлопчатобумажной, также комбинированная пряжа значительно более равномерна по линейной плотности и по разрывной нагрузке.

#### Список использованных источников

1. Производство комбинированной пряжи и нити: Учебник для вузов / А.Г. Коган.-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 143 с.
2. Коган А.Г. Новое в технике прядильного производства: учебное пособие / А.Г. Коган, Д.Б.Рыклин, С.С.Медвецкий. – Витебск: УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.

#### SUMMARY

The technological process of manufacture of the combined combed yarn linear density 15,6 tex is developed. The raw structure of combined yarn from cotton fibers and a chemical thread is optimized (20% of a chemical thread and 80% cotton fibers). Technical parameters of ring spinning machine P-66-5M4 – are received (twist of yarn 1050 t/m; tension of a chemical thread 30 cH).

## ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕМКОСТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКОН

*Д.Б. Рыклин, О.В. Звёздочкина, К.Н. Рунейский*

Смешивание различных по свойствам волокон является одним из главных процессов, эффективность которых оказывает существенное влияние на качество вырабатываемой неоднородной пряжи.

Существует ряд экспериментальных методов оценки качества смешивания волокон в многокомпонентной пряже. Наиболее распространенным является метод поперечных сечений пряжи, который предполагает рассмотрение специальным образом полученных изображений срезов с подсчетом количества волокон каждого из компонентов. Этот метод характеризуется высокой трудоемкостью и позволяет определять неровноту пряжи по составу только на коротких отрезках.

Для исключения указанных недостатков может быть рекомендован химический метод, при котором образцы смешанной пряжи обрабатываются химическим реактивом. В результате один из компонентов растворяется, а его долевое содержание определяется по разности масс испытуемого образца до и после обработки. Однако при исследованиях этим методом пряжи и полуфабрикатов, содержащих не только хлопковое, но и льняное волокон, возникают проблемы, связанные с тем, что химический состав указанных волокон практически полностью совпадает. Следовательно, невозможно подобрать реактив для обработки подобной смеси волокон.

В связи с этим, необходимо разработать новый метод для оценки льносодержащих смесей волокон. На основании анализа различных методов исследований для этой цели предложен метод оценки смешивания по диэлектрической проницаемости смеси волокон.

Определение диэлектрической проницаемости сводится к измерению емкости конденсатора. Чувствительные элементы емкостных влагомеров выполняются в виде двух плоских пластин, пространство между которыми заполняется исследуемым материалом.

Электрическое поле высокой частоты генерируется датчиком между парой пластин конденсатора. Если меняются свойства продукта, находящегося между этими пластинами, то изменяется и электрический сигнал, исходящий из датчика.

Емкость конденсатора определяется по формуле:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d} \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость материала между обкладками;

$\varepsilon_0$  - электрическая постоянная ( $8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$ );

$S$  – полезная площадь обкладок конденсатора, м<sup>2</sup>;

$d$  – величина зазора между пластинами конденсатора, м.

Считается, что недостатком емкостных датчиков является влияние природы волокна и вида его обработки на результаты измерений плотности материалов. Однако данный недостаток является необходимым условием его применения для оценки неровноты смешивания разнородных волокон.

На первом этапе исследований необходимо было установить, существуют ли различия в диэлектрической проницаемости волокнистых компонентов, которые

используются при производстве меланжевой льносодержащей пряжи. Для этой цели с использованием специально разработанного прибора проведены исследования влияния массы и влажности каждого из компонентов на емкость конденсатора.

Необходимость учета влажности при проведении исследований связана не только с различной гигроскопичностью, но и с тем, что влажность волокна оказывает существенное влияние на различие диэлектрической проницаемости волокон разной природы.

Известно, что с увеличением влаги в волокнах резко изменяются их диэлектрические свойства. Поглощение влаги волокнами приводит к резким изменениям их механических и физических свойств: массы, размеров, прочности, удлинения, электропроводности и т.д.

Исследованиям подвергались образцы ровницы и ленты из хлопка, льна и полиэфирных волокон в отдельности. Исследования проводились в следующем диапазоне изменения входных факторов:

- масса пробы – 0,3 – 1,1 г;
- влажность волокна (для хлопка и льна) – 0 – 12 % (механически связанная и осмотическая).

В связи с низкой гигроскопичностью влажность всех образцов из полиэфирного волокна составляла 1 %.

Обработка результатов исследований в натуральных значениях входных факторов приводилась с использованием пакета программ Statistica for Windows. Из-за существенной нелинейности получаемых моделей при повышенной влажности волокна в процессе обработки результатов влажность была ограничена 5 %.

В результате статистической обработки при начальной емкости конденсатора  $C_0 = 35$  пФ и статических условиях эксперимента в лаборатории: относительной влажности  $\varphi \approx 35-40$  % и  $t = 24 \pm 1,5$  °С получены следующие регрессионные модели:

- для хлопка
$$\Delta C = 0,4416 m - 0,216 W + 0,2224 m W + 0,053 W^2 \quad (2)$$

- для льна
$$\Delta C = 0,4546 m + 0,0556 m W \quad (3)$$

- для полиэфирного волокна
$$\Delta C = 0,3112 m, \quad (4)$$

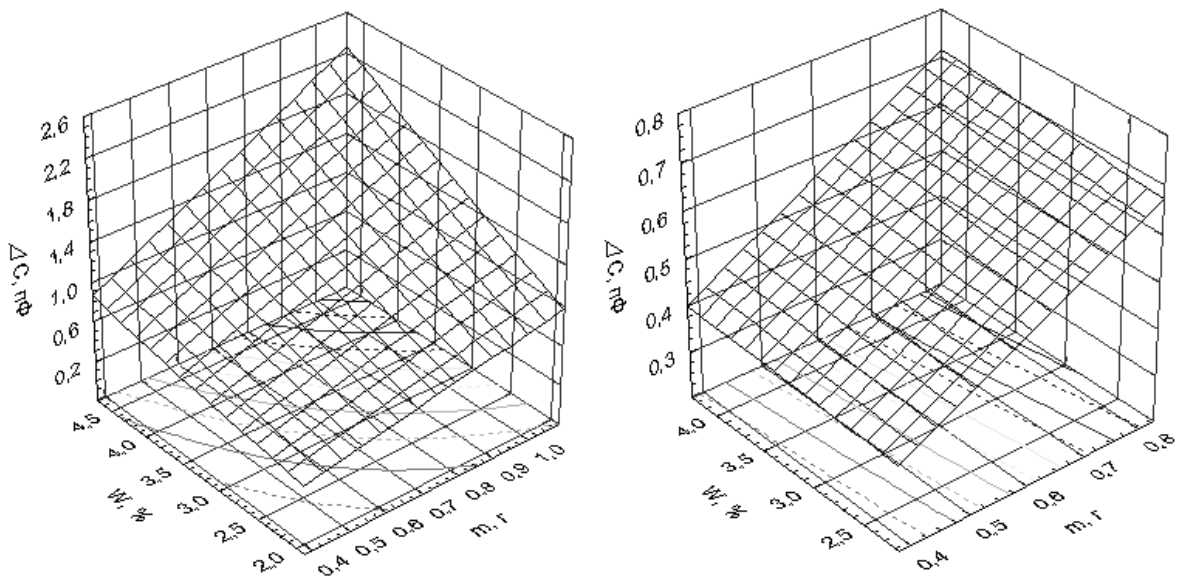
где  $\Delta C$  – изменение емкости конденсатора, пФ;

$m$  – масса образца (в сухом состоянии), г;

$W$  – влажность образца, %.

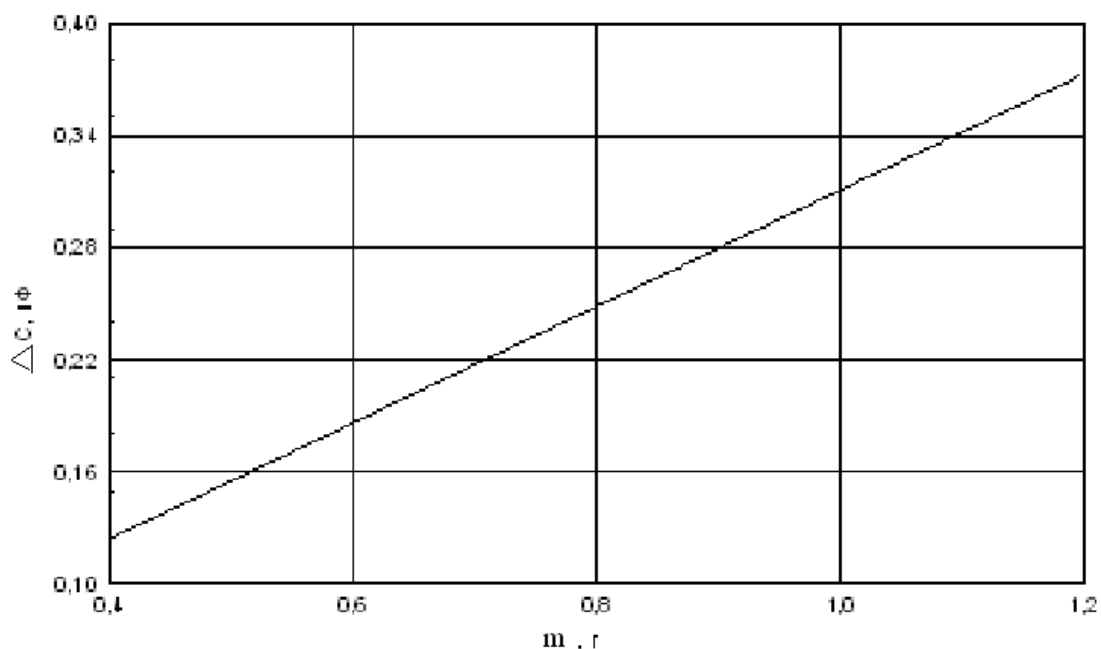
Анализируя полученные модели, можно отметить, что при низкой влажности (менее 1 %) нет существенной разницы между значениями емкости конденсатора, полученными для образцов из хлопка и льна. В связи с этим можно рекомендовать проведение исследований в диапазоне влажности от 4 до 5 %.

Полученные зависимости емкости конденсатора представлены на рисунке 1. Можно отметить, что влияние влажности на показания прибора при исследованиях образцов из хлопкового волокна существенно выше, чем при исследованиях образцов из льна. Именно этот факт и позволяет сделать вывод о том, что емкостной метод может применяться для оценки неровноты смешивания волокон в льносодержащих смесях.



а)

б)



в)

Рисунок 1 - Зависимость изменения емкости конденсатора от массы и влажности образцов:

а) из хлопкового волокна; б) из льна; в) из полиэфирного волокна

На основании анализа достоинств и недостатков существующих методов оценки качества смешивания волокон в многокомпонентных смесях предложено использование емкостного метода для исследования льносодержащих смесей.

Апробация разработанного метода подтвердила возможность его использования как для определения эффективности процессов смешивания на различных этапах технологического процесса, так и для сравнительной оценки качества смешивания компонентов в смесях различного состава.

#### Список использованных источников

1. Севостьянов, А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник для вузов / А.Г. Севостьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
2. Рыклин, Д.Б. Гипотетическая неровнота смешивания волокон в идеальном многокомпонентном продукте / Д.Б. Рыклин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. - № 3. – С. 41 – 44.

#### SUMMARY

On the basis of the analysis of advantages and lacks of existing methods of a rating of quality of fibres mixing it is offered using capacitor method for researching blended flax products.

Experimental testing of the developed method corroborates an opportunity of its usage either for determination of efficiency of mixing processes at various stages of technological process or for comparison rating of mixing qualities of components in blends of various structures.

УДК 677.017

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОГО ФАЛЬЦЕВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Д.В. Корнеев, Б.С. Сункуев*

Процессы фальцевания текстильных материалов достаточно широко используются в швейном и галантерейном производстве: при формировании накладных карманов и воротников сорочек, формировании прорезей под «молнию» в кожгалантерейном производстве и др. Несмотря на это, в литературе [1,2] практически отсутствуют какие-либо сведения о результатах исследований режимов фальцевания.

В настоящей работе изложены результаты экспериментального исследования холодного фальцевания текстильных материалов. На процесс фальцевания текстильных материалов из синтетических волокон влияют следующие факторы: 1) сырьевой состав материала ( $X_1$ ); 2) толщина материала ( $X_2$ ); 3) удельное усилие прессования ( $X_3$ ); 4) время фальцевания ( $X_4$ ); 5) площадь фальцующего воздействия ( $X_5$ ); 6) влажность материала ( $X_6$ ); 7) температура фальцующих поверхностей ( $X_7$ ). В проведенном эксперименте рассматривался процесс холодного фальцевания, то есть неучтенными оставались факторы  $X_6$ ,  $X_7$ .

Сначала был проведен предварительный трехфакторный эксперимент ( $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ) для  $X_1 = \text{const}$  (ацетатно-вискозный подкладочный материал арт.35112 ГОСТ 4.51-87) и для  $X_2 = \text{const} = 1 \text{ мм}$ . Экспериментальные образцы: куски материала  $50 \times 10 \text{ мм}$ .

Измеряемая величина (критерий оптимизации) – угол смятия  $\alpha^\circ$  между фальцуемыми краями (ГОСТ 10681-75, ГОСТ 19204-73). Помимо правильного угла смятия (рисунок 1а) на практике возникают следующие варианты: разновеликий угол смятия для разных краев участка (рисунок 1б), искривление свободного конца материала (рисунок 1в). Предварительный объем выборки  $n=20$ . Удельное

технологическое давление в эксперименте определяется по формуле  $q = p \frac{S_n}{S_m}$ ,

где  $p$  – давление масла в гидроцилиндре пресса,  $\text{Н/см}^2$  (см. рис. 2);  $S_n$  – площадь рабочей поверхности поршня пресса,  $\text{см}^2$ ;  $S_m$  – площадь технологической поверхности,  $\text{см}^2$ .

Экспериментальное оборудование: экспериментальный пресс гидравлический УП4 с максимальным усилием на штоке 40 кН, бруски металлические, формирующие пластины, секундомер. Схема установки представлена на рисунке 2, где позициями обозначены: 1 – неподвижная опора, 2 – подвижная опора, 3, 4 – металлические бруски, 5 – формирующие пластины, 6 – пластины с экспериментальным образцом. Измерительное оборудование: транспортер учебный с пределом измерения  $1^\circ$ . Матрица факторов представлена в таблице 1.

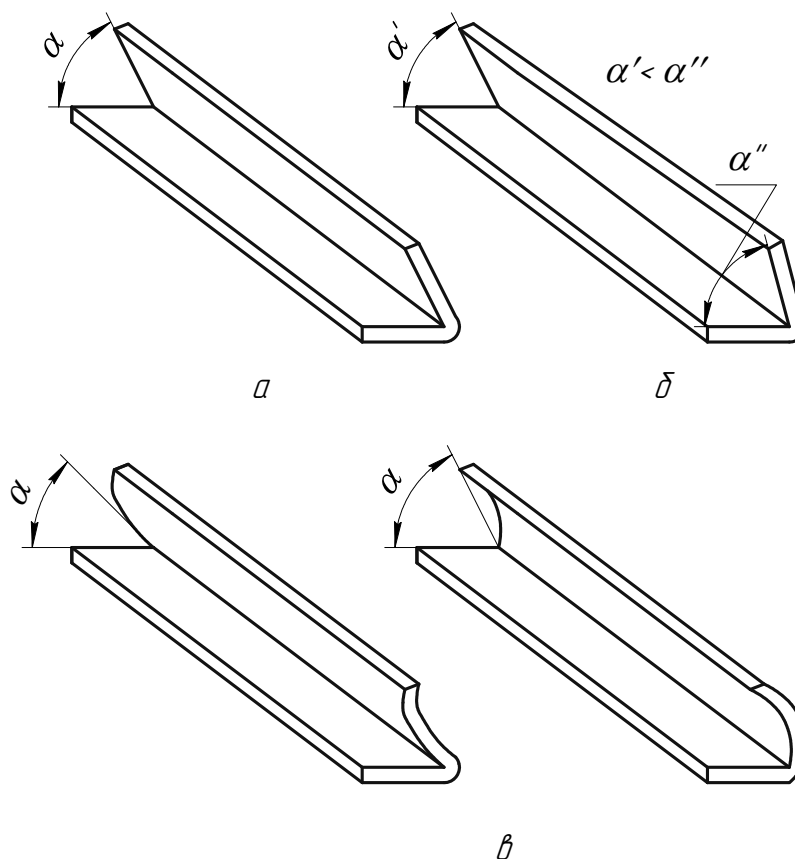


Рисунок 1 – Варианты исполнения угла смятия

Таблица 1 – Матрица факторов

Фактор	Уровень варьирования	-1	0	+1	Интервал
$X_3$	Удельное усилие прессования $q$ ,	120	180	240	60
$X_4$	Время фальцевания $t$ , с	10	20	30	10
$X_5$	Площадь фальцующего воздействия	полная площадь	-	контактная площадь	-

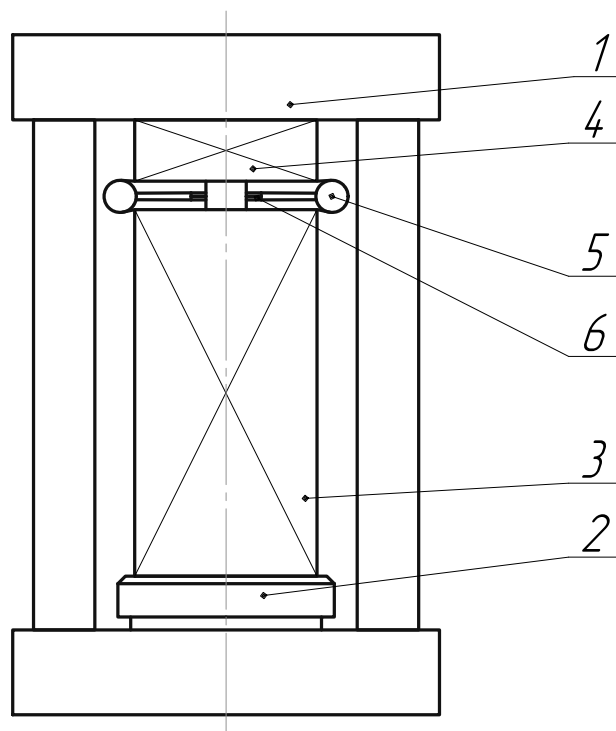


Рисунок 2 – Схема экспериментальной установки

Проведя эксперимент для приведенных в таблице 1 уровней варьирования факторов, обнаружили грубое нарушение закона нормального распределения для измеряемой величины. Это вызвано наличием большого числа неучтенных факторов: 1) различными механическими свойствами участков материала из-за переплетения продольных нитей основы поперечными нитями утка; 2) ошибок эксперимента: неравномерности распределения давления по площади образца, обусловленной непараллельностью поверхностей, передающих давление образцу, непостоянства давления во времени из-за утечек масла в клапанах прессы; 3) ошибок регистрации факторов (времени и давления) и измерения критерия оптимизации. Увеличение выборки не позволяло добиться нормального распределения для измеряемой величины. Попытка ввести новый фактор – расположение линии сгиба относительно направления нитки основы – позволил лишь отчасти приблизить распределение измеряемой величины к нормальному закону, но достичь его не удалось. При этом необходимо учитывать, что данный фактор трудно изменять при технологии фальцевания. Усложнить оборудование для снижения экспериментальных погрешностей не представлялось возможным. В результате принято решение отказаться от заданного критерия оптимизации (угла  $\alpha$ ) с относительной шкалой, а воспользоваться критерием оптимизации, имеющим номинальную (категориальную) шкалу измерения [3]. В качестве такого критерия удобно использовать частоту  $M_B$  получения положительного результата процесса фальцевания (частоту появления события  $\alpha=0^\circ$ ). Случайная величина  $M_B$  может принимать одно из  $n+1$  возможных значений  $m$ , равных  $0, 1, 2, \dots, n$ . Выборочная численность  $M_B$  является дискретной случайной величиной, математически определяемой биномиальным законом распределения. Статистические характеристики для такого рода случайной величины определяются следующим образом: математическое ожидание  $M(M_B) = np$ , дисперсия  $D(M_B) = npq$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma(M_B) = \sqrt{npq}$ , где  $p$  - вероятность того, что результат эксперимента положительный ( $\alpha=0^\circ$ ),  $q$  - вероятность обратного события, т.е.  $q = 1 - p$ . Для некоторых комбинаций факторов при  $n=20$  получим результаты, сведенные в таблицу 2.



Таблица 2 – Результаты предварительного эксперимента

Факторы		$X_5$							
		Полная площадь				Контактная площадь			
$X_3$	$X_4$	$p$	$N(M_B)$	$D(M_B)$	$\sigma(M_B)$	$p$	$N(M_B)$	$D(M_B)$	$\sigma(M_B)$
120	10	0,05	1	0,95	0,97	0,15	3	2,55	1,60
120	20	0,10	2	1,8	1,34	0,45	9	4,95	2,22
120	30	0,20	4	3,2	1,79	0,55	11	4,95	2,22
240	10	0,25	5	3,75	1,94	0,25	5	3,75	1,94
240	20	0,4	8	4,8	2,19	0,55	11	4,95	2,22
240	30	0,65	13	4,55	2,13	0,85	17	2,55	1,60

Вероятность выпадения того или иного значения  $m$  для случайной величины рассчитывается по формуле Бернулли  $P_n(m) = C_n^m p^m$ . Расчет коэффициентов – членов бинома Ньютона является трудоемким для больших значений  $n$ . Однако в силу того, что случайная величина  $M_B$  является суммой одинаково распределенных вспомогательных случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (каждая из которых может принимать одно из двух значений – 0, 1) с определенными математическими ожиданиями и дисперсиями, к изучаемой случайной величине можно применить теорему Ляпунова и следствие из нее. А значит при высоких значениях  $n$  ( $n \geq 1$ ) случайная величина  $M_B$  следует приближенно нормальному закону распределения. Поэтому требуется повысить выборку до 100 измерений в каждом опыте. Учитывая улучшение качества фальцевания при контактной площади фальцующего воздействия, принимаем фактор  $X_5 = \text{const}$  (контактная площадь). Для данных условий получили следующие значения вероятности, сведенные в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты эксперимента

Факторы		Результаты эксперимента			
$X_3$	$X_4$	$p$	$N(M_B)$	$D(M_B)$	$\sigma(M_B)$
240	10	0,22	22	17,16	4,14
240	20	0,59	59	24,19	4,92
240	30	0,72	72	20,16	4,49
300	10	0,31	31	21,39	4,62
300	20	0,68	68	21,76	4,66
300	30	1	100	0	0

Как видим, необходимая нам вероятность достигается при достаточно высоком значении времени. Эксперимент уточняем и проводим его для уровней варьирования факторов, сведенных в таблицу 4, а результаты сведем в таблицу 5.

Таблица 4 – Матрица факторов

Фактор	Уровень варьирования	-1	0	+1	Интервал
$X_3$	Удельное усилие прессования $q, \frac{H}{\text{см}^2}$	270	385	300	15
$X_4$	Время фальцевания $t, c$	24	27	30	3

Таблица 5 – Результаты эксперимента

Факторы		Результаты эксперимента			
$X_3$	$X_4$	$p$	$N(M_B)$	$D(M_B)$	$\sigma(M_B)$
-	-	0,82	82	14,76	3,84
-	+	0,97	97	2,91	1,71
+	-	0,88	88	10,56	3,25
+	+	1	100	0	0

Коэффициенты регрессии для полинома, описывающего линейную регрессию, будут следующими:  $b_0=0,9175$ ,  $b_3=0,0225$ ,  $b_4=0,0675$ ,  $b_{3,4}=-0,0075$  [3]. Таким образом, поверхность отклика, ограниченная данными пределами уровней варьирования, аналитически описана уравнением:

$$p = 0,9175 + 0,0225X_3 + 0,0675X_4 - 0,0075X_3X_4.$$

После проведенного эксперимента по изучению процесса холодного фальцевания установили значимые факторы, определили коэффициенты регрессии для значимых факторов. Коэффициент регрессии для фактора времени ( $X_4$ ) оказался выше в 3 раза коэффициента регрессии для фактора технологического давления ( $X_3$ ), что снижает производительность процесса холодного фальцевания. Учитывая это, при выборе режимов процесса фальцевания следует помнить о невысокой производительности процесса холодного фальцевания, что допускает его использование: а) для материалов с высоким коэффициентом сминаемости, б) в случае параллельного сочетания процесса с другими формирующими ориентированное смятие операциями (стачивание, склеивание и др.).

#### Список использованных источников

1. Поликарпов, И.С. Исследование несминаемости тканей различного волокнистого состава: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: спец. № 400 – товароведение промышленных товаров/ И.С. Поликарпов. - Ленинградский институт советской торговли им. Ф.Энгельса. – Ленинград, 1970. – 20с.
2. Шахбазян, В.В. Оценка несминаемости текстильных полотен: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: спец. 05.19.01 – Материаловедение (текстильное) / В.В. Шахбазян. - МТИ. – Москва, 1975. – 28с.
3. Виноградов, Ю.С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности: Учеб. пособие/Ю.С. Виноградов. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 312с.

#### SUMMARY

In article is considered the methodology of carried out experiment as to the studies of the process of the cold flexible textile materials of synthetic origin, is carried out the analysis of outcome of experiments. Is established, what degree of the influence of the factor of time much above degree of the influence of the factor of technological pressure. According to it are given to recommendations as to using of this type of process flexible.

УДК 685.34.013

### ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТОП ЖЕНЩИН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

***В.Е. Горбачик, А.Л. Ковалев, А.И. Линник, С.В. Смелкова***

Одной из сторон качества обуви является ее удобство в носке, определяемое правильным соотношением форм и размеров стопы и внутренней формы обуви. С целью максимального удовлетворения потребности населения Республики Беларусь впорной обувью, кафедрой конструирования и технологии изделий из кожи Витебского государственного технологического университета по заданию концерна «Беллегпром» были проведены антропометрические исследования ног женщин Белоруссии в возрасте от 18 до 75 лет. Программа обмеров включала измерение 24 размерных признаков стопы и голени.

Учитывая, что при проведении антропометрических исследований стоп и голени женщин Республики Беларусь в исследуемую выборочную совокупность были включены женщины трех возрастных групп (младшая – 18-29 лет, средняя – 30-44 года, старшая - 45 лет и старше), был проведен анализ изменения размеров стоп и голени под влиянием возраста.

Для более обоснованного группирования женщин по возрастным группам при построении размерной типологии было проведено сравнение средних арифметических значений основных размерных признаков по возрастам с разбивкой через 10 лет.

Для более точного сравнения все значения изучаемых признаков приведены к единой длине стопы, равной 240 мм.

Пересчет параметров к одной длине стопы  $D$  проведен по уравнениям парной прямолинейной регрессии вида:

$$y_i = aD + \epsilon,$$

где  $a$  – коэффициент регрессии, равный  $r\sigma_{y_i} / \sigma_D$ ;

$r$  – коэффициент корреляции между  $y_i$  и  $D$ ;

$\sigma_{y_i}$ ,  $\sigma_D$  – средние квадратичные отклонения признаков  $y_i$  и  $D$ ;

$\epsilon$  – постоянная величина, равная  $M_{y_i} - aM_D$  ( $M_{y_i}$ ,  $M_D$  – средние арифметические величины искомого признака  $y_i$  и длины стопы  $D$  рассматриваемой возрастной группы).

В таблице 1 даны средние значения основных размерных признаков по возрастным группам соответствующие длине стопы 240 мм.

Таблица 1 – Сравнение размерных признаков по возрастным группам при приведении к  $D_{ст} = 240$

Размерные признаки	Возрастные группы, лет					
	18-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и старше
$O_{в.п.}$	221,8	220,8	222,5	226,4	227,8	226,3
$O_{н.п.}$	224,7	223,1	223,9	228,0	228,5	236,0
$O_K$	306,3	305,1	307,3	312,5	316,4	319,9
$O_{уз}$	218,7	218,6	221,6	226,9	228,7	235,9
$O_1$	301,1	300,2	308,0	313,0	315,3	318,1
$O_2$	349,8	350,0	362,1	371,2	373,1	373,9
$O_3$	330,1	328,5	337,9	347,7	349,8	361,9
$h_2$	320,1	316,8	314,3	311,3	311,0	314,8
$Ш_{н.п.}$	90,0	90,7	91,5	93,0	93,0	94,0
$Ш_п$	61,2	61,3	63,1	64,8	66,0	65,8
$Д_{н.п.}$	153,1	154,3	153,1	153,0	152,4	156,7
$Д_{в.п.}$	173,2	174,0	172,9	172,4	172,7	177,5

Анализ данных показывает, что большинство размерных признаков, как стопы, так и голени, с возрастом существенно изменяется.

Так, у женщин старшей возрастной группы по сравнению с младшей обхватные размеры стопы больше на 6-14 мм, широтные – на 3-4 мм, обхваты голени - на 17-32 мм.

В то же время сравнение данных показывает, что в возрасте 18-39 лет поперечные размеры стоп женщин практически одинаковые и меньше чем в возрасте 40-60 лет.

Достоверность различий статистических параметров при сравнении возрастных групп была оценена по критерию Стьюдента (критерий  $t$ ) для средних арифметических величин ведущих размерных признаков стоп и голеней:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}} \sqrt{n_1n_2},$$

где  $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$  - разность между средними арифметическими величинами;

$\sqrt{n_1n_2}$  - поправка на различную численность выборок  $n$ .

Данные межгруппового сравнения приведены в таблице 2. При этом если  $t \geq 2,6$  – различия считаются весьма существенными.

Таблица 2 – Межгрупповые сравнения средних арифметических значений главных признаков

Возрастные группы, лет	Значения критерия $t$ для размерных признаков		
	$D_{ст}$	$O_{пуч}$	$O_2$
18 – 19	2,09	2,11	0,81
20 – 29			
20 – 29	0,27	2,36	5,76
30 – 39			
30 – 39	1,65	5,20	4,95
40 – 49			
40 – 49	0,50	2,74	1,71
50 – 59			
50 – 59	1,61	0,41	0,66
60 – 75			

Как следует из таблицы 2, по длине стопы и обхвату в пучках хорошо объединяются женщины в возрасте 18-39 лет и 40-75 лет. По обхвату голеней в месте наибольшего развития икроножной мышцы хорошо объединяются женщины в возрасте 40-75 лет и 18-29 лет, а в возрасте 30-39 лет различия весьма существенные.

Однако, для практических целей обеспечения женщин впорной обувью, учитывая небольшое расхождение средних значений большинства размерных признаков стоп, целесообразно выделить две возрастные группы: 18-39 лет и 40-60 и старше.

В таблице 3 приведены статистические параметры размерных признаков стоп и голеней как всех исследованных женщин Республики Беларусь (сводная группа), так и двух выделенных возрастных групп.

Таблица 3 – Статистические параметры размерных признаков стоп и голеней женщин Беларуси по выделенным возрастным группам

Размерные признаки	Обозначение	Возрастные группы, лет					
		18-75		18-39		40-75	
		Численность группы, человек					
		2138		1197		941	
		$M$ , мм	$\sigma$ , мм	$M$ , мм	$\sigma$ , мм	$M$ , мм	$\sigma$ , мм
1	2	3	4	6	7	9	10
Длина: стопы	$D_{ст}$	243,7	11,3	243,6	11,4	244,2	11,0
до наружного пучка	$D_{н.п.}$	155,4	9,3	155,4	9,2	155,4	9,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	6	7	9	10
до внутреннего пучка	Д <sub>в.п.</sub>	175,2	9,5	175,4	9,5	175,3	9,4
до центра пятки	Д <sub>п</sub>	41,9	4,8	41,3	4,7	42,6	5,0
Ширина стопы:							
по наружному пучку	Ш <sub>н.п.</sub>	92,5	5,8	91,6	5,5	94,0	5,7
по внутреннему пучку	Ш <sub>в.п.</sub>	95,0	5,7	93,9	5,3	96,7	5,5
в самом широком месте пятки	Ш <sub>п</sub>	63,9	5,4	62,5	5,1	66,0	5,1
Обхват стопы:							
по наружному пучку	О <sub>н.п.</sub>	228,5	12,5	225,2	12,4	230,7	14,5
по внутреннему пучку	О <sub>в.п.</sub>	224,5	12,9	223,2	11,9	228,9	13,2
по пучкам	О <sub>пуч</sub>	236,9	13,6	234,6	13,1	241,1	14,1
по середине	О <sub>с</sub>	236,0	14,1	232,9	12,8	239,9	14,9
через пятку – сгиб (косой обхват)	О <sub>к</sub>	312,3	17,7	308,8	16,2	317,5	17,7
Обхват голени:							
в наиболее узком месте	О <sub>уз</sub>	225,3	17,2	221,3	15,9	230,2	17,6
на уровне нижнего края икроножной мышцы (под икрой)	О <sub>1</sub>	310,3	30,1	305,3	29,8	316,8	30,5
в месте наибольшего развития икроножной мышцы	О <sub>2</sub>	365,0	33,2	357,3	30,6	375,7	33,6
под коленом	О <sub>3</sub>	342,2	31,2	335,0	28,2	352,3	32,0
Высота голени							
до:							
наиболее узкого места	h <sub>уз</sub>	112,6	13,1	112,8	12,5	112,1	13,5
под икрой	h <sub>1</sub>	235,8	23,8	240,1	23,0	232,7	22,4
наибольшего развития икроножной мышцы	h <sub>2</sub>	317,0	23,1	319,1	23,3	314,7	22,7
обхвата под коленом	h <sub>3</sub>	409,2	23,9	414,1	24,3	403,3	22,8
Высота наружной лодыжки	h <sub>н.л.</sub>	67,0	6,1	67,0	6,1	66,9	6,4
Высота внутренней лодыжки	h <sub>в.л.</sub>	77,0	6,3	77,1	6,3	76,9	6,4
Высота большого пальца	h <sub>б.п.</sub>	19,8	2,7	19,8	2,6	20,2	2,8
Рост	Р	1640,0	59,0	1650,1	58,4	626,6	56,6

Анализ данных таблиц показывает, что значения всех изучаемых признаков стопы и голени с возрастом изменяются.

Полученные данные позволяют судить о соотношениях размеров стоп и голеней по группам. Так, у женщин старшей возрастной группы (40-75 лет) ширина стоп увеличена на 2-3 мм, обхваты стопы – на 6-8 мм, обхваты голени – на 12-18 мм, высотные же и длинотные размеры стоп практически одинаковые по сравнению с младшей возрастной группой (18-39 лет), что свидетельствует о постоянстве коэффициентов пропорциональности расположения антропометрических точек по длине стоп в разных возрастах. Высотные параметры голени у женщин в возрасте 40-75 лет меньше на 5-12 мм, то есть ноги женщин в возрасте 18-39 лет стали длиннее, что свидетельствует о процессе акселерации.

Увеличение ширины и обхватных размеров стопы с возрастом можно объяснить статическими деформациями и увеличением слоя подкожно-жировой клетчатки. Различия по обхвату в пучках составляют 5,5-7,0 мм или один интервал между

полнотами. Для этой возрастной категории женщин необходимо выпускать обувь большей полноты.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены сравнительные данные по основным размерам стопы и голени женского населения Республики Беларусь различных возрастных групп. Сравнительные данные сопоставимы, так как получены по единой программе и методике измерений.

Приведенный цифровой материал дает представление о статистических параметрах антропометрических признаков по возрастным группам, их средних значениях применительно к определенной длине стопы, а также о размахе изменчивости признаков. Представленные данные убедительно свидетельствуют о том, что для обеспечения населения впорной обувью, облегчающей и полуоблегчающей голень, необходимо учитывать различие в размерах стоп и голеней разных возрастных групп.

#### SUMMARY

Article is devoted a question definition of correlation dependences between anthropometrical signs of feet and shins of women РБ necessary for construction of system of dimensional standards of footwear.

Authors carry out the statistical analysis not only distributions of signs, but also distributions of their combinations, quantitative parametres of degree of communication between signs are established.

As a result of mathematical processing of an anthropometrical material data which give the chance to pass to construction of dimensional typology of feet are obtained.

УДК 677.017:621.3

### **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗКИ И НАТЯЖЕНИЯ ПРИ БАЛЛОНИРОВАНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ НИТИ**

***Е.Г. Замостоцкий, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган***

В процессе кручения участок нити между нитепроводником и бегунком вращается с частотой вращения бегунка вокруг оси, находящейся в вертикальной плоскости. Под влиянием центробежных сил, действующих перпендикулярно оси вращения, нить отбрасывается в сторону и принимает выпуклую форму, описывая в пространстве баллон.

Нить преодолевает значительные силы трения бегунка о кольцо, так как при увеличении угловой скорости бегунка возникает большая центробежная сила, прижимающая его к кольцу. Кроме центробежных сил на нить действует сила сопротивления воздуха, масса нити, сила Кориолиса (вследствие относительного и переносного движения нити).

Наиболее полно механика гибкой нити изложена в работах А.П. Минакова, И.И. Мигушова [1], Ю.В. Якубовского [2] и др. Вопросами теории процесса баллонирования на текстильном оборудовании занимались Н.Е. Жуковский, П.Ф. Ерченко, А.Н. Васильев [3], А.Г. Коган [4], А.А. Баранова [5], Н.Н. Бадяло [6] и др. Специфика разработанного процесса формирования крученых комбинированных нитей на тростильно-крутильных машинах вызвала необходимость тщательного изучения процесса баллонирования нити первичной и вторичной крутки и разработки нового аналитического метода определения их натяжения в баллоне. Процесс сматывания нити с равномерно вращающейся паковки будем рассматривать как установившееся вращательное движение с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . На участке от бобины до шпинделя веретена комбинированная нить в результате вращения получает форму баллона ABD (рисунок 1).

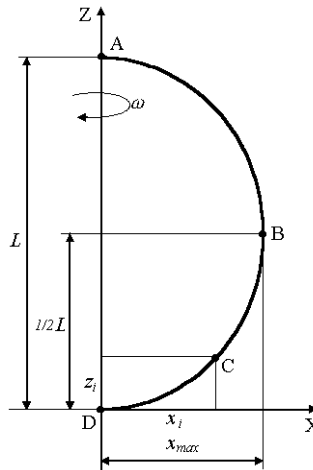


Рисунок 1 – Расчетная схема движения нити

Таким образом, образующую баллон нить будем рассматривать как гибкую материальную линию, которая не искривляется от сопротивления воздуха и расположена в вертикальной плоскости. При анализе также не учитываем силу Кориолиса, величина которой незначительна вследствие малой продольной скорости движения нити. Тогда на баллонирующую нить действуют центробежная сила и сила тяжести.

Центробежную силу, действующую на единицу длины нити, можно определить по формуле:

$$F_y = m\omega^2 x_i, \quad (3.62)$$

где  $m$  – масса единицы длины нити, кг;

$x_i$  – радиус баллона элемента нити, м.

$\omega$  – угловая скорость вращения веретена,  $c^{-1}$ .

$$\omega = \frac{\pi n_{BP}}{30}, \quad (1)$$

где  $n_{BP}$  – частота вращения веретена,  $мин^{-1}$ .

Определим длину нити в баллоне при разных положениях кольцевой планки. При верхнем положении кольцевой планки длина нити в баллоне практически совпадает с длиной нити в статическом положении. Следовательно, зная радиус кольца (0,0625 м) и высоту баллона, можно определить длину нити в баллоне  $L_{min}$ .

При определении интенсивности нагрузки при баллонировании комбинированной электропроводящей нити представим нить как изогнутую балку и воспользуемся дифференциальным уравнением упругой линии балки (нити) [7 стр 165]:

$$q = \frac{F_y}{L_{in\ var}} = \frac{m\omega^2 x_i}{L_{in\ var}} \quad (H/M), \quad (2)$$

где  $L$  – длина нити в баллоне, м

$$L_{min} \leq q \leq L_{max}$$

Представим схему нагружения нити как упругую балку на опорах, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой  $q$ .

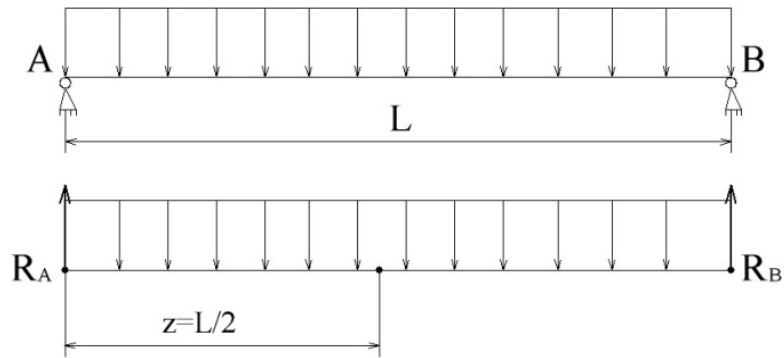


Рисунок 2 - Схема нагружения нити

Опорные реакции при такой схеме нагружения равны:

$$R_A = R_B = \frac{q \cdot L}{2} \quad (3)$$

Изгибающий момент от действия центробежных сил интенсивностью  $q$  в сечении  $z$  (см. рис 2)  $M_z$  определяется равенством:

$$M_z = R_A \cdot z - \frac{q \cdot z^2}{2}, \quad (4)$$

Где  $0 \leq z \leq L$

$$M_z = \frac{q \cdot L \cdot z}{2} - \frac{q \cdot z^2}{2} = \frac{q \cdot z}{2} (L - z) \quad (5)$$

Форму изогнутой оси балки или форму упругой линии можно определить при помощи выражения

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_z}{E_{\text{экв}} J_{\text{хэкв}}}, \quad (6)$$

где  $E_{\text{экв}}$  - эквивалентный модуль упругости комбинированной электропроводящей нити крutki ;

$J_{\text{хэкв}}$  - эквивалентный момент инерции комбинированной электропроводящей нити.

В неподвижной системе координат  $y, z$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{y'''}{(1 + y'^2)^{3/2}} \quad (7)$$

Решением дифференциального уравнения для заданной схемы нагружения имеет вид [8 стр. 79].

$$y = \frac{q}{24 E_{\text{экв}} J_{\text{хэкв}}} [2Lz^3 - z^4 - L^3 z] \quad (8)$$

при  $0 \leq z \leq L$

Определим геометрические и механические характеристики нити.

Модули упругости исходных компонентов комбинированной нити представлены в таблице 1.



Таблица 1 - Модули упругости исходных компонентов комбинированной нити

Показатель	Модуль упругости, МПа
Нити полиэфирные	
Высокой прочности (сердечник)	13500-16000
Средней прочности (покрывающий компонент)	12000-14000
Медная микропроволока	120000-130000

Момент инерции для круга определим по формулам:

$$J_{\text{экв}} = \frac{\pi d^4}{64}, \quad (9)$$

Где  $d$ - диаметр нити, м

Диаметр нити первичной крутки определяется по формуле:

$$d_1 = 0,0357 \left( \sqrt{\frac{T_c}{\gamma_c}} + \sqrt{\frac{T_{\text{м.нр}}}{\gamma_{\text{м.нр}}} \cdot K_{\text{м.нр}}} \right) \quad (10)$$

$E_{\text{экв}}J_{\text{экв}}$  – определяем из условия равных деформаций всех компонентов, входящих в систему.

Тогда для нити первичной крутки можно записать:

$$\frac{1}{E_{\text{экв}} \cdot J_{\text{экв}}} = \frac{1}{E_c \cdot J_c} + \frac{1}{E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}}} \quad (11)$$

$$E_{\text{экв}} \cdot J_{\text{экв}} = \frac{E_c \cdot J_c \cdot E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}}}{E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}} + E_c \cdot J_c}; \quad (12)$$

Где  $E_c$ - модуль упругости сердечника (упрочненной полиэфирной нити);

$J_{\text{ср}}$ - момент инерции сердечника (упрочненной полиэфирной нити).

Для нити вторичной крутки

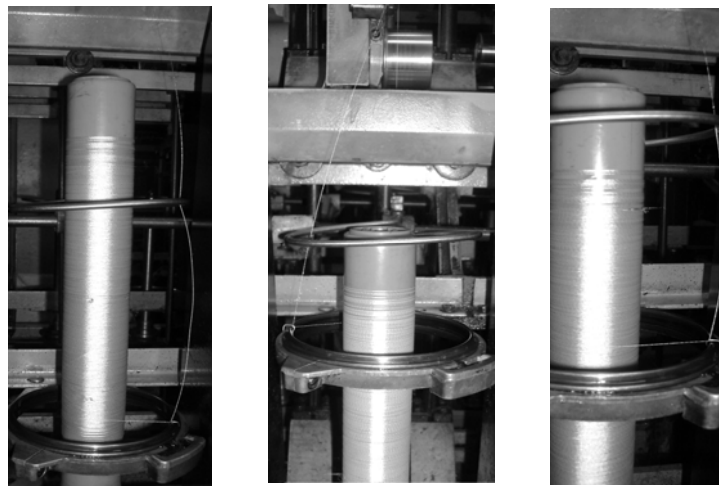
$$\frac{1}{E_{\text{экв}} \cdot J_{\text{экв}}} = \frac{1}{E_c \cdot J_c} + \frac{1}{E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}}} + \frac{1}{E_n \cdot J_n} \quad (13)$$

$$E_{\text{экв}} \cdot J_{\text{экв}} = \frac{E_c \cdot J_c \cdot E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}} \cdot E_n \cdot J_n}{E_n \cdot J_n \cdot E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}} + E_c \cdot J_c \cdot E_n \cdot J_n + E_c \cdot J_c \cdot E_{\text{м.нр}} \cdot J_{\text{м.нр}}} \quad (14)$$

Максимальный прогиб баллона определяется при  $z = \frac{L}{2}$  по формуле:

$$y = -\frac{5qL^4}{384E_{\text{экв}}J_{\text{экв}}} \quad (15)$$

При помощи фото- и видеосъемки (см. рис. 3) определены высота баллона, максимальные радиусы баллонирующей нити и величина прогиба в трех положениях кольцевой планки (в нижнем, среднем и верхнем положении). Данные приведены в таблице 2.



а)- нижнее                      б) верхнее                      в) среднее

Рисунок 3 – Фотографии баллонизирующей электропроводящей нити в различных положениях кольцевой планки

Таблица 2 – Экспериментальные геометрические параметры баллона при различных положениях кольцевой планки

Параметры	Нижнее положение	Среднее положение	Верхнее положение
Высота баллона, м.	0,5	0,365	0,23
Максимальный радиус баллона, м.			
Нити первичной крутки	0,091	0,071	0,0635
Нити вторичной крутки	0,105	0,0747	0,0648
Величина максимального прогиба, м			
Нити первичной крутки	0,0285	0,0084	0,00145
Нити вторичной крутки	0,0425	0,0122	0,0023

Для различных положений кольцевой планки наблюдается хорошее совпадение результатов эксперимента и расчетных. Ошибка не превышает 6%.

Углы поворота в крайних точках сечения баллона определяются по формулам 16 – 17 [8 стр. 79]:

$$\beta_1 = \frac{qL^3}{24E_{\text{экв}} J_{\text{хэкр}}} \quad (16)$$

$$\beta_2 = \frac{qL^3}{24E_{\text{экв}} J_{\text{хэкр}}} \quad (17)$$

При сравнении расчетных и экспериментальных параметров угла прогиба нити первичной и вторичной крутки при разных положениях кольцевой планки ошибка не превышает 6%, что подтверждает правильность выбора расчетных моделей.

Максимальная сила натяжения нити  $P$ , возникающая при производстве комбинированной электропроводящей нити на тростильно-крутильной машине, действует в нижней части баллона около бегунка и определяется по формуле 18 [1].

$$P = \frac{mw^2r}{e^{f \cdot \beta} \cdot (\sin \alpha / \mu + \cos \alpha) - 1} \quad , \quad (18)$$

где  $m$  - масса бегунка, г;

$r$  – радиус кольца, см;

$w$  – угловая скорость бегунка вокруг веретена,  $c^{-1}$ ;  
 $f$  – коэффициент трения нити о бегунок;  
 $\beta$  – угол поворота в крайних точках сечения баллона;  
 $\alpha$  – угол, определяющий соотношения между радиусами намотки и кольца;  
 $\mu$  – коэффициент трения бегунка о кольцо;

Из формулы (18) видно, что натяжение нити прямо пропорционально квадрату угловой скорости бегунка, его массе и радиусу кольца. С увеличением коэффициента трения между бегунком и кольцом натяжение нити увеличивается, оно зависит также от соотношения между радиусами намотки и кольца (угол  $\alpha$ ).

Используя данные таблицы 2 и расчетные величины угла поворота в крайних точках сечения баллона, проведем расчет натяжения комбинированной нити первичной и вторичной крутки в 3-х положениях кольцевой планки.

После расчета приведена таблица 3, в которой представлены натяжения нити в зависимости от положения кольцевой планки.

Таблица 3– Натяжения нити в зависимости от положения кольцевой планки и радиуса намотки нити на паковке

Положение кольцевой планки	Радиус намотки нити на паковке	Натяжение нити, сН
нижнее	минимальный	84,2
нижнее	средний	63,9
нижнее	максимальный	54,1
среднее	минимальный	84,9
среднее	средний	64,4
среднее	максимальный	54,5
верхнее	минимальный	86,5
верхнее	средний	65,5
верхнее	максимальный	55,3

В результате расчета установлено, что в нижнем, среднем и верхнем положении кольцевой планки при минимальном радиусе намотки натяжение комбинированной нити максимальное – 80 – 90 сН, при среднем радиусе намотки натяжение – 60 – 70 сН, а при максимальном радиусе намотки натяжение минимальное и примерно равно во всех положениях кольцевой планки – 50 – 60 сН.

При анализе процесса натяжения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильных машинах установлено, что натяжение на рассмотренном участке процесса меньше разрывной нагрузки, следовательно, при заданных (рекомендуемых) параметрах натяжения формирование комбинированной электропроводящей нити будет происходить с необходимыми характеристиками и минимальным обрывом.

#### Список использованных источников

1. Мигушов, И. И. Механика текстильной нити и ткани : моногр. / И. И. Мигушов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 160 с.
2. Якубовский, Ю. В. Основы механики нити / Ю. В. Якубовский [и др.]. – Москва : Легкая индустрия, 1973. – 271 с.
3. Борзунов, И. Г. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученых нитей и ниточных изделий) / И. Г. Борзунов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1986. – 392 с.
4. Коган, А.Г. «Производства комбинированной пряжи и нити», М. «Легкая и пищевая промышленность», 1981 год, 143 с, ил

5. Баранова, А. А. Разработка и исследование технологического процесса получения комбинированных нитей большой линейной плотности : автореферат диссертации кандидата технических наук. Спец. 05.19.02 «Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья, технические науки» / А. А. Баранова ; Витебский государственный технологический университет. – Витебск, 1995. – 220 с. – Спис. лит.
6. Бадяло, Н.Н. Разработка технологического процесса получения комбинированных швейных ниток: автореферат диссертации кандидата технических наук. Спец. 05.19.02 «Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья, технические науки» / Н. Н. Бадяло; Витебский государственный технологический университет. – Витебск, 2007. – 180 с. – Спис. лит.
7. Феодосьев, В.И. Соппротивление материалов: Учебник для вузов – 9-е изд., перераб.- М.: Гл. ред. физ.-мат. Лит. 1986.-512 с.
8. Анурьев, В.П. Справочник конструктора машиностроителя: М.том 1 Лит. 1984.-415 с.

#### SUMMARY

Article is devoted to the theoretical research of the tenseness intensity load and tension during ballooning of combined multifilament electro-conducted thread.

Ascertained, that maximum tension is less then thread's breaking tenacity therefore the combined multifilament electro-conducted thread will be forming with necessary characteristics and minimum breaks. Difference between calculated and factice characteristics is no more then 6%.

УДК 677.025

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ К АНАЛИЗУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*А.А. Науменко*

Большинство исследований в трикотажной отрасли посвящено системам, возможные изменения состояния которых рассматриваются как непрерывные. Кажется вполне естественным, что непрерывные изменения входных воздействий  $X_1, X_2, \dots, X_k$  должно вызывать непрерывное изменение реакции системы  $Y$ . Но, так бывает не всегда. Это обусловлено тем, что непрерывность изменений состояния системы связана с ее устойчивостью: при потере системой устойчивости, непрерывным изменениям  $X_1, X_2, \dots, X_k$  могут соответствовать скачкообразные изменения реакции  $Y$  [1].

Один из выдающихся математиков XX-го века Том Р. разработал глубокую теорию скачкообразных изменений, названных им катастрофами [2]. С точки зрения физики или техники, катастрофа – это скачкообразное изменение реакции системы  $Y$  при плавном, непрерывном изменении параметров состояния  $X_i$ . В этой теории поведение системы описывается переменными  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , рассматриваемыми как внутренние или переменные состояния. Переменные  $q_1, q_2, \dots, q_k$  составляют группу внешних переменных и вводятся в качестве переменных управления. Поведение системы задается потенциалом  $V$ . В общем случае  $V=V(X_1, X_2, \dots, X_k, \dots, q_1, q_2, \dots, q_k)$ . Состояниям равновесия системы соответствуют стационарные (независящие от времени) значения потенциала. В них первые производные от потенциала по переменным состояниям обращаются в ноль.

Один из важнейших методов теории катастроф связан с применением ряда Тейлора. Применение его позволяет изучение свойств  $n$ -ое число раз дифференцируемой функции свести к более простой задаче изучения свойств

соответствующего многочлена, каким является приближающая ее определенная часть ряда Тейлора. Общая схема процедуры анализа систем на устойчивость в рамках теории катастроф состоит в следующем.

На первом этапе по отношению к системе выбираются две группы величин. Из них первая содержит переменные состояния системы, вторая – переменные управления. На следующем этапе вводится функция, для которой эти переменные являются ее аргументами. Изучение устойчивости системы в большинстве случаев сводится к выявлению особенностей связи переменных состояния с переменными управления. Поэтому на третьем этапе исследования, факт обращения в ноль первых производных от потенциала по переменным состояния в точках экстремумов и перегибов используется для построения уравнений связи между переменными состояния и переменными управления или уравнений равновесия. Решениями этих уравнений оказываются траектории или поверхности равновесия в пространстве переменных состояния и управления. Устойчивость равновесных состояний может быть оценена по вторым производным от потенциала по переменным состояния.

Применение теории катастроф к анализу конкретной системы становится возможным, если удастся отыскать величину, которую можно принять в качестве потенциала и построить функцию, описывающую зависимость ее от переменных, принимаемых в качестве переменных состояния и переменных управления. Исследования с применением теории катастроф в других областях показывают, что в такими величинами чаще всего оказываются величины энергетического типа, к которым, в частности, относятся показатели интенсивности функционирования системы. Примем во внимание это соображение и будем использовать его как принципиальную рекомендацию.

С наиболее общих позиций технологическую систему в трикотажном производстве можно описать минимум тремя независимыми переменными  $X$ ,  $Y$ ,  $g$ . Здесь  $X$  – численность работающего оборудования;  $Y$  – численность работников, занятых производительным трудом;  $g$  – теоретическая производительность оборудования. Введем теперь некоторую функцию:

$$F = f(X, Y, g) \quad (2)$$

и попытаемся сконструировать конкретную форму, в которой ее можно использовать в качестве потенциала технологической системы. Условимся, что  $f(X, Y, g)$  дифференцируема  $k$  раз. В теории катастроф функция, описывающая потенциал системы, представляется в виде разложения в ряд по степеням тех ее аргументов, которые рассматриваются в качестве переменных состояния системы. По отношению к функции (2) естественным в технологическом плане представляется выбор из трех ее аргументов в качестве переменной состояния величины  $g$ . Остальные два аргумента  $X$  и  $Y$  целесообразно рассматривать как переменные управления. Тогда (2) можно записать в форме разложения в ряд по степеням разности  $(g-g_0)$  в окрестности точки  $g_0$ :

$$F = F_0 + A(X, Y, g_0)(g-g_0) + B(X, Y, g_0)(g-g_0)^2 + C(X, Y, g_0)(g-g_0)^3 + \dots \quad (3)$$

Если коэффициенты данного разложения  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , ..., являющиеся функциями переменных  $X$  и  $Y$  в точке  $g_0$ , определять по формуле (1), отыскивая частные производные последовательно возрастающих порядков от  $F$  по  $g$ , то (3) окажется разложением в ряд Тейлора, чаще всего используемого в теории катастроф. В форме (3) технологический смысл функции  $f(X, Y, g)$  начинает проступать сразу. Действительно, выделим линейную часть ряда (3), обозначив ее через  $F_n$ . При  $g_0=0$   $F_n = A(X, Y)g$ . И аналогия данного выражения с соотношением, определяющим норму производительности единицы технологического оборудования  $H_m = \text{КПВ} \cdot g$ , где КПВ – коэффициент полезного времени, очевидна. Эта аналогия указывает на возможность трактовки функции  $F$  через производительность технологической

системы. Конкретизируем ее вид применительно к технологической системе – цеху, например, в производстве чулочно-носочных изделий.

Используем методику расчета показателей и параметров технологической системы в названной области, известную из [3]. Введем величины:

$T$  – общее время работы оборудования (в частности, рабочая смена);

$T_m$  – машинное время вязания единицы продукции;

$T_6$  – затраты времени на подготовительно-заключительные операции;

$T_{вн}$  – время, необходимое для проведения вспомогательных технологических операций, производимых во время останова машины;

$T_{ср}$  – потери времени из-за срывов изделий;

$N_m$  – норма производительности единицы оборудования;

$N_o$  – норма обслуживания работницы;

$N_b$  – норма выработки работницы (за время работы);

$X$  – численность работающего оборудования;

$Y$  – число работниц, обслуживающих  $X$  единиц оборудования;

$K_a$  – коэффициент, учитывающий удельный вес машинного и вспомогательного времени в общем времени работы  $T$ ;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий потери времени из-за совпадений остановов машин рабочей зоны при обслуживании ее одной работницей.

Опираясь на методику [3], легко показать, что:

$$N = (T - T_6) / (T/g + T_{вн} + T_{ср}) / (T/g + T_{ср}(X/Y - 1)(1 - K_a))(T/g)X \quad (4)$$

Соотношение (4) определяет сменную выработку цеха, содержащего  $X$  единиц работающего оборудования с производительностью  $g$  и  $Y$  работниц. Величину  $N$  назовем производительностью системы.

Проведем несложные преобразования соотношения (4), выделив в знаменателе квадратичную форму относительно  $g$ :

$$N = A_1 A_2 X Y g / [A_2^2 Y + (A_2 A_4 X + (A_2 A_3 - A_2 A_4) Y) g + A_3 A_4 (X - Y) g^2], \quad (5)$$

где  $A_1 = T - T_6$ ;  $A_2 = T$ ;  $A_3 = T_{вн} + T_{ср}$ ;  $A_4 = T_{вн}(1 - K_a)$ . В итоге получаем выражение для  $N$  как функции трех переменных:  $N = N(X, Y, g)$ .

Таким образом, функция типа (2), т.е. функция переменных  $X, Y, g$ , описывающая технологические системы по меньшей мере в круглочулочном производстве, существует.

Поверхность, описываемая функцией  $N = N(X, g)$  при  $Y = \text{Const}$  изображена на рис. 1а и в повернутом положении – на рис. 1б. Сложная форма ее содержит особенность, состоящую в том, что в определенной ее области одно и то же значение  $N$  достигается при различных значениях  $X$ . Например, значение  $N = 14000$  изд./смену достигается при двух совершенно разных уровнях производительности технологического оборудования: при  $g = 150$  и  $g = 1000$ . При малом числе работниц  $Y$ , занятых производительным трудом и фиксированном значении  $X$ , такой эффект обязательно возникает. Вначале рост производительности  $g$  технологического оборудования повышает производительность системы, т.к., несмотря на невысокую численность работниц, рост их загруженности и снижение коэффициента потерь времени из-за совпадений нейтрализуется ростом производительности машин. В дальнейшем производительность системы, достигнув максимума, начинает неуклонно снижаться. Это объясняется эффектом быстрого снижением значения коэффициента  $K_c$ , определяющего потери времени в работе машин, обслуживаемых одной работницей из-за совпадений остановов двух и более машин одновременно.

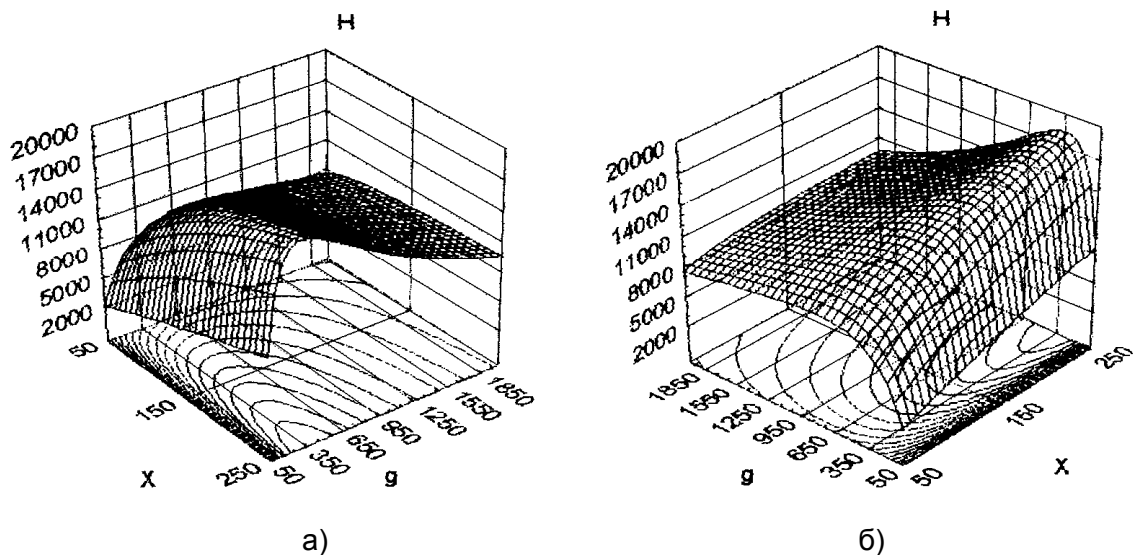


Рисунок 1 – Вид поверхности значений функции  $H=H(X, g)$  при  $Y=5$

Технологические характеристики для расчета параметров функции (5):  $T=29520$  с.,  $T_6=1800$  с.,  $T_{вн}=16$  с.,  $T_{ср}=31$  с.,  $K_a=0,8$ .

Выясним теперь, какие состояния технологической системы являются равновесными. Выше было отмечено, что равновесное состояние системы достигается в тех точках, в которых первая производная от потенциала по переменной состояния оказывается равной нулю. Используем это определение для поиска состояний равновесия системы. Отыщем первую производную от потенциала системы в по переменной состояния  $g$ . Преобразуем (5), применив такую замену переменных:  $H=F$ ;  $A_1A_2XY=q_0$ ;  $A_2^2Y=q_1$ ;  $A_1A_4 X+(A_2A_3-A_2A_4)Y=q_2$ ;  $A_3A_4(X-Y)=q_3$ . Тогда выражение для потенциала системы примет вид:

$$F=q_0g/(q_1 + q_2 + q_3g^2) \quad (6)$$

После дифференцирования по переменной  $g$  получим:

$$\partial F/\partial g = (q_0q_1 - q_0q_3g^2)/(q_1 + q_2g + q_3g^2)^2 \quad (7)$$

Из последнего выражения следует, что  $\partial F/\partial g = 0$  при  $g = (q_1/q_3)^{0,5}$ . Возвращаясь к более удобному для последующего анализа величинам  $X$  и  $Y$ , имеем:

$$g = (bY/(X-Y))^{0,5}, \quad (8)$$

где  $b=A_2^2/(A_3A_4)$ . На рис. 2 представлено геометрическое отображение функции (8) в пространстве параметров  $X, Y, g$  при реальных диапазонах возможных значений переменных управления  $X$  и  $Y$ . На этом рисунке видно, что фазовые точки, соответствующие состояниям равновесия рассматриваемой системы, образуют в фазовом пространстве  $X, Y, g$  поверхность. Следовательно, система обладает большой свободой совершать движения по поверхности равновесия в пространстве переменных  $X, Y, g$ . Это означает, что равновесные ее состояния достижимы при многих сочетаниях уровней переменной состояния  $g$  и переменных управления  $X, Y$ .

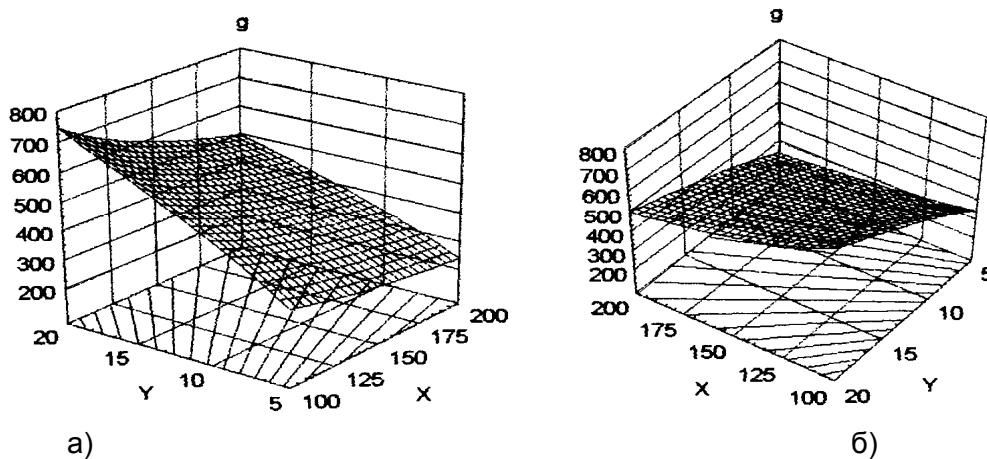


Рисунок 2 – Поверхность равновесия технологической системы, описываемая функцией (8) в фазовом пространстве XYg

Значения характеристик технологической системы приведены под рис. 1.

Однако равновесным состояние системы будет до тех пор, пока отображающая его фазовая точка будет оставаться на поверхности равновесия. Переход системы в неравновесное состояние интерпретируется как отрыв фазовой точки от этой поверхности. Интегральной ее характеристикой является максимум производительности системы в каждой ее точке, что отличает эту поверхность от всех других в этом пространстве.

Поставим теперь вопрос об устойчивости состояния равновесия. Известен ряд критериев устойчивости. Одним из наиболее простых, но позволяющих однозначным образом решить данный вопрос, является критерий знака первой производной от потенциала системы по переменной состояния. Применительно к рассматриваемой системе он будет состоять в следующем: если при переходе через точку равновесия функция в правой части (6) меняет знак с плюса на минус, то состояние равновесия устойчиво. Во всех остальных случаях оно неустойчиво. Чтобы применить этот критерий, перепишем выражение (7) в виде разности двух дробей:

$$\frac{\partial F}{\partial g} = \frac{(q_0 q_1 - q_0 q_3 g^2)/(q_1 + q_2 g + q_3 g^2)^2 = (q_1/q_0)/g^2 [q_0 g / (q_1 + q_2 g + q_3 g^2)^2] - (q_1/q_0)[q_0 g / (q_1 + q_2 g + q_3 g^2)^2]}{}$$

Учитывая соотношения (6) и (8), получаем:

$$\frac{\partial F}{\partial g} = F^2 / q_0 [q_1 / (kg)^2 - q_3] \quad (9)$$

где k – некоторый безразмерный коэффициент. При k=1 и значении g, определяемом соотношением (6),  $dF/dg = 0$ , и фазовые точки в пространстве gXY лежат на поверхности равновесия (рис. 2). При значениях g, меньших определяемых (8), фазовые точки будут лежать ниже поверхности равновесия, при больших – выше этой поверхности. Проследим за знаком правой части (9) по мере прохождения фазовой точки через поверхность равновесия. Из (9) следует, что знак этой части определяется знаком разности в прямых скобках. При  $k < 1$   $kg < g$ , и правая часть (9) имеет знак плюс. Прохождение фазовой точки через поверхность равновесия моделируется переходом значения k из области  $k < 1$  в область  $k > 1$ . После такого перехода имеем  $kg > g$ , что приводит к изменению знака правой части (9) на отрицательный. По принятому критерию заключаем, что состояния равновесия на поверхности (8) устойчивы.

Для подтверждения полученного вывода оценим знак второй производной при  $g = (q_1/q_3)^{0.5}$ . Получим ее, дифференцируя (7):

$$\frac{\partial^2 F}{\partial g^2} = 2(q_0 q_3^2 g^3 - 3q_0 q_1 q_3 g - q_0 q_1 q_2) / (q_1 + q_2 g + q_3 g^2)^2 \quad (10)$$

Знак этой производной определяется знаком числителя. После подстановки в числитель значения  $g = (q_1/q_3)^{0.5}$  и сокращения на  $q_0 q_1$  получим:

$$- 2(q_1/q_3)^{0.5} - q_2 < 0$$



Введенные выше соотношения показывают, что величины  $q_1, q_2, q_3$  могут быть только положительными. Следовательно, фазовые точки на поверхности (8) соответствуют состояниям устойчивого равновесия технологической системы.

Подводя итог анализу рассмотренной технологической системы, отметим, что в пространстве параметров  $X, Y, g$  существует поверхность, образованная такими их значениями, при которых состояние этой системы равновесно и устойчиво. При других их значениях состояние системы неустойчиво. Это объясняет факт неуклонного стремления технологической системы в направлении падения ее производительности, который наблюдается на практике в условиях, когда управляющие воздействия отсутствуют или недостаточно интенсивны. Как следует из полученных результатов, приблизить технологическую систему к состоянию устойчивого равновесия можно путем использования высокопроизводительного оборудования. Этот вывод делает понятной и оправданной мировую тенденцию роста производительности вязального оборудования для трикотажного производства, в частности, круглочулочных автоматов.

#### Список использованных источников

1. Арнольд, В. И. Теория катастроф. – Москва: Наука, 1990. – 128 с.
2. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – Москва: Мир, 1980. – 608 с.
3. Рубин А. Б., Пытьева Н. Ф., Ризниченко Г. Ю. Кинетика биологических процессов. – М.: Изд-во Московского университета, 1977. – 328 с.

#### SUMMARY

The article is devoted to the analysis of stability of the technological systems in the knitting production from positions of theory of catastrophes. It is shown in work, that the values of the parameters of the system, proper to the states of steady equilibrium, form a surface in space of their possible values, in every point of which productivity of the system is maximal. The transition of it in the not equilibrium state is interpreted as tearing of displaying its phase point off from the surface of equilibrium. The got results open possibility of planning of the technological systems taking into account the criteria of stability.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРАХ ПИРОЭЛЕКТРИК - ЖИДКИЙ КРИСТАЛЛ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*В.Н. Шут, А.В. Гаврилов, В.Л. Трубловский*

### ВВЕДЕНИЕ

Для детектирования излучения используются различные датчики, характеристики которых изменяются при воздействии определенных длин волн. Тепловая радиация может быть преобразована в электрические сигналы квантовыми или тепловыми датчиками, в частности, пироэлектрическими датчиками. Квантовые детекторы изготавливаются на основе узкозонных полупроводников типа теллурида кадмия ртути ( $Cd_xHg_{1-x}Te$ ) или антимонида индия ( $InSb$ ), а также структур металл-полупроводник (диоды Шоттки) [1]. Но эти материалы для работы требуют глубокого охлаждения и эффективны лишь в видимой и ближней ИК-области спектра. Диапазон длин волны близкий к  $10 \mu m$  представляет особый интерес, т.к. именно в этой области излучение объектов с комнатной температурой достигает максимальной интенсивности. Для данного спектрального диапазона широко используются пироэлектрические материалы [2]. Эти материалы применяются как для измерения температур, так и преобразования теплового изображения в видимое. Наблюдение инфракрасных образов широко используется в медицинской диагностике, технике неразрушающего контроля и т.д. Особый интерес вызывает создание простых и надежных устройств для диагностики модовых структур ИК – лазеров. Для визуализации тепловых объектов большое внимание уделялось разработке пироэлектрических матриц, что обусловлено их совместимостью с кремниевыми приборами с зарядовой связью (ПЗС) [3]. Однако изготовление таких приборов является сложной технологической задачей [4].

Пироэлектрические материалы преобразуют тепловое излучение в пространственное распределение связанных зарядов на их поверхности. Поэтому возможно конвертировать инфракрасные изображения непосредственно в видимые, если пироэлектрические материалы (ПЭ) объединены с соответствующей электрооптической средой. В качестве такой электрооптической среды могут использоваться жидкие кристаллы (ЖК) [5, 6]. Это обстоятельство определяется, прежде всего, уникальными свойствами жидких кристаллов, а именно: их чрезвычайно высокой чувствительностью к управляющим воздействиям; высокой крутизной модуляционной характеристики; технологичностью изготовления на их основе многоэлементных приборов и устройств большого формата [7]. В данной работе приведены результаты исследований характеристик преобразователя изображения на основе структур ПЭ – ЖК при воздействии лазерного излучения.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СТРУКТУРЕ ПИРОЭЛЕКТРИК– ЖИДКИЙ КРИСТАЛЛ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Преобразователь изображения представляет собой плоскую слоистую структуру: пироэлектрик – ЖК – стеклянная подложка. Диаметр пироэлектрической мишени брался равным 1 см, толщины ЖК слоя и подложки – 10мкм и 500мкм, соответственно. Лазерный луч, имеющий круглое сечение диаметром 100 мкм, падает в центр пластины перпендикулярно ей (рис. 1). Плотность теплового потока ( $W=100 \text{ Вт/м}^2$ ), создаваемая лазером, считалась постоянной во времени и неизменной в пределах сечения луча. В качестве пироэлектрического слоя мишени были выбраны монокристаллы танталата лития ( $LiTaO_3$ ), являющиеся одним из

лучших материалов по факторам пьезоэлектрического качества (теплопроводность  $k=3$  Вт/м·К, теплоемкость  $c=430$  Дж/кг·К, плотность  $\rho'_{пз}=7400$  кг/м<sup>3</sup>). Рассматривались пластины различной толщины  $d_{пз}$ .

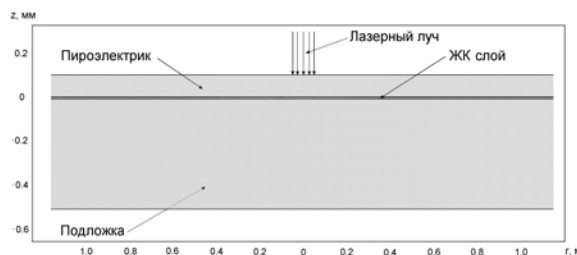


Рисунок 1 - Схематичное изображение структуры преобразователя изображения

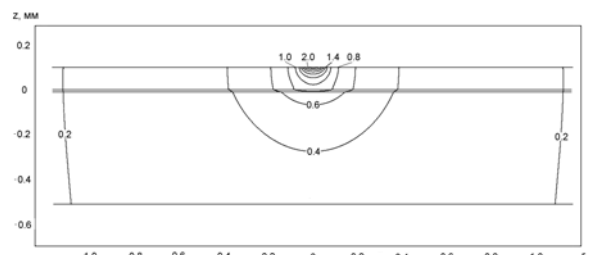


Рисунок 2 - Распределение температуры  $\Delta T$  ( $10^{-3}^{\circ}\text{C}$ ) в мишени относительно температуры окружающей среды при воздействии постоянного лазерного излучения ( $W = 100$  Вт/м<sup>2</sup>,  $d_{пз} = 100$  мкм)

Распределение температуры в пьезоэлектрической мишени может быть описано с помощью уравнения теплопроводности:

$$c\rho'_{пз} \frac{\partial T}{\partial t} - \Delta T = 0. \quad (1)$$

Граничные условия (III-го рода) для поверхности, подверженной лазерному излучению с плотностью теплового потока  $W$ , имеют вид:

$$\vec{n}k \text{ grad}T = \sigma(T_0 - T) + W, \quad (2)$$

для остальной поверхности:

$$\vec{n}k \text{ grad}T = \sigma(T_0 - T), \quad (3)$$

где  $\vec{n}$  – единичный вектор нормали к поверхности,  $T_0$  – температура окружающей среды.

Полученная система уравнений решалась с помощью программного пакета FemLab.

Результаты расчетов приведены на рисунке 2, на котором показано распределение температуры  $\Delta T = T - T_0$  мишени относительно температуры  $T_0$  окружающей среды. Из рисунка видно, что нагрев сосредоточен у поверхности, на которую падает тепловой поток. Область, для которой нагрев  $\Delta T > \Delta T_{\max}/2$  имеет диаметр порядка 150 мкм и глубину  $\sim 50$  мкм, причем с уменьшением толщины пьезоэлектрического слоя размеры данной области увеличиваются. Величина  $\Delta T_{\max}$  составляет  $1.9\text{--}2.5 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$  при толщинах пьезоэлектрика 200-50 мкм и плотности теплового потока  $W=100$  Вт/м<sup>2</sup>.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

При постоянном тепловом потоке в стационарном состоянии пьезосигнал будет отсутствовать из-за компенсации связанного заряда. В случае переменного (модулированного) теплового потока на пьезоэлектрике будет выделяться переменный связанный заряд. Переменный заряд создает переменный потенциал, величина которого определяется временным изменением температуры пьезоэлектрика. Ось поляризации пьезоэлектрика перпендикулярна пластине, поэтому для поляризации справедливо выражение:

$$P_s(r) = \gamma dT(r), \quad (4)$$

где  $P_s$  – спонтанная поляризация,  $\gamma$  – пьезоэлектрический коэффициент,  $dT_m$  – изменение средней по толщине температуры пьезоэлектрика.

Заряд  $\Delta q$ , выделяемый на поверхности площадью  $\Delta S$ , определяется соотношением:  $\Delta q = \Delta S P_s$ . Тогда, учитывая (4), в случае изменения средней по

толщине температуры пьезоэлектрика по синусоидальному закону с угловой частотой колебаний  $\omega$  и амплитудой  $dT_m/2$ , амплитуда колебания тока, протекающего через нагрузку (пьезоэлектрик и ЖК), будет:

$$I_m = \gamma \Delta S \omega \frac{dT_m}{2}. \quad (5)$$

Структура пьезоэлектрик-ЖК-подложка может быть описана с помощью эквивалентной схемы замещения (рис.3): генератор тока, нагруженный параллельно соединенными емкостями и сопротивлениями пьезоэлектрика и ЖК [8].

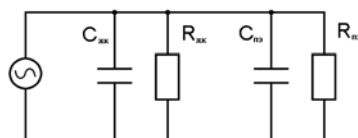


Рисунок 3 - Эквивалентная схема структуры пьезоэлектрик-жидкий кристалл.

Так как  $R_{пз} \gg R_{жк}$ , то сопротивление структуры определяется выражением:

$$|Z| = \frac{R}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}} \approx \frac{R_{жк}}{\sqrt{1 + \omega^2 R_{жк}^2 C^2}}, \quad (6)$$

где  $R$  – общее сопротивление параллельного соединения сопротивления пьезоэлектрика  $R_{пз}$  и ЖК  $R_{жк}$  (площадью  $\Delta S$ ),  $C$  – общая емкость параллельного соединения пьезоэлектрика и ЖК (площадью  $\Delta S$ ). А напряжение в заданной точке ( $\Delta S \rightarrow 0$ ) на нагрузке будет:

$$U_m(r) = Z I_m \approx \gamma \omega \frac{dT_m(r)}{2} \frac{\rho_{жк} d_{жк}}{\sqrt{1 + \omega^2 (\epsilon_0 \rho_{жк} d_{жк} (\epsilon_{жк} / d_{жк} + \epsilon_{пз} / d_{пз}))^2}}, \quad (7)$$

где  $\rho_{жк}$  – удельное сопротивление ЖК,  $\epsilon_{пз}$  и  $\epsilon_{жк}$  – диэлектрическая проницаемость пьезоэлектрика и ЖК, соответственно.

Анализ уравнения (6), (7) показал, что напряжение на ЖК монотонно увеличивается с увеличением его удельного сопротивления вплоть до  $10^9$  Ом\*м. При дальнейшем увеличении сопротивления выходной сигнал не изменяется. Это связано с тем, что величина  $(\omega RC)^2$  принимает значения больше единицы.

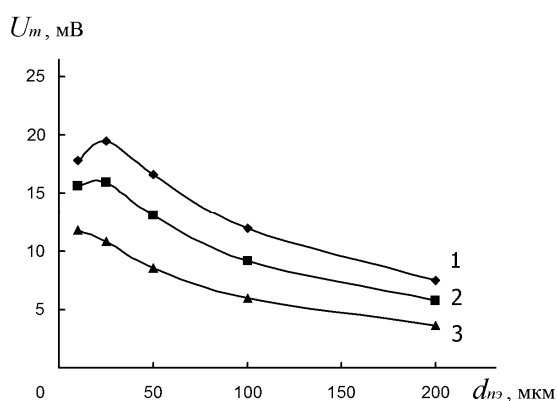


Рисунок 4 - Зависимость амплитуды напряжения  $U_m$  на ЖК слое в центре лазерного луча (радиусом 50 мкм,  $W=100$  Вт/м<sup>2</sup>,  $d_{пз}=100$  мкм) для частот модуляции излучения: 1 – 10, 2 – 30, 3 – 100 Гц

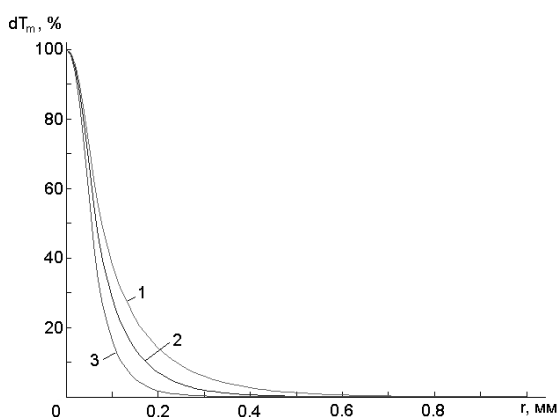


Рисунок 5 - Радиальное распределение температуры ( $r=0$  соответствует центру лазерного луча) для частот модуляции  $f$ : 1 – 10 Гц; 2 – 30 Гц; 3 – 100 Гц ( $d_{пз}=100$  мкм,  $W=100$  Вт/м<sup>2</sup>)

Напряжение, создаваемое в электрооптическом слое, также зависит от толщины пьезоэлектрика и частоты модуляции (рис. 4). При уменьшении толщины  $d_{пэ}$  пьезоэлектрического слоя возрастают максимальные колебания температуры  $dT_m$  (в области пятна лазерного луча). С другой стороны, увеличивается емкость пьезоэлектрика, что приведет к снижению сопротивления нагрузки. Поэтому максимальные значения сигнала на ЖК наблюдаются, когда толщина пьезоэлектрика составляет несколько десятков микрон. Величина пьесигнала возрастает с уменьшением частоты модуляции.

Однако с уменьшением частоты модуляции увеличивается «размытие теплового изображения». На рисунке 5 приведено радиальное распределение  $dT_m$  для толщины пьезоэлектрического слоя 100 мкм при частотах модуляции 10, 30 и 100 Гц. За 100% взято максимальное значение  $dT_m$  (в точке  $r=0$ ) для каждой из частот модуляции. Видно, что большей частоте модуляции соответствует более крутой спад  $dT_m$ , следовательно, при больших частотах изображение будет более четким.

Таблица 1. Расстояние  $r_e$ , мкм от центра лазерного луча, на котором амплитуда пьесигнала  $U_m$  (мВ) меньше максимального значения (в центре  $r=0$ ) в  $e$  раз.

$f, \text{ Гц}$ \ $d_{пэ}, \text{ мкм}$	10	25	50	100	200
10	75	87	97	104	109
30	69	77	81	84	87
100	62	65	66	67	68

На распределение электрического потенциала в мишени так же оказывает влияние толщина пьезоэлектрического слоя, но несколько в меньшей степени, чем частота модуляции (табл.1).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследования распределения температуры и электрического потенциала в структуре пьезоэлектрик-ЖК при воздействии лазерного излучения. Установлено, что для достижения максимальной величины пьесигнала оптимальными являются толщины пьезоэлектрического слоя  $\sim 20$  мкм. Показано, что разрешающая способность преобразователя возрастает с увеличением частоты модуляции теплового излучения и уменьшением толщины пьезоэлектрика. Исследованные структуры могут представлять интерес для визуализации модовых структур лазеров ИК-диапазона.

#### Список использованных источников

1. Kosonocky W.F., Elabd H. A PtSi Schottky-barrier infrared MOS area imager with large fill factor // Jpn. J. Appl. Phys. 22-1, 103 (1983).
2. Lang S. B. Review of recent work on pyroelectric applications // Ferroelectrics. 53, 189 (1984).
3. Watton R., Manning P., Burgess D., Gooding J. The pyroelectric/CCD focal plane hybrid: Analysis and design for direct charge injection // Infrared Phys. 22, 259 (1982).
4. Muralt P. Micromachined infrared detectors based on pyroelectric thin films // Rep. Prog. Phys. 64, 1339 (2001).
5. Turi L., Kalman P., Toth A. Pyrooptic converter, a new device for wavelength conversion of electromagnetic radiation // Ferroelectrics. 99, 239 (1989).
6. Шут В.Н., Гаврилов А.В., Трубловский В.Л. Пьезоэлектрический преобразователь изображения // Вестник ВГТУ, 2007, №12. С. 136-140.
7. Lueder E. Liquid Crystal Displays. New York: Wiley Series, 2001, 352 p.

8. Косоротов В.Ф., Кременчугский Л.С., Самойлов В.Б., Щедрина Л.В. Пирозлектрический эффект и его практические применения.- Киев: Наук. думка, 1989. - 224 с.

#### SUMMARY

The investigations of temperature distribution and electric potential in pyroelectric - liquid crystal structure at affect of laser radiation was carried out. The analysis was made on the basis of the numerical decision of the thermal conductivity equations. It has been shown, that pyrosignal reach highest possible value when pyroelectric thickness is close to 20  $\mu\text{m}$ . Spatial resolution of the device increase with raising of chopping frequency of infrared radiation and decreasing of pyroelectric thickness. These devices are perspective for diagnostics of mode structure of IR-lasers.

УДК 339:621

### **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИЗАЙНЕРСКИХ РАЗРАБОТОК НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ВИТЕБСКА**

***Е.В. Белов***

В настоящее время на машиностроительных предприятиях г. Витебска организован выпуск товаров народного потребления (ТНП) в достаточно больших объемах. ВИСТАН выпускает более 60-ти наименований ТНП, ВИЗАС - более 30-ти наименований, налажен выпуск ТНП и другими машиностроительными предприятиями Витебска, ВЗЭП выпускает автомобильные насосы, домкраты и т.д., РУП «Механический завод» выпускает ТНП и предметы городского хозяйства, например, урны.

Следовательно, практически все машиностроительные предприятия Витебска заняты в сфере этого производства. В то же время, анализ состояния организации производства по выпуску ТНП показал, что она находится на низком уровне, особенно что касается дизайна внешней формы изделия. Многие образцы ТНП устарели не только физически, но и морально. У выпускаемой заводом ВИСТАН удочки для подледного лова дизайн внешней формы не менялся более 30 лет; о какой конкурентно способности можно говорить при таком дизайне? Выпускаемый РУП «Механический завод» бытовой керосиновый фонарь для сельской местности имеет внешнюю форму, соответствующую пятидесятым годам прошлого века. При этом не изменился не только дизайн, но технология производства

Анализ компьютерных программ, используемых на производстве, показал, что ни на одном из них не используются графические пакеты прикладных программ, позволяющие прорабатывать дизайн внешней формы разрабатываемых образцов ТНП.

В то же время существующие в настоящее время программы, такие как 3Ds Max и CorelDRAW, Autodesk Inventor позволяют вести разработку дизайна внешней формы не только на плоскости, но и в объеме, кроме того, эти программы позволяют разрабатывать не только внешнюю форму и цветовую гамму объекта, но и, что особенно важно, передавать фактуру материала в зависимости от метода его обработки или получения. Использование этих программ значительно расширяет возможности дизайнера, так как позволяет проработать значительно больше возможных вариантов решения поставленной задачи.

Особое внимание при разработке дизайна внешней формы ТНП следует обращать на важнейшие категории композиции - тектонику, поскольку именно эта категория связывает воедино материал, работу несущей основы конструкции и метод изготовления, так как практически каждый метод изготовления позволяет раскрыть фактуру материала особым, характерным только для него способом.

Эстетически выразительную форму можно получить, используя не только разные материалы, но и разные свойства материалов.

«Красота в гармонии» - такова общепринятая формула, но что может означать она, когда неизвестны ее элементы, их число, значение и т.д.? Такая формула является лишь метафорой. Основываясь на этой формуле, невозможно создать гармоничную структуру и тем самым улучшить эстетические характеристики промышленного изделия. Она не дает ответа. В чем проявляется гармония? Как исправить в чем-то ущербную форму?

Поэтому необходимо искать такие закономерности композиции, которые бы позволяли ответить на поставленные вопросы в общем виде.

Что можно положить в основу такой системы? Поскольку речь идет о формах промышленных изделий, всегда так или иначе геометрически организованных в пространстве, то первым может являться принцип взаимодействия объема с пространством. Характер взаимодействия определяется, прежде всего, симметрией или асимметрией. Эта определяющая особенность пространственной организации дает возможность четко разделить технические формы на симметричные и асимметричные.

Если с классификацией симметричных форм все более или менее в порядке, то как быть с асимметричными формами?

Асимметричная форма может быть высокоорганизованной, если в основе организации лежит композиционное равновесие. Причем оно должно быть не только физическим, но и зрительным.

Следовательно, наряду с различными видами симметрии, асимметрию, основанную на композиционном равновесии, можно считать одним из ведущих признаков систематизации форм в технике.

Еще более точно можно определить место каждой технической формы, если кроме членения, указанного выше, ввести и такой признак, как динамичность и статичность формы.

При использовании этого признака все зависит от того, какой из признаков следует считать ведущим при рассмотрении данной формы.

Для того, чтобы пойти дальше в определении закономерного развития композиции формы изделия, необходимо ввести еще одно определение - объемно-пространственную структуру, которая характеризует отношение объема и пространства и определяется как сложная-простая. Исходя из выше изложенного, приступая к разработке композиции формы промышленного изделия, необходимо вести работу в следующем порядке.

1. Определить композиционную основу формы изделия - симметричная, асимметричная.

2. Определить основной признак организации композиции формы – статичная - динамичная.

3. Определить объемно-пространственную структуру простая-сложная.

Кроме тектоники и объемно – пространственной структуры необходимо использовать и такие средства композиции, как пропорционирование. Пропорционирование является обязательным средством композиции промышленного изделия и, что является важным, описывается математически. Следует отметить и то, что в разное время предпочтение отдавалось разным пропорциям; так в средние века господствовали иррациональные пропорции, в эпоху Возрождения – арифметические; в настоящее время используются для создания композиционного строя все виды пропорций, поскольку именно они подчеркивают динамичность или статичность композиции формы промышленного изделия. Обеспечивается это следующим образом. Если в основу пропорционального строя «положено» золотое сечение, то поступают следующим образом: берется квадрат одна из его сторон делится пополам и из середины

разделенной стороны в противоположный угол проводится гипотенуза (как это показано на рис 1а)

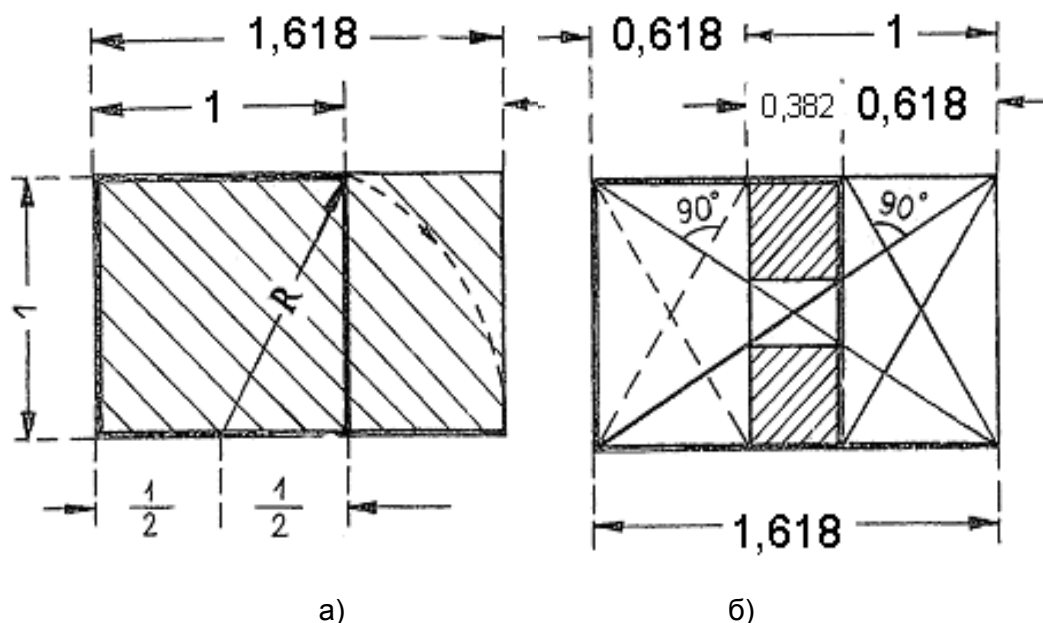


Рисунок 1

Возможен и второй вариант решения поставленной задачи, хотя он и является более сложным. Последовательность построения прямоугольника с использованием золотого сечения по второму варианту показана на рис 1б. Используя эти правила, инженер-конструктор может создать приемлемую композицию разрабатываемого объекта без особых трудностей. Используя эти математические закономерности, дизайнер может в композиции разрабатываемого объекта выразить статичность, динамичность и другие характерные особенности формы.

Не менее важны и еще два обязательных средства композиции - образность формы и единство стиля, однако эти важные средства композиции не описываются математически, а обеспечиваются талантом дизайнера. Образность формы концентрирует в себе все то положительное, что связано с наиболее современным образом этого изделия; в нем должны отражаться не только эстетические характеристики разрабатываемого объекта, но и все то лучшее и перспективное, что связано с этим понятием в технике, т. е. в образе должен быть отражен дух времени. Единство стиля так же не может быть описано с помощью математических формул и определяется дизайнером, именно фирменный стиль делает продукцию выпускающего предприятия узнаваемой, а это в свою очередь способствует сбыту выпускаемой продукции. В качестве примера использования графического пакета представлен вариант проработки дизайна внешней формы ветрозащитного фонаря, выпускаемого РУП «Механический завод».





Рисунок 1 - Прототип объекта — фонарь керосиновый ветроустойчивый

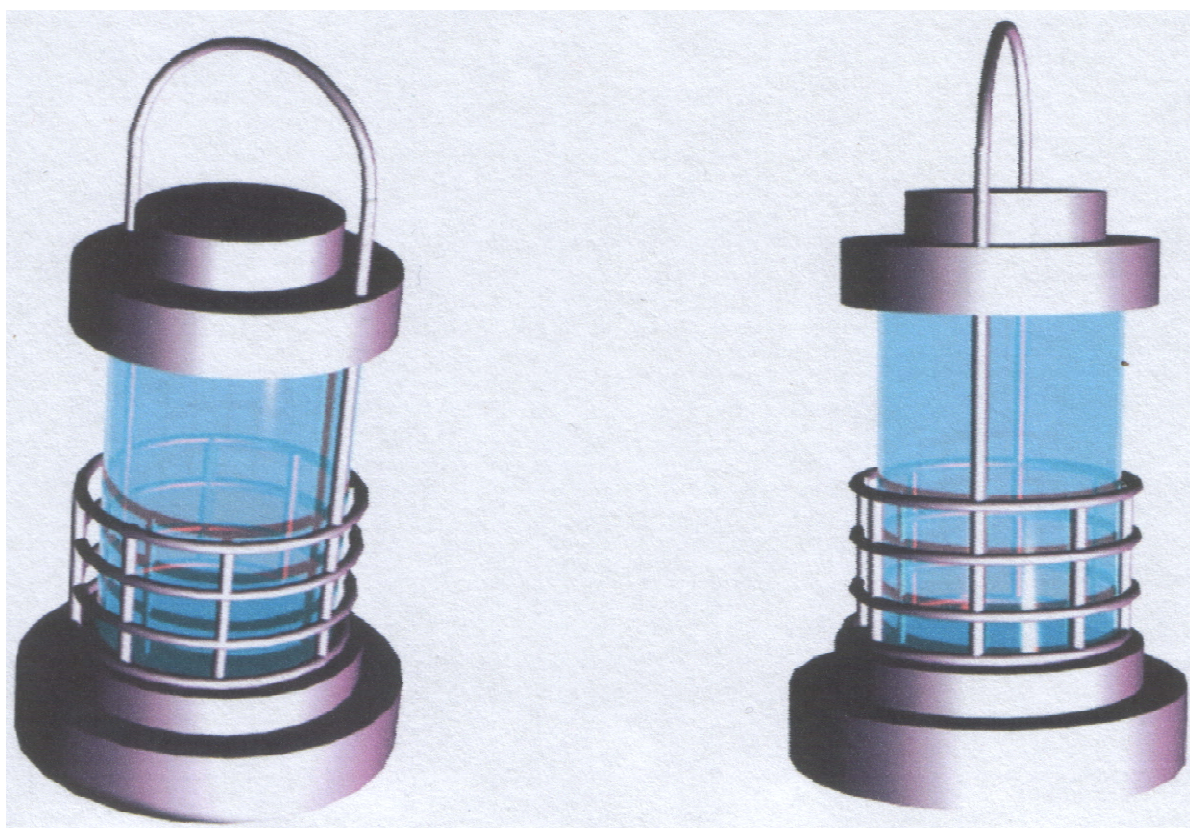


Рисунок 2 - 1-ый вариант возможного композиционного решения внешней формы фонаря

#### Список использованных источников

1. Нестеренко, О. И. Краткая энциклопедия дизайна / О. И. Нестеренко. – Москва : Молодая гвардия, 1994. – 315 с. ; ил.

#### SUMMARY

The question of competitiveness increase for the machine-building enterprises goods of Vitebsk city is considered in paper. In order to raise productivity and efficiency of design works the graphic packages to use for design development of the external form is offered. Case study illustrates opportunities of these packages.

УДК 536.2:67/68

### МЕТОД РАСЧЕТА КРИВОЙ СКОРОСТИ СУШКИ

*Е.Ф. Макаренко, А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский*

При сушке различных капиллярно-пористых материалов используются эмпирические зависимости, основанные на наиболее общих закономерностях процесса сушки. К числу таких методов относятся: метод А.В. Лыкова [1], метод В.В.Красникова [2], метод Г.К. Филоненко [3]. В работах [4, 5] рассмотрены методы расчета кривой скорости сушки, основанные на обобщенных характеристиках кинетики сушки – обобщенном времени сушки  $N\tau$ , относительной скорости сушки  $N^*$  и безразмерным временем  $\tau^*$ . Однако, кроме названных методов расчета кривой скорости сушки при обработке кинетических кривых может приниматься степенная зависимость между скоростью сушки и влагосодержанием во втором периоде (метод П.А. Жучкова), особенно, если кривые скорости сушки относятся ко 2-му или 3-му типам кривых по классификации А.В. Лыкова [1].

$$-\frac{dW}{d\tau} = \chi' N (W - W_p)^n, \quad (1)$$

где  $\chi'$  - относительный коэффициент сушки (1/%);

$n$  - постоянная величина, характеризующая свойства материала;

$N$  - скорость сушки в первом периоде.

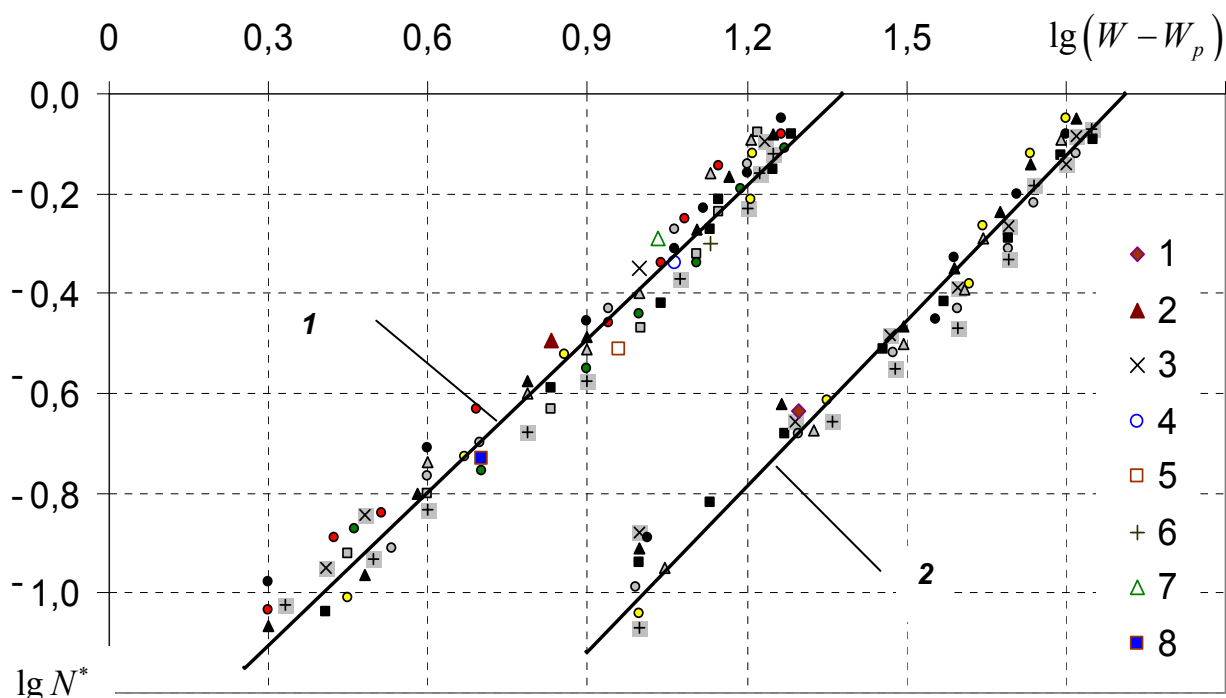
Относительный коэффициент сушки  $\chi'$  является функцией влагосодержания материала:

$$\chi' = \frac{1}{(W_{кр} - W_p)^n}, \quad (2)$$

где  $W_p$  - равновесное влагосодержание материала.

Уравнение кривой скорости сушки (1) содержит три постоянные  $\chi'$ ,  $n$  и  $W_{кр}$  - критическое влагосодержание. По количеству постоянных, определяемых из эксперимента, уравнение (1) аналогично методам А.В. Лыкова и В.В. Красникова [1, 2]. Для определения постоянных  $\chi'$  и  $n$  необходимо построить график в логарифмических координатах  $\lg N^* = f(\lg(W - W_p))$ . Тангенс угла наклона прямой на графике равен показателю степени  $n$ , а отрезок, отсекаемый на оси ординат, равен  $\lg \chi'$ .

Показатель степени  $n$  может быть больше или меньше 1, в зависимости от характера кривой скорости сушки. Если кривая скорости вогнута относительно оси влагосодержания  $W$ , то  $n > 1$ , если выпукла -  $n < 1$ .



1- асбест (1 -  $u=3$  м/с; 2-5 м/с; 3-10 м/с; 4-15 м/с; 5-20 м/с; 6-25 м/с при  $t_c=120$  °С;  $\delta_k=6$  мм), (7 -  $t_c=90$  °С 8 -  $t_c=150$  °С  $\delta_k=6$  мм); 2- войлок (обозначения режимов сушки по позиции 1)

Рисунок 1 – Зависимость между относительной скоростью сушки  $\lg N^*$  и влагосодержанием  $\lg(W - W_p)$  при конвективной сушке асбестовой и войлочной пластины в условиях вынужденной конвекции

Для выяснения влияния режимных параметров на  $\chi'$  и  $n$  обработаны опытные данные по сушке различных влажных материалов (войлок, глина, асбест, дерево (сосна), кожа). На рис. 1 дана зависимость между относительной скоростью сушки  $N^*$  и влагосодержанием в логарифмических координатах для войлока и листового асбеста при конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции в широком диапазоне параметров сушки и толщины материала.

Как следует из анализа эксперимента, изменение режимных параметров и толщины материала не оказывает влияние на коэффициент сушки  $\chi'$  и на показатель степени  $n$ . В таблице 1 приведены значения  $\chi'$  и  $n$  для некоторых материалов, полученные при конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции.

Таким образом, расчет скорости сушки и продолжительности процесса с достаточной степенью точности описывается степенной зависимостью (1).

Таблица 1 – Постоянные  $\chi'$  и  $n$  в уравнении (1)

Режим сушки: $t = 90 \dots 150, ^\circ\text{C}$ ; $\varphi = 5 \%$ ; $u = 3 \dots 25, \text{ м/с}$ .				
Наименование материала				
Параметр	Асбест	Сосновая пластина	Глина	Шерстяной войлок
$\chi'$	0,035	0,005	0,045	0,007
$n$	1,12	1,1	1,2	1,1

Интегрирование уравнения (1) в заданных пределах с учетом времени сушки в периоде постоянной скорости дает общую продолжительность процесса сушки до заданного влагосодержания  $W$ :

$$\tau = \frac{W_0 - W_{кр}}{N} + \frac{(W_{кр} - W_p)^{1-n}}{(1-n)\chi'N} \left[ 1 - \left( \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} \right)^{1-n} \right] \quad (3)$$

Так как относительная скорость сушки  $N^*$  и обобщенное время  $N\tau$  не зависят от режима сушки и являются устойчивым комплексом величин, характерных для процесса сушки, то из метода обобщения кривых сушки следует, что относительная скорость сушки  $N^*$  является функцией обобщенного времени  $N\tau$ , т. е.  $N^* = f(N\tau)$ .

Данную обобщенную зависимость для кривой скорости сушки можно представить в виде степенной зависимости:

$$N^* = (N\tau)^{-k}, \quad (4)$$

где  $k$  - показатель степени, характеризующий свойства материала.

На рис. 2 представлена зависимость между относительной скоростью сушки  $N^*$  и обобщенным временем  $N\tau$  в логарифмических координатах при конвективной сушке войлока и асбестовой пластины в условиях вынужденной конвекции в широком диапазоне изменения режимных параметров. Анализ опытных данных показал, что изменение режимных параметров и толщина материала не влияет на показатель степени  $k$ , который для данного класса материалов оказался отрицательным. Результаты обработки опытных данных для некоторых влажных материалов при различных способах сушки приведены в таблице 2.

Скорость сушки из выражения (4) с учетом знака показателя степени  $k$  равна:

$$-\frac{dW}{d\tau} N(N\tau)^{-k} \quad (5)$$

Общая продолжительность процесса с учетом времени сушки в первом периоде равна:

$$\tau = \frac{W_0 - W_{кр}}{N} + \left[ \frac{W_{кр} - W}{N^{1-n}} (1-k) \right]^{\frac{1}{1-k}} \quad (6)$$

При конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции для целого ряда влажных материалов постоянная  $k$  аппроксимируется линейной зависимостью:

$$k = 0,2 + \frac{4,2}{W_{кр}} \quad (7)$$

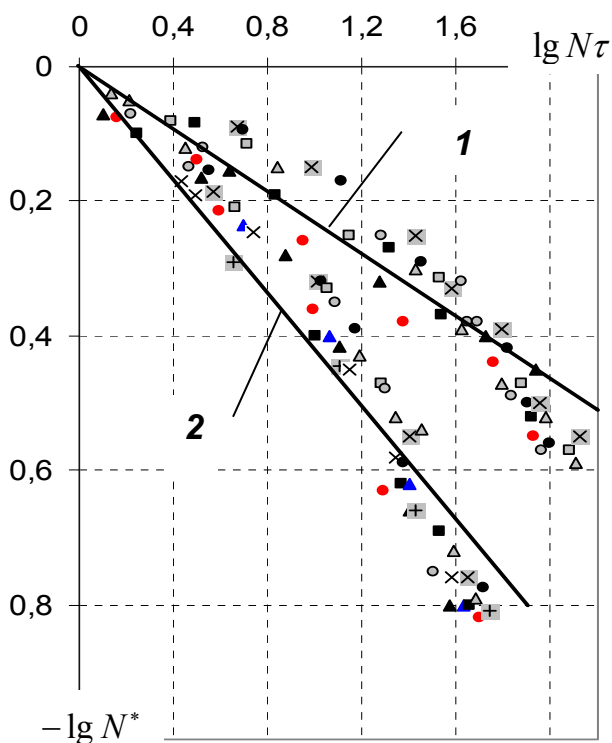
Таблица 2 – Константа  $k$  влажных материалов (конвективная сушка)

Наименование материала	Режим сушки			Предел точности уравнений (3), (6) до $W$ , %	$k$
	$t$ , °C	$u$ , м/с	$\varphi$ , %		
Шерстяной войлок $\delta=8-12$ мм	90...150	3...25	5	10	0,22
Подошвенная кожа $\delta=4-5$ мм	40...50	3...15	15	15	0,24

На рис. 3 представлено сопоставление экспериментальных и расчетных значений времени сушки по формулам (3) и (6) для некоторых материалов. Видно достаточно хорошее совпадение опытных и расчетных значений времени сушки в широком диапазоне изменения режимных параметров.

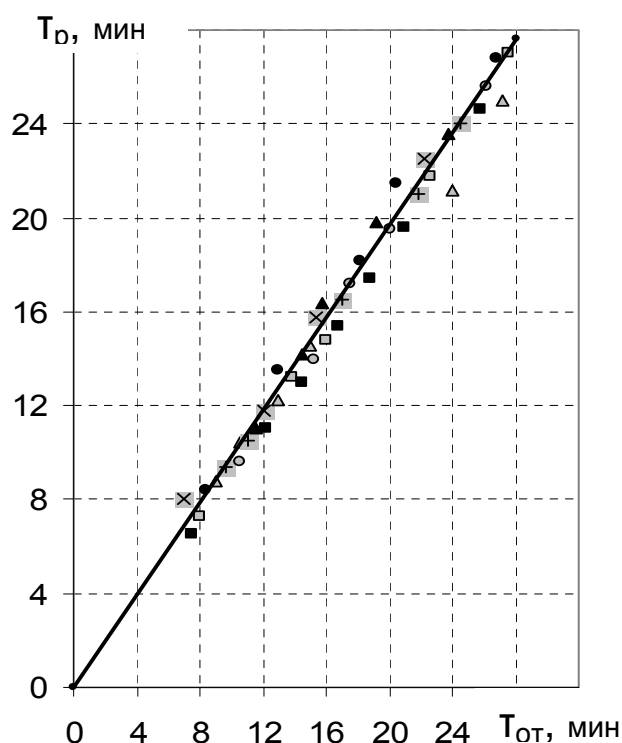
Список использованных источников

1. Лыков, А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – Москва: Энергия, 1968, - 469 с.
2. Красников, В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. – Москва: Энергия, 1973, - 365 с.



1- асбест (1 -  $u=3$  м/с; 2-5 м/с; 3-10 м/с; 4-15 м/с, 5-20 м/с; 6-25 м/с при  $t_c=120$  °C;  $\delta_k=6$  мм), (7 -  $t_c=90$  °C 8 -  $t_c=150$  °C  $\delta_k=6$  мм); 2- войлок (обозначения режимов сушки по позиции 1)

Рисунок 2 – Зависимость между относительной скоростью сушки  $lg N^*$  и  $lg N\tau$  при конвективной сушке асбестовой и войлочной пластины в условиях вынужденной конвекции



По формуле (3): 1 -  $u=3$  м/с; 2-10 м/с; при  $t_c=120$  °C; по формуле (7) режим сушки для войлока: 3-3 м/с; 4-10 м/с, при  $t_c=120$  °C, для асбеста: 5-3 м/с; 6-5 м/с при  $t_c=120$  °C), подошвенная кожа: 7  $u=3$  м/с; 8-5 м/с при  $t_c=60$  °C.

Рисунок 3 – Сопоставление опытных и расчетных значений продолжительности конвективной сушки войлока, листового асбеста, подошвенной кожи в условиях вынужденной конвекции по формулам (3) и (7)

#### Список использованных источников

1. Лыков, А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – Москва: Энергия, 1968, - 469 с.
2. Красников, В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. – Москва: Энергия, 1973, - 365 с.
3. Филоненко, Г.К. Сушильные установки / Г.К. Филоненко, П.Д. Лебедев. – Москва: Госэнергоиздат, 1952, - 256 с.
4. Ольшанский, А. И. Некоторые закономерности кинетики сушки влажных материалов // А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, Е. Ф. Макаренко, - Инженерно-физический журнал / Минск – июль-август 2007. – т. 80, – № 4, – С. 143-146.
5. Куц, П.С. Некоторые закономерности тепловлагообмена и приближенные методы расчета кинетики процесса сушки влажных материалов // П.С. Куц, А. И. Ольшанский, - Инженерно-физический журнал / Минск – 1977. – т. 32, – № 6, – С. 1007-1014.

#### SUMMARY

Methods of calculation process of dryings of damp materials for the period of the falling speed, based on the generalized characteristics process of dryings - relative speed of the drying, generalized and relative time of drying are considered.

УДК 539.3

### СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ НЕКРУГОВОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ВЯЗКОУПРУГИХ СЛОЕВ

*Е.А. Корчевская*

Постановка задачи. Рассматривается тонкая некруговая цилиндрическая оболочка постоянной длины  $L$ , состоящая из  $N$  изотропных вязкоупругих слоев, характеризующихся толщиной  $h_k$ , модулем Юнга  $E_k$ , плотностью  $\rho_k$  и коэффициентом Пуассона  $\nu_k$ .

В качестве исходных могут быть использованы уравнения [1], основанные на гипотезах, сформулированных Э.И. Григолюком и Г.М. Куликовым [2], которые отличаются от классических уравнений полубезмоментной теории тонких оболочек наличием дополнительных слагаемых, учитывающих поперечные сдвиги слоев. Отбрасывание последних приводит к уравнениям для изотропной оболочки с физическими характеристиками, равными осредненным по толщине параметрам слоистой исходной оболочки и может давать существенные погрешности при расчетах:

$$\begin{cases} \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \eta_3 \left( 1 - \frac{\theta h^2}{b} \Delta^* \right) \Delta^* \Delta^* \chi^* + \frac{1}{R_2(\alpha_2)} \frac{\partial^2 F^*}{\partial \alpha_1^2} - \rho h \Omega^2 W^* = 0, \\ \Delta^* \Delta^* F^* - \frac{Eh}{R_2(\alpha_2)} \frac{\partial^2 W^*}{\partial \alpha_1^2} = 0, \\ W^* = \left( 1 - \frac{h^2}{b} \Delta^* \right) \chi^*. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $\Delta^*$  – оператор Лапласа в криволинейной системе координат  $\alpha_1, \alpha_2, E, \nu, \rho$  – осредненные модуль Юнга, коэффициент Пуассона и плотность материала соответственно,  $h$  – толщина оболочки,  $F^*, \chi^*$  – функции напряжений и перемещений,  $W^*$  – нормальный прогиб,  $\Omega$  – частота собственных колебаний,  $f_0(\alpha_3), f_k(\alpha_3), g(\alpha_3)$  – функции, зависящие от поперечной координаты  $\alpha_3$ , параметры  $\eta_3, \theta, b, \gamma_k, \eta_1, \eta_2, \pi_{1k}, \pi_{2k}, \pi_{3k}, \zeta_k, \zeta_n, c_{13}, c_{12}, \lambda_{kn}, \lambda_k, G_k, q_{44}, \tilde{G}_k, \tilde{c}_k, c_k$  определяются по формулам [1, 2]:

$$h = \sum_{k=1}^N h_k, \quad \nu = \left( \sum_{k=1}^N \frac{E_k h_k \tilde{c}_k}{1 - \nu_k^2} \right)^{-1} \sum_{k=1}^N \frac{\nu_k E_k h_k \tilde{c}_k}{1 - \nu_k^2}, \quad E = \frac{1 - \nu^2}{h} \left( \sum_{k=1}^N \frac{E_k h_k \tilde{c}_k}{1 - \nu_k^2} \right),$$

$$\gamma_k = \frac{E_k h_k \tilde{c}_k}{1 - \nu_k^2} \left( \sum_{k=1}^N \frac{E_k h_k \tilde{c}_k}{1 - \nu_k^2} \right)^{-1}, \quad \rho = \sum_{k=1}^N \rho_k \zeta_k, \quad \theta = 1 - \frac{\eta_2^2}{\eta_1 \eta_3}, \quad b = \frac{12(1 - \nu^2) q_{44}}{E h \eta_1},$$

$$\eta_1 = \sum_{k=1}^N \zeta_k^{-1} \pi_{1k} \gamma_k - 3c_{12}^2, \quad \eta_2 = \sum_{k=1}^N \zeta_k^{-1} \pi_{2k} \gamma_k - 3c_{13} c_{12},$$

$$\eta_3 = 4 \sum_{k=1}^N (\zeta_k^2 + 3\zeta_{k-1} \zeta_k) \gamma_k - 3c_{13}^2, \quad \frac{1}{12} h^3 \pi_{1k} = \int_{\delta_{k-1}}^{\delta_k} g^2(\alpha_3) d\alpha_3,$$

$$\frac{1}{12} h^3 \pi_{2k} = \int_{\delta_{k-1}}^{\delta_k} \alpha_3 g(\alpha_3) d\alpha_3, \quad \frac{1}{2} h^2 \pi_{3k} = \int_{\delta_{k-1}}^{\delta_k} g(\alpha_3) d\alpha_3, \quad h \zeta_k = h_k, \quad h \zeta_n = \delta_n (n=0, k),$$

$$c_{13} = \sum_{k=1}^N (\zeta_{k-1} + \zeta_k) \gamma_k, \quad c_{12} = \sum_{k=1}^N \zeta_k^{-1} \pi_{3k} \gamma_k,$$

$$\lambda_{kn} = \int_{\delta_{k-1}}^{\delta_k} f_k(\alpha_3) f_n(\alpha_3) d\alpha_3, \quad (n=0, k),$$

$$\lambda_k = \int_{\delta_{k-1}}^{\delta_k} f_0^2(\alpha_3) d\alpha_3, \quad f_0(\alpha_3) = \frac{1}{h^2} (\alpha_3 - \delta_0)(\delta_N - \alpha_3),$$

$$g(\alpha_3) = \int_0^{\alpha_3} f_0(\alpha_3) d\alpha_3,$$

$$f_k(\alpha_3) = \frac{1}{h_k^2} (\alpha_3 - \delta_{k-1})(\delta_k - \alpha_3), \quad G_k = E_k / [2(1 + \nu_k)], \quad \tilde{G}_k = G_k \tilde{c}_k,$$

$$q_{44} = \left[ \sum_{k=1}^N \left( \lambda_k - \frac{\lambda_{k0}^2}{\lambda_{kk}} \right) \right]^2 / \left[ \sum_{k=1}^N \left( \lambda_k - \frac{\lambda_{k0}^2}{\lambda_{kk}} \right) \tilde{G}_k^{-1} \right] + \sum_{k=1}^N \frac{\lambda_{k0}^2}{\lambda_{kk}} \tilde{G}_k,$$

$$\tilde{c}_k = 1 - c_k, \quad c_k = \int_0^{+\infty} R_k(s) e^{-i\Omega s} ds \quad (2)$$

В формулах (2)  $R_k(s)$  – ядро релаксации напряжений материала для  $k$ -ого слоя, а  $\Omega = \omega + i\alpha$ , где  $i = \sqrt{-1}$ ,  $\omega$  – фундаментальная частота свободных колебаний,  $\alpha$  – декремент колебаний.

Перепишем уравнения (1) в безразмерном виде:

$$\begin{cases} \varepsilon^4 (1 - \varepsilon^3 \tau \Delta) \Delta^2 \chi + k(\varphi) \frac{\partial^2 F}{\partial s^2} - \lambda (\chi - \varepsilon^2 \kappa \Delta \chi) = 0, \\ \varepsilon^4 \Delta^2 F - k(\varphi) \frac{\partial^2}{\partial s^2} (\chi - \varepsilon^2 \kappa \Delta \chi) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

где  $\varepsilon^8 = h^2 \eta_3 / [12R^2(1 - \nu^2)]$  – малый параметр, характеризующий тонкостенность оболочки,  $\Delta$  – оператор Лапласа в криволинейной системе координат  $\varphi = \alpha_2/R$  и  $s = \alpha_1/R$ ,  $F = F^*/(\varepsilon^4 EhR^2)$ ,  $\chi = \chi^*/R$  – безразмерные функции напряжений и перемещений соответственно,  $\lambda = (\rho R^2)/(E\varepsilon^4)\Omega^2$  – искомый частотный параметр,  $k(\varphi)$  – переменная кривизна.

Здесь  $\tau, \kappa$  – параметры, характеризующие поперечные сдвиги:

$$K/\pi^2 = \varepsilon^2 \kappa, \quad K\theta/\pi^2 = \varepsilon^3 \tau, \quad \kappa, \tau \sim 1 \text{ при } \varepsilon \rightarrow 0, \quad \text{где } K = \pi^2 h^2 / (bR^2).$$

Граничные условия имеют вид:

$$F = \Delta F = \chi = \Delta \chi = \Delta^2 \chi = 0, \quad \text{при } s=0, l, \quad l = L/R. \quad (4)$$

Задача состоит в определении параметра  $\lambda$ , для которого краевая задача (3), (4) имеет ненулевое решение.

Построение решения. Считаем, что локализация собственных колебаний происходит в окрестности некоторой “слабой” образующей  $\varphi = \varphi_0$ . Введем растяжение масштаба в окрестности этой образующей:

$$\xi = (\varphi - \varphi_0) \varepsilon^{-1/2}$$

Согласно [3] решение будем искать в виде:

$$\chi = \chi_m(\varphi) \sin(m\pi s/l), \quad F = \Phi_m(\varphi) \sin(m\pi s/l), \quad m = 1, 2, \dots, \quad (5)$$

где

$$\{\chi_m, \Phi_m\} = \sum_{j=0}^{\infty} \varepsilon^{j/2} \{\chi_{mj}(\xi), f_{mj}(\xi)\} \exp\left\{i\left(\varepsilon^{-1/2} q \xi + \frac{1}{2} a \xi^2\right)\right\}, \quad \text{Im } a > 0, \quad (6)$$

$$\lambda = \lambda_0 + \varepsilon \lambda_1 + \varepsilon^2 \lambda_2 + \dots, \quad (7)$$

$$k(\varphi) = k(\varphi_0) + \varepsilon^{1/2} k'(\varphi_0) \xi + \frac{1}{2} \varepsilon k''(\varphi_0) \xi^2 + \dots \quad (8)$$

В выражении (6) параметр  $q$  характеризует изменяемость решения в окружном направлении, а мнимая часть числа  $a$ , характеризующего скорость затухания



амплитуды волн при удалении от линии  $\varphi = \varphi_0$ , должна быть положительной. Функции  $\chi_{mj}$ ,  $f_{mj}$  являются полиномами по  $\xi$ .

Подставляя (5)–(8) в (3), (4), получим последовательность уравнений:

$$\sum_{k=0}^j \mathbf{A}_k \mathbf{X}_{j-k} = 0, \quad j = 0, 1, 2, \dots \quad (9)$$

относительно вектор-функции  $\mathbf{X}_j = (\chi_{mj}, f_{mj})^T$ .

Матрица  $\mathbf{A}_0$  имеет вид:

$$A_0 = \begin{bmatrix} q^4 - \lambda_0(1 + \kappa q^2) & -k(\varphi_0)(\pi m/l)^2 \\ k(\varphi_0)(\pi m/l)^2(1 + \kappa q^2) & q^4 \end{bmatrix},$$

а элементы матрицы  $\mathbf{A}_j$  при  $j \geq 1$  выражаются через производные по  $q$  и  $\varphi_0$   $j$ -го порядка элементов матрицы  $\mathbf{A}_0$  [3].

Из условия существования нетривиального решения системы (9) при  $j = 0$ , находим формулу для частотного параметра нулевого приближения:

$$\lambda_0(q, \varphi_0, m) = q^4 / (1 + \kappa q^2) + (k^2(\varphi_0)(\pi m/l)^4) / q^4 \quad (10)$$

Минимизируя  $\lambda_0(q, \varphi_0, m)$  по  $q$  и  $\varphi_0$ , из условий

$$\partial \lambda_0 / \partial q = \partial \lambda_0 / \partial \varphi_0 = 0, \quad (11)$$

находим число  $q^0$  и “наиболее слабую” образующую  $\varphi_0^0$ .

Однородная задача в нулевом приближении имеет решение в виде:

$$\mathbf{X}_0(\xi) = P_0(\xi) \mathbf{Y}^0,$$

где  $P_0(\xi)$  - неизвестный полином, а  $\mathbf{Y}^0 = (1, -A_{011}/A_{012})$ .

При  $j = 1$  система уравнений (9) является неоднородной. Но при условиях (10), (11) она обращается в систему тождеств.

Условие совместности системы (9) при  $j = 2$  приводит к соотношению для вычисления параметра  $a$ :

$$a = i(\lambda_{\varphi\varphi}^0 / \lambda_{qq}^0)^{1/2},$$

а также к уравнению относительно  $P_0(\xi)$ :

$$\frac{d^2 P_0}{d\xi^2} + ia \left[ 2\xi \frac{dP_0}{d\xi} + P_0 \right] + \frac{2\lambda_1}{\lambda_{qq}^0} P_0 + \frac{2\pi q^6}{\lambda_{qq}^0(1 + \kappa q^2)} P_0 = 0, \quad (12)$$

где  $\lambda_{\varphi\varphi}^0$  и  $\lambda_{qq}^0$  - вторые производные частотного параметра нулевого приближения по соответствующим параметрам при  $\varphi = \varphi_0^0$  и  $q = q^0$ .

При  $\lambda_1 = \lambda_1^{(n)} = (1/2 + n) \sqrt{\lambda_{qq}^0 \lambda_{\varphi\varphi}^0} + \tau q^6 / (1 + \kappa q^2)$  уравнение (12) имеет решение в виде полинома Эрмита степени  $n$ :

$$P_0(\xi) = H_n(\vartheta), \quad \vartheta = \sqrt{c}\xi, \quad c = -ia.$$

Пример. В качестве примера рассмотрим тонкую некруговую трехслойную цилиндрическую оболочку эллиптического сечения с полуосями  $b=0,03$  м,  $a=0,015$  м ( $a < b$ ), постоянной длины  $L=0,45$  м. В данном случае “наиболее слабыми” будут две образующие, проходящие через точки, где радиус кривизны поперечного сечения наименьший. Первый и третий слои имеют одинаковую толщину  $h_1=h_3$  и изготовлены из керамики с модулем Юнга  $E_1=E_3=1,52 \cdot 10^{12}$  Па, плотностью  $\rho_1 = \rho_3 = 2510$  кг/м<sup>3</sup> и числом Пуассона  $\nu_1 = \nu_3 = 0,3$ . Межслойный наполнитель изготовлен из фторопласта с  $E_2=2,34 \cdot 10^8$  Па,  $\rho_2 = 2150$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu_2 = 0,3$ .

Будем считать здесь, что керамические слои подчиняются закону упругих деформаций, а межслойный наполнитель – закону вязкоупругих деформаций. Тогда  $R_1 = R_3 \equiv 0$ , а ядро скорости релаксации напряжений для фторопласта [4]

$$R_2 = 0,02366 e^{-3,33 \cdot 10^{-4} t} t^{-0,95}.$$

Выполняя преобразование Лапласа функции  $R_2$ , находим:

$$c_2 = \frac{0,02366 \Gamma(0,05)}{(i\omega - \alpha + 3,33 \cdot 10^{-4})^{0,05}},$$

где  $\Gamma(x)$  – Гамма- функция.

На рисунках 1,2 представлены графики параметров  $\omega$ ,  $\alpha$ , как функций относительной толщины наполнителя  $h_2/h$  при  $h_1 = h_3 = 0,0001$  м и различных значениях  $m$ . Цифрами 1, 2, 3 отмечены кривые, отвечающие волновым числам  $m=1, 2, 7$  соответственно.

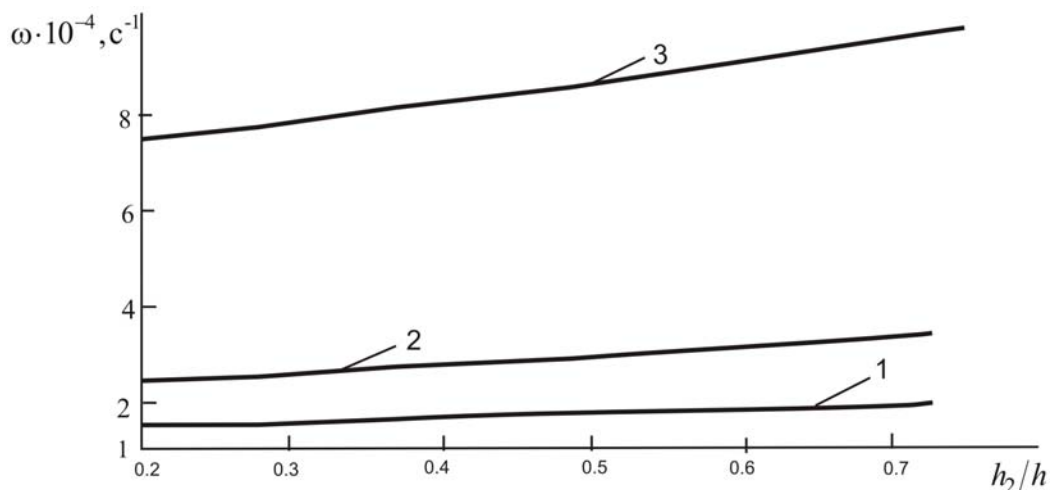


Рисунок 1 - Собственная частота колебаний

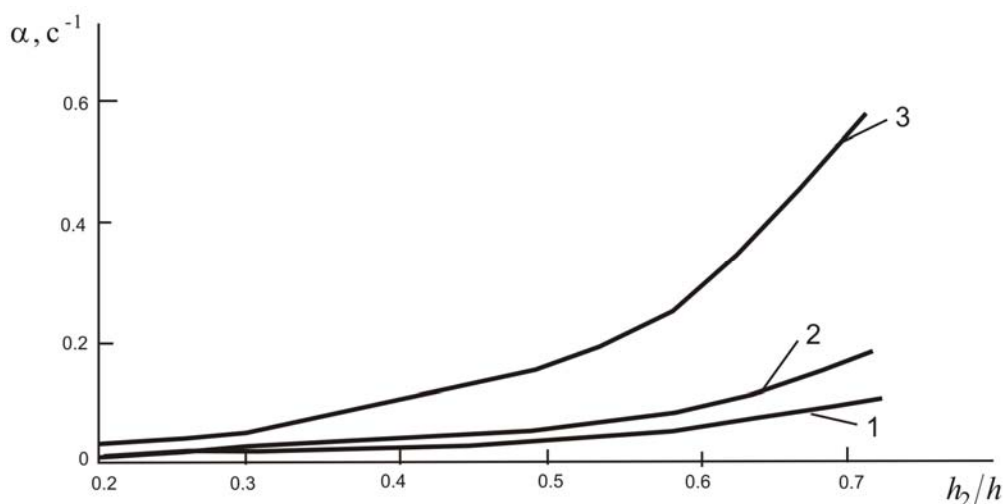


Рисунок 2 - Декремент колебаний

В рассмотренном диапазоне изменения  $0,2 < h_2/h \leq 0,73$  собственная частота  $\omega$  возрастает с ростом  $h_2$ . Как и ожидалось, увеличение толщины заполнителя также приводит к росту декремента колебаний  $\alpha$ .

Результаты работы могут быть использованы при проектировании тонкостенных элементов машин, а также габаритных тонкостенных инженерных сооружений в промышленном строительстве, летательных аппаратов и подводных тонкостенных объектов.

#### Список использованных источников

1. Ботогова, М.Г. Свободные колебания слоистых вязкоупругих цилиндрических оболочек / М.Г. Ботогова, Г.И. Михасев, Е.А. Корчевская // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. С, Фунд. науки. Механика. – 2006. – № 10. – С. 125–133.
2. Григолюк, Э.И. Многослойные армированные оболочки: расчет пневматических шин / Э.И. Григолюк, Г. М. Куликов. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
3. Товстик, П. Е. Устойчивость тонких оболочек: асимптотические методы / П.Е. Товстик. – М.: Наука. Физматлит, 1995. – 320 с.
4. Старовойтов, Э.И. Локальные и импульсные нагружения трехслойных элементов конструкций / Э.И. Старовойтов, А.В. Яровая, Д.В. Леоненко. – Гомель: БелГУТ, 2003. – 367 с.

#### SUMMARY

Using the asymptotic complex WKB- method free vibrations of the laminated composite non-circular cylindrical shell with viscoelastic filler is investigated. The natural vibration frequencies were found.

УДК 620.179

### ФОРМИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ОБЪЕКТАХ С ГАЛТЕЛЬНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ

**А.Р. Бает, М.В. Асадчая, К.А. Филиппов**

Для значительного числа объектов тепловой энергетики, химического машиностроения и других отраслей промышленности характерно наличие таких геометрических элементов, как различные выступы, радиусные переходы



Как известно [3], прохождение поверхностной волной криволинейного участка поверхности сопровождается потерей её энергии на вытекающие волны. Пусть  $K_p(\varphi R')$  – функция прохождения волны Рэлея через галтельный переход, а амплитуда волны  $P_R = P_{R0} K_p$ . Предположим, что изменение  $P_R$  связано с переизлучением энергии в другие моды, причём  $\frac{dP_R}{d(\varphi R')} \propto P_{RT}$ . Тогда, если положить  $P_R \sim \exp(-\gamma_0 R' \varphi)$ , то выражение для  $P_{RT}$  примет вид:

$$P_{RT} \propto \left( \gamma_0 + \frac{d\gamma_0}{d(\varphi R')} \varphi R' \right) P_R, \quad (2)$$

где  $\gamma_0$  – коэффициент ослабления амплитуды волны при прохождении галтельного перехода на пути, равном  $\lambda_R$ , зависящий в общем случае от радиуса галтели и угла наблюдения  $\varphi$ .

В случае, если  $R' \rightarrow \infty$ , то в отсутствие дополнительных процессов  $P_R \rightarrow P_{R0}$ , а  $K_{RT}, P_{RT} \rightarrow 0$ . То есть с увеличением радиуса галтельного перехода удельная диссипация энергии волны Рэлея должна уменьшаться. При этом расширяется область, занятая "вторичными источниками" поперечной волны при трансформации волн по схеме RW→TV, и увеличивается разность между фазами волны на входе и выходе из галтельного перехода. С уменьшением радиуса  $R'$  амплитуда  $P_R$  также уменьшается, принимая для  $R'=0$  некоторое минимальное значение  $P_{R0} K_p(0)$ . В отношении  $P_{RT}$  вопрос остается открытым, поскольку, как следует из постановки задачи (рисунок 1), должна уменьшиться и пространственная область переизлучения (или эффективная апертура) вторичной поперечной моды. Следует отметить, что получить расчётным путем коэффициент  $K_{RT}$  затруднительно, поэтому требуется экспериментальный подход.

В силу преимущественной локализации энергии рэлеевской волны в приповерхностном слое толщиной  $h \approx \lambda_R$  и её слабой расходимости, коэффициент преобразования  $K_{RT}$ , а также "эффективная апертура" источника вторичных волн и его диаграмма направленности (поле излучения)  $\Phi_{RT}$  слабо зависят от положения ПЭП при его перемещениях вдоль оси  $x$ . (Лишь в дальней зоне амплитуда волны Рэлея  $P_R \sim x^{-n}$ , где  $n \approx 0,5$ .) Что касается амплитуды первичной (объёмной) STV-моды, то по мере отдаления от выступа она претерпевает существенные изменения, и в дальней зоне  $P_T \sim r^{-1}$ . Формируемое же в объёме выступа результирующее акустическое поле как суперпозиция прямой STV-волны и трансформированной из волны Рэлея TV-волны зависит не только от соотношения их амплитуд, но и от фазового сдвига между ними  $\Delta\Psi_{SR}$ . Оценим  $\Delta\Psi_{SR}$  как разность набега фаз STV-моды ( $\Psi_{STV}$ ) и рэлеевской моды ( $\Psi_R$ ) на пути  $l_0$  – от точки выхода до галтельного перехода:

$$\Delta\Psi_{SR} = \Delta\Psi_{tr} + \Delta\Psi_{RT} + \Psi_{ST} - \Psi_R + \Delta\Psi_R; \quad (3)$$

$$\Psi_{ST} = 2\pi \frac{r_0}{\lambda_T}; \quad \Psi_R = 2\pi \frac{r_0}{\lambda_R}; \quad \Delta\Psi_R \approx R \left( \frac{\varphi}{\lambda_R} - \frac{\sin \varphi}{\lambda_T} \right),$$

где  $\Delta\Psi_{tr}$  – разность фаз между возбуждаемыми на границе ПЭП - твёрдое тело STV и RW модами;

$\Delta\Psi_{RT}$  – возможный дополнительный сдвиг фазы волны при трансформации её на галтельном переходе;

$\Psi_{ST}$  и  $\Psi_R$  – набеги фазы поперечной и рэлеевской волн соответственно на участке пути от точки выхода луча  $x=0$  до начала галтельного перехода  $x=r_0=l_0$ ;

$\Delta\Psi_R$  – фазовый сдвиг, обусловленный прохождением волной Рэлея галтельного перехода;

$\lambda_T$  – длина волны поперечных колебаний.

Как показывает эксперимент,  $\Delta\Psi_{SR}$  оказывает доминирующее влияние на формирование результирующего поля.

Приведенные рассуждения были положены в основу расчетной модели, где общее поле представлено в виде суперпозиции полей источников прямой и трансформированной поперечных мод. Источник поля трансформированных волн  $P_{RT}$  считался локализованным в достаточно малой области в окрестности координаты  $x \approx l_0 = r_0$ , так что фазовым сдвигом между элементарными источниками можно пренебречь. Второй источник  $P_{STV}$  является “рассредоточенным” в некоторой области пространства в окрестности углового максимума основной моды  $\alpha_m$  на расстоянии от ПЭП  $r = r_0$ , т.е. до начала “дифракционного расхождения” волны. Апертура этого источника  $2a$  определялась как угловое раскрытие основного лепестка поля STV-моды (полученного в отсутствие выступа) на уровне 6 дБ. Функции направленности обоих источников определены экспериментально. Дополнительно при расчете результирующего поля учитывался импульсный характер сигналов, для чего вводилось ограничение: предполагалось, что в заданной точке пространства  $B$  складываются поля только тех источников  $\vec{r}_{iB}$ , для которых временной сдвиг между собой не превышает величины  $\Delta t = m_0 v^{-1}$ , где  $m_0 = 4$ ,  $v$  – частота колебаний. Некоторые результаты численных расчетов акустического поля в объеме выступа для различных расстояний  $l_0$  и их сравнение с опытными данными представлены ниже.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены стальные образцы, имеющие выступы с разным радиусом галтельного перехода в диапазоне  $R' = 0 \div 10$ . Расстояние от координаты начала радиусного перехода  $l_0$  до задней стенки выступа, с которой производится прием колебаний формируемого в объеме выступа акустического поля ПЭП, равно  $R + b = 50$  мм. Методические пояснения к проведению исследований приведены на рисунках 2-5. Изучается влияние частоты ПЭП  $\nu$ , радиуса галтельного перехода  $R$ , моды волны и расстояния ПЭП до выступа  $l_0$  на конфигурацию формируемого поля. Поверхностные и подповерхностные волны в образцах возбуждаются с помощью наклонных призматических преобразователей, работающих на частотах 1-4 МГц.

#### **Экспериментальное исследование распространения и трансформации на выступе волны Рэлея.**

На рисунках 2 и 3 представлены основные результаты исследований акустического поля поперечной волны, формируемого в результате трансформации на выступе рэлеевской волны, когда излучателем служит ПЭП рэлеевских волн. Установлено, что если безразмерный радиус галтельного перехода достаточно мал ( $R' \ll 1$ ), то максимумы поля излучения трансформированных TV-волн располагаются несколько ниже поверхности контактной плоскости  $z = 0$  (рисунок 2). Для диапазона частот волны  $\nu = 1-4$  МГц угловое положение максимумов (для фиксированной ширины выступа) неизменно и локализовано в диапазоне  $\alpha \approx 85-87^\circ$ .

Особенность формируемого в результате трансформации на выступе поля поперечной волны заключается в том, что ширина  $\vartheta$  основного лепестка поля  $P_A(\alpha)$ , взятая на уровне 6 дБ, в частотном диапазоне 1-4 МГц уменьшается не более чем в 1,7 раза. В то же время для обычных ПЭП объемных волн параметр  $\vartheta \sim \lambda/a$ , так что в указанном частотном диапазоне следовало бы ожидать уменьшения  $\vartheta$  в четыре раза.

По данным оценочных расчётов, эффективная апертура вторичного источника трансформированной TV-волны на частоте 1 МГц составляет  $\sim 3,5 \div 4$  мм, то есть  $\sim (1,1 \div 1,3) \lambda_R$ , а на частоте 4 МГц апертура  $\sim 2,1 \div 2,2$  мм, то есть  $\sim 3 \lambda_R$ .

Если же радиус галтели  $R' > 2 \div 3$ , то с дальнейшим его увеличением наблюдается заметное изменение формы зависимости  $P_{RT}(\alpha)$  (при минимальном расстоянии до выступа). Как видно из рисунка 3, с увеличением  $R'$  основной лепесток

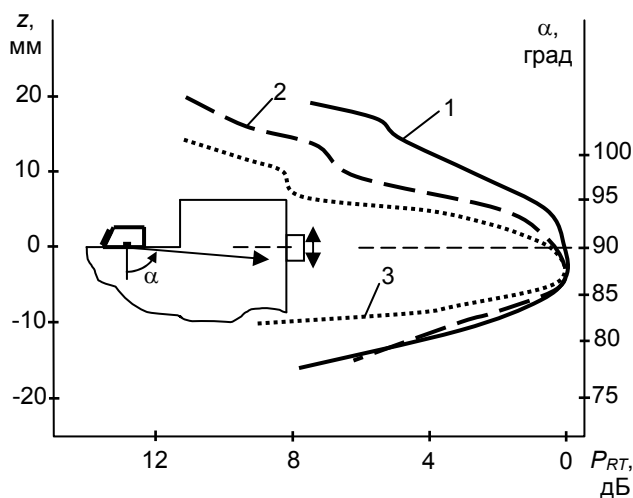


Рисунок 2 – Поле излучения TV-моды при трансформации RW→TV на выступе с радиусом галтельного перехода  $R'=0$ ; частота волны  $\nu$ , МГц = 1 (1); 1,8 (2); 4 (3)

расширяется, а его угловой максимум сдвигается до значений  $\alpha_m \approx 93 \div 94^\circ$ . Увеличение  $R'$  сопровождается некоторым уменьшением амплитуды трансформированной TV-моды, причем в диапазоне  $R'=(0 \div 12)$  это изменение составляет всего 6-7 дБ. Из полученных экспериментальных данных следует, что коэффициент преобразования (трансформации) мод RW→TV (и обратно) достаточно высок, чтобы использовать этот эффект для некоторых акустических измерений. Таким образом, с уменьшением радиуса галтельного перехода возрастает интенсивность

излучения "вторичного источника" TV-моды, и выражение 
$$I_{\pi/2} = \int_0^{\pi/2} P_{RT} r d\varphi,$$

характеризующее излучающую способность "вторичного источника", принимает максимальное значение при  $R' \rightarrow 0$ . Что касается коэффициента  $K_p$  прохождения RW-моды, то в диапазоне  $R'=(0 \div \infty)$  он возрастает на 12-13 дБ, что согласуется с данными численного расчёта [3].

При достаточно малом радиусе галтельного перехода ( $R' \ll 1$ ) ширина акустического пучка в окрестности радиусного перехода может быть представлена формально в виде суммы двух весовых комплексных коэффициентов, умноженных на  $\lambda_R$ :  $2a_R = (a_{1R} + a_{2R}) \lambda_R$ , где  $a_{iR}$  - части апертуры вторичного источника TV-моды: верхней половины ( $a_{1R}$ ) и нижней ( $a_{2R}$ ). Как следует из данных экспериментов, если  $R \rightarrow 0$ , то  $a_{2R} > a_{1R}$ , и эффективный центр вторичного излучателя лежит ниже плоскости контактной поверхности. С увеличением же  $R$  возрастает поток энергии RW-моды, который по мере прохождения галтельного перехода трансформируется в TV-моду в объеме, лежащем выше плоскости  $z = 0$ . То есть, наряду с некоторым уменьшением интенсивности вторичного излучателя будет увеличиваться его апертура (за счет  $a_{1R}$ ).

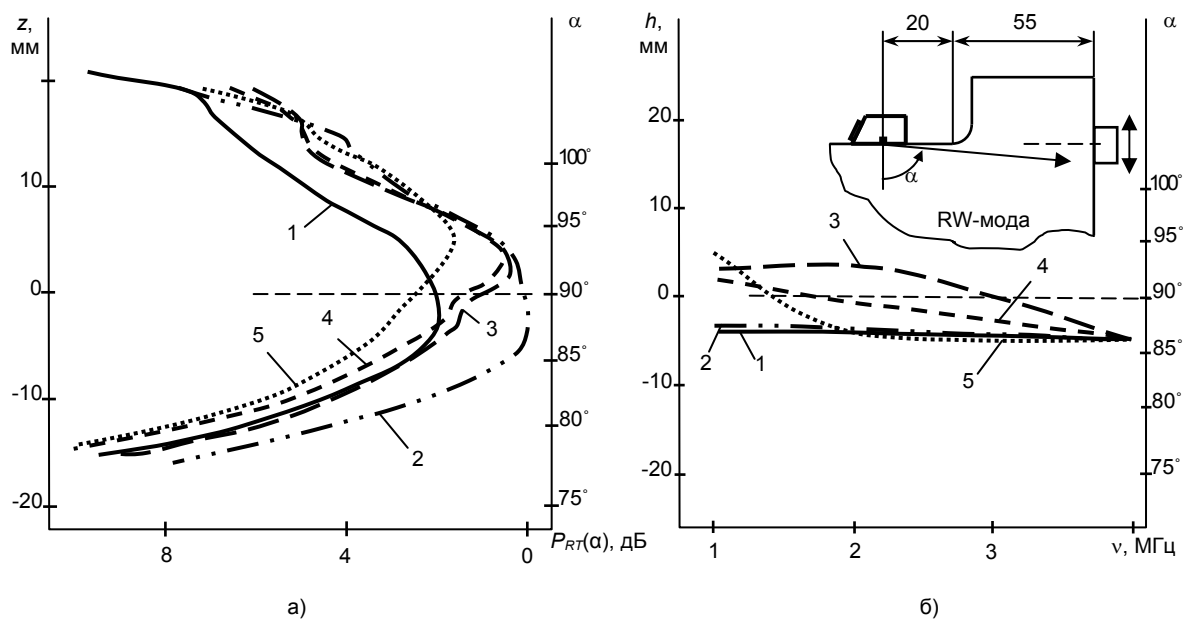


Рисунок 3 - Поле излучения TV-моды при трансформации RW→TV для различных радиусов галтельного перехода на частоте  $\nu=1$  МГц (а) и положение максимума TV-моды в зависимости от частоты волны (б);  $R$ , мм = 0 (1); 1,5 (2); 3 (3); 6 (4); 9 (5)

При проведении исследований также впервые установлено, что в результате трансформации RW-волны на выступе наряду с поперечной модой генерируется и продольная мода, поле которой имеет значительно большую (почти в два раза) угловую ширину, чем поле поперечной моды. Наблюдаемое расхождение угловой ширины полей трансформированных мод становится понятным, если учесть, что длина волны продольной моды почти в 2 раза больше поперечной, а ширина диаграммы направленности источников с одной и той же апертурой  $\sim \lambda_{L,T}$ . Амплитуда наблюдаемого акустического сигнала на 35-40 дБ меньше, чем для поперечной моды, но максимум поля лежит несколько выше плоскости  $z=0$ .

#### Экспериментальное исследование акустического поля преобразователя STV-волны.

Данные исследования поля преобразователя STV-волн в объектах с выступом и галтельным переходом в зависимости от координаты  $x$  положения ПЭП и радиуса галтели  $R$  приведены на рисунках 4-5.

Как установлено, при  $R' \leq 10$  зависимости  $P_A(\alpha)$  или  $P_A(z)$ , характеризующие поле излучения ПЭП, имеют два характерных максимума – выше  $(P_B)_{\max}$  и ниже  $(P_H)_{\max}$  контактной плоскости  $z=0$  (рисунок 4). Параметр  $\zeta_{BH} = P_B/P_H$  является функцией радиуса  $R'$ , частоты волны  $\nu$  и координаты положения ПЭП  $x$ . Следует отметить, что изменение амплитуды верхнего максимума  $P_B(R')$  качественно хорошо коррелирует с изменением (но с обратным знаком) амплитуды поверхностной волны  $P_{AR}(R')$ , прошедшей через галтельный переход. При достаточно большом  $R'$  наблюдается существенное уменьшение амплитуды  $P_B$ , при этом коэффициенты трансформации RW→TV и коэффициент отражения RW малы.



На рисунке 5 представлены данные сравнения экспериментальных данных и расчётных, выполненных согласно разработанной модели (рисунок 1). Приведенные зависимости показывают, как изменяются параметры результирующего акустического поля при изменении положения ПЭП относительно выступа, что, естественно, сопровождается изменением сдвига фаз между двумя источниками TV-моды. Как видно, расчётная и опытная кривые имеют явно выраженный экстремальный характер в зависимости от расстояния  $l$  до выступа. С увеличением расстояния  $l$  наблюдаются характерные (и весьма значимые) изменения параметра результирующего поля  $\Delta P_H = (P_B)_{max} - (P_H)_{max}$ , характеризующего разность максимумов амплитуды поля, расположенных ниже и выше плоскости контакта. При этом изменяется и угловое положение этих максимумов амплитуд. (Отметим, что в исследованном диапазоне значений безразмерного расстояния  $l' = l(\lambda_R^{-1} - \lambda_T^{-1}) \approx 0,5 \div 2$  ослабление волны STV с расстоянием в объекте без выступа не превышает 2-3 дБ).

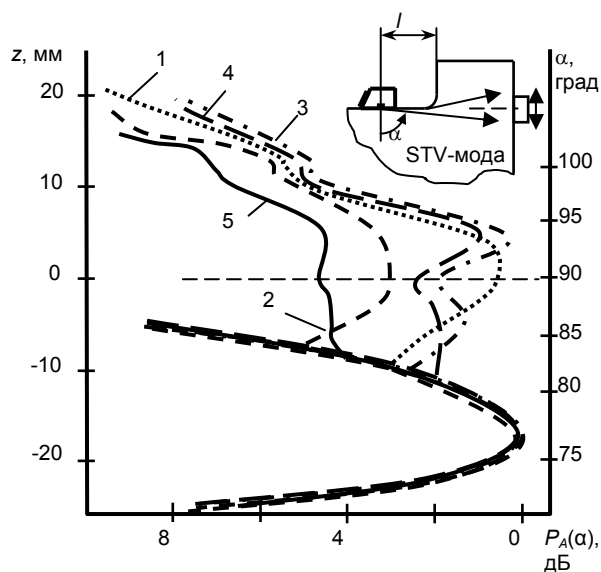


Рисунок 4 - Результирующее поле излучения ПЭП STV-волн для разных радиусов галтельного перехода. Радиус галтели  $R' = R/\lambda_R = 0$  (1); 0,5 (2); 1 (3); 2 (4); 3 (5)

Как видно, изменение положения ПЭП на объекте в диапазоне  $l' \approx (0,4 \div 1,3)$ , соответствующем сдвигу фазы волны между вторичным и первичным источником TV-моды  $\Delta \Psi \approx \pi$ , сопровождается уменьшением величины  $\Delta P_{BH}$  на  $\sim 10 \div 11$  дБ. С дальнейшим ростом  $l'$  (или  $\Delta \Psi$ ) взаимодействие между полями этих импульсных источников в исследуемой зоне ослабевает. В особенности, это касается области  $z < 0$ , где уже при  $l' \geq 1,6$  угол  $\alpha_m$  практически не изменяется, а зависимость  $P_{AT}(l')$  подобна зависимости, полученной в отсутствие выступа. Таким образом, данные расчёта согласно предложенной теоретической модели качественно неплохо передают характерные изменения параметров акустического поля, формируемого в объеме выступа, в зависимости от положения ПЭП.

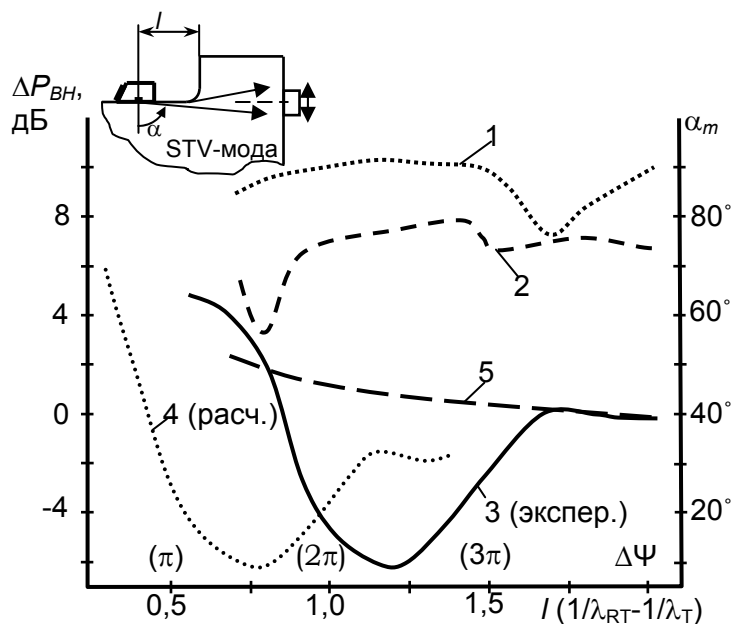


Рисунок 5 - Характерные изменения углов максимума  $\alpha_m$  амплитуды результирующей TV-моды (1, 2) и разницы максимумов  $\Delta P_{BH} = (P_B)_{max} - (P_H)_{max}$  (3, 4) в зависимости от расстояния до выступа: 1 -  $\alpha_m$  для  $(P_B)_{max}$ , 2 - для  $(P_H)_{max}$ ; 5 -  $\Delta P_{BH} = (P_H)_{max} - (P_{AT})_{max}$  в отсутствие выступа

Исходя из результатов проведенных исследований, можно заключить, что на поле излучения-приема преобразователя STV оказывает существенное влияние вторичная TV-мода, трансформированная из волны Рэлея. В результате параметры акустического поля, которыми определяется надежность и достоверность контроля, зависят от многих факторов и в общем случае не могут быть точно определены. Потому во многих случаях целесообразно «гасить» волну Рэлея путем создания на поверхности, расположенной между призмой ПЭП и выступом, акустической нагрузки – слоя контактной среды. Однако эффективность предлагаемого способа зависит от длины зоны демпфирования RW-волны, поскольку амплитуда волны Рэлея  $P_A \propto \exp(-\delta \tilde{\delta})$  и уменьшается в  $e$  раз на расстоянии  $\tilde{\delta} \approx 10\lambda_R$  при распространении вдоль границы с жидкостью.

#### Список использованных источников

1. Баев, А.Р. Особенности возбуждения и распространения продольных и поперечных волн в твердых телах. Часть 1. Волны в объектах с плоской свободной границей / А.Р. Баев, М.В. Асадчая // Дефектоскопия. – 2005. - №9. – с.19-31.
2. Баев, А.Р. Особенности возбуждения и распространения продольных и поперечных волн в твердых телах. Часть 2. Влияние некоторых граничных условий на формирование акустического поля / А.Р. Баев, М.В. Асадчая // Дефектоскопия. – 2005. - №9. – с.32-43.
3. Викторov, И.А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах / И.А. Викторov. – М.: Наука, 1981. – 288 с.

## SUMMARY

The results of theoretical analysis and experimental investigation of acoustical path of ultrasonic flaw detector to subsurface vertically polarized wave transducer, using for detection of the vertically directed plane flaws with low reflection ability in objects with projection and fillet transition have been obtained. Influence of the fillet transition radius, wave frequency (1-4 MHz), transducer position nearly the projection on its acoustic field in the projection volume have been studied.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РОЛИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ДОХОДОВ БЮДЖЕТА

**В.А. Губик**

В современных условиях интенсивного развития мирохозяйственных связей внешнеэкономическая деятельность для большинства стран имеет решающее значение. Повышение ее роли в условиях расширения и углубления международных экономических связей является одним из основных направлений развития экономики государства и важнейшим фактором повышения эффективности производства, в том числе и формирования доходной части государственного бюджета. Последнее, в свою очередь, определяется целями и функциями внешнеэкономической деятельности государства.

В экономической теории существует несколько подходов к определению понятия внешнеэкономической деятельности. Одно из направлений экономической мысли (В.М. Руденков, И.В. Тимошенко, С.Ю. Кричевский, М.И. Плотницкий, Г.В. Турбан, В.В. Покровская) рассматривает внешнеэкономическую деятельность с точки зрения деятельности субъектов хозяйствования, акцентируя внимание на развитие экономических отношений между участниками внешнеэкономической деятельности различных государств.

К примеру, в качестве типичного определения можно рассматривать предложенное И.В. Тимошенко понятие внешнеэкономической деятельности как совокупность производственно-хозяйственных, организационно-экономических и оперативно-коммерческих способов реализации внешнеэкономических связей, включающих торговлю, совместное предпринимательство, оказание различного рода услуг и иные виды международного сотрудничества [1, с.11].

Второе направление экономической теории (Е.Ф. Прокушев, С.Л. Соркин, С.С. Вабищевич) рассматривает понятие внешнеэкономической деятельности не только с точки зрения деятельности субъектов хозяйствования, но и определяют её как экономические отношения между государствами, выделяя два основных направления: экономические отношения имущественного характера и экономические отношения неимущественного характера.

По мнению Е.Ф. Прокушева, внешнеэкономическую деятельность необходимо представлять в качестве процесса реализации внешнеэкономических связей, включающих торговлю, совместное предпринимательство, оказание услуг, сотрудничество [2, с.8].

Существующие определения внешнеэкономической деятельности базируются на использовании факторов внешних связей для эффективного решения внутренних экономических и социальных задач, привлечения недостающих ресурсов, наиболее рационального применения собственного потенциала, извлечения выгод совместного труда и достижений мировой науки. При этом учитывается преимущественно межгосударственный характер внешнеэкономической деятельности и не изучается ее влияние на внутреннюю экономическую политику государства, связанную с формированием доходной части государственного бюджета.

В связи с этим, автором предлагается рассмотреть внешнеэкономическую деятельность на макроэкономическом уровне как целенаправленную деятельность государства по обеспечению достижения запланированных поступлений в бюджет

с учетом принципов организации международной торговли и методов регулирования ВЭД.

Указанное определение позволяет дополнительно учитывать интересы государства, связанные с формированием бюджета, при осуществлении государственного регулирования ВЭД. При этом цели государства по обеспечению доходов бюджета должны быть согласованы с международными принципами организации и осуществления внешнеэкономической деятельности.

Следует отметить, что все виды ВЭД воздействуют на формирование доходной части бюджета. При этом наиболее существенное влияние на уровень поступлений в бюджет оказывает развитие внешней торговли товарами. Государство посредством установления таможенных платежей на перемещаемые товары формирует механизм регулирования экспортных и импортных операций и, таким образом, обеспечивает формирование доходной части бюджета от внешнеэкономической деятельности. Указанный механизм влияет на степень развития внешнеэкономической деятельности субъектов хозяйствования.

Помимо доходов, полученных от торговли товарами, на формирование доходов бюджета оказывает влияние уровень развития международного инвестиционного сотрудничества, который связан с притоком иностранных инвестиций, созданием новых предприятий, обеспечивающих уплату платежей в бюджет. То есть привлечение иностранных инвестиций является одним из факторов, косвенно влияющим на формирование доходной части государственного бюджета.

Международное производственно-техническое сотрудничество и международное научно-техническое сотрудничество являются составными элементами эффективной организации финансово-экономической деятельности субъектов хозяйствования. Следовательно, от степени развития указанных видов внешнеэкономической деятельности зависит уровень конкурентоспособности отечественных предприятий, а соответственно и их возможности увеличения производства товаров, работ и услуг, что оказывает непосредственное влияние на размер исчисляемых предприятиями обязательных платежей в бюджет, является косвенным фактором формирования доходной части государственного бюджета.

Уровень развития международных валютно-финансовых и кредитных отношений является важным фактором, влияющим на экономические условия деятельности субъектов хозяйствования. От возможностей проведения оперативных расчетов между отечественными и иностранными субъектами хозяйствования, от порядка регламентации движения капитала в форме кредитов и займов между государствами зависят возможности отечественных предприятий по расширению международного сотрудничества, поиску и завоеванию новых рынков сбыта. Соответственно, характер развития международных валютно-финансовых и кредитных отношений в государстве является косвенным фактором стимулирования развития отечественных предприятий, а, следовательно, и их возможности дополнительной уплаты платежей в бюджет.

Внеэкономическая деятельность в целом охватывает деятельность государственных органов в этой области и непосредственных участников ВЭД – хозяйствующих субъектов, осуществляющих внешнеэкономические операции, и содействующих им организаций.

Высшим уровнем внешнеэкономической деятельности следует считать деятельность государственных органов законодательной, исполнительной и судебной власти, реализуемую в рамках издания законов, указов, постановлений и распоряжений, которыми устанавливаются правила осуществления внешнеэкономической деятельности юридическими и физическими лицами.

К организациям, содействующим развитию внешнеэкономической деятельности, относятся научно-исследовательские и редакционно-издательские учреждения, учебные заведения, информационно-консультационные службы, торгово-промышленная палата и другие организации.

Особую часть субъектов внешнеэкономической деятельности составляет так называемый заграничный аппарат, представленный торговыми представительствами и торгово-экономическими отделами посольств.

С точки зрения формирования бюджета первостепенное значение приобретает изучение деятельности государственных организаций, осуществляющих контроль над внешнеэкономической деятельностью субъектов хозяйствования. При этом наиболее существенное влияние на поступления платежей в бюджет от внешнеэкономической деятельности будет оказывать деятельность таможенных органов, обеспечивающих контроль над прямым источником доходов бюджета – внешней торговлей. В свою очередь от порядка осуществления международного движения капитала и параметров денежно-кредитной политики, устанавливаемых Советом Министров Республики Беларусь и Национальным Банком Республики Беларусь, будет зависеть уровень косвенных поступлений в бюджет от внешнеэкономической деятельности, обусловленный развитием внешнеэкономических связей отечественных субъектов хозяйствования: привлечения иностранных инвестиций, завоевания иностранных рынков сбыта и так далее.

В рамках развития международного экономического сотрудничества, перечисленные субъекты ВЭД выполняют следующие функции внешнеэкономической деятельности [3, с.25]:

- 1) организация и обслуживание международного обмена природными ресурсами и результатами труда в их вещественной и стоимостной формах;
- 2) международное признание потребительской стоимости продуктов международного разделения труда;
- 3) организация международного денежного обращения;
- 4) повышение валового внутреннего продукта страны и на этой основе рост благосостояния нации.

Среди перечисленных функций не выделяется деятельность государственных субъектов ВЭД, направленная на формирование доходной части государственного бюджета. Соответственно, автором предлагается дополнить существующую классификацию функций ВЭД новым ориентиром деятельности государственных органов управления – формированием доходов бюджета. Данная функция включает в себя создание органами государственной власти стимулов для развития внешнеэкономической деятельности субъектов хозяйствования, заключающихся в увеличении товарооборота между государствами, привлечения иностранных инвестиций в создание новых и модернизацию действующих на территории Республики Беларусь предприятий. Реализуется предложенная функция посредством мероприятий инвестиционной, денежно-кредитной, таможенной и фискальной политики республики в части установления плавающих курсов валют, снижения уровня налоговой нагрузки, упрощения процедуры таможенного оформления перемещаемых товаров и так далее.

Отсутствие функции ВЭД, связанной с формированием доходной части бюджета, отражается и на целях регулирования внешнеэкономической деятельности. Так, в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об утверждении основных направлений внутренней и внешней политики Республики Беларусь» основными целями в сфере внешнеэкономической деятельности являются [4]:

- совершенствование государственной внешнеэкономической политики на основе многовекторности сложившегося международного разделения труда и рынков товаров и услуг;
- создание благоприятных условий для участия белорусских товаров в международном торгово-экономическом обороте;
- защита интересов организаций и индивидуальных предпринимателей – резидентов Республики Беларусь на внешнем рынке;

- обеспечение условий роста экспорта;
- осуществление внешних государственных заимствований в пределах лимита внешнего государственного долга Республики Беларусь, установленного законодательством Республики Беларусь;
- развитие экспорта высоких технологий и содействие импорту высоких технологий в целях ускоренного развития национальной экономики;
- обеспечение доступа к источникам сырья и товарам, производство которых невозможно или неэффективно в Республике Беларусь.

Перечисленные цели внешнеэкономической деятельности не учитывают необходимость использования международной торговли и прочих видов внешнеэкономической деятельности для обеспечения поступления платежей в бюджет. В то же время широкое участие Республики Беларусь в международной торговле предполагает наличие в стране конкурентоспособного производства товаров, работ и услуг, деятельность которых должна быть ориентирована не только на внутренний потребительский рынок, но и на внешние рынки сбыта. То есть, оценка эффективности производства связана как с возможностями предприятий по продаже продукции на экспорт, так и отражает способность национальных товаропроизводителей противостоять конкурентам на внутреннем рынке. В свою очередь эффективное регулирование ВЭД способствует сочетанию интересов предприятий в расширении внешней торговли и государства в формировании доходов бюджета.

С учетом вышеизложенного можно сформулировать следующие выводы:

1. Анализ методологических подходов к определению внешнеэкономической деятельности выявляет отсутствие оценки ее влияния на внутреннюю экономическую политику государства, связанную с формированием доходной части государственного бюджета. В связи с этим автором предлагается рассмотреть внешнеэкономическую деятельность на макроэкономическом уровне как целенаправленную деятельность государства по обеспечению достижения запланированных поступлений в бюджет с учетом принципов организации международной торговли и методов регулирования ВЭД.

2. Предлагается дополнить существующую классификацию функций ВЭД новым ориентиром деятельности государственных органов управления – формированием доходов бюджета. Данная функция включает в себя создание органами государственной власти стимулов для развития внешнеэкономической деятельности субъектов хозяйствования, заключающихся в увеличении товарооборота между государствами, привлечения иностранных инвестиций в создание новых и модернизацию действующих на территории Республики Беларусь предприятий.

#### Список использованных источников

1. Тимошенко, И.В. Таможенное регулирование ВЭД. – М.: Бератор Пресс, 2003. – 304 с.
2. Прокушев, Е.Ф. Внешнеэкономическая деятельность: Учебник. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2005. – 424 с.
3. Воронкова О.Н., Пузакова Е.П. Внешнеэкономическая деятельность: организация и управление: учеб. пособие/ под ред. проф. Е.П. Пузаковой. – М.: Экономистъ, 2005. – 495 с.
4. Закон Республики Беларусь от 14 ноября 2005 года № 60-З «Об утверждении основных направлений внутренней и внешней политики Республики Беларусь».

## SUMMARY

Existing methodological approaches to studying the international economic attitudes do not bring to a focus to definition of a role of foreign trade activities in formation of incomes of the budget. In the article in view of the purposes of the state necessity of specification of definition of foreign trade activities is considered and proves in formation of a profitable part of the state budget. The author offers to add the purposes of state regulation of foreign trade activities with the new purpose connected with creation of effective structure of foreign trade, the profitable part of the budget directed on formation.

УДК 339.137.2

### **АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНКУРЕНЦИИ**

***Л.А. Платонова***

Цель работы заключается в разработке методики расчета коэффициента конкурентоспособности предприятия, использовании предлагаемой методики и теории эффективной конкуренции при анализе и оценке конкурентоспособности ряда предприятий текстильной промышленности РБ, предложение путей повышения конкурентоспособности данных субъектов хозяйствования.

В рамках теории эффективной конкуренции существует два подхода к определению конкурентоспособности предприятия: структурный и функциональный [1,6]. Согласно структурному подходу, оценка положения может быть сделана исходя из знания уровня монополизации отрасли, то есть концентрации производства и капитала, и барьеров для вновь вступающих на отраслевой рынок компаний. К числу основных препятствий на пути новых конкурентов можно отнести: экономичность крупномасштабного производства, степень дифференциации продукции, абсолютные преимущества в издержках у существующих фирм, размер капитала, необходимый для организации эффективного производства.

В функциональном подходе главную роль играют экономические показатели фирм: соотношение издержки – цена, загрузка производственных мощностей, объемы выпуска продукции, норма прибыли и др. По мнению А.С.Бычковой функциональный метод позволяет оценить конкурентоспособность отдельных предприятий или их групп, являющихся составными частями фирм. В этом случае также применяются показатели, относящиеся обычно к целой компании. Это производительность труда, рассчитанная как отношение величины добавленной стоимости к общему количеству занятых на предприятии [1, 4]. Схожий, но несколько отличающийся подход предлагает Е.Млоток[5]. В соответствии с ним конкурентоспособность предприятия складывается из показателей четырех групп. В первую группу входят показатели, характеризующие эффективность управления производственным процессом: экономичность производственных затрат, рациональность эксплуатации основных фондов, совершенство технологии изготовления товара, организацию труда на производстве.

Во вторую группу объединены показатели, отражающие эффективность управления оборотными средствами: независимость предприятия от внешних источников финансирования, способность предприятия расплачиваться по своим долгам, возможность стабильного развития предприятия в будущем.

В третью группу включены показатели, позволяющие получить представление об эффективности управления сбытом и продвижением товара на рынке средствами рекламы и стимулирования.

И в четвёртую группу - показатели конкурентоспособности товара: качество товара и его цена.



В связи с тем, что каждый из этих показателей имеет разную степень важности, для расчета коэффициента конкурентоспособности предприятия ( $K_{кп}$ ) Е. Млоток на основе оценок экспертов были разработаны коэффициенты весомости критериев [4]. Расчет критериев и коэффициента конкурентоспособности предприятия производится ей по формуле средней взвешенной арифметической:

$$K_{кп} = 0,15 \text{ Э}_п + 0,29 \text{ Ф}_п + 0,23 \text{ Э}_с + 0,33 \text{ К}_т, \quad (1)$$

где:  $K_{кп}$  - коэффициент конкурентоспособности предприятия;  
 $\text{Э}_п$  - значение критерия эффективности производственной деятельности предприятия;  
 $\text{Ф}_п$  - значение критерия финансового положения предприятия;  
 $\text{Э}_с$  - значение критерия эффективности организации сбыта и продвижения товара на рынке;  
 $\text{К}_т$  - значение критерия конкурентоспособности товара;  
 0,15; 0,29; 0,23; 0,33 - коэффициенты весомости критериев.

Причем каждый критерий оценивается рядом показателей по схожей формуле с учетом весов значимости.

Рассмотрим работу и уровень конкурентоспособности предприятий текстильной промышленности Республики Беларусь: ОАО «Світанак», ОАО «Сукно», ОАО «Моготекс», ОАО «Пинское ПТО «Полесье», ОАО «КИМ», ОАО «Брестский чулочный комбинат», РУП «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение», ОАО «8 Марта» за 2000-2005гг. В основу расчетов был положен функциональный подход теории эффективной конкуренции. Однако в отличие от традиционной теории эффективной конкуренции в расчетах уберем субъективные экспертные оценки и всем факторам присвоим одну и ту же весомость. Расчет коэффициента конкурентоспособности произведем в соответствии с авторской методикой [2,3,4]:

$$K = 1 - \frac{|Y, M|}{2\sqrt{N}},$$

где  $Y$  – точка, построенная по нормированным показателям системы.  
 $M$  – точка, построенная по лучшим показателям из рассматриваемого множества систем;  
 $N$  – количество рассматриваемых показателей;  
 $|Y, M|$  - расстояние между точками  $N$ -мерного пространства.

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Коэффициент конкурентоспособности предприятий

Предприятия и годы	КК
1	2
Брест 2000	0,921
Брест 2001	0,912
Брест 2002	0,909
Брест 2003	0,865
Брест 2004	0,864
Брест 2005	0,863
Світанак 2000	0,937
Світанак 2001	0,924
Світанак 2002	0,932
Світанак 2003	0,938
Світанак 2004	0,939

Продолжение таблицы 1

1	2
Світанак 2005	0,938
Сукно 2000	0,938
Сукно 2001	0,940
Сукно 2002	0,928
Сукно 2003	0,914
Сукно 2004	0,913
Сукно 2005	0,913
Полесье 2000	0,939
Полесье 2001	0,912
Полесье 2002	0,899
Полесье 2003	0,878
Полесье 2004	0,878
Полесье 2005	0,875
Барановичи 2000	0,866
Барановичи 2001	0,837
Барановичи 2002	0,825
Барановичи 2003	0,777
Барановичи 2004	0,770
Барановичи 2005	0,765
КИМ 2000	0,881
КИМ 2001	0,848
КИМ 2002	0,839
КИМ 2003	0,826
КИМ 2004	0,825
КИМ 2005	0,822
8 Марта 2000	0,880
8 Марта 2001	0,868
8 Марта 2002	0,849
8 Марта 2003	0,830
8 Марта 2004	0,829
8 Марта 2005	0,828
Моготекс 2000	0,886
Моготекс 2001	0,883
Моготекс 2002	0,884
Моготекс 2003	0,879
Моготекс 2004	0,877
Моготекс 2005	0,875

Проведенные расчеты показали различия в величинах коэффициента конкурентоспособности. Наиболее высокий коэффициент - ОАО "Сукно" в 2001г.:0,940; низкий - на РУП "Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение" в 2005г. – 0,765. Общая тенденция коэффициента конкурентоспособности за период с 2000г. по 2005г. – тенденция понижения. По скорости снижения коэффициента конкурентоспособности предприятия можно расположить в следующем порядке (в порядке уменьшения): РУП "Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение", ОАО «Пинское ПТО

«Полесье», ОАО «Брестский чулочный комбинат», ОАО «КИМ», ОАО «8 Марта», ОАО "Сукно", ОАО «Моготекс». В группу с более высоким коэффициентом конкурентоспособности можно отнести предприятия: ОАО «Світанак», ОАО «Сукно», ОАО «Пинское ПТО «Полесье», ОАО «Брестский чулочный комбинат», с более низким - РУП «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение», ОАО «8 Марта», ОАО «Моготекс», ОАО «КИМ».

Для установления причин изменения коэффициентов конкурентоспособности предприятий были исследованы функциональные зависимости между входными и выходными параметрами. Исследования проходили для двух групп предприятий, в которые они были объединены в зависимости от отклонения от среднего значения коэффициента конкурентоспособности.

В первую группу вошли следующие предприятия: ОАО «Брестский чулочный комбинат», ОАО «Світанак», ОАО «Сукно», ОАО «Пинское ПТО «Полесье». Во вторую группу вошли: РУП «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение», ОАО «КИМ», ОАО «Моготекс», ОАО «8 Марта». Анализ показал, что предприятия, входящие в группы, имеют в основном схожие зависимости между входными и выходными показателями. Наблюдаются схожие зависимости по показателям финансового и социального плана, что естественно, поскольку предприятия работают в одной социально-экономической среде и в одном правовом поле. Что касается показателей, которые затрагивают в какой-то мере техническую политику, технологические процессы, связанные с производством продукции, то здесь общих тенденций у всех предприятий не наблюдается, что говорит о разных потенциальных возможностях и выбранных приоритетах развития.

Обученные нейронные сети можно использовать для исследования возможности изменения показателей формирующих конкурентоспособность предприятия. Для этого можно решить задачу оптимизации для многомерной функции коэффициента конкурентоспособности, областью определения для которой является область значений функции сети нейронов. Максимум этой функции требуется найти при некоторых значениях входных показателей. Поскольку имеется две группы предприятий и соответствующие две нейронные сети, будем искать максимум конкурентоспособности для двух функций.

Для решения поставленной задачи существуют различные решения – точные и приближенные. Провести поиск точных значений входных показателей не представляется возможным из-за вычислительной сложности. Например, для переборного алгоритма на всей области определения функции с шагом изменения значения  $10^{-3}$  потребуется вычислить около  $10^{42}$  значений функции, что невозможно для существующих сегодня вычислительных систем. Поэтому необходимо воспользоваться каким либо приближенным методом, при этом невозможно будет доказать единственность решения. Будем считать задачу решенной, если получим значения входных показателей, дающих большее значение коэффициента конкурентоспособности.

Ближайшее лучшее значение входных показателей можно было бы искать с применением покоординатного спуска. При этом можно достигнуть ближайшего к текущим входным показателям большего значения функции, но функция нелинейная, поэтому такой способ не всегда будет давать даже хорошее решение. Поэтому обычный покоординатный спуск модифицируем так, чтобы выполнять перебор значений одного входного параметра в допустимом диапазоне, не изменяя остальные. Это позволит использовать для поиска большую часть области определения функции, чем при покоординатном спуске. В итоге получаем следующие шаги алгоритма поиска максимума коэффициента конкурентоспособности:

- 1) задать стартовые значения входных показателей;
- 2) задать ограничения значений входных показателей;
- 3) задать шаг изменения значений входных показателей;

- 4) задать последовательность перебора входных показателей;
- 5) вычислить коэффициент конкурентоспособности для заданных значений входных показателей;
- 6) считать, что данный коэффициент является минимальным;
- 7) последовательно изменять значение каждого из входных показателей с шагом 0,001 с учетом заданных ограничений;
- 8) для каждого изменения входного показателя рассчитать коэффициент конкурентоспособности;
- 9) из всех рассчитанных коэффициентов конкурентоспособности выбрать максимальный и соответствующий ему набор входных показателей. Данный вариант считать решением поставленной задачи.

Шаг изменения значения входного параметра был взят равным  $10^{-3}$ , что близко к погрешности обучения нейронной сети. Было выполнено 4 варианта поиска максимального значения коэффициента конкурентоспособности с разными начальными значениями входных показателей. Для первого варианта были оставлены значения входных показателей без изменений, для второго был уменьшен коэффициент износа оборудования на 5%, для третьего были уменьшены коэффициент износа оборудования и материалоемкость на 5%, для четвертого был уменьшен коэффициент износа оборудования на 10%. Результаты решения задачи оптимизации и новые значения коэффициента конкурентоспособности приведены в приложениях 23-26. Все вычисления проводились на основе данных последнего года работы предприятий.

Без целевых изменений входных показателей оптимизация дает возможность повышения уровня конкурентоспособности всех анализируемых предприятий. Так, на ОАО «Брестский чулочный комбинат» коэффициент конкурентоспособности может увеличиться на 0,008; соответственно на ОАО «Світанак» на 0,002; на ОАО «Сукно» на 0,035; на ОАО «Пинское ПТО «Полесье» на 0,064; на РУП «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение» на 0,124; на ОАО «КИМ» на 0,079; на ОАО «8 Марта» на 0,024; на ОАО «Моготекс» на 0,044.

Вариант расчета оптимизации с заданным коэффициентом износа меньше на 5% фактических величин показал также возможность роста коэффициента конкурентоспособности на всех анализируемых предприятиях. Так, для предприятий рост составил: ОАО «Брестский чулочный комбинат» - 0,035; ОАО «Світанак» - 0,001; ОАО «Сукно» - 0,033; ОАО «Пинское ПТО «Полесье» - 0,068; РУП «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение» - 0,124; ОАО «КИМ» - 0,078; ОАО «8 Марта» - 0,015; ОАО «Моготекс» - 0,045.

Вариант расчета оптимизации с заданным уменьшением коэффициента износа и материалоемкости на 5% не дал возможность для большинства предприятий повысить их конкурентоспособность. Вариант расчета оптимизации с заданным уменьшением коэффициента износа на 10% дал положительные результаты в поиске возможности роста коэффициента конкурентоспособности. Так, для предприятий рост составил: ОАО «Брестский чулочный комбинат» - 0,049; ОАО «Світанак» - 0,002; ОАО «Сукно» - 0,028; ОАО «Пинское ПТО «Полесье» - 0,070; РУП «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение» - 0,124; ОАО «КИМ» - 0,060; ОАО «8 Марта» - 0,072; ОАО «Моготекс» - 0,044.

По полученным результатам можно сделать вывод: несмотря на то, что экономическая ситуация, сложившаяся на каждом предприятии, требует персонального подхода, можно проследить и общие тенденции, характерные для всех предприятий. В соответствии с проведенными исследованиями можно сделать также вывод, что на предприятиях есть резервы роста конкурентоспособности. Использование данных резервов предполагает профессиональный подход к оценке уровня конкурентоспособности предприятия, эффективный менеджмент, целевое обеспечение финансовыми средствами инновационных процессов в производстве, увеличение числа

высококвалифицированных специалистов и материальной заинтересованности в труде всех работников предприятия. Поиск роста конкурентоспособности предприятий, находящихся в одном правовом поле, на фоне анализа общих для всех тенденций развития предполагает и индивидуальный подход, так как каждое предприятие отличается по финансовым, производственным, трудовым ресурсам, потенциалу управления, сбытовым возможностям. Несмотря на то, что методика была использована с учетом общих тенденций развития предприятий, находящихся в одном правовом поле, она не исключает индивидуального подхода к решению проблем каждого предприятия. Методика универсальна и может быть применена на предприятиях любых отраслей и сфер деятельности.

#### Список использованных источников

1. Бычкова, А.С. Конкурентоспособность предприятия: методы анализа и оценки/ Диссертация на соискание ученой степени к.э.н. – Уфимский государственный авиационный технический университет. - Уфа. – 1999. – 119с.
2. Платонова, Л.А., Леонов А.В. Оценка конкурентоспособности предприятий текстильной промышленности Республики Беларусь //Вестник ВГТУ. – 2004. - №6. – С.87-89.
3. Платонова Л.А. Инновационные процессы в текстильной промышленности. – УО"ВГТУ", 2003. – 248с.
4. Платонова Л.А. Национальная экономика в контексте самоорганизации и конкурентоспособности: монография/ Л.А.Платонова. – Витебск: УО «ВГТУ», 2006. – 350с.
5. Млоток, Е. Принципы маркетингового исследования конкуренции на рынке / <http://www.marketing.spb.ru/read/m3/index.htm>
6. Трубилин, А. Конкурентоспособность – главный фактор эффективности производства//АПК – экономика, управление. - №12. – 2002. – С.39-47

#### SUMMARY

Described new approach to calculation competitiveness factor for managing subjects, the competitiveness estimation and analysis algorithm offered for the textile industry enterprises and their competitiveness level is studied for 2000 – 2005 years, possible ways are shown to improve its given level based on modified descent on coordinates.

УДК 657

## **ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА И ОЦЕНКИ ЗАТРАТ В НЕЗАВЕРШЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

***М.В. Линник***

### **ВВЕДЕНИЕ**

Для организаций швейной промышленности, где период выхода готовой продукции не всегда совпадает с тем периодом, в котором осуществляется отпуск кроя в швейный цех, характерно наличие незавершенного производства в составе оборотных активов.

Наличие и изменение остатка не законченной обработкой продукции приводит к несоответствию произведенных в отчетном периоде затрат суммам затрат, относимых на себестоимость готовой продукции. Следовательно, достоверное определение стоимости незавершенного производства и себестоимости готовой продукции будет способствовать более точному разграничению затрат по периодам и повышению надежности финансовой отчетности (бухгалтерского

баланса – в части оценки запасов и затрат на отчетную дату, отчета о прибылях и убытках – в части определения финансового результата от реализации продукции за отчетный период).

Необходимыми условиями достоверной оценки затрат в незавершенном производстве являются правильная организация оперативного учета незавершенного производства и выбор таких способа и метода оценки, которые учитывали бы отраслевую специфику организации и обеспечивали бы соответствие получаемых показателей их фактической величине.

В Республике Беларусь на сегодняшний день нет учетного стандарта, регулирующего учетные и оценочные процедуры, связанные с формированием информации о затратах в незавершенном производстве. Порядок учета и оценки незавершенного производства на всех стадиях технологического цикла устанавливается учетной политикой организации на основе отраслевых методических рекомендаций по вопросам планирования, учета и калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг).

#### МЕТОДИКИ УЧЕТА И ОЦЕНКИ ЗАТРАТ В НЕЗАВЕРШЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Для организаций швейной промышленности в качестве отраслевого документа, содержащего рекомендации, касающиеся методик учета и оценки незавершенного производства, выступают Методические рекомендации по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях легкой промышленности, утвержденные концерном «Беллегпром» 15 октября 2001 года, с последующими изменениями и дополнениями (далее – Методические рекомендации) [1]. Следует подчеркнуть, что организация может и не использовать в своей учетной практике методику учета и оценки затрат в незавершенном производстве, рекомендованную отраслевыми Методическими рекомендациями, так как, исходя из их названия, они являются именно рекомендациями, а не обязательными для использования законами или подзаконными нормативными актами, которые регистрируются в установленном порядке в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь.

В Методических рекомендациях дается следующее определение незавершенного производства. Незавершенное производство – это продукция, не прошедшая всех стадий обработки по технологическому процессу, а также полуфабрикаты и продукция, обработка которых к концу месяца не закончена, и готовая продукция, не принятая отделом технического контроля. Не относятся к незавершенному производству разного рода материалы, полученные цехами, но не начатые обработкой независимо от того, где они находятся (в кладовой или у рабочего места); полученные со стороны и находящиеся в цехе полуфабрикаты, не начатые обработкой; комплектующие изделия, заделы и полуфабрикаты, не прошедшие обработки; окончательно забракованные детали, полуфабрикаты и изделия [1].

Проблема определения количества единиц продукции, к которой относятся производственные затраты текущего периода, является сложной, так как в отчетном периоде имели место затраты на доделку изделий, оставшимися незаконченными на начало месяца, и начальные затраты на производство не законченных на конец месяца изделий. Ее решение видится в разграничении производственных затрат на три группы: затраты на окончание производства не законченных на начало месяца изделий, затраты по выпуску готовой продукции и затраты в незавершенном производстве на конец месяца.

Т.П. Карпова отмечает, что для решения данной проблемы может использоваться один из трех вариантов выявления остатков незавершенного производства на конец отчетного периода:

- инвентарный – предусматривает проведение инвентаризаций остатков незавершенного производства;

- расчетно-балансовый – основан на данных оборотных ведомостей сводного учета затрат;
- оперативный – предполагает использование данных отчетов о движении деталей и полуфабрикатов [2].

Каждый из обозначенных методов имеет свои преимущества и недостатки. Однако самое широкое распространение как в регулирующих документах (Методические указания), так и в учетной практике организаций швейной промышленности получил инвентарный метод, так как он является самым точным, хотя и самым трудоемким. Исследуемые швейные организации (ОАО «Знамя индустриализации», ЗАО «Свитанок», ЗАО «Вяснянка») отличаются ограниченной номенклатурой и большим количеством непрерывно изготавливаемой продукции разных наименований, т.е. относятся к массовому производству. Как правило, в массовом производстве межинвентаризационный период составляет один квартал. Это обусловлено сложностью и трудоемкостью проведения ежемесячной инвентаризации незавершенного производства. Инвентаризация незавершенного производства осуществляется в соответствии с Методическими указаниями по инвентаризации имущества и финансовых обязательств (письмо Министерства финансов Республики Беларусь N 54 от 5 декабря 1995 года) [3].

В швейной промышленности для снятия остатков незавершенного производства в подготовительном производстве применяется инвентаризационная опись незавершенного производства формы № 31 - ш, для снятия остатков в раскройном цехе – № 32 - ш, в швейных цехах – № 33 - ш либо № инв – 3.

Данные инвентаризации сопоставляются с соответствующими данными бухгалтерского учёта. В случае выявления отклонений от учётных данных составляются сличительные ведомости типовой формы инв-13, выясняются причины образования недостач или излишков, устанавливаются виновные лица, вносятся предложения по устранению выявленных потерь.

После проведения количественной инвентаризации остатки незавершенного производства подлежат стоимостной оценке.

Расчетно-балансовый и оперативный методы выявления остатков незавершенного производства относятся в большей мере к методам, используемым в межинвентаризационный период. Ограничения в применении расчетно-балансового метода обусловлены тем, что при его использовании достоверность оценки незавершенного производства не подтверждена его фактическим наличием. Данный метод в организациях швейной промышленности применяется крайне редко, так как предполагает оценку незавершенного производства по нормативной себестоимости с учетом документированных отклонений от норм. Основные условия для его использования – соответствующая организация производства, снабжения, технической оснащенности, нормирования, оперативно-технического планирования, которая гарантировала бы минимальные размеры недокументированных отклонений от норм. При отсутствии таких условий незавершенное производство в межинвентаризационный период выявляется по данным оперативного учета.

На швейных предприятиях определение незавершенного производства оперативным методом происходит по следующей схеме. Раскройный цех передаёт в материальную группу карты раскроя и, оформив маршрутный лист, отпускает материалы в швейный цех. Каждый швейный цех, в свою очередь, передаёт в материальную группу отчёты о движении кроя в цехах. Они содержат информацию о фасоне и коде изделия, остатках кроя (изделий не законченных обработкой) в швейном цехе на начало месяца, количестве поступившего кроя от раскройного и экспериментального цехов, количестве сданных цехом на склад готовых изделий, а также информацию об остатках кроя (изделий не законченных обработкой) в швейном цехе на конец месяца. Материальная группа в соответствии с поступившими документами составляет сводный отчёт о движении кроя по организации. В этом отчёте указывается код, наименование и фасон изделия, и по

каждой позиции отражается количество незавершённого производства по фактическим подсчётам и данным бухгалтерии, а также приводятся детализированные данные о наличии незавершённого производства по цехам. В отчетах о движении края по цехам и в сводном отчете по организации учёт незавершённого производства ведётся в натуральном выражении. Далее производится оценка незавершенного производства в стоимостном выражении.

Упомянутыми выше отраслевыми Методическими рекомендациями предусмотрен метод оценки незавершенного производства организаций швейной промышленности по затратам основных материалов и основной заработной платы производственных рабочих раскройного цеха, однако ничего не сказано по поводу основной зарплаты рабочих подготовительного цеха, осуществляющих замер и разбраковку ткани.

На наш взгляд, основным недостатком методики оценки незавершенного производства «по стоимости материалов плюс заработная плата производственных рабочих подготовительного и раскройного цеха» является то, что она не позволяет учесть степень готовности изделий, находящихся в швейном цехе.

Необходимо отметить, что в настоящее время многие организации при выборе методики оценки затрат в незавершенном производстве руководствуются исключительно стремлением предельно снизить трудоемкость учетного процесса. В учетной практике организаций швейной промышленности наряду с упомянутым выше методом оценки незавершенного производства по прямым материальным и трудовым затратам (без учета заработной платы производственных рабочих швейного цеха) также часто используется метод оценки по стоимости используемых в производстве материалов. Данный метод не целесообразно использовать при работе организаций на условиях толлинга, так как при его применении затраты на производство не прошедших всех стадий обработки по технологическому процессу изделий из давальческого сырья почти полностью попадают в себестоимость готовой продукции (оказанных услуг), то есть происходит ее необоснованное завышение.

В пользу метода оценки незавершенного производства по прямым статьям затрат высказались такие ученые как А. Ш. Маргулис, В. Ф. Палий и В. И. Сидоров [4], [5]. Сторонники данного метода считают оценку незавершенного производства по фактической себестоимости правильной, но весьма трудоемкой. Нельзя не согласиться с такой точкой зрения, однако, по нашему мнению, методы оценки незавершенного производства по прямым материальным и по прямым материальным и трудовым затратам можно считать экономически оправданными для организаций, где выполняются одновременно два перечисленных ниже критерия:

- величина незавершенного производства стабильна, и его удельный вес в составе оборотных активов составляет не более 1-2 %;
- стоимость сырья и материалов составляет не менее 70 % от себестоимости готовой продукции.

Исследование данных ряда швейных предприятий, входящих в состав концерна «Беллепром» и работающих преимущественно на условиях толлинга, показало, что удельный вес незавершенного производства в общей стоимости оборотных активов изучаемых организаций относительно невелик (по состоянию на 01.01.2008 г. этот показатель составил: в ОАО «Знамя индустриализации» (г. Витебск) - 1,47 %; в ЗАО «Свитанок» (г. Орша) – 2,26 %; в ЗАО «Вяснянка» (г. Могилев) – 0,48 %).

Но необходимо отметить, что материалоемкость продукции перечисленных выше организаций швейной промышленности, занимающихся преимущественно изготовлением продукции из давальческого сырья, в среднем составляет 40 – 42 % от себестоимости готовой продукции [6]. Следовательно, не выполняется один из перечисленных выше критериев, наличие которых, на наш взгляд, обязательно для того, чтобы считать оценку незавершенного производства по прямым



материальным либо по прямым материальным и трудовым затратам экономически обоснованной и обеспечивающей необходимый уровень достоверности разграничения затрат по периодам.

Для швейных предприятий, производящих продукцию, предназначенную для реализации на внутреннем рынке, характерна более высокая материалоемкость (70 – 76 %), однако, удельный вес незавершенного производства в составе оборотных активов у таких организаций значительно превышает аналогичный показатель у организаций, работающих на условиях толлинга, и достигает 6 – 9 % [6].

С учетом приведенных данных, отметим, что применение в учетной практике предприятий швейной отрасли метода оценки незавершенного производства по прямым материальным либо по прямым материальным и трудовым затратам не обеспечивает допустимого уровня достоверности формируемых показателей: стоимости незавершенного производства, себестоимости готовой и реализованной продукции. Необходимо также отметить, что информация, содержащаяся в финансовой отчетности организаций, применяющих один из перечисленных выше методов оценки незавершенного производства, не может быть признана надежной с точки зрения иностранных инвесторов, так как при ее формировании и раскрытии не учитываются рекомендации международных стандартов бухгалтерского учета, касающиеся методик оценки запасов. Международными стандартами бухгалтерского учета (МСБУ 2 «Запасы») при оценке стоимости запасов рекомендовано использование метода «полного поглощения затрат». Согласно последней редакции данного стандарта (по состоянию на 31 января 2007 г.) к запасам относятся активы, предназначенные для продажи в ходе нормальной деятельности; в процессе производства для такой продажи или в форме сырья и материалов, предназначенных для использования в производственном процессе или при оказании услуг [7]. Таким образом, кроме сырья и материалов запасы включают в себя готовую продукцию и незавершенное производство. Метод «полного поглощения затрат», в отличие от альтернативного ему метода «директ-костинг», предполагает, что в стоимость указанных статей актива баланса (незавершенное производство и готовая продукция) должны включаться как переменные, так и постоянные производственные затраты (общепроизводственные расходы в части постоянных затрат).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа основных недостатков методик учета и оценки затрат в незавершенном производстве организаций швейной промышленности, а также с учетом рекомендаций МСБУ 2 «Запасы», автором был сделан вывод о целесообразности оценки данной категории активов предприятий исследуемой отрасли по производственной себестоимости. Использование в учетной практике организаций швейной промышленности методики оценки незавершенного производства по производственной себестоимости позволит увеличить степень точности разграничения затрат по периодам и тем самым добиться большего соответствия статей актива баланса критерию достоверности, т. е. повысить надежность финансовой отчетности.

Для того, чтобы производить оценку незавершенного производства по производственной себестоимости, в учетной политике организаций швейной промышленности необходимо предусмотреть методику распределения косвенных производственных затрат между готовой и не законченной обработкой продукцией, а синтетический и аналитический учет косвенных производственных затрат в финансовой бухгалтерии должен быть организован и детализирован с целью решения задачи оптимальной оценки запасов.

#### Список использованных источников

1. Методические рекомендации по планированию, учёту и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях лёгкой

- промышленности: утв. Президентом гос. концерна «Беллепром» 15.10.01: текст по состоянию на 16 дек. 2002 г.
2. Карпова, Т.П. Учет и оценка незавершенного производства – М.: Изд-во Бухгалтерский учет, 2004. – 176 с.
  3. Методические указания по инвентаризации имущества и финансовых обязательств: письмо Министерства финансов Респ. Беларусь 5.12.95: текст по состоянию на 30 марта 2007 г.
  4. Маргулис, А.Ш. Методологические и организационные вопросы производственного учета и калькулирования / А.Ш. Маргулис // Бухгалтерский учет. – 1976. – № 10. – С. 17-23.
  5. Сидоров, В.И. Совершенствование учета в промышленности / В.И. Сидоров, В.Ф. Палий // Бухгалтерский учет. – 1981. - № 2. – С. 8-10.
  6. Справка об итогах работы концерна «Беллепром» за январь-декабрь 2007 г. – Минск: «Беллепром», 2008.- 19 с.
  7. Международные стандарты финансовой отчетности 2007: издание на русском языке. – М.: Аскери – Асса, 2007. – 1060 с.

#### SUMMARY

The article is devoted to research of the problems of accounting and estimation of the work-in process in clothing industry. The author of this paper offers at an estimation of the work-in process to use a technique based on the recommendations of the International Accounting Standards.

УДК 339.1

### **КУЛЬТУРА ТОРГОВЛИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И МЕТОДИКА ОЦЕНКА**

***В.В. Квасникова***

В условиях жесткой конкуренции между торговыми организациями, постоянного процесса появления новых и реконструкции старых магазинов, роста реальных доходов населения существенно повышаются требования к качеству предлагаемых товаров, материально-технической базе магазинов, к их уровню сервиса, в целом к культуре торговли.

Безусловно, высокий уровень культуры торговли в настоящее время является одним из решающих факторов конкурентного преимущества торговой организации. Благодаря обеспечению высокого уровня культуры торговли в магазинах, торговая организация создает свой круг постоянных покупателей, которые по исследованию американских маркетологов Э. Райса и Дж. Траута приносят ей около 35% прибыли. Кроме того, усилия и затраты на удержания одного постоянного клиента в 3 раза ниже, чем привлечения нового.

Таким образом, высокий уровень культуры торговли позволит достичь торговой организации такой эффективности, при которой она сможет получать достаточный уровень прибыли, для обеспечения конкурентоспособности, как в настоящий момент, так и в перспективе.

Культура вообще – это исторически определённый уровень развития общества и человека, выраженный в формах организации жизнедеятельности людей, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях. Культура – это также и совокупность человеческих достижений в сфере приложения труда: в преобразовании природы, в науке, технике, общественной жизни, образовании [1, с. 3].

Содержание культуры торговли исследуется во многих трудах как отечественных, так и зарубежных ученых-экономистов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8].

В Государственном стандарте Республики Беларусь «Термины и определения» понятие «культура торговли» не дано, но приведены определения качества торгового обслуживания и культуры торгового обслуживания [9, с. 36].

Согласно этому документу, качество торгового обслуживания – совокупность характеристик процесса и условий торгового обслуживания покупателей. Под культурой торгового обслуживания понимается совокупность характеристик и условий процесса торгового обслуживания, определяемых профессионализмом и этикой обслуживающего персонала. К сожалению, эти определения не позволяют четко выявить отличия между качеством и культурой обслуживания, так как и первое и второе зависят от «условий процесса обслуживания».

Ученые С.В. Курак и Кардош Леа отождествляют понятие «культура торговли» и «качество торгового обслуживания» [6,7].

По мнению С.В. Курак, качество торгового обслуживания складывается под воздействием следующих факторов:

- качества правил торговли и норм торгового обслуживания населения;
- состояния материально-технической базы;
- прогрессивности используемых технологий;
- эффективности организации торговли;
- качества трудовой деятельности коллектива и отдельных работников;
- товарного обеспечения и его соответствие спросу;
- системы управления.

Кардош Леа считает, что торговое обслуживание – это, с одной стороны, обслуживание потребителей, предоставление услуг, непосредственно направленных от человека к человеку; а с другой стороны, это – обслуживание материального характера, которое направлено не на человека, а на перемещение предметов (товаров) и косвенно действует на население как на потребителей в целом и конкретно на каждого отдельного человека. Таким образом, автор выявляет две стороны торгового обслуживания: материальную и нематериальную [2, с. 62].

И.Н. Бергер разграничивает понятия «культура торговли» и «культура торгового обслуживания», так как последнее является одним из пяти элементов, помимо ассортимента, условий приобретения товаров, затрат времени и рекламы, определяющих культуру торговли [4]. Сходную позицию занимает А.В. Бабичев, дополняя перечень элементов культуры торговли – механизмом коммерческих связей торговли и производства [1].

Особого внимания заслуживают выделенные этими авторами основные компоненты культуры обслуживания, а именно:

- техническая культура – знание дела и товаров, умение быстро, четко и совершенно выполнять связанные с продажей товаров операции;
- этическая культура – взаимоотношения с покупателями, умение вежливо обращаться с покупателем, помощь покупателю при выборе товара;
- эстетическая культура – умение держать себя, со вкусом одеваться, красиво выкладывать товар, соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте;
- организационная культуры – высокая дисциплина, точность и четкость в работе.

По мнению В.Н. Платонова, культура торговли – это самое широкое понятие, включающее достижения развития отрасли, качество и культуру обслуживания покупателей, с чем нельзя не согласиться [8, с. 105].

Под качеством торгового обслуживания, автор понимает совокупность элементов, определяющих состояние материально-технической базы магазина, применения прогрессивных методов продажи товаров, полноты и устойчивости ассортимента, затрат времени на покупку товара, товарооборота.

В.Н. Платонов считает, что культура обслуживания также включает целый ряд элементов, характеризующих уровень обслуживания покупателей и состояние торгового зала магазина, которые оцениваются на основе устойчивости ассортимента, применения прогрессивных форм продажи товаров и оказания дополнительных услуг, затрат времени на ожидание обслуживания, оценок покупателей, санитарное состояние и внешний вид торгового зала и работников, соблюдение установленных правил торговли и продажи отдельных товаров.

Исходя из оцениваемых элементов, становится очевидным, что автор четко не разграничивает понятия «качество торгового обслуживания» и «культура обслуживания». Так оценка методов продажи товаров, затрат времени, ассортимента товаров, материально-технической базы магазина используется как при определении качества торгового обслуживания, так и культуры обслуживания. Отсутствие четких разграничений между элементами культуры торговли затрудняет оценку ее уровня.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно заключить, что категория «культура торговли» является сложным и многогранным понятием, это обуславливает неоднозначность в понимании ее сущности и составляющих элементов.

Тем не менее, представляется возможным конкретизировать сущность категорий «качество торгового обслуживания» и «культура обслуживания», определив их составляющие. Качество торгового обслуживания должно характеризоваться составляющими, которые имеют материальный характер, а именно: материально-техническая база торговой организации; методы продажи товаров; ассортимент товаров, дополнительные услуги, затраты времени на дорогу в магазин и ожидание обслуживания. Культуру обслуживания должны характеризовать составляющие нематериального характера, такие как: квалификация персонала, взаимоотношения персонала с покупателями; высокая дисциплина, точность и четкость в работе, эстетика внешнего вида работника.

Следует отметить, что в условиях рыночных отношений определяющей является оценка уровня культуры торговли, которую даёт покупатель. Для решения этой задачи разработана методика оценки уровня культуры торговли торговой организации по 8 компонентам (доступность магазина; внешнее оформление магазина; режим работы; торговый зал; затраты времени на обслуживание; профессионализм персонала; товар; стимулирование покупки).

В соответствии с предложенной методикой, уровень культуры торговли определяется по фактическим значениям 17 показателей с учетом их значимости по специально разработанному пятибалльным оценочным шкалам на основе опроса покупателей (таблица 1).

Таблица 1 – Оценочные шкалы показателей, определяющих уровень культуры торговли в торговой организации

Показатели	Оценка, балл				
	1	2	3	4	5
1 Удобство расположения магазина относительно других объектов (культурно-зрелищных, административных, бытового обслуживания и др.)	Очень неудобно. Все объекты торгового и бытового обслуживания культурно-зрелищные и административные объекты размещены очень далеко	Неудобно. Крупные объекты торгового и бытового обслуживания, культурно-зрелищные объекты городского и районного значения, административные объекты районного значения отдалены. Отдалены подобные объекты локального значения	Удовлетворительно (не очень удобно). Крупные объекты торгового и бытового обслуживания, крупные культурно-зрелищные объекты городского и районного значения, административные объекты районного значения находятся в отдалении. Подобные объекты локального значения размещены относительно рядом	Удобно. Относительно рядом размещены некоторые крупные объекты торгового и бытового обслуживания, а также некоторые другие объекты подобного назначения, культурно-зрелищные объекты городского и районного значения, подобные объекты локального значения	Очень удобно. Рядом размещены крупные объекты торгового и бытового обслуживания, крупные культурно-зрелищные объекты городского и районного значения, административные объекты районного значения

Продолжение таблицы 1

2 Удобство размещения относительно наличия транспортных сообщений	Очень неудобно. Все остановки общественного авто- и электротранспорта а размещены очень далеко. Стоянки такси размещены далеко. Нет подъездных путей и стоянок для личного автотранспорта	Неудобно. Остановки общественного авто- и электротранспорта с наличием большого количества маршрутов значительно отдалены. Остановки автотранспорта и электротранспорта с ограниченным количеством маршрутов отдалены. Стоянки такси значительно отдалены. Не организованы подъездные пути и стоянки для личного автотранспорта	Удовлетворительно (не очень удобно). Остановки общественного авто- и электротранспорта с наличием большого количества маршрутов находятся в отдалении; рядом могут размещаться остановки либо автотранспорта., либо электротранспорта с ограниченным количеством маршрутов; стоянки такси отдалены.	Удобно. Относительно рядом размещены остановки общественного авто- и электротранспорта с наличием большого количества маршрутов; относительно рядом стоянки такси	Очень удобно. Рядом размещены остановки общественного авто- и электротранспорта с наличием большого количества маршрутов; стоянки такси
3 Наличие подъездных путей и автостоянки для личного транспорта	Не организованы подъездные пути и стоянки для личного автотранспорта	Плохо организованы подъездные пути. Стоянки для личного транспорта отсутствуют	Организованы подъездные пути. Стоянки для личного транспорта не вполне удовлетворяют требованиям покупателей	Организованы подъездные пути и стоянки для личного транспорта	Хорошо организованы подъездные пути и стоянки для личного транспорта
4 Экстерьер здания магазина	Архитектурное решение здания создает негативное впечатление	Не очень удачное архитектурное решение здания	Удовлетворительное архитектурное решение здания	Выразительное архитектурное решение здания. Витрины хорошо оформлены	Очень выразительное архитектурное решение здания. Наглядные, яркие, хорошо оформленные витрины
5 Наличие вывески	Не гармонирует с экстерьером магазина, не заметна	Не очень гармонирует с экстерьером магазина, недостаточно заметна	Крупная, без подсветки, гармонирует с экстерьером магазина, просматривается почти из всех близлежащих улиц	Крупная с подсветкой, гармонирует с экстерьером магазина, просматривается почти из всех близлежащих улиц	Очень крупная с подсветкой, гармонирует с экстерьером магазина, хорошо просматривается из всех близлежащих улиц
6 Режим работы магазина	Очень неудобно. С 9 до 18 часов, с перерывом на обед, с выходным днем	Неудобно. С 8 до 20 часов, с перерывом на обед, в воскресенье с 9 до 15 часов.	Не вполне удобно. С 8 до 21 часа, перерыв на обед	Удобно. Без выходных, с 8 до 22, без перерывов на обед	Очень удобно. Круглосуточно, без выходных, без перерывов на обед
7 Площадь торгового зала	Мелкая менее 100 м <sup>2</sup>	Меньше средней 100 – 250м <sup>2</sup>	Средняя 250 – 500 м <sup>2</sup>	Большая 500 – 1000 м <sup>2</sup>	Очень большая более 1000 м <sup>2</sup>
8 Удобство планировки и размещения торгового оборудования	Очень неудобно. Узкие проходы между линиями торгового оборудования. Практически всегда не хватает площади в местах хранения вещей покупателей и оборудования для упаковки приобретенных товаров. Площадь торгового зала на одного покупателя менее 2 м <sup>2</sup>	Неудобно. Недостаточная ширина проходов между линиями торгового оборудования. Часто недостаточна площади в местах хранения вещей покупателей и оборудования для упаковки приобретенных товаров. Площадь торгового зала на одного покупателя 2 – 4 м <sup>2</sup>	Удовлетворительно. Проходы между линиями торгового оборудования иногда не допускают свободное движение покупателей. В часы высокой интенсивности движения покупателей не всегда достаточно площади в местах хранения вещей покупателей и оборудования для упаковки приобретенных товаров. Площадь торгового зала на одного покупателя 4 – 7,5 м <sup>2</sup>	Удобно. Достаточные проходы между линиями торгового оборудования. Достаточно площади в местах хранения вещей покупателей. Наличие столов и полок для упаковки приобретенных товаров. Площадь торгового зала на одного покупателя 7,5 – 10 м <sup>2</sup>	Очень удобно. Широкие проходы между линиями торгового оборудования. Достаточно площади в местах хранения вещей покупателей. Наличие столов и полок для упаковки приобретенных товаров. Площадь торгового зала на одного покупателя более 10 м <sup>2</sup>
9 Интерьер магазина	Очень неуютный. Создана очень неблагоприятная атмосфера для выбора и приобретения товаров. Все дизайнерские решения не соответствуют требованиям современности	Неуютный. Создана неблагоприятная атмосфера для выбора и приобретения товаров. Дизайнерские решения не соответствуют требованиям современности	Удовлетворительный. Создана не очень благоприятная атмосфера для правильного выбора и приобретения товаров. Лишь некоторые дизайнерские решения соответствуют современным требованиям	Уютный. Интерьер магазина создает благоприятную атмосферу, но не всегда может способствовать правильному выбору и приобретению товаров. Не все дизайнерские решения соответствуют современным требованиям	Очень уютный. Интерьер магазина создает очень благоприятную атмосферу, способствует правильному выбору и приобретению товаров. Все дизайнерские решения соответствуют современным требованиям (оформление витрин, размещение оборудования, освещение и т.п.)

## Окончание таблицы 1

10 Достаточность касс и оперативность расчета за покупку	Существенный недостаток. Расчет за покупку производится не оперативно. При обслуживании всегда создаются очереди	Недостаточно, особенно в час пик. Расчет в большинстве случаев производится не оперативно. Очень часто создаются очереди	Иногда не хватает. Расчет в большинстве случаев производится оперативно. Иногда создаются очереди	Достаточно. Расчет производится оперативно. В магазине обычно не допускается очередей	Всегда достаточно. Высокая оперативность расчета. В магазине не допускается образования очередей
11 Время ожидания расчёта	более 10 минут	7 – 10 минут	5 – 7 минут	3 – 5 минут	Не более 3 минут
12 Профессионализм персонала	Очень низкий. Персонал не всегда вежлив и тактичен с покупателями. Очень часто не может дать квалифицированную консультацию. Пассивное и невнимательное отношение к покупателю	Низкий. Персонал не всегда вежлив и тактичен с покупателями. Не всегда может дать квалифицированную консультацию. Пассивность по отношению к покупателю	Средний. Вежливость и тактичность при общении. Общее знание ассортимента, имеет не полное представление о потребительских свойствах товаров. Даёт консультацию при обращении покупателей	Высокий. Вежливость и тактичность при общении. Хорошее знание ассортимента и потребительских свойств товаров. Готовность дать консультацию	Очень высокий. Индивидуальный подход к каждому покупателю, вежливость и тактичность при общении. Глубокое знание ассортимента и потребительских свойств товаров. Готовность дать консультацию
13 Ассортимент товаров	Очень узкий. Присутствует ограниченное число товарных групп. Сопутствующие и новые товары отсутствуют. Ассортимент неустойчив	Узкий. Присутствуют не все группы товаров. Сопутствующие и новые товары отсутствуют. Ассортимент неустойчив.	Удовлетворительный. Присутствуют все группы товаров (в соответствии с ассортиментным перечнем), некоторые подгруппы товаров отсутствуют. Продажа сопутствующих товаров ограничена. Присутствие новых товаров незначительно. Ассортимент не вполне устойчив	Широкий. Присутствуют все группы и подгруппы товаров. В ассортименте присутствуют сопутствующие товары. Ассортимент устойчив, присутствуют новые виды и наименования товаров	Очень широкий. Присутствуют все группы и подгруппы товаров. Каждая подгруппа имеет несколько видов и наименований товаров. В ассортименте присутствуют сопутствующие товары. Ассортимент устойчив, присутствуют новые виды и наименования товаров
14 Качество, реализуемых товаров	Очень низкое. Органолептические показатели (вкус, запах, состав и др.) товаров не удовлетворяют потребителей. Очень часто не соблюдаются сроки реализации, режимы хранения и правила продажи	Низкое. Органолептические показатели (вкус, запах, состав и др.) товаров часто не удовлетворяют потребителей. Не всегда соблюдаются сроки реализации, режимы хранения и правила продажи	Среднее. Органолептические показатели (вкус, запах, состав и др.) товаров не всегда удовлетворяют потребителей. Соблюдены сроки реализации, режимы хранения и правила продажи	Высокое. Органолептические (вкус, запах, состав и др.) показатели товаров полностью удовлетворяют потребителей. Соблюдены сроки реализации, режимы хранения и правила продажи	Очень высокое качество. Органолептические (вкус, запах, состав и др.) показатели товаров полностью удовлетворяют потребителей. Сроки реализации всегда соответствуют требованиям нормативных документов, соблюдены режимы хранения и правила продажи
15 Цены на товары	Цены существенно завышены и не соответствуют качеству товаров и обслуживанию покупателей	Цены на большинство товаров выше, чем в других магазинах и не удовлетворяют потребителей	Цены средние, а некоторые товары незначительно выше, чем в других магазинах. Удовлетворяют потребителей при соответствующем качестве товаров и обслуживании	Цены средние, а на некоторые товары ниже, чем в других магазинах. Удовлетворяют потребителей при соответствующем качестве товаров и обслуживании	Цены на многие товары ниже по сравнению с другими магазинами. Удовлетворяют потребителей при соответствующем качестве товаров и обслуживании
16 Выкладка товаров	Не привлекает внимание, не дает представление о широте внутригруппового ассортимента и о наличии сопутствующих товаров	Плохо привлекает внимание, покупателю сложно получить представление о широте ассортимента и о наличии сопутствующих товаров	Привлекает внимание, частично обеспечивает представление о широте большинства товарных групп и сопутствующих товаров	Хорошо привлекает внимание. Дает представление о широте большинства товарных групп и сопутствующих товаров	Очень хорошо привлекает внимание. Дает представление о широте всех товарных групп, о наличии сопутствующих товаров.
17 Мероприятия по стимулированию продаж	Не проводятся	Очень редко проводятся акции, дегустации	Периодически проводятся рекламные акции, дегустации	Часто проводятся дегустации, рекламные акции, распродажи, лотереи и другие мероприятия	Очень часто проводятся дегустации, рекламные акции, распродажи, лотереи и другие мероприятия

Источник: собственная разработка на основе [1-8].

Определение уровня культуры торговли торговой организации предусматривает последовательное выполнение следующих этапов:

**Этап I** Оценка значимости показателей культуры торговли покупателями на основе 5 – балльной оценочной шкалы (таблица 2). Покупатель должен оценить степень важности каждого показателя.

Таблица 2 – Оценочная шкала значимости показателей культуры торговли

Степень значимости	Значимость показателя, балл
практически не значим	1
слабо значим	2
средне важен	3
важен	4
очень важен	5

Источник: собственная разработка.

**Этап II** Оценка показателя культуры торговли на основе шкал (таблица 1) посредством опроса покупателей.

**Этап III** Обработка и анализ полученных результатов.

Обработка полученных результатов включает:

1. Определение коэффициента значимости каждого показателя.

На основе оценок значимости каждого показателя для культуры торговли определяется средняя оценка значимости показателя. Для этого оценки значимости всех покупателей по каждому показателю суммируются и делятся на количество покупателей. Затем средние оценки значимости по каждому показателю суммируются, после чего каждая средняя оценка значимости делится на полученную сумму. Таким образом, коэффициент значимости конкретного показателя представляет собой отношение средней оценки значимости этого показателя на сумму средних оценок значимости всех показателей.

2. Определение средней оценки показателя культуры торговли конкретного магазина.

Для этого определяется сумма оценок показателя по всем покупателям. Средняя оценка показателя рассчитывается как отношение суммы его оценок по всем покупателям к общему количеству покупателей.

3. Определение средней оценки каждого показателя с учетом его значимости.

Для этого средняя оценка каждого показателя умножается на коэффициент значимости.

4. Определение общего уровня культуры торговли в магазине. Для этого определяется общая сумма оценок с учетом значимости показателей.

5. Определение общего уровня культуры торговли в организации осуществляется по формуле:

$$K_{\text{общ}}^m = \sum_{i=1}^n d_i K_{mi}$$

где  $d_i$  – доля товарооборота магазина в общем товарообороте торговой организации, доля единиц;

$K_{mi}$  - общий уровень культуры торговли в магазине, балл;

$i$  – количество магазинов в составе торговой организации, ед.

На основании полученной суммарной оценки, оценочной шкалы делается вывод об уровне культуры торговли в отдельном магазине или в целом по торговой организации (таблица 3).

Таблица 3 – Оценочная шкала уровня культуры торговли в магазине (торговой организации)

Значение средней суммарной оценки	Уровень культуры торговли
1 – 2	очень низкий
2 – 3	низкий
3 – 4	средний
4 – 5	высокий

Источник: собственная разработка.

Таким образом, предложенная методика позволяет комплексно и объективно оценить культуру торговли отдельного магазина и торговой организации в целом.

#### Список использованных источников

1. Бабичев, А.В. О культуре торговли /А.В. Бабичев, Л.П. Коваленко. – Москва: Экономика, 1985. – 80с.
2. Бланк, И.А. Торговый менеджмент / И.А. Бланк. – К.: Украинско-Финский институт менеджмента и бизнеса, 1997. – 408с.
3. Баканов, М.И. Анализ хозяйственной деятельности в торговле / М.И. Баканов. – Москва: Экономика, 1990. – 390с.
4. Бергер, И.Н. Культура торговли / И.Н. Бергер, М.А. Огородник. Издат-кое объединение «Вища школа», 1975. – 40с.
5. Гарелик, М.А. Организация продажи продовольственных товаров: Учебник для товаровед. отделений техникумов / М.А. Гарелик, Л.А. Митина. 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Экономика, 1985. – 240с.
6. Кардош, Леа. Этика в торговле / Леа Кардош. Сокращён. Перевод с венг./ Предисл. Н.В. Кучевской /. – Москва: Экономика, 1985. – 174с.
7. Курак, С.В. Системное управление качеством обслуживания в торговле / С.В. Курак. – Киев: Техника, 1981.-167с.
8. Платонов, Н.В. Организация торговли: Учеб. пособие / Н.В. Платонов. – Минск: БГЭУ, 2002. – 87с.
9. Торговля. Термины и определения. СТБ 1393-2003 – Минск: Госстандарт, 2003. – 44 с.

#### SUMMARY

The article highlights the theoretical study of the category «sails culture». The method of evaluating the level of service and trade culture has been worked out on the basis of customers' questionnaire. The method is based on seventeen indexes; each of them has its estimation scale.

УДК 339.727.22/.24

### ИНОСТРАННЫЕ ИНВЕСТИЦИИ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

***В.К. Егорова, В.С. Соловьёва, Е.Е. Витрук***

В условиях ограниченности экономических ресурсов благосостояние отдельных государств становится все более зависимым от степени их вовлеченности в международные экономические отношения. Одной из форм проявления таких отношений является движение капитала в его разнообразных аспектах, в том числе в форме иностранного инвестирования.

В переходный период происходят существенные изменения в условиях проведения инвестиционной деятельности. К таким изменениям можно отнести



появление новых организационно-правовых форм хозяйствования, предоставление предпринимательству свободы в использовании собственных финансовых ресурсов, создание правовых и экономических условий для привлечения капитала зарубежных инвесторов и другие. Коренным образом трансформируется ранее действующий механизм инвестирования. Несоответствие новых элементов управления и старых стереотипов поведения хозяйствующих субъектов является одной из причин экономического кризиса переходного периода, который парализует инвестиционное развитие. А инвестиционное развитие, в свою очередь, является важнейшим фактором, определяющим социально-экономическое развитие страны. В связи с этим привлечение иностранных инвестиций в экономику рассматривается как одна из первостепенных задач. Положительное влияние иностранных инвестиций на рост и состояние национальной экономики давно доказано практикой. Вместе с переливом иностранного капитала в национальную экономику осуществляется трансферт технологий и стратегий организации иностранных предприятий, ведущих к повышению продуктивности экономических субъектов с иностранным участием. Предприятия с иностранным участием являются также важными работодателями. Готовность иностранных инвесторов к капиталовложению в экономику того или иного государства определяется и во многом зависит от инвестиционного климата в последней. При этом понятие «инвестиционный климат» охватывает всю совокупность экономических, правовых, социальных и других специфических для данной страны факторов, оказывающих влияние на развитие инвестиционной деятельности. Около 70% иностранных инвесторов, работающих в Беларуси, оценивают инвестиционный климат в стране как удовлетворительный, в том числе 17,5% из них отмечают, что за последние два года он существенно улучшился.

Беларусь занимает выгодное экономико-географическое и геополитическое положение в восточной части Европы. Наша страна располагает высокообразованной и сравнительно недорогой рабочей силой, обладающей хорошими техническими навыками, опытом работы и образовательным уровнем. Достаточно высокий уровень развития белорусской экономики в целом, а также стабильная политическая ситуация и низкий уровень преступности делают страну все более привлекательной для инвесторов. Кроме этого, в качестве предпосылок для вложения инвестиционного капитала в белорусскую экономику необходимо назвать факт создания и функционирования на территории республики шести свободных экономических зон, отмену «золотой акции», наличие национального инвестиционного агентства, работающего по принципу "одного окна", и Парка высоких технологий. Правительством Республики Беларусь предпринимаются определенные шаги по вступлению в ВТО. Эти факторы способствуют процессу улучшения инвестиционного климата в стране.

В республике предпринимаются практические шаги по дальнейшему обеспечению макроэкономической стабилизации и созданию благоприятных условий для повышения производственной и инвестиционной активности, привлечению иностранных инвестиций.

Так, за 2004-2007 гг. ежегодный приток иностранного капитала в Республику Беларусь возрос с 1,5 млрд. долл. США до 5,4 млрд. долл. США, или в 3,6 раз.

Таблица 1 - Динамика поступления иностранных инвестиций в 2004-2007 гг., тыс. долл. США

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2007 г. (в % 2006 г.)
Республика Беларусь	1517381,4	1816169,1	4036054,0	5421864,6	134,3
Из них:					
прямые инвестиции	859176,3	451303,1	748594,1	1313471,2	175,5
портфельные инвестиции	391,3	246,9	3224,2	2233,1	69,3
прочие инвестиции	657813,8	1364619,1	3284235,7	4106160,3	125,0

В общем объеме иностранных инвестиций, поступивших в реальный сектор экономики республики в 2007 г., доля прямых инвестиций составила 24,2 % (в 2006 г. – 18,5%), портфельных – 0,04% (0,1%), прочих – 75,7% (81,4%). Чистое поступление иностранных инвестиций (превышение поступления инвестиций над их изъятием) составило 1,3 млрд. долл. США и возросло по сравнению с 2006 г. в 2 раза.

Портфельные инвестиции в общем объеме поступающих в Республику Беларусь зарубежных капиталовложений традиционно занимают незначительное место, что связано с сохраняющейся неразвитостью фондового рынка страны, незначительным количеством эмитентов, акции которых способны принести инвестору достаточный доход в виде дивидендов, а также с неопределенностью, «непрозрачностью» рынка ценных бумаг республики, огромными рисками, сопряженными с ними.

Если говорить об отраслевом распределении иностранных инвестиций, то по итогам 2007 г. лидером по объему привлеченных иностранных инвестиций является промышленность, на долю которой пришлось 2,4 млрд. долл. США (43,7% от общего объема иностранных вложений в реальный сектор экономики Республики Беларусь).

Второй по значимости для иностранных инвесторов сферой вложения капитала является общая коммерческая деятельность по обеспечению функционирования рынка (1,6 млрд. долл. США или 30,1%). В 2007 г. на третье место вышел транспорт. Организациями этой отрасли экономики в 2007 г. было привлечено 380 млн. долл. США иностранных инвестиций.

Таблица 2 - Поступление иностранных инвестиций по отраслям экономики в 2004-2007 гг., тыс. долл. США

	2004 г.		2005 г.		2006 г.		2007 г.	
	тыс. долл. США	в % к итогу	тыс. долл. США	в % к итогу	тыс. долл. США	в % к итогу	тыс. долл. США	в % к итогу
Республика Беларусь	1517381,4	100	1816169,1	100	4036054,0	100	5421864,6	100
В том числе:								
промышленность	423530,7	27,9	805993,1	44,4	894031,4	22,2	2371213,7	43,7
сельское хозяйство	12760,2	0,8	2761,6	0,2	11514,1	0,3	29423,0	0,5
транспорт	57173,6	3,8	72994,5	4,0	106209,4	2,6	379985,9	7,0
связь	222567,8	14,7	142498,3	7,8	234558,9	5,8	368226,7	6,8
строительство	17408,1	1,1	16155,7	0,9	31335,9	0,8	52289,8	1,0
торговля и ОП	464613,2	30,6	281481,0	15,5	435471,1	10,8	320588,6	5,9
МТС и сбыт	884,0	0,1	1763,4	0,1	15922,6	0,4	16820,8	0,3
общая коммерческая деятельность	292158,5	19,3	449501,6	24,7	2208314,7	54,7	1631660,8	30,1

Что касается регионального распределения инвестиций, то лидером по объему привлеченных в 2007 г. иностранных инвестиций, как и ранее, является г. Минск.

Таблица 3 - Распределение иностранных инвестиций по областям в 2004-2007 гг., тыс. долл. США

	2004 г.		2005 г.		2006 г.		2007 г.	
	тыс. долл. США	в % к итогу	тыс. долл. США	в % к итогу	тыс. долл. США	в % к итогу	тыс. долл. США	в % к итогу
Республика Беларусь	1517381,4	100	1816169,1	100	4036054,0	100	5421864,6	100
Области:								
Брестская	67815,1	4,5	64076,6	3,5	74049,7	1,8	94166,1	1,7
Витебская	67744,3	4,5	119738,3	6,6	129787,0	3,2	786366,1	14,5
Гомельская	128842,6	8,5	272873,6	15,0	357709,5	8,9	909231,2	16,8
Гродненская	18866,5	1,2	12295,7	0,7	24752,7	0,6	76521,6	1,4
г. Минск	885026,5	58,3	869814,0	47,9	2678598,0	66,4	2743679,8	50,6
Минская	303067,7	20,0	414141,6	22,8	663123,8	16,4	710904,6	13,1
Могилёвская	46018,7	3,0	63229,3	3,5	108033,3	2,7	100995,2	1,9

Общий объём поступлений инвестиций из-за рубежа в 2007 г. в г. Минске составил 2,7 млрд. долл. США (50,6 %). Устойчивая привлекательность рынка г. Минска связана со стабильным ростом доходов населения и высокими темпами роста объемов продаж. В 2007 г. по сравнению с 2006 г. в общем объёме поступлений иностранного капитала возросла доля Витебской и Гомельской областей.

В разрезе поступления инвестиций по странам мира на долю стран СНГ в 2007 г. приходилось 33,8% от общего объёма (10,4% в 2006 г.), причем вклад России в данный показатель составил 99,2 %. Подавляющая часть иностранных инвестиций поступала в 2007 г. из стран дальнего зарубежья, прежде всего, из Соединённого Королевства, Швейцарии, Австрии, Кипра, Германии, Латвии и Нидерландов, на долю которых приходится свыше 55% поступивших зарубежных капиталовложений.

Несмотря на сложившуюся в последние годы положительную тенденцию поступления иностранных инвестиций в реальный сектор экономики Республики Беларусь, иностранным инвесторам всё ещё не хватает на белорусском рынке надежных институциональных рамок для развития сотрудничества. Существует ряд проблем, которые всё ещё актуальны для нашей страны. Среди них: высокий уровень налогообложения, недостаточная стабильность и четкость законодательства, высокие барьеры для вхождения на внутренний белорусский рынок, недостаточно развитая система страхования инвестиционной деятельности, недостаточные гарантии личной и материальной защищённости инвестора на внутреннем рынке и др.

В таких условиях объективно необходима система организационно-экономических мероприятий по стимулированию инвестиционной привлекательности Республики Беларусь:

- стабилизация макроэкономических показателей.
- эффективное развитие внешнеэкономической деятельности.
- стимулирование динамичного развития сектора науки и инноваций.

В заключение следует отметить, что инвестиционные процессы неразрывно связаны с интенсификацией процессов глобализации мировой экономики. Более того, движущей силой процесса глобализации выступают именно иностранные инвестиции. В настоящее время транснациональный капитал органически вливается в экономическую жизнь принимающих стран, становясь неотъемлемой частью воспроизводственного процесса. Последовательная реализация системы мероприятий в экономике Республики Беларусь будет способствовать росту ее международной привлекательности и надежности в качестве делового партнера, повышению конкурентных позиций и извлечению выгод из пока еще неиспользованного потенциала развития.

#### Список использованных источников

1. Панкевич, С.П. Иностранные инвестиции в реальный сектор экономики Республики Беларусь в 2007 году/ С.П. Панкевич// Планово-экономический отдел. – 2008. – №3. – с. 11-20.
2. Ульянова, Н.В. Механизм повышения инвестиционной привлекательности Республики Беларусь/ Н.В. Ульянова// Банковский вестник. – 2007. – №19. – с. 20-23.
3. Ульянова, Н.В. Инвестиционная политика Республики Беларусь в контексте международных тенденций/ Н.В. Ульянова// Финансы. Учёт. Аудит. – 2006. – №8. – с. 31-33.

#### SUMMARY

In opinion of foreign investors the Republic of Belarus is not a priority area for capital investments yet. However, our country has a number of advantages allowing successfully pursue the investment policy. In the article preconditions of attraction of foreign investments are determined, estimation of economic potential is given and priority directions of realization of economic reforms are allocated.

УДК 338

### **НОВАЯ ЭКОНОМИКА – ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕХОДА ТРАНЗИТИВНЫХ СТРАН К СТРАТЕГИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ**

***Г.А. Шмарловская***

В течение последних лет ученые, представляющие различные направления науки (экономисты, политологи, социологи и др.), активно обсуждают проблемы, связанные с развитием «новой экономики». Об этом свидетельствуют научные публикации, выступления на конференциях. Единообразие точек зрения ученых состоит в том, что «новая экономика», в том числе и для Республики Беларусь, рассматривается как реальность, основа дальнейшего развития национальных экономик в условиях глобализации.

Вместе с тем, сохраняются разные подходы к данному явлению. Это находит выражение, во-первых в существовании разнообразных трактовок понятия «новая экономика», во-вторых, в использовании его применительно к транзитивным странам с точек зрения а) модернизации их экономик в направлении формирования рыночной среды, б) как предпосылки вхождения их в мировую экономику.

В связи с этим особую актуальность для транзитивных стран приобретает вопрос об использовании возможностей «новой экономики» для определения своего места в международном разделении труда, своей «ниши» на конкурентном поле глобальных рынков труда, услуг, продуктов интеллектуальной собственности и др.

Теоретическое объяснение и обоснование принципов функционирования «новой экономики» содержится в концепциях ученых, которые представляют различные направления и школы экономической мысли. Среди них: концепция Ф.Хаека, теория рациональных ожиданий в рамках неоклассического направления, теории постиндустриального, технотронного, информационного общества в рамках социально-институционального направления (Д.Белл, Е.Масуда, Э. Тоффлер, П. Дракер и др.).

В данных теориях новая стадия в развитии общества, которая чаще всего называется как постиндустриальная, связывается с переходом экономики от производства товаров к производству услуг, повышением роли

высококвалифицированных работников, научно-технических знаний, университетов, появлением «новой элиты» общества: применением новых интеллектуальных, информационных технологий и развитием компьютеризации.

В становлении постиндустриального общества по признанию мировой научной общественности особое значение сыграла «новая экономика», которую многие ученые правомерно рассматривают как этап в развитии постиндустриального общества, связанный с процессами глобализации и технологической революцией, основанной на информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ). Этап, который ознаменовал переход к обществу, в котором главным фактором производства становится не капитал, а накопление и распространение знаний.

В научной литературе учеными представлены определения понятия «новая экономика», его роль, черты, охарактеризованы субъекты, определены функции государства в стимулировании развития данного явления, модели вхождения в «новую экономику» и др.

Однако, общепризнанного определения «новой экономики» как сложного, многогранного экономического явления, понятия нет. Среди подходов ученых можно выделить следующие.

1) «Новая экономика» - это информационная экономика, представляющая собой (не сеть всемирной паутины) способ организации производства и распределения, материальную основу культуры в информационной глобальной экономике [1]. Это интернет, но с точки зрения его механизмов осуществления бизнеса и инфраструктуры, а также отдельные сегменты телекоммуникационного сектора. Другими словами, новая экономика - это отрасли, сферы, сегменты экономики, где производство и реализация товаров и услуг осуществляются с применением информационно-коммуникативных технологий, либо эти технологии оказывают заметное трансформационное влияние каких-либо отраслей и видов деятельности.

В данной трактовке главным ресурсом новой экономики становится человек, вооруженный возможностями информационно-коммуникативной системы (производство, отработка, распределение информации, создание коммуникационных систем (оборудование и услуги)), ядром которой является Интернет. Именно развитие информационно-коммуникативной системы (ИКТ) в новой экономике позволяет повысить производительность труда, превратить уникальные продукты в стандартные, ускорить устаревание технологий, повысить конкуренцию.

Таким образом, в рамках данного подхода ученые (М. Кастельс, А.А. Пороховский, Н.А. Стрелец и др.) рассматривают «новую экономику» как интернет-экономику в трех аспектах: а) как высокотехнологичные компании, использующие Интернет, б) как новые модели бизнеса, в) как web-технологии, в совокупности образующие особую отрасль информационной промышленности [1, 2, 3].

2) «Новая экономика» - это экономика, связанная с развитием финансовой составляющей, в том числе фондового рынка, на котором перемещаются акции компаний, функционирующих в сфере высоких технологий (Е.Ф. Авдокушин, Ю.М. Осипов) [4,5].

3). «Новая экономика» - это экономика знаний, производящая в возрастающем количестве информацию, знания и основанная на них, экономика, где знания становятся фактором экономического роста.

Ученые, придерживающиеся данного подхода (Ф. Махлуп, Дж. Стиглиц, Г. Ванштейн, Л.М. Капустина, М. Пиатковский, отечественные ученые - А.В. Бондарь, Н.И. Богдан, П.Г. Никитенко и др.), считают, что в «новой экономике» функцию «полюса роста» выполняют информационно-коммуникативные финансовые сегменты сферы услуг; что экономика становится качественно «новой» в связи с тем, что конституирующим элементом информационно-коммуникационной системы являются знания. Именно доступ к знаниям, информации, управление ими являются источником создания новых материальных ценностей, роста

производительных сил, а не традиционные факторы производства. Отличительными чертами экономики знаний являются следующие: ускоренное развитие нематериальной сферы по производству и распределению научно-технических и управленческих инноваций; превращение всемирной информационной паутины в основной элемент инфраструктуры новой экономики; быстрое распределение новых идей и технологий, стимулирующих предпринимательскую активность и производительность труда; сокращение сроков финансирования разработок новых знаний посредством венчурных механизмов; изменение структуры занятости, что выражается в росте доли занятых в сфере услуг и расходов на оплату услуг, среди которых преобладают интеллектуальные услуги (информационное обслуживание предприятий, образование, консультирование, телекоммуникации, издательская сфера и др.) [6, 7, 8, 9, 10, 11].

4) Новая экономика применительно к новой мировой экономике, по мнению российского ученого Е.Ф. Авдокушина, – это экономика, которая рассматривается в виде трех форм ее проявления:

а) системы экономических отношений, основанной на информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) и электронном бизнесе, развивающихся в рамках виртуальной среды (сети Интернет);

б) финансовой экономики, базирующихся на прямых инвестициях и финансовых инновациях, которая характеризуется отрывом от реального сектора (торговля товарами, услугами, прямые иностранные инвестиции), спекулятивными перемещениями капитала производных финансовых продуктов, интернационализаций финансовых инструментов, глобальным контролем международной финансовой олигархии;

в) международного производства, основной чертой которого становится сетевой принцип организации производства и бизнеса (глобальные коммуникативные сети, глобальные интернациональные сети, глобальные финансовые сети, образовательные и др.) [4, с. 6].

В рамках данного подхода ИКТ рассматриваются как катализатор и технико-технологическая основа новой экономики, финансовые инновации как стимул ускоренного развития ИКТ, электронный бизнес как институциональная основа виртуализации глобальной экономики, источник экономического роста, международное производство – как приоритет развития новой экономики, среди основных проблем которой становится реализация продукции в условиях обострения глобальной экономики.

Таким образом, обобщая данные подходы, можно сказать, что ученые при исследовании последствий глобализации выделили «новую экономику», которая рассматривается на нескольких уровнях. На уровне национальной экономики новая экономика трактуется как экономика, основой которой является информационно-коммуникационная система. На уровне мировой экономики – как интернационализированная экономика, новое качество которой обусловлено и связано, во-первых, с функционированием прежде всего транснациональных компаний, которые модифицируют производство, распределение, обмен, потребление, инвестиционные процессы, механизмы рыночной конкуренции, ценообразование и т. д.; во-вторых, с развитием разнообразных форм сетевого бизнеса и Интернет-бизнеса; в-третьих, с возможностями неограниченного доступа к мировому информационному пространству посредством Интернет.

Предпосылками развития новой экономики являются:

- формирование правовой среды для использования ИКТ;
- развитие экономической и институциональной инфраструктуры (мобильная телекоммуникация, компьютерная сеть), включая финансовую инфраструктуру (финансовые рынки, рынки ценных бумаг);
- либерализация торговли, стимулирующая распространение знаний и инновации посредством обмена НИОКР;

- увеличение расходов на НИОКР и создание условий для использования результатов посредством усиления взаимосвязи между наукой и производством;
- рост финансирования в человеческий капитал и совершенствование системы образования по линии постоянного обучения и переподготовки;
- формирование мобильных рынков труда, способствующих переливу трудовых ресурсов между секторами экономики;
- развитие гибких (конкурентных) рынков товаров и услуг посредством их либерализации (снижение цен, барьеров вхождения на рынок).

Представляется, что в настоящее время правомерно выделение определенных тенденций развития «новой экономики», которые отражают аспекты функционирования ведущих ее субъектов, модификацию среды, рыночных и государственных методов регулирования, углубления процессов глобализации и формирования нового глобального рынка как единого рыночного пространства в области информационно-телекоммуникационных технологий. Среди них:

- углубление процессов глобализации на основе компьютеризации всех сфер деятельности;
- изменение содержания торговли и развитие «электронной коммерции», создающей возможности предложения полного спектра любых товаров независимо от производителя по принципу «продаем, что можем продать»;
- формирование нового электронного рынка, обеспечивающего расширение секторов сбыта, привлечения клиентов;
- превращение ТНК в главного субъекта «новой экономики»;
- расширение сферы монополизации посредством проникновения (овладения) ТНК в сферу электронного бизнеса;
- ускорение процесса транснационализации розничной электронной торговли;
- модификация инфраструктуры (web- технологии);
- модификация механизма конкуренции в определенных отраслях, поскольку новая экономика создает условия для реализации модели совершенной экономики (неограниченное число продавцов и покупателей, отсутствие барьеров для входа на электронный рынок, равный доступ к информации); усиливает конкуренцию на рынке электронной розничной торговли (ценовые «войны» на рынках книг, компьютеров, программного обеспечения, авиабилетов); превращает интернет в фактор международной конкурентоспособности, который предоставляет всем компаниям равные возможности для выхода на мировой информационный рынок;
- снижение транзакционных издержек (снижение стоимости услуг по передаче информации, компьютерных сетей, компьютеров, сокращение расходов в результате работы без посредников). Так, распространение информации по Интернету в среднем в 355 раз дешевле и в 720 раз быстрее, чем почтой или факсимильной связью [12];
- переход к модели виртуальной компании, занимающейся главным образом стратегией взаимоотношений с клиентами и развитием продукта;
- стимулирование и производство товаров с наиболее полным учетом вкусов и запросов конкретных потребителей;
- создание возможности организации производителем поставки товаров на рынки без физического присутствия;
- высокая мобильность факторов производства (труд, капитал, информация, технологии);
- расширение ассортимента услуг (юридические, педагогические, врачебные и др.), оказываемых посредством ИКТ;
- изменение роли образования – формирование системы непрерывного образования;
- изменение методов «скупки умов» через интернет;
- формирование новой системы управления сетевым бизнесом;

- формирование новой структуры капитала вследствие слияния интеллектуального, финансового и промышленного капиталов;
- сочетание действия рыночных инструментов воздействия на развитие новой экономики, среди которых: конкуренция, цены, стратегия интернационализации, транснационализации, финансирование научных центров ТНК и др., а также государственных. К последним методам стимулирования и регулирования относятся: государственная поддержка рискованных инвестиций, наукоемких отраслей, стимулирование экспорта, создание свободных экономических зон, технологических парков, инкубаторов высокотехнологических предприятий, защита внутреннего рынка посредством пошлин, страхование крупных рискованных инвестиций, финансирование инновационных предприятий, привлечение иностранных инвестиций.

Государства с транзитивной экономикой отрабатывают пути вхождения в экономику знаний, которая в настоящее время является новым конкурентным полем стран мирового сообщества и позволяет использовать современные инструменты включения их в глобальный воспроизводственный процесс. В связи с этим для данной группы стран новая экономика – это, во-первых, путь открытия национальной экономики и вхождения в мировую экономику через выход на рынок информационных технологий, во-вторых, направления встраивания в глобальный информационно-инновационный поток.

Это находит отражение в разработке и реализации программ по поддержке информационно-коммуникационных технологий, развития электронной коммерции, распространения Интернета, внедрения информационных технологий в сферы государственных институтов и др., которые нацелены на значительное ускорение экономического роста.

В Республике Беларусь с этой целью избран путь инновационного развития экономики, позволяющий определить профиль научной специализации, приоритетов научно-технической деятельности, направлений разумного использования научного и интеллектуального национального потенциала. Это обусловило необходимость принятия мер, направленных на повышение эффективности науки и усиление ее влияния на развитие экономики, конкурентоспособность национального производства и в целом страны; развитие информационной промышленности; стимулирование производства наукоемкой продукции; создание парка высоких технологий; экспорта информационных продуктов и технологий; повышение качества образовательных услуг; создание соответствующей электронной инфраструктуры; встраивание информационного сектора высоких технологий страны в воспроизводственную цепочку ТНК и др.

Создание фундамента формирования новой экономики и информационного общества, как свидетельствует опыт новых индустриальных стран Юго-Восточной Азии, открывает возможности для перехода транзитивной страны от стратегии догоняющего развития к стратегии опережающего развития.

#### Список использованных источников

1. Кастельс, М. Информационная эпоха. Экономика, общество, культура.- М., 2000, с. 174.
2. Пороховский, А.Ф. Феномен «новой экономики» и функции государства // Российский экономический журнал.- 2002.- № 9.- с. 63.
3. Стрелец И.А. Новая экономика и информационные технологии. М., 2003, с.138.
4. Авдокушин, Е. Ф. К вопросу о сущности и особенностях «новой экономики» // Международная группа ученых-институт проблем новой экономики.- 2004.- № 1.- с. 5-14.
5. Осипов Ю.М., Белолипецкий В.Г. Экономическая теория на пороге XXI в.- М.: Юристъ,- 2001.- 60 с.



6. Махлуп, Ф. Производство и распространение знаний в США. 1962.
7. Стиглиц, Дж. Ревущие девяностые. Семена развала: пер. с англ. и прим. Г.Г. Пирогова. М.: Национальный общественно-научный фонд.- «Современная экономика и право», 2005.
8. Вайнштейн, Г.И. От новых технологий к новой экономике// Мировая экономика и международные отношения.- 2005.- № 10.
9. Капустина, Л.М. Новая экономика и стратегическое управление фирмой// Международная группа ученых-институт проблем новой экономики. 2004.- № 1.- с.76-80.
10. Пиатковский, М. Экономические и институциональные факторы «новой экономики» в странах с переходной экономикой//Белорусский экономический журнал.- 2004.- № 1.
11. Бондарь, А.В. «Новая экономика» на рубеже веков/В сб. Белорусская модель социально-экономического устойчивого инновационного развития: формирование и пути реализации. К 75-летию ИЭ АНБ. Материалы межд. науч.-практ. конф.(19-22.04.2006) Мн., 2006.- с.35-41.
12. Еляков, А.Д. Интернет- тотальная угроза обществу?// Мировая экономика и международные отношения.- 2007.- № 11.- с.92-98.

#### SUMMARY

There were systematized scientists' approaches to the interpretation of the term "new economy" that was revised at the national and international economy levels. There were revealed the prerequisites and trends of the new economy development. It was proved that the new economy for transition economies was a way to open the national economy and to integrate into the international economy through entering the information technologies market, to integrate into global information and innovation flow, an opportunity to apply forwarding development strategy instead of following development strategy for transition economies.

УДК 331.5 (338.46:37)(476)

### **ПРОБЛЕМЫ СОГЛАСОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА ТРУДА И РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ)**

***Е.Н. Коробова***

В условиях переходного состояния белорусской экономики определяющим фактором развития становится человеческий потенциал. Поэтому решающую роль в обеспечении экономического роста страны будет играть своевременная и качественная подготовка специалистов для удовлетворения потребностей науки, экономики и общества в целом.

В качестве фундамента достижения поставленной цели должен выступать механизм взаимодействия рынка труда и рынка образовательных услуг, который появился с выделением сферы профессионального образования из сферы производства. В различных странах выработаны собственные рычаги регулирования профессионального аспекта функционирования, как рынка труда так и рынка образовательных услуг. Главное здесь – это согласованность и взаимодополняемость. Актуальность проблем взаимодействия рынка труда и рынка образовательных услуг характерна не только для Республики Беларусь в целом, но и для отдельных ее регионов. В качестве объекта для анализа и оценки выступает Витебская область.

С точки зрения проблем рынка труда, основным проявлением несогласованности данных институциональных структур экономики выступает структурная безработица.

Таблица 1 – Структура безработных Витебской области за 2004-2006г.г., %\*

Категории безработных	2004г.	2005г.	2006г.	Изменение	
				2005-2004	2006-2005
Имеют образование:					
- общее базовое	19,73	16,18	17,95	-3,55	1,77
- общее среднее	34,12	36,01	36,01	1,89	0
- профессионально-техническое	19,61	20,43	20,2	0,82	-0,23
- среднее специальное	16,45	18,44	17,46	1,99	-0,98
- высшее	10,09	8,94	8,38	-1,15	-0,56
В возрасте до 29 лет (молодежь)	38,67	38,96	35,43	0,29	-3,53
Выпускники учебных заведений	10,9	10,7	6,5	-0,2	-4,2
Трудоустроено безработных в отчетном периоде:					
из них молодежь	42,05	42,01	58,81	-0,04	16,8
Трудоустроено безработных по рабочим профессиям выпускников учреждений, обеспечивающих получение среднего специального, высшего и послевузовского образования	2,57	3,96	13,51	1,39	9,55

\* Источник: Данные Управления службы занятости Витебского облисполкома за 2004-2006 годы.

Как показывают данные таблицы, в течение 2004-2006г.г. в Витебской области резких изменений в образовательной структуре зарегистрированных безработных не произошло: большинство безработных имеют общее базовое и среднее образование, при этом более трети безработных составляют молодежь, что весьма значительно. Молодые, перспективные, инициативные люди не востребованы в экономике области. При этом легче оказалось себя реализовать тем, кто имеет высшее и послевузовское образование. Углубление анализа показало, что большинство вакантных рабочих мест предназначено для рабочих и одновременно большинство безработных имеют образование, предполагающее занятие рабочих должностей (77,37% наличных свободных рабочих мест и вакансий в Витебской области предполагает рабочую профессию). При этом всё чаще в качестве рабочих приходится трудоустроиваться выпускникам учреждений, обеспечивающих получение среднего специального, высшего и послевузовского образования в силу дефицита вакансий (отсутствия спроса) для профессионально подготовленных специалистов и служащих. Так, резкий скачок до 13,51% (на 9,55п.п.) по данному уровню трудоустройства наблюдается в 2006 году.

На основании выявленных тенденций можно говорить о наличии растущих масштабов проблемы профессионально-квалификационного несоответствия спроса и предложения на рынке труда.

Данная проблема вызвана тем, что в процессе формирования в стране рыночной экономики и рынка труда происходят существенные сдвиги в структуре занятости населения, в спросе на различные категории работников. Спрос зачастую оказывается не согласованным с предложением. В соответствии с закономерностями развития постиндустриального общества, усиливается потребность в профессионалах для постоянно возникающих новых специальностей. Однако длительность цикла подготовки выпускников в вузах (5-6 лет) приводит к тому, что их выпуск часто не соответствует актуальным запросам

предприятий и организаций. Таким образом, бюджетные средства, выделяемые на подготовку молодого специалиста по конкретной специальности, затрачиваются с низкой эффективностью: экономика регионов не получает необходимые кадры; выпускники образовательных учреждений вынуждены переучиваться с учетом рынка труда. В Витебской области за 2006 год профессиональным переобучением было охвачено 42,5% зарегистрированных безработных, и 63,87% из них было трудоустроено по полученной профессии. Наиболее популярными профессиями со стороны безработного были: продавец, водитель, оператор ПЭВМ, бухгалтер, предприниматель, парикмахер, маляр-штукатур, облицовщик-плиточник, электрогазосварщик, каменщик, столяр, плотник, тракторист. Однако реально трудоустроенными (что отвечает запросу со стороны субъектов спроса на труд) оказались те, кто получил профессию водитель, каменщик, маляр-штукатур, облицовщик-плиточник, электрогазосварщик, каменщик, столяр, плотник, тракторист. Данный факт говорит о слабой согласованности структуры переподготовки безработных с потребностями экономики региона.

Несбалансированность спроса и предложения, несоответствие профилей профподготовки потребностям экономики, невозможность значительной части выпускников трудоустроиться по специальности, низкая мобильность населения, слабая информированность молодежи о состоянии рынка труда – все эти отрицательные моменты присущи современному состоянию белорусского рынка труда.

Для согласования рынка образовательных услуг и рынка труда, устранения профессионально-квалификационного несоответствия рабочей силы и рабочих мест на региональном рынке труда, смещения акцентов в подготовке и развитии отдельных специальностей и профессий особое внимание должно уделяться системе прогнозирования спроса на специалистов.

Современная белорусская практика является не достаточно эффективной. Она формируется на основе государственных заданий, что не всегда соответствует реальному спросу на труд. Несмотря на разворачивающиеся процессы реструктуризации, в отдельных отраслях экономики сохраняется избыточная численность занятых на предприятиях, что снижает эффективность данных предприятий и организаций. Существующие свободные рабочие места и вакансии (заявленные в службу занятости) не всегда заполняются потенциальными работниками, так как либо созданы искусственно, без учета реальной потребности, либо являются непривлекательными для работников (из-за низкого уровня оплаты труда), либо имеют очень узкую специализацию, «дефицитную» на рынке труда.

Работа по согласованию спроса и предложения рынка образовательных услуги рынка труда (в том числе прогнозирование спроса на выпускников в разрезе специальностей) сегодня ведется слабо. Это делает положение абитуриентов невыигрышным даже не вдвойне, а втройне. Во-первых, им не на что опереться при выборе будущей профессии, кроме советов друзей и родственников: не существует адекватных качественных прогнозов спроса на специалистов. Во-вторых, даже сделав выбор, они могут быть лишены возможности его реализовать — ведь государство устанавливает квоты на прием абитуриентов на отдельные специальности. В результате абитуриент, не прошедший по конкурсу и не имеющий возможности платить за свое обучение самостоятельно, может быть вынужден пойти учиться по специальности, которая ему совершенно не интересна, но зато менее престижна и потому более доступна. В-третьих, в силу особенностей национальной системы высшего образования, раз выбрав специальность, студент практически не имеет возможности скорректировать свой выбор в процессе обучения — не случайно столь широкое распространение получило «второе высшее образование».

Поэтому такая практика прогнозирования имеет мало общего с современными приемами, применяемыми в мире.

Одна из наиболее качественных систем прогнозирования спроса на трудовые ресурсы существует в Великобритании, где прогнозированием спроса на специалистов занимается Институт исследований занятости (IER). Горизонт прогнозирования составляет от 5 до 10 лет, обновление прогноза происходит ежегодно — это чаще, чем в большинстве других стран. Отдельно готовятся прогноз изменения занятости в экономике, прогноз изменения структуры отраслей экономики, распределения занятости по профессиям и типам занятости, предложения труда (высококвалифицированного).

В США прогнозированием спроса на специалистов занимается одно из подразделений министерства труда. До недавнего времени прогноз строился на два года, сейчас он делается на десятилетие и обновляется каждые два года, но при этом периодически публикуются обзоры последних показателей. Минтруда готовит не только прогноз численности и структуры рынка труда по профессиям, но также и прогноз размера и структуры ВВП, темпов роста ВВП, выпуска и занятости по отраслям. При этом от каждого отдельного штата требуется создание собственного прогноза.

Передовой с методологической точки зрения считается система прогнозирования рынка труда в Нидерландах. Прогноз здесь строится на пятилетний период для довольно большого числа секторов экономики, профессий и типов образования, обновление производится каждые два года. Отличительная черта голландской модели состоит в том, что здесь прогнозируются не общие показатели спроса и предложения на рынке труда, как это делается в других странах, а число новых рабочих мест и приток трудовых ресурсов. Кроме того, в Нидерландах строятся также отдельные прогнозы для нескольких провинций страны [1].

Существующие приемы зарубежных стран дают довольно хорошие результаты: статистическая погрешность прогноза в Ирландии, Франции, Канаде, США находится в пределах 10%. Погрешность тем выше, чем подробнее прогноз, т. е. чем больше в нем учитывается профессий и групп профессий, поэтому многие страны строят прогнозы не для отдельных специальностей, а для небольшого числа профессиональных групп. Тщательная оценка системы прогноза в Нидерландах показала, что наиболее точно удается прогнозировать так называемый спрос замещения по профессиям и образованию, тогда как спрос расширения прогнозируется заметно хуже: качество прогноза зависит здесь от точности прогнозирования динамики отдельных отраслей экономики, которое само по себе проблематично.

В целом можно выделить несколько общих характеристик зарубежных систем прогнозирования спроса на кадры.

Во-первых, хотя в ряде стран (США, Франция, Япония) прогнозы строятся министерствами труда, все чаще эта задача поручается независимыми исследовательскими организациями. В ряде стран есть конкуренция между прогнозами рынка труда, что должно приводить к повышению их качества: в Германии два научных института строят два независимых прогноза, а в Канаде, где накоплен длительный опыт прогнозирования, были разработаны три конкурирующие модели [2].

Во-вторых, результаты прогнозов доступны для всех заинтересованных сторон и регулярно публикуются, а также размещаются в Интернете, где ими могут пользоваться все желающие. При этом на сайтах Министерств труда большинства стран размещены региональные прогнозы будущего спроса на профессии и квалификационные требования к ним.

В-третьих, в дополнение к количественным оценкам прогноза все больше вводятся качественные характеристики рынка труда. С недавнего времени в прогнозе рынка труда в развитых странах отмечается важность общих навыков, таких как: умение общаться, умение обращаться с числами, умение мыслить в категориях решения задач и работать с другими людьми, готовность нести

ответственность за развитие собственного человеческого капитала, знание информационных технологий (компьютерная грамотность). [1]

Использование методологической основы прогнозирования спроса на подготовку специалистов в условиях Республики Беларусь в чистом виде проблематично. Необходимо формирование национальной системы прогнозирования с учетом особенностей базовых характеристик рынка труда, запросов национальной экономики и возможностей отечественной системы образования.

В настоящее время построение системы прогнозов спроса на подготовку специалистов сталкивается с рядом проблем, основной из которых является состояние информационной базы.

Основа для прогноза (обычно используются при этом методы экстраполяции, корреляционно-регрессионный анализ) – полная, качественная, адресная информация. В настоящее время профессионально-квалификационный состав занятых, рассматриваемый как совокупность групп занятий, приводится только в масштабах экономики в целом без выделения основных отраслей. Это не позволяет прямо и непосредственно проследить за изменениями профессионально-квалификационного состава по отраслям и оценить влияние отраслевых сдвигов в структуре занятости на общую ситуацию с составом занятых. Соответственно, затруднены анализ и прогноз занятости в профессионально-квалификационном аспекте, включая прогноз дополнительной потребности в кадрах в связи с ростом экономики.

Распределение занятых по уровню образования ограничивается отраслями экономики. Между тем, для оценки и прогноза потребности в подготовке кадров с высшим, средним и начальным профессиональным образованием желательны данные о распределении по уровню образования работающего персонала предприятий и организации в отраслях экономики. Имеющиеся сейчас статистические данные не позволяют оценить динамику занятости в разрезе профессионально-квалификационной структуры рабочих мест экономики региона. Для планирования системы подготовки кадров этих сведений явно недостаточно. По мнению С.А. Алашева, Т.Г. Кутейницыной, Н.Ю. Посталюк, отраслевая структура занятости не дает представлений ни о профессиональной квалификации работников, ни о необходимом уровне образования. С другой стороны, профессиональная квалификация работника не обязательно жестко привязана к той или иной отрасли экономики: например, профессия водителя является универсальной и присутствует в статистике каждой отрасли экономики. [3]

Одновременно распределение занятых в каждой группе по полу не сочетается с их распределением по возрасту. Это затрудняет прогнозирование естественной убыли кадров, поскольку у мужчин и женщин не одинаковы возраст возможного выхода на пенсию по старости, частота инвалидизации и смертности в трудоспособном возрасте. По этим же причинам желательно возрастную группу 50 - 59 лет разбить на две - 50 - 54 года и 55 - 59 лет [4].

Российские исследователи М.В.Заводовская, Н.Н.Тополук, А.Ф.Ковалевский подчеркивают, что использование методов экстраполяции в прогнозировании в условиях переходной экономики имеет некоторые особенности. Дело в том, что для высокой степени государственного регулирования экономики Республики Беларусь падение производства в различных отраслях, как правило, не сопровождается пропорциональным вытеснением занятости [5].

В силу данных проблем необходимо совершенствование информационно-статистической базы белорусского образования, которая должна быть использована в качестве фундаментальной основы для качественного прогнозирования потребностей в специалистах регионального уровня.

Прогнозирование, в свою очередь, будет способствовать удовлетворению потребностей отраслей народного хозяйства в кадрах, оптимальному сочетанию источников финансирования образовательных услуг, рациональному

использованию труда молодежи, повышению конкурентоспособности выпускников вузов, оптимизации социально-образовательных технологий, формированию инновационно-образовательной среды.

#### Список использованных источников

1. Федюкин, И. Управление спросом и предложением на российском рынке образования / Журнал для медленного чтения «Отечественные записки», №3, 2007. [Электронный ресурс] режим доступа :<http://www.strana-oz.ru/authors/?author-822.html>
2. Лапин, А.Е. Проблемы и перспективы государственного менеджмента рынка труда в России: взгляд из региона. Менеджмент в России за рубежом, №4, 2000. [Электронный ресурс] режим доступа :<http://www.dis.ru/manag/arhiv/2000/4/12.html>
3. Алашеев, С.Ю., Кутейницына Т.Г., Посталюк Н.Ю. Методика среднесрочного прогнозирования спроса на подготовку специалистов в системе профессионального образования региона. [Электронный ресурс] режим доступа <http://labourmarket.ru/conf3/reports/alasheev.doc>
4. Попов, А. Потребность экономики в специалистах и квалифицированных рабочих: методические основы прогнозирования [Электронный ресурс] режим доступа <http://www.rhr.ru/index/jobmarket/russia/8035,0.html>
5. Заводовская, М.В., Тополюк Н.Н., Ковалевский А.Ф. Методы прогнозирования потребности в специалистах с высшим образованием в России. [Электронный ресурс] режим доступа [http://www.unn.ru/jobinfo/nauka\\_doc8.htm](http://www.unn.ru/jobinfo/nauka_doc8.htm)
6. Ильяшова, А.А., В.Н.Парахина Состояние регионального рынка труда и образовательных услуг. Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. Серия «Экономика», №2, 2003. [Электронный ресурс] режим доступа: <http://science.ncstu.ru/articles/econom/10>
7. Королева, Т.В. Подготовка молодежи к выходу на рынок труда. [Электронный ресурс] режим доступа: [http://www.book-ua.org/FLES/psychology/3\\_03\\_2008/psy\\_2618.html](http://www.book-ua.org/FLES/psychology/3_03_2008/psy_2618.html)

#### SUMMARY

In article are considered questions of the moving the personnel in отраслевом aspect. Problems of the interaction regional market labour and market of the educational services are revealed On base of the called on analysis. For decision given problems is marked circle of the priority questions, decision which will allow to provide consensus between data market. It Is Made review of the foreign methodses of the forecasting, used for determination of the necessary quantitative composition specialist.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ АВАРИЙ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ РЕГИОНА

*А.Г. Кульбей*

Рассматриваются вопросы обеспечения экологической безопасности водных объектов Беларуси за счет повышения надежности подводных переходов магистральных трубопроводов. Предложены подходы к оценке текущего состояния подводных переходов и снижению риска их отказа.

Транспортировка углеводородного сырья трубопроводным транспортом является наиболее экологобезопасной [1] однако, в результате аварий оказывается серьезное негативное влияние на окружающую среду. Это ярко иллюстрируется аварией, произошедшей в Бешенковичском районе 23 марта 2007г. на нефтепродуктопроводе Унеча-Вентспилс. Разгерметизация нефтепродуктопровода произошла в нескольких километрах от ближайшего водного объекта (реки Улла), однако более 100 тысяч тонн дизельного топлива все равно попало в реку Западная Двина и загрязнило акваторию реки вплоть до Балтийского моря. Однако, как показывают расчеты [2], указанная цифра могла бы быть на порядок больше, если бы авария произошла на подводном переходе магистрального нефтепровода (ППМН), что многократно затруднило бы остановку утечки нефтепродукта из трубопровода и увеличило продолжительность поступления нефтепродукта в окружающую среду. Поэтому повышение надежности нефте- и нефтепродуктопроводов в местах пересечения ими водных объектов (на подводных переходах) является одной из важных задач обеспечения экологической безопасности как водных объектов, так и всего региона в целом.

Количество вышедшего из трубопровода продукта определяется типом разгерметизации трубопровода, их которых «свищ» - наиболее малое отверстие разгерметизации, а «гильотинный разрыв» - наиболее большое. Первоначально кажется, что чем меньше отверстие, то тем меньше транспортируемого продукта выйдет из трубопровода и тем меньше образуется загрязненный участок. Однако это ошибочное предположение, т.к. не учитывается величина интервала времени от момента разгерметизации до момента её обнаружения. Чем больше порыв, тем легче его обнаружить. В таблице 1 приводится типичный расчет времени распространения пятна нефти при возникновении аварии на магистральном нефтепроводе.

Таблица 1 - Время распространения пятна нефти

Характер разрыва	Составляющие времени распространения пятна нефти, сек				Всего, сек	Всего, час
	До обнаружения	Время сбора бригады	Время, затр. на дорогу	Разворачивание бригады		
гильотинный разрыв	60	1200	1800	7200	10260	2,85
свищ	43200	1200	1800	7200	53400	14,83

Предполагается, что по истечении указанного времени распространения пятна нефти будут реализованы меры по предотвращению дальнейшего распространения нефтяного загрязнения – на установленных рубежах улавливания нефти уже будут развернуты боновые заграждения, т.е. осуществится локализация аварии. Однако на водотоках с течением за это время нефтяное пятно осуществит свой дрейф на некоторое расстояние, рассчитываемое с учетом поправок на извилистость русла и взаимодействие нефтяного пятна с ветром. В таблицах 2 и 3 приводятся результаты

расчета длины загрязненных участков при возможных авариях на подводных трубопроводах.

Таблица 2 - Расчет масштабов загрязнения (характер разрыва – «свищ»).

БЛОК	Скорости воды в коридоре ППМН (средн), м/с		Время распространения, с	Длина загрязнённого участка реки, м	
	Межень	Паводок		Наиб.ожидаемая	Максимальная*
р. Зап. Двина	0,69**	1,91***	53400	36 846	101 994
р.Сож	0,35-0,58	0,83-1	52200	6 003	6 786
р.Днепр	0,3-0,58	0,7-1,28	53700	7 518	89 357
р.Припять	0,17-0,3	0,5-1,8	52680	3 424	123 271

Примечание: \*- с учетом 30% попутной средней скорости ветра согласно климатическому району; \*\* - вероятность превышения составляет 50%; \*\*\* - вероятность превышения составляет 10%.

Таблица 3 - Расчет масштабов загрязнения («гильотинный разрыв»).

БЛОК	Скорости воды в коридоре ППМН (средн), м/с		Время распространения, с	Длина загрязнённого участка реки, м	
	Межень	Паводок		Наиб.ожидаемая	Максимальная
р. Зап. Двина	0,69	1,91	10260	9 061	32 608
р.Сож	0,35-0,58	0,83-1	9060	1 042	1 178
р.Днепр	0,3-0,58	0,7-1,28	10560	1 478	17 572
р.Припять	0,17-0,3	0,5-1,8	9540	620	22 324

Для повышения надежности безаварийной работы ППМТ, автором разработана структурная модель оценки надежности функционирования ППМТ, позволяющая производить учет влияния внешних факторов на всех стадиях его жизненного цикла, выявить наиболее негативно влияющие факторы и произвести их устранение до возникновения аварии на трубопроводе.

При использовании модели были выделены факторы, традиционно негативно влияющие на надёжность любого ППМТ. Но такой анализ необходимо проводить непосредственно для каждого ППМТ с применением конкретных данных. Общий упрощенный вид модели:

$$P_n \Rightarrow \min W \Rightarrow [(\max \mathcal{E}) \vee (\min \sum \omega)]$$

где:  $P_n$  – принимаемое решение;  $W$  – функционал цели;  $\mathcal{E}$  – эффективность принятого решения;  $\sum \omega$  – суммарные затраты.

Модель позволяет выделить несколько расчетных решений:

$P_1$  - изменение периодичности диагностического обследования;  $P_2$  - изменение технологического режима перекачки (снижение рабочего давления);  $P_3$  - плановый ремонт подводного перехода;  $P_4$  - аварийный ремонт подводного перехода;  $P_5$  - консервация;  $P_6$  - ликвидация.



Причём  $P_7 \in [P_2 \cup P_3 \cup P_4 \cup P_5 \cup P_6]$  – недопоставка продукта. т.е.  $P_7 \in [P_2 \cup P_3 \cup P_4 \cup P_5 \cup P_6] \Rightarrow \min \exists$

Решение об обеспечении экологической безопасности водного объекта нельзя принимать в одностороннем порядке, т.е. производя ликвидацию сооружений, находящихся вблизи рассматриваемых водных объектов, поэтому решение  $P_8 \in [P_2 \cap P_4 \cap P_5 \cap P_6]$  считается максимально неудовлетворительным, т.к. влечет остановку перекачки продукта и ликвидацию ППМТ.

Далее необходимо провести измерение качественных признаков в количественном выражении, т.е. квантификацию. Проведение такой работы встречает ряд трудностей, связанных с существованием большого массива рассматриваемых факторов, влияющих на надежность ППМН, что заставляет вводить в рассматриваемую модель граничные условия, отдаляющие получаемый результат от реального состояния объекта.

Поэтому в настоящий момент автором производится разработка методики расчета индекса надежности ППМН с использованием метода экспертной оценки. Методика основана на теории нечетких множеств, предложенной Лотфи А. Заде. [3] Лингвистические переменные теории нечетких множеств делают возможным использование в оценке риска не только чисел, но и слов или предложений естественного языка. Они позволяют формализовать качественную информацию об объекте, представленную в словесной форме специалистами-экспертами. Такой подход используется при экспертной оценке риска сложных технических систем и уже широко применяется в страховом деле, проектировании и т.д. Использование метода экспертной оценки и лингвистических переменных в задачах оценки риска, оценки надежности, оценки безопасности и т.д. дает возможность определить состояние объектов, о которых имеется недостаточная или неполная информация.

На предприятиях транспорта нефти и нефтепродуктов, в состав эксплуатационных сооружений которых входят ППМН, отсутствует значительное количество необходимой информации по технологии и качеству строительства трубопровода (технология и качество изготовления применяемых труб, их транспортировка, хранение, монтаж). Отсутствуют подробные данные по анализу грунтов, по типу пересекаемых болот и т.д. Существующие базы данных не имеют оперативного обновления информации. Именно поэтому метод экспертной оценки надежности ППМТ представляется как наиболее приемлемый, позволяющий произвести обеспечение экологической безопасности водных объектов в условиях ограниченной информации.

В результате проведенного исследования можно сделать ряд выводов:

- Наличие высокой экологической, социальной и экономической опасности подводных переходов магистральных трубопроводов в процессе их эксплуатации определяет актуальность направления исследований.
- Повышение надежности и безопасности подводных переходов магистральных трубопроводов должно базироваться на основе создания комплексной системы прогнозирования состояния подводных переходов, мониторинга его текущего состояния и предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций на основе профилактического обслуживания и ремонта.
- Разработанная имитационная модель подводного перехода магистрального трубопровода позволяет учитывать конструктивные особенности перехода, условия его работы, режимы эксплуатации и их изменения за время функционирования, что дает возможность точнее оценивать уровень надежности подводного перехода.

#### Список использованных источников

1. Власак П., Липский В.К. Экологические аспекты трубопроводного транспорта. // Охрана окружающей среды. – 1982. Вып. 1. – С. 59-62

2. Липский В.К., Кульбей А.Г., Вегера А.И., Щепилов Н.Н. Опыт декларирования промышленных объектов. / Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: Тезисы докладов IV международной научно-технической конференции. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2003 – 206 с
3. Zadeh, L. A., The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Information Sciences, Vol. 8, pp. 199—249, 301—357; Vol. 9, pp. 43—80. (1975).

#### SUMMARY

In the text questions of maintenance of ecological safety of water objects of Belarus at the expense of increase of reliability of underwater transitions of the main pipelines are considered. Approaches to an estimation of a current condition of underwater transitions and decrease in risk of their refusal are offered.

УДК 504.064.4

### РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

*В.Е. Савенок*

Представлена характеристика предприятия «ЧЕСС-БЕЛ», как источника загрязнения атмосферы. Выявлен перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием в атмосферу. Произведен расчет приземных концентраций загрязняющих веществ долгопериодного загрязнения, основанный на разовых концентрациях, определенных по методу Гаусса.

Проблема чистого воздуха волнует всех, но больше всего она волнует жителей населённых пунктов, в которых функционируют промышленные предприятия. Причем главным критерием экологической безопасности является не величина предприятия, а степень загрязнения им атмосферного воздуха. Данное обстоятельство стимулирует природоохранные мероприятия предприятия. В тоже время не всегда оправданным является излишняя перестраховка и применение завышенных требований к предприятию, что не только сдерживает его экономический рост, но и приводит к снижению экономической эффективности экологических мероприятий, проводимых на предприятии.

По заданию иностранного предприятия (ИП) «ЧЕСС-Бел», нами проведен расчет зон рассеивания загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух этим предприятием, основанный на разовых концентрациях. ИП «ЧЕСС-Бел» предназначено для переработки углеводородного сырья и газов нефтяных и производства автомобильных бензинов и частично других нефтепродуктов (керосин, дизельное топливо, печное топливо, мазут), получаемых в технологическом цикле переработки углеводородного сырья и нефтяных газов. Предприятие размещается в свободной экономической зоне (СЭЗ) «Витебск». По роду своей деятельности предприятие также может хранить различные сорта бензинов, дизельное и печное топливо. В настоящее время осуществляется модернизация предприятия, в результате которой появится современный технологический цикл переработки углеводородного сырья. После выхода предприятия на проектную мощность объем его производства составит 120 тыс. тонн в год.

ИП «ЧЕСС-Бел» согласно классификации СанПиН 10-5 РБ 2002 [1] является предприятием I класса опасности, т.к. относится к предприятиям по производству и переработке нефти, попутного нефтяного и природного газа. Для предприятий первого класса размер СЗЗ составляет 1000м.

Однако, незначительная мощность предприятия по сравнению с мощностями других предприятий отрасли позволяет поставить вопрос о переводе его в более

низший класс опасности. На первом этапе целесообразно изменить размеры санитарно защитной зоны в сторону уменьшения. Для обоснования этого необходим уточненный расчет зон рассеивания загрязняющих веществ в районе предприятия.

Воздух в районе расположения предприятия загрязнен пылью, диоксидом серы, оксидом углерода, диоксидом азота, оксидом азота, аммиаком, формальдегидом. Значения фоновых концентраций этих вредных веществ не превышают предельно-допустимые концентрации (ПДК) [2].

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе предприятия выполнялся РУП «БелГПИ» по унифицированной программе «Эколог-2.55» [2], реализующей «Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД 86). Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе приземных концентраций выполнен по всем веществам, выделяющимся из точечных источников (организованный выброс) и неорганизованных источников - резервуаров. Однако, недостатком данного расчета является то, что методика ОНД-86 слабо учитывает влияние метеорологических факторов. Поэтому нами для расчетов использовалась методика, основанная на методе Гаусса (утверждена Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды в качестве рекомендуемой к использованию) [3]. Данная методика учитывает многообразие погодообразующих факторов более полно, чем метод, основанный на ОНД-86. Здесь учитываются факторы скорости ветра, а также дневной солнечной инсоляции или ночной облачности и обусловленные ими состояния устойчивости атмосферы. Расчет производился для наиболее значимых загрязняющих веществ источников, вносящих основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха в районе предприятия. Исходные данные для расчёта были взяты из технологического регламента предприятия, а также на основании документов по предприятию аналогу.

По методу Гаусса средняя (долгопериодная) концентрация в точке А с координатами X,  $\varphi$  определяется по формуле:

$$\bar{q}(x, \varphi) = \frac{P\varphi}{P_0} \cdot \frac{\sum_{s=1}^6 \varphi_s P_s q(x)}{\sqrt{2\pi}}, \text{ мг/м}^3 \quad (1)$$

где  $\frac{P\varphi}{P_0}$  есть относительная вероятность ветра в направлении от источника к расчетной точке А;  $q(x)$  – рассчитанная по Гауссу среднечасовая приземная концентрация на расстоянии X от источника при усредненных параметров выброса и различных классах устойчивости, мг/м<sup>3</sup>;  $\varphi_s$  - горизонтальная дисперсия раскрытия факела при классе устойчивости атмосферы S;  $P_s$  – вероятность реализации класса устойчивости атмосферы S за период осреднения.

По Гауссу разовые концентрации соотносятся с периодом осреднения 60 мин (1 час).

Разовая приземная концентрация на оси факела определяется:

$$q(x) = \frac{M \cdot 1000}{\pi \cdot U_H \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \cdot e^{-\left(\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right)}, \text{ мг/м}^3 \quad (2)$$

где X – координата, направленная вдоль ветра, м; Y – перпендикулярное направление по горизонтали, м; Z – высота над поверхностью земли, м; M – масса выбросов примеси источником, г/с;  $U_H$  – скорость ветра на эффективной высоте источника H, м/с;  $\sigma_Y, \sigma_Z$  - горизонтальная и вертикальная дисперсии, функции X, состояния устойчивости пограничного слоя атмосферы, шероховатости

подстилающей поверхности и времени осреднения, м;  $H$  – эффективная высота источника,  $(h+\Delta h)$ , м;  $h$  – геометрическая высота источника, м;  $\Delta h$  – подъем факела, м;  $M$  – масса выброса из источника, г/с.

Скорость ветра на эффективной высоте источника определяется по формуле:

$$U_H = U_{10} \cdot \frac{\lg \frac{H}{Z_0}}{\lg \frac{10}{Z_0}}, \text{ м/с} \quad (3)$$

где  $U_{10}$  – скорость ветра на высоте флюгера (10 м), м/с;  $Z_0$  – шероховатость подстилающей поверхности, м.

Подъем дымового факела при нейтральных и неустойчивых состояниях атмосферы (классы А,В,С,Д) определяется по формуле:

$$\Delta h = \frac{1,9 \cdot d \cdot W_0}{U_{10}} + \frac{4,95 \cdot F}{U_{10}^3}, \text{ м} \quad (4)$$

где:  $F$  – параметр плавучести,  $\text{м}^4/\text{с}^3$ ;  $W_0$  – скорость газов в устье источника (дымовой трубы), м/с;  $d$  – диаметр устья источника, м.

Для устойчивой стратификации при наличии ветра (класс Е) для расчёта высоты подъёма факела используется формула:

$$\Delta h = 3,8 \left( \frac{F}{U_H S} \right)^{\frac{1}{3}}, \text{ м} \quad (5)$$

где  $S$  – параметр устойчивости. Для класса Е величина  $S$  составляет  $8,7 \cdot 10^{-4}$ .

Расстояние  $X_m$ , на котором достигается максимум разовой приземной концентрации, равно расстоянию, при котором вертикальная дисперсия факела имеет значение:

$$\sigma_z = \frac{H}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

Для каждого класса устойчивости атмосферы  $X_m$  принимает разные значения  $X_{ms}$ .

Расчет величины долгопериодного максимума концентраций выполняется по формуле (1) для расстояния, которое определяется по формуле:

$$Xm = \sum X_{M_s} P_s, \text{ м} \quad (7)$$

где  $X_{M_s}$  – расстояние, на котором разовая концентрация каждого из классов устойчивости  $S$  достигает своего максимума.

Организованные источники, вносящие основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха в районе предприятия: котельная, печь, свеча. По результатам расчета, для данных источников определены разовая приземная концентрация, максимально разовая приземная концентрация и расстояние, на котором она достигает максимального значения для всех классов устойчивости атмосферы. С учетом полученных результатов, определена средняя (долгопериодная) концентрация загрязняющих веществ на расстоянии, на котором они достигают своего максимума по всем румбам ветра и при штиле, которая по всем видам загрязняющих веществ значительно ниже ПДК. Свое наибольшее значение средняя концентрация принимает при южном ветре и составляет для котельной (диоксид азота – 0,012ПДК, диоксид серы – 0,01ПДК, оксид углерода – 0,001ПДК); для печи (диоксид азота – 0,1ПДК, оксид азота – 0,0001ПДК, сажа – 0,075ПДК); для свечи для всех углеводородов менее 0,0001ПДК.

Максимальные расстояния, на которых загрязняющие вещества различных источников достигают своего долгопериодного максимума, с учетом максимума по каждому из классов устойчивости, находятся в пределах 160 м (городская застройка). Для сельской местности максимальное расстояние для котельной — 543,6 м.

Неорганизованными источниками на предприятии являются резервуары газового конденсата, резервуары бензиновой фракции, резервуары бензинов А-76 и Аи-92, резервуары дизельного и печного топлив, дренажная емкость. Максимальная концентрация загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от неорганизованных источников, значительно ниже ПДК и с учетом фона составляет (в долях ПДК): амилены — 0,22; бензол — 0,17; ксилол — 0,14; толуол — 0,38; этилбензол — 0,36.

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод, что уровень загрязнения окружающей среды данным предприятием ниже установленных норм. Несмотря на то, что максимальные расстояния, на которых загрязняющие вещества, выбрасываемые от некоторых источников, достигают своего максимума на расстояниях более 500 м, однако сами эти концентрации значительно меньше ПДК. Данный вывод был учтен при удовлетворении ходатайства предприятия о снижении размеров его санитарно-защитной зоны в два раза (с 1000 до 500 метров).

#### Список использованных источников

1. СанПиН 10-5 РБ 2002. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов с дополнениями 2006 г (утв. постановлением Главного гос. санврача №12 от 8.02.2006) – Минск, 2002. - 40с.
2. Расчеты к обоснованию уменьшения санитарно-защитной зоны предприятия: Отчет по НИР / РУП «Белорусский государственный проектный институт»: заказ № 184.5. Инв. № 216.- Витебск, 2006. — 130с.
3. Методика расчета приземных концентраций разных периодов осреднения: Сб. норм. док. по вопросам охраны окружающей среды / Сост. Войтов и в., Кожевникова Р.К. – вып. 30. - Мн: ОДО «Лоранж-2», 2001- с. 35-60.

#### SUMMARY

Object of research is the process equipment of the enterprise "CHESS-BEL" considered as a source of influence on an environment.

The purpose of job is the account of dispersion of polluting substances of the enterprise in atmospheric air.

For achievement of an object in view the sources of pollution and list of polluting substances are revealed, the account bottom of concentration of polluting substances on a method Gauss is made.

УДК 675.086.004.14

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА**

***А.А. Трутнёв, А.В. Гречаников, С.Г. Ковчур, А.П. Платонов***

В настоящее время во всём мире актуальным является вопрос утилизации различных видов неорганических отходов. Одним из основных направлений утилизации неорганических отходов является разработка технологии комплексной утилизации неорганических отходов, образующихся на станциях обезжелезивания и при водоподготовке на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ). Ежегодно на станциях обезжелезивания и ТЭЦ образуются тысячи тонн отходов, которые состоят в

основном из нерастворимых оксидов, гидроксидов, карбонатов железа, кальция, магния, алюминия и являются ценным химическим сырьем. Образующиеся отходы вывозятся для складирования на специально отведенные полигоны или площадки и практически не утилизируются, в результате чего теряются ценные химические компоненты и происходит загрязнение окружающей среды, а организация и эксплуатация полигонов требует значительных затрат. С 23 января 2008 года вступил в силу Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами». В нём, в частности, запрещается захоронение вторичных материальных ресурсов на полигонах твёрдых коммунальных отходов. В связи с этим актуальной научно-технической задачей является разработка новых технологий комплексной утилизации неорганических отходов.

Одним из путей решения этой проблемы является использование неорганических отходов при производстве строительных материалов, фасадных красок, а также при производстве асфальтобетонной смеси.

Большинство строительных материалов имеет большие объемы и объемную массу, что вызывает значительные расходы на их перевозку от завода или карьера, где их изготовляют или добывают, на строительную площадку. Стоимость перевозки некоторых дешевых строительных материалов может превысить их натуральную стоимость. Поэтому для удешевления строительства и разгрузки транспорта от излишних перевозок строители должны стремиться применять по возможности шире те материалы, которые добывают или вырабатывают вблизи строящегося объекта. Такие материалы носят общее название местных и к ним, в первую очередь, относят песок, гравий, щебень, известь, природные камни, кирпич, камышит и другие.

При этом важно использовать имеющееся в строительной индустрии нашей республики технологическое оборудование, в частности, при производстве асфальтобетона предлагается использовать оборудование асфальтобитумных заводов.

Для того чтобы использовать тот или другой материал в строительстве, нужно знать его физико-механические свойства и учитывать те условия, в которых он будет работать в строительной конструкции. Основные свойства строительных материалов можно разделить на несколько групп.

К первой группе относят физические свойства: плотность, объемная масса и пористость. От них в большой степени зависят другие важные в строительном отношении свойства строительных материалов.

Вторую группу составляют свойства, характеризующие отношение строительного материала к действию воды и отрицательных температур: водопоглощение, влажность и отдача влаги, гигроскопичность, водопроницаемость, водо- и морозостойкость.

В третью группу входят свойства, характеризующие отношение материалов к действию тепла: теплопроводность, огнестойкость и огнеупорность.

В четвертую группу включают механические свойства: прочность, твердость, истираемость и др.

Помимо основных различают еще специальные свойства, присущие лишь отдельным видам строительных материалов. Способность некоторых материалов сопротивляться разрушающему действию кислот, щелочей, солей и газов носит общее название химической (или коррозионной) стойкости.

На Витебской ТЭЦ и котельной «Южная» Витебского телезавода воду берут из реки Западная Двина и очищают от примесей и солей жесткости. Отходы хранятся в отстойниках и весной частично опять попадают в реку. В настоящее время накопилось около 1000 тонн жидких отходов, ежемесячно образуется около 50 тонн шлама или 5 тонн отходов в расчете на сухое вещество.

На Витебской ТЭЦ для очистки воды в качестве коагулянта используют сульфат алюминия, а в качестве флокулянта – полиакриламид, а на котельной «Южная» в

качестве коагулянта применяют сульфат железа. Сбрасывать отходы в реку или использовать их в качестве удобрений нельзя, так как в них содержится 10-12 % соединений алюминия и железа.

В результате проведенных исследований установлено, что шлам ТЭЦ может найти применение для изготовления асфальтобетонных материалов. Стоимость дорожного покрытия достигает 70 % от общих затрат на сооружение дороги. Поэтому устройство дорожных одежд из местных материалов и отходов промышленности является актуальной задачей. Применяемая в дорожном строительстве органоминеральная смесь холодной укладки для ремонта покрытий автомобильных дорог имеет следующий состав: песчано-гравийная смесь (размер зерен 0,1-15 мм) – 62 %; щебень гранитный (размер зерен 5-20 мм) – 28 %; доломитовая мука (размер зерен 0,1-2,5 мм) – 7 %; активатор (гашеная известь) – 3 %; битум нефтяной жидкий с вязкостью 60 с. – 6 % от веса минеральных материалов.

Нами разработан состав холодной органоминеральной смеси, в котором вся доломитовая мука заменена шламом продувочной воды, образующемся на Витебской ТЭЦ. Изготовление образцов органоминеральной смеси проводилось следующим образом. Предварительно высушенные и нагретые до 110 °С минеральные материалы перемешивались в механическом смесителе. Допускается применение минеральных материалов с естественной влажностью до 4 %. Затем в смесь добавляется шлам и перемешивается в течение 10 минут. Шлам заменяет весь минеральный порошок (доломитовую муку). Постепенно, со скоростью 2-3°С в минуту температуру смеси доводят до 100 °С. Периодически измеряют осадку конуса. Осадка конуса изменялась от 12-14 см при 55 °С до 2-3 см при 100 °С. Через 30 минут после начала перемешивания в смесь добавляется предварительно разогретый до 65 °С битум нефтяной, дорожный, жидкий. На рисунке 1 представлена технологическая схема приготовления асфальтобетона.

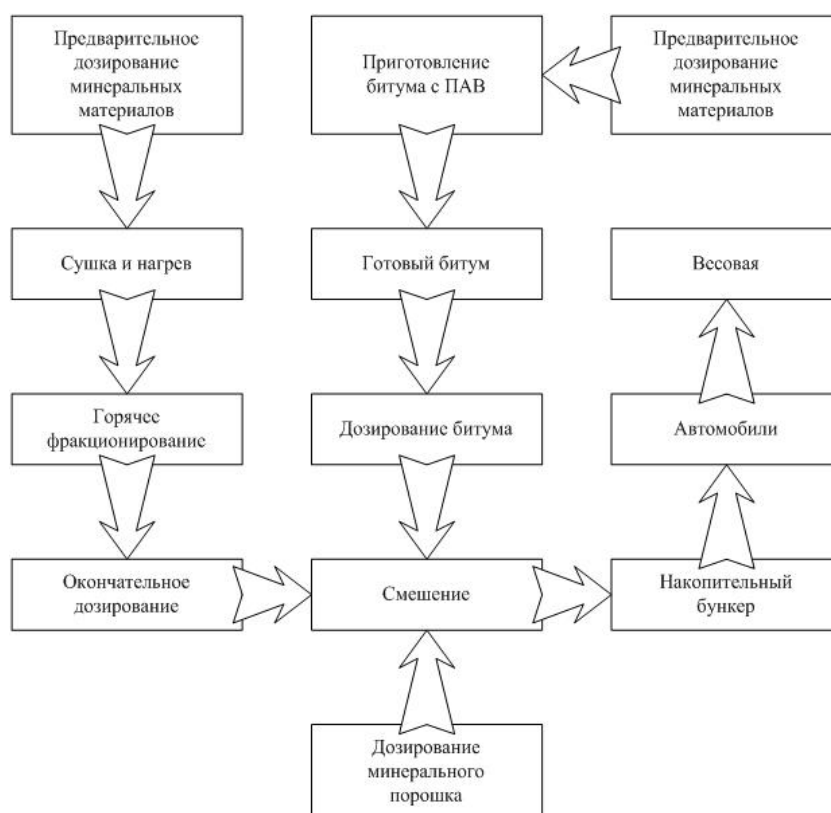


Рисунок 1 - Технологическая схема приготовления асфальтобетона

Коммунальное унитарное ремонтно-строительное предприятие «Оршанский Ремонтник» в год производит 15000 тонн асфальтобетона. Содержание доломитового порошка в асфальтобетоне составляет 8 %.

Срок службы асфальтобетона, производимого КУП «Оршанский Ремонтник», составляет 5 лет. Использование в составе асфальтобетона отходов ТЭЦ улучшает прочностные характеристики дорожного покрытия. По данным лаборатории УП «Витебскоблдорстрой» срок службы асфальтобетона увеличился на 30 % и составил 6,5 лет.

На рисунке 2 представлен образец асфальтобетона стандартного состава.



Рисунок 2 - Образец асфальтобетонной смеси стандартного состава

Увеличение срока службы асфальтобетона даст существенный экономический эффект вследствие экономии материально-технических ресурсов, необходимых для укладки и ремонта дорожных покрытий.

На рисунке 3 представлен образец асфальтобетона с добавками шлама Витебской ТЭЦ.





Рисунок 3 - Образец асфальтобетонной смеси с добавкой шлама ТЭЦ

Замена доломитового порошка шламом приводит к улучшению таких физико-механических свойств асфальтобетона, как модуль остаточной деформации при 50 °С; предел прочности при растяжении при 0 °С; предел прочности при сжатии при 50 °С. Это связано с более сильным вандерваальсовым взаимодействием между молекулами битума и оксида железа (III), а также лучшей смачиваемостью минерального порошка битумом, что способствует образованию более плотной структуры асфальтобитумной смеси и уменьшению количества пор и трещин. Это объясняется тем, что полярная молекула сильнее взаимодействует с полярной молекулой, а неполярная молекула с неполярной. Связь Me–O более полярна в доломите, чем в  $Fe_2O_3$ .

Вследствие этого оксид железа менее полярен, чем доломит, и поэтому  $Fe_2O_3$  будет лучше взаимодействовать с битумом ( $C_{10}H_{22} - C_{20}H_{42}$ ), который является неполярным веществом, чем с доломитом. Частицы оксида железа лучше смачиваются битумом, чем частицы доломита. Поэтому структура асфальтобетона, содержащего в качестве минерального порошка прокалённые отходы ТЭЦ, в составе которых 70–75 % оксида железа (рис. 3), существенно отличается от структуры асфальтобетона, содержащего в качестве минерального порошка доломит (рис. 2).

Применение отходов ТЭЦ экономически эффективно, так как отпадает необходимость в использовании доломитовой муки, которая производится для сельского хозяйства и не всегда отвечает нормам СТБ по гранулометрическому составу [1, 2].

Разработка и внедрение технологии изготовления асфальтобетона с использованием шлама ТЭЦ позволяет экономить 7-8 % минерального связующего, входящего в состав дорожного покрытия. При этом достигаются следующие технико-экономические результаты: улучшаются прочностные

характеристики асфальтобетона и сопротивление пластическим деформациям; стоимость дорожного покрытия уменьшается на 10-12 % вследствие экономии доломитовой муки.

#### Список использованных источников

1. Платонов, А.П. Физико-химические основы технологии комплексной утилизации отходов ТЭЦ / А.П. Платонов, С.Г. Ковчур, И.И. Лиштван, А.В. Гречаников. // Природные ресурсы. – 2005. – № 1. – с.106–109.
2. Асфальтобетонная смесь с отходами ТЭЦ / А.В. Гречаников, А.П. Платонов, С.Г. Ковчур // Патент № 8764 национальный центр интеллектуальной собственности, заявка № а20031083, зарегистрировано 21.09.2006 г.

#### SUMMARY

The author of the article has worked out the waste technology on the example of Vitebsk thermal utilization power station. On this thermal power station water take from the river Western Dvina and clear of impurity and salts of rigidity. The technology of recycling waste of thermal power station allows developed to replace mineral powder in structure road mix the wastes. It makes possible to produce asphalt and concrete for road construction.

УДК 678.746.222

### **ЗАЩИТНО–ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА, КАУЧУКА И БИТУМА**

***Г.Я. Мусафирова***

Исследованы технологические, физико-механические и гидроизоляционные характеристики разработанных защитно-герметизирующих композиций на основе вторичного полистирола, каучука и битума. Установлено, что с уменьшением условной вязкости разработанных материалов, увеличивается их адгезионная способность, но ухудшаются прочностные, гидроизоляционные характеристики и укрывистость.

#### ВВЕДЕНИЕ

Глобальное загрязнение окружающей среды полимерными отходами создает угрозу существованию человека. С другой стороны, серьезную проблему для промышленности, строительной индустрии и сельского хозяйства представляют истощения сырьевых ресурсов, что приводит к возрастанию себестоимости производимых материалов и потере их конкурентоспособности. В связи с этим, проблема производства материалов на основе вторичного сырья является приоритетным направлением современного материаловедения.

Одной из главных трудностей при создании материалов путем переработки бытовых и промышленных отходов является проблема совместимости в единой композиции веществ, различных по природе и физико-химическим характеристикам. Применительно к полимерам решение этой проблемы является наиболее сложным, так как особенности их строения и свойств практически исключают их полную термодинамическую совместимость. Выход из этого положения был найден за счет использования низкомолекулярных жидкостей, например, ацетона и гексана, обладающих удовлетворительной совместимостью с основными компонентами разрабатываемых полимерных композиций (отходы пенополистирола, в. т.ч. вторичный ударопрочный полистирол, каучук синтетический натрийбутадиеновый, нефтяной битум) т.к. состав и свойства таких

растворителей легко изменять, “приспосабливая” параметры их растворимости к аналогичным критериям совмещаемых полимеров.

Целью работы является исследование технологических, физико-механических и гидроизоляционных характеристик разработанных защитно-герметизирующих композиций на основе вторичного полистирола, каучука и битума.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В состав разработанных защитно – герметизирующих композиций входят следующие компоненты отходы пенополистирола – ППС (ГОСТ 15588-86) (в. т.ч. вторичный ударопрочный полистирол – ВУПС (ТУ 6-19-153-80)), каучук синтетический натрийбутадиеновый – К (ТУ 38.103284-85) и нефтяной битум – Б (ГОСТ 6617-76) в соотношении ВУПС (ППС): К: Б – (6,5-7):(2-2,5):1, смесь органических растворителей: ацетон ч.д.а. (ГОСТ 2768-84) и гексан (ТУ 2631-00305807999-98) в соотношении соответственно 32,5–33,5%:66,5–67,5% [1]. Смесь растворителей рассчитана с помощью метода анализа трехмерных параметров растворимости взаимодействующих компонентов [2].

Разработанные материалы обладают высоковязкой консистенцией, поэтому вязкость определяли, используя оригинальную методику [3].

Предел прочности материалов при сжатии определяли на образцах, изготовленных в форме прямого параллелепипеда с прямоугольным основанием размером: 150x10x10 мм.

Предел прочности при сдвиге определяли растяжением двух деревянных пластин размером 60x20x2 мм, склеенных между собой разработанными материалами внахлест длиной 15 мм и бетонных балочек размером 160x40x40 мм, склеенных внахлест длиной 60 мм.

Испытания физико-механических свойств разработанных материалов проводили на разрывной машине ZD-20 с постепенным нарастанием нагрузки до разрушения образцов.

Твёрдость разработанных материалов определяли при помощи твердомера «Импульс – 1Р».

Водонепроницаемость бетонных образцов – кубов размером 100x100x100 мм, покрытых в один слой толщиной 0,1см и два слоя толщиной 0,2см, разработанными защитно – герметизирующими материалами, определяли в соответствии с ГОСТ 12730.5-84 (приложение 4).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований технологических, физико-механических и гидроизоляционных свойств полистирол-битумно-каучуковой композиции (ВУПС+К+Б) и пенополистирол-битумно-каучуковой композиции (ППС+К+Б) сведены в таблицу 1.

Отличительной особенностью технологии получения разработанных материалов является то, что совмещение взаимодействующих компонентов достигается не за счет их термического расплавления, происходящего при достаточно высоких температурах, а за счет растворения полимеров при  $t=20-25^{\circ}\text{C}$  в составе комплексного растворителя. Материал наносится на защищаемую поверхность в жидком виде, проникает в поверхностные слои (дерева, бетона, цементно-песчаной стяжки, выравнивающего раствора, металла). Отверждаясь после испарения растворителей, он создает бесшовный барьер, обеспечивающий надежную герметизацию защищаемых поверхностей. Преимуществом разработанных материалов является простота их нанесения, надежность, долговечность.

Таблица 1 – Технологические, физико-механические и гидроизоляционные свойства пено– и полистирол-битумно-каучуковой композиций

Показатель	Свойства		Требования по ГОСТ 30693-2000
	ВУПС+К+Б	ППС+К+Б	
Цвет	черный		—
Внешний вид (ГОСТ 901-78)	однородный, пастообразный по консистенции, не содержит посторонних включений		
Жизнеспособность, мин (ГОСТ 14231—78)	25-30		—
Плотность, $кг/м^3$ (ГОСТ 15139-69)	700	600	—
Концентрация по сухому остатку ( $n_{сух.ост}$ ), %	70-73	58-60	—
Условная вязкость, $см^2$	108-110	146-150	—
Твердость, ед. (ГОСТ 5233-89)	88–90		—
Предел прочности при сжатии, МПа (ГОСТ 4651—78)	5,5	4,0	—
Разрушающее напряжение при нормальном отрыве, МПа (ГОСТ 14760 – 69)			
металлические грибки (нанесение при $t=20^{\circ}C$ )	0,2		не менее 0,1
металлические грибки (нанесение при $t=80^{\circ}C$ )	0,38		
Предел прочности при сдвиге, МПа (ГОСТ 14759—69)			
деревянных образцов (при сушке без давления)	0,7	1,25	не менее 0,1
деревянных образцов (при сушке под давлением 0,1-0,2 МПа)	0,9	1,5	
бетонных образцов (при сушке без давления)	0,5	1,0	
бетонных образцов (при сушке под давлением 0,1-0,2 МПа)	0,8	1,2	
Адгезия покрытия, баллы ГОСТ 15140-78 (метод решетчатых надрезов)			
Ст 08 кп	1		—
Дерево (ольха)	1		—
Устойчивость покрытия к воздействию			
25% раствора $H_2SO_4$	50 суток без изменений		—
3% раствора NaCl			
3% раствора NaOH			
воды	90 суток без изменений		—
Водопоглощение, % ГОСТ 4650–80 (метод А).	1,7	2,0	не более 2,0
Марка по водонепроницаемости бетона защищенного разработанными материалами			
в один слой толщиной 0,1см	4	2	не менее 2
в два слоя толщиной 0,2см	6	4	

При нанесении исследуемых материалов в пластифицированном состоянии на металлические пластины при температуре  $20^{\circ}C$  время сушки композиций составляет при толщине покрытия до 0,1см – 3 суток, при толщине покрытия 0,2см – 4 суток, при этом по истечении этого времени композиции являются полувывсыхающими, они имеют невысокую адгезионную прочность при нормальном

отрыве: 0,2МПа и твердость: 73-74 единиц. При увеличении температуры нанесения и сушки образцов при 80°С увеличиваются на 20% их твердость и на 45-50% адгезионные свойства, а также в 3 раза сокращается время их сушки, по истечении которого композиции являются высыхающими, что можно объяснить процессами структурирования и сшивки взаимодействующих компонентов (степень сшивания каучука в исследуемых композициях: 75–77%), т.к. «натрийбутадиеновый каучук обладает значительным числом неперекрещенных связей в боковых участках цепей, которые при температурах 80°С и более подвергаются раскрытию под действием кислорода, что и приводит полимер к структурированию и сшивке» [4, с.67].

Исследование технологических и физико-механических характеристик разработанных материалов показало, что с уменьшением условной вязкости образцов на основе ППС+К+Б на 27% и увеличением давления запрессовки до 0,1-0,2 МПа при сушке образцов увеличиваются на 40-50% их адгезионные свойства по сравнению с образцами на основе ВУПС+К+Б, что объясняется увеличением площади растекания композиций ППС+К+Б и их более глубоким прониканием в микропоры и дефекты подложек (таблица 1).

Герметизирующие материалы часто работают кроме растяжения и изгиба на сжатие. Предел прочности при сжатии композиции на основе ППС+К+Б на 28% ниже по сравнению с композицией на основе ВУПС+К+Б, что объясняется повышенной пористостью и дефектностью структуры композиции ППС+К+Б, вызванные наличием технологических газообразующих добавок в исходном пенополистироле, о чём свидетельствует более низкая (на 15%) плотность ППС+К+Б. При этом удельное количество испарившегося растворителя из ВУПС+К+Б (27-30%) в 1,33 раза меньше, чем из ППС+К+Б, о чём свидетельствуют значения концентрации по сухому остатку (таблица 1).

Сравнительный анализ гидроизоляционных свойств разработанных материалов показал, что с увеличением толщины покрытия (до 0,2 см) в 1,5-2 раза увеличивается водонепроницаемость бетона защищенного разработанными герметиками (таблица 1). Водопоглощение разработанных материалов также зависит от состава композиций: композиция на основе ВУПС+К+Б имеет на 15% меньшее значение водопоглощения по сравнению с композицией на основе ППС+К+Б (таблица 1), что также обусловлено исходной пористой структурой пенополистирола [5, с.125].

Аппробация на ОАО «Гидросельмаш» (г. Пинск) разработанных защитно-герметизирующих материалов показала, что их можно применять для антикоррозионной защиты сварных швов почвообрабатывающей техники.

Разработан технологический регламент на изготовление и применение предлагаемых материалов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы технологические, физико-механические и гидроизоляционные характеристики разработанных защитно-герметизирующих композиций на основе вторичного полистирола, каучука и битума.

Показано, что с уменьшением условной вязкости разработанных материалов, увеличивается их адгезионная способность, но ухудшаются прочностные, гидроизоляционные характеристики и укрывистость.

Экспериментально установлено, что разработанные материалы на основе ВУПС+К+Б имеют минимальное водопоглощение и максимальную водонепроницаемость, а материалы на основе ППС+К+Б характеризуются максимальным водопоглощением и минимальной водонепроницаемостью, что вызвано наличием технологических газообразующих добавок в исходном пенополистироле, инициирующих возникновение повышенной пористости покрытий из герметиков на его основе.

Проведенные исследования показали, что разработанные композиции соответствуют требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 30693-2000 «Мастики гидроизоляционные». Общие технические условия (таблица 1).

#### Список использованных источников

1. Патент РБ № 10284 от 28.09.2007 г. по заявке № а20050163. Полимерная композиция для защитно–герметизирующих покрытий / Мусафирова Г.Я., Неверов А.С. (BY)
2. Неверов, А.С. Графическое представление трехмерного параметра растворимости // Материалы, технологии, инструменты.- 1998.- №1.- С. 90–93.
3. Мусафирова Г.Я., Таврогинская М.Г. Герметик на основе растворов вторичного пенополистирола и каучука // Материалы, технологии, инструменты.- 2004.- Т. 9.- №1.- С. 78-80.
4. Лабутин А.Л. Каучуки в антикоррозионной технике, М.: Госхимиздат, 1962. 114с.
5. Николаев, А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. – М: Химия, 1964. -784с.

#### SUMMARY

Researches of technological, physical-mechanical and waterproofing characteristics of developed protectively-sealing compositions on the base of secondary polystyrene, bitumen and rubber are given. For developed materials it is fixed, that decrease of funnel viscosity results in increase in adhesive power and in a decline of hiding power, strength and waterproofing characteristics.

УДК 697.94

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ВИНТОВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯХ**

***А.А. Ходьков, С.С. Клименков, И.А. Тимонов, Е.Т. Тимонова***

Повышение эффективности очистки пылевых выбросов в атмосферу является актуальной задачей в теории и практике защиты окружающей среды. В последнее время все большее внимание в этой области уделяется нетрадиционным методам и средствам пылеулавливания. К ним можно отнести использование ультразвука, ионизацию запыленного воздушного потока, создание дополнительных вихревых движений для усиления инерционного эффекта и ряд других способов [1].

На кафедре МТВПО УО «ВГТУ» в рамках Региональной научно-технической программы «Инновационное развитие Витебской области» были созданы конструкции винтовых пылеуловителей, в которых в качестве основного рабочего органа использовалось винтовое тело [2,3,4].

Общий вид винтового пылеуловителя приведен на рисунке 1.

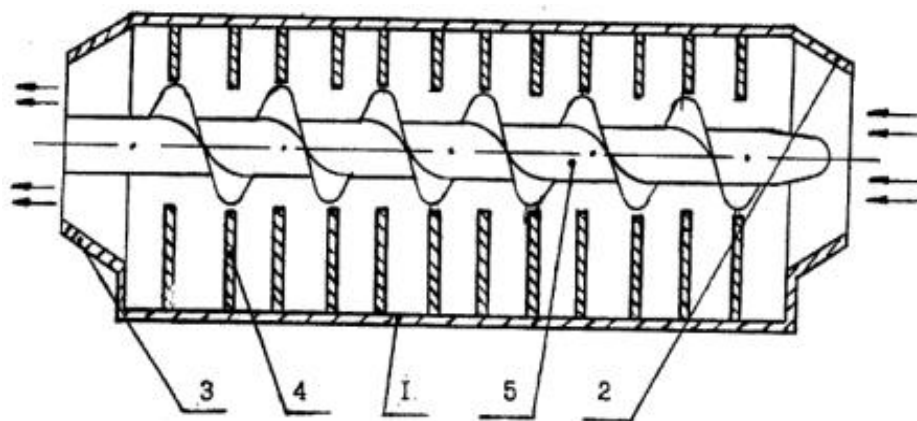


Рисунок 1 - Винтовой пылеуловитель

Устройство выполнено в виде корпуса 1 с входным 2 и выходным 3 патрубками. Внутри корпуса по всей его длине установлены вертикальные пластины 4 с центральными отверстиями, через которые проходит винтовое тело в виде шнека 5. Устройство работает следующим образом. Запыленный воздух поступает через входной патрубок в полость корпуса. Частицы пыли, поступающие вместе с воздушным потоком, начинают совершать винтовое движение вдоль поверхности шнека. В результате такого движения происходит постоянное торможение воздушного потока, вызванное его соприкосновением с поверхностями пластин и с неподвижными объемами воздуха в пространстве между ними. По мере продвижения воздуха к выходному патрубку происходит постоянное выпадение твердых частиц из воздушного потока и разделение их по фракциям. Заторможенные частицы под действием силы тяжести выпадают в камеры между пластинами.

Проведенные исследования винтовых пылеуловителей показали достаточно высокую эффективность очистки (90 – 95%) и относительно невысокие энергозатраты (не более 700 Па) [5].

Это позволило сделать вывод о целесообразности и перспективности использования и внедрения таких аппаратов в производство.

Результаты теоретических исследований, проведенные авторами, были сведены воедино и представлены в виде алгоритма, пригодного для конкретной программной реализации в системе компьютерной алгебры “Maple V Release 4” с целью последующих расчетов на ЭВМ основных технологических параметров винтовых пылеуловителей.

Алгоритм расчета представлен в следующем виде и последовательности:

1. Задание параметров шнека:

$r_0$  – радиус цилиндрической поверхности, соосной винтовой;

$r_1$  – радиус шнека;

$h$  – шаг поверхности шнека определялся исходя из технологичности его изготовления  $\left( \lambda = \frac{h}{2\pi} \right)$ ;

$z_0$  – длина шнека.

2. Задание параметров скорости воздушного потока на входе шнека:

$w_0$  – скорость воздушного потока вдоль оси винтовой на подходе к шнеку;

вычисление компонент скорости воздушного потока:

$$\begin{aligned}w_r &= 0, \\w_\varphi &= r \frac{1}{\lambda} w_0, \\w_z &= w_0.\end{aligned}$$

3. Задание характеристик пылевой частицы и параметров ее подлета к шнеку :  
 $\rho$  - плотность частицы;

$d$  - диаметр частицы;

$v_{r0}, v_{\varphi0}, v_{z0}$  - цилиндрические компоненты скорости частицы на подлете к шнеку;

$r_0 \leq a \leq r_1$  - радиус подлета частицы к шнеку;

$\varphi_0$  - угол подлета частицы к шнеку (предел изменения угла  $0 \leq \varphi \leq \frac{z_0}{\lambda}$ );

$\eta$  - динамическая вязкость воздуха.

4. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned}\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2 &= -\dot{r}, \\r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} &= \beta\left(r\frac{1}{\lambda}w_0 - r\dot{\varphi}\right), \\ \ddot{z} &= \beta(w_0 - \dot{z}), \quad \beta = \frac{18\eta}{d^2\rho}.\end{aligned}\tag{1}$$

при начальных и граничных условиях

$$\begin{aligned}\dot{r} &= v_{r0}, \\r\dot{\varphi} &= v_{\varphi0}, \\ \dot{z} &= v_{z0}\end{aligned}\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right|_{\substack{r=a \\ \varphi=\varphi_0}}\tag{2}$$

В результате решения (1- 2) получили уравнение траектории пылевой частицы в шнеке:

$$r = r(t), \varphi = \varphi(t), z = z(t)\tag{3}$$

5. Поиск координат пересечения траектории частицы (3) с винтовой поверхностью. Если пересечения не произошло, то частица либо прошла шнек (ее радиальная координата не превышала радиуса  $r_1$ ), либо под действием силы тяжести “захвачена” пластинами в точке  $z(t)$ , для которой  $r(t) = r_1$ .

6. Проверка:

а) до столкновения с поверхностью шнека вышла ли частица за пределы винтовой поверхности? ( $r > r_1$ ?). Если «да», то частица сепарирована. Вычислялись координаты изъятия частицы из воздушного потока. На этом расчет для данной частицы при заданных исходных данных окончен;

б) если «нет», то частица вышла за пределы аппарата, т.е. сепарация не состоялась.

7. Определение координат точки столкновения  $A(r_a, \varphi_a)$  пылевой частицы с поверхностью шнека (точка пересечения кривой (3) с поверхностью):

$$\vec{R} = (r \cos \varphi, r \sin \varphi, f(r) + \lambda\varphi).\tag{4}$$



8. Вычисление компонент скорости частицы в момент ее падения на поверхность шнека в точке  $A(r_a, \varphi_a)$  в соответствии с формулами:

$$\vec{v} = v_r \vec{e}_1 + \left( \frac{r_a}{\sqrt{r_a^2 + \lambda^2}} v_\varphi + \frac{\lambda}{\sqrt{r_a^2 + \lambda^2}} v_z \right) \vec{e}_2 + \left( -\frac{\lambda}{\sqrt{r_a^2 + \lambda^2}} v_\varphi + \frac{r_a}{\sqrt{r_a^2 + \lambda^2}} v_z \right) \vec{n} \quad (5)$$

9. Вычисление компонент скорости в начальный момент после отражения частицы от поверхности шнека (вычисление новых начальных значений для системы дифференциальных уравнений (1)), т.е.:

$$\begin{aligned} \vec{v}_0 &= v_r \vec{e}_r + \left( \frac{r_a^2 - \lambda^2}{r_a^2 + \lambda^2} v_\varphi + \frac{2r_a \lambda}{r_a^2 + \lambda^2} v_z \right) \vec{e}_\varphi + \\ &+ \left( \frac{r_a \lambda}{r_a^2 + \lambda^2} v_\varphi - \frac{r_a^2}{r_a^2 + \lambda^2} v_z \right) \vec{e}_z = \\ &= v_{r0} \vec{e}_r + v_{\varphi 0} \vec{e}_\varphi + v_{z0} \vec{e}_z \end{aligned} \quad (6)$$

$$v_{r0} = v_r \Big|_{\substack{r=r_a \\ \varphi=\varphi_a}} \quad (7)$$

$$v_{\varphi 0} = \frac{r_a^2 - \lambda^2}{r_a^2 + \lambda^2} v_\varphi + \frac{2r_a \lambda}{r_a^2 + \lambda^2} v_z \Big|_{\substack{r=r_a \\ \varphi=\varphi_a}} \quad (8)$$

$$v_{z0} = \frac{\lambda r_a}{r_a^2 + \lambda^2} v_\varphi - \frac{r_a^2}{r_a^2 + \lambda^2} v_z \Big|_{\substack{r=r_a \\ \varphi=\varphi_a}} \quad (9)$$

10. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений (1) при начальных условиях (7,8,9).

11. Возврат к шагу 6 данного алгоритма.

С целью реализации на ПЭВМ приведенного алгоритма разработана блок-схема программы и в системе аналитических вычислений "Maple V Release 4" построен пакет программ, с помощью которых осуществлялись расчеты основных технологических параметров горизонтальных винтовых пылеуловителей.

Данный алгоритм показал возможность использования его для оптимизации параметров работы аппаратов путем проведения соответствующего количества расчетов. Это позволило значительно сократить экспериментальные исследования и ограничить их количество только корректировкой и проверкой теоретической модели. Предложенная модель позволяет также оценить фракционную степень улавливания частиц пыли различных размеров по длине аппарата в каждой из его отдельных секций путем выбора промежуточных результатов расчета. Это позволит, в свою очередь, определить оптимальное количество секций, т.е. длину аппарата.

#### Список использованных источников

1. Колверт, С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений : Справочник. В 2-х ч. / Под ред. С. Колверта, Г.М. Инглунда. ч.1. – Москва. «Металлургия», 760 с.
2. Устройство для очистки воздушного потока от пыли / С.С. Клименков, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков, А.С. Клименков // Патент № 3253 национальный

центр интеллектуальной собственности РБ, заявка № 970230, зарегистрирована 23.11.1999 г.

3. Устройство для очистки воздушного потока от пыли / С.С. Клименков, И.А. Тимонов, П.М. Фомин // Патент № 9570 национальный центр интеллектуальной собственности РБ, заявка № 20040415, зарегистрирована 19.04.2007 г.
4. Устройство для очистки воздушного потока от пыли / С.С. Клименков, В.В. Кислякова // патент № 7858 национальный центр интеллектуальной собственности РБ, заявка № 200020599, зарегистрирована 28.02.2006 г.
5. Клименков, С.С., Новые высокоэффективные инерционные пылеуловители / С.С. Клименков, И.А. Тимонов, Е.Т. Тимонова, П.М. Фомин // Вестник УО «ВГТУ». - 2004. - № 6. - с. 73-78.

#### SUMMARY

Results of analytical investigations of process of dust separating in screw dust collectors are reduced. The algorithm of the program in system of the computer algebra is introduced, allowing to manufacture accounts of the basic technological arguments of screw dust collectors.

УДК 687.023.054

### ИССЛЕДОВАНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ БЕЛЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Т.А. Рапацевич, С.Г. Ковчур*

Одним из условий хорошего самочувствия человека, сохранения его высокой работоспособности и здоровья является обеспечение термостабильного состояния организма. Однако биологические возможности системы терморегуляции человека ограничены, особенно в случае пребывания его в охлаждающей среде.

В связи с этим большая роль принадлежит "поведенческой" терморегуляции, направленной на регулирование теплоотдачи в окружающую среду. Одним из её видов, расширяющих возможности существования и осуществления различного рода деятельности в охлаждающей среде, является использование одежды [1].

Гигиенические требования, предъявляемые к одежде, направлены на обеспечение необходимого теплообмена и газообмена организма человека с окружающей средой, уровня температуры тела и кожи, влажности кожи, кожного дыхания. Эти требования могут быть удовлетворены путем использования для одежды материалов с оптимальными показателями таких физико-химических свойств как воздухопроницаемость, влагоемкость, гигроскопичность, термическое сопротивление. Целью исследования является сравнительная физиолого-гигиеническая оценка теплоизоляционных свойств различных видов белья, изготовленных из материалов, отличающихся структурой и имеющих различный волокнистый состав.

Одежда имеет эстетическое значение, так как определяет внешний вид человека. Однако, основной долей одежды является создание вокруг тела оптимального искусственного микроклимата – пододежный климат, который значимо отличается от климата внешней среды. Физиологические исследования показали, что приятное, комфортное, тепловое самочувствие человека находится в состоянии относительного покоя при рационально подобранной одежде, наблюдается при температуре пододежного воздуха 30-33 °С, относительной влажности 20-40% и содержании углекислого газа не более 0,8%. Естественно при выполнении физической работы пододежный микроклимат человека меняется [2].

Белье защищает тело человека как от загрязнения, так и охлаждения. Оно впитывает влагу, жир, очищает кожу от слущивающегося эпителия, улучшая, таким образом, и дыхательную функцию кожи. За день с поверхности кожи выделяется до 40г кожного жира, от 40 до 800г пота в час (в зависимости от метеорологических условий и интенсивности физической деятельности). Для того чтобы бельевые материалы обеспечивали очистительную функцию, они должны быть гигроскопичными и влагоемкими. В целях сохранения теплозащитной способности материалы не должны препятствовать выделению и испарению пота, а также прилипать к коже во влажном состоянии. Для сохранения теплозащитных свойств влага, впитываемая бельем, должна легко удаляться во внешнюю среду [3].

Определение влагоемкости бельевых материалов проводится редко, также редко этот показатель встречается в научной и учебной литературе, в нормативных документах. Одна из причин такого положения заключается в том, что отсутствуют соответствующие методы и технические средства, позволяющие определять показатель влагоемкости. В ряде работ [4,5,6] приводятся значения влагоемкости некоторых бельевых материалов. Однако, эти данные получены методом замачивания проб материалов в воде и последующем отжиге машинным и ручным способом, что не соответствует реальным условиям контакта материала с мокнущей поверхностью и не раскрывает кинетику этого процесса.

Установление показателей влагоемкости конкретных материалов бельевого назначения методом поверхностного контакта с мокнущей поверхностью позволит достаточно обоснованно выбирать и прогнозировать эффективность и пригодность материалов для изделий бельевого назначения.

В исследовании рассматривается прибор, отличительной особенностью которого является то, что он содержит пористую мембрану, имитирующую мокнущую поверхность. Мембрана расположена в емкости, заполненной жидкостью, что обеспечивает подъем жидкости по капиллярам мембраны до ее поверхности. Влагоемкость определялась на образцах ткани, трикотажа и нетканого полотна после их однократной стирки, а также изучалась кинетика накопления раствора пота текстильными полотнами при их поверхностном контакте с раствором. Результаты определения влагоемкости пяти образцов каждого вида текстильного материала после однократной стирки представлены на рисунке 1. Погрешность эксперимента составляла не более 10 % [7].

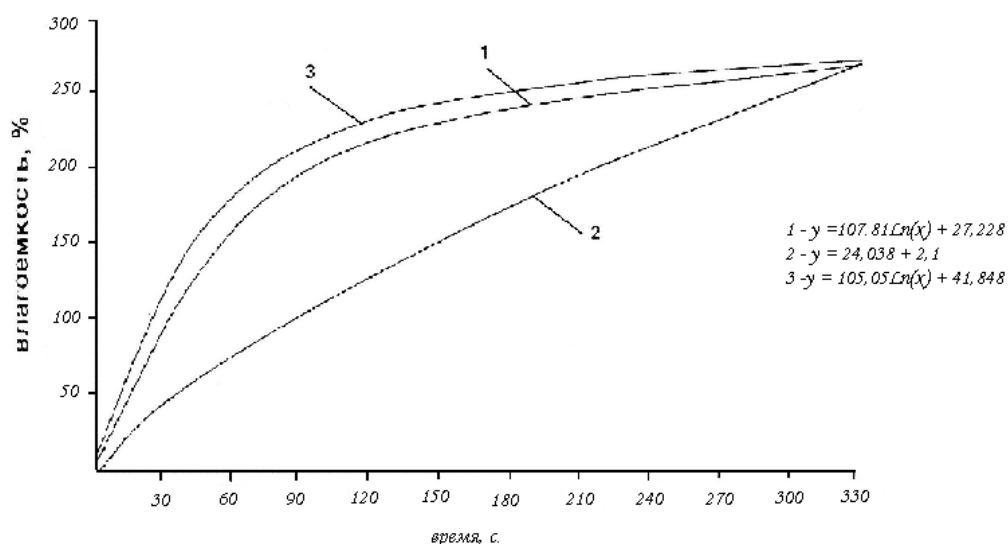


Рисунок 1 – Влагоемкость материалов бельевого назначения: 1- ткань, 2- трикотаж, 3 – нетканое полотно

Как видно из данных, представленных на графике, наиболее интенсивный процесс поглощения влаги для ткани и нетканого полотна продолжается 2–2,5 мин

(120–150 сек.). Максимальное поглощение влаги 250–300 % наблюдается у материалов по истечении 5–5,5 мин (300–350 сек.). Результаты выполненных исследований свидетельствуют о том, что метод определения влагоемкости текстильных полотен путем поверхностного контакта полотна с поверхностью мокнувшей керамической пластины, имитирующей поверхность кожи человека, соответствует реальным условиям взаимодействия бельевого полотна и кожи человека, позволяет оценить кинетику намокаемости раствора пота и устанавливать предельную влагоемкость бельевых полотен.

Испытания влагоемкости тканей, трикотажных и нетканых полотен показали, что трикотажное хлопчатобумажное полотно бельевого назначения характеризуется наибольшей как влагоемкостью, так и продолжительностью процесса накопления раствора пота, а ткань и нетканое полотно уступают трикотажному полотну по этим показателям. Состояние полотна, а именно, стиранное или нестиранное, существенно влияет на влагоемкость и длительность накопления раствора пота. Так для трикотажного полотна (вискоза + лавсан) влагоемкость проб после 4-х стирок увеличивается на 13–15% при времени контакта с раствором пота до 1440 с, а после 1440 с наблюдается уменьшение влагоемкости на 11–16% в сравнении с влагоемкостью нестиранных проб, для тканей наблюдается резкое снижение влагоемкости после 4-х стирок на 20 – 30%, а для нетканого полотна до 40%.

Также были изучены теплозащитные свойства белья, которые оценивались на основании определения их теплоизоляции с участием человека и путем исследования температуры поверхности кожи в динамике (физическая работа – отдых). На поверхность тела человека крепились датчики в 11 точках для измерения температуры кожи и "сухого" теплового потока (тепломеры). Датчики располагались в области головы (лоб), туловища (грудь, спина, живот, поясница), рук (плечо, кисть), ног (бедро, голень, стопа). После этого на него надевалось белье, и он в состоянии относительного покоя находился в микроклиматической камере в течение 60 минут. В результате проведенных исследований комплектов белья выявлено, что наибольшую теплоизоляцию в относительно "сухом" состоянии имеет комплект белья №3 (внутренняя поверхность материала - акрил 100% , наружная – полиэстер 50% и хлопок 50%). Его теплоизоляция составляет  $0,186 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ . Теплоизоляция комплекта №2 (внутренняя поверхность – 100% полипропилен, наружная – 100% хлопок) несколько ниже ( $0,180 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ ) практически при одинаковой толщине и массе. Возможно, что причиной большей теплоизоляции комплекта белья №3 является ворсистость материала, иммобилизирующая слой воздуха между ним и поверхностью тела человека. Теплоизоляция хлопчатобумажного белья №1 составляет  $0,160 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ , что согласуется с меньшей его массой и толщиной. Практически его теплоизоляция близка к теплоизоляции шерстяного белья, имеющего меньшую толщину при большей массе. Это означает, что теплоизоляционный эффект белья №1 (хлопок – 100%) обусловлен структурой материала.

Комплекты белья №3 и №2 можно рекомендовать для лиц пожилого возраста, у которых снижен метаболизм, и охлаждение которых может иметь место даже в помещениях с комфортным микроклиматом [2].

При выполнении физической работы белье №2 способствует несколько меньшему, чем хлопчатобумажное №1, перегреванию организма, а во время последующего отдыха - меньшему охлаждению, что является одной из мер профилактики заболеваний простудного характера. В большей степени этот эффект проявляется в области туловища (наиболее интенсивное потоотделение), особенно в поясничной части, охлаждение которой может привести к различного вида неблагоприятным эффектам (радикулит, обострение заболеваний почек и др.). Перечисленное позволяет говорить о предпочтительном выборе белья №2, а не хлопчатобумажного, для эксплуатации в охлаждающем микроклимате.

Использование полученных в работе результатов позволяет осуществлять оптимальный выбор материалов для изготовления бельевых изделий с

требуемыми гигиеническими свойствами, учитывая их изменение под воздействием различных факторов.

#### Список использованных источников

1. Афанасьева, Р.Ф. Некоторые способы поддержания температурного гомеостаза в условиях воздействия на человека холодового фактора. / Р.Ф. Афанасьева. - Ашхабад, 1982. - С. 143-152.
2. Дель, Р.А. Гигиена одежды / Р.А. Дель, С.Ф.Афанасьева, З.С.Чубарова. – Москва: Легпромбытиздат. 1991 г.
3. Вадковская, Ю.В. Основные гигиенические принципы построения одежды в различных климатических условиях/ Ю.В. Вадковская. — Москва, 1946 г.
4. Кукин, Т.Н, Текстильное материаловедение/ Т.Н.Кукин,А.Н. Соловьев. – Москва, 1967г.
5. Склянников, В.П., Гигиеническая оценка материалов для одежды/ В.П. Склянников, Р.Ф.Астафьева, Е.Н.Машкова - Теоретические основы разработки , Москва, 1985 г.
6. Кесвелл, Р. Текстильные волокна, пряжа и ткани/ перевод Э.А. Немченко, М.П. Носова - Москва, 1960 г. – 564с.
7. Бузов, Б.А. Влагоемкость текстильных полотен бельевого назначения при поверхностном взаимодействии с водным раствором пота/ Б.А. Бузов, Н.А. Макарова, А.П. Малыгина - Журнал «Швейная промышленность». 2-ой выпуск.- Москва,2007.-с.37-39.

#### SUMMARY

Hygienic properts of textiles of linen purpose were in-process researched. The assaying of breathing clearings on effect of filamentary stock, pattern and an aspect of a textile canvas on hygienic properts of underwear is spent. Utilization of the results gained in-process allows to realize optimum sampling of materials for making underwear with demanded hygienic properts, noting their variation under affecting of various factors.

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

*Е.Г. Садовников*

### ВВЕДЕНИЕ

Рассматривается уравнение, которое при  $x \geq 0$  можно записать в виде

$$y' = f(x, y)p\left(\frac{y}{x}\right).$$

1) Предполагается, что выполнены условия А:

а) функция  $f(x, y)$  всюду непрерывно дифференцируема и  $f(x, y) > 0$ ;

б) функция  $p(t)$  имеет конечное множество точек разрыва с бесконечными пределами, а во всех остальных точках функция  $p(t)$  непрерывна вместе с производной  $p'(t)$ ;

в) уравнение 2)  $f(0, 0)p(u) - u = 0$  имеет конечное множество корней:  $U_1, U_2, \dots, U_n, n \geq 2$ ; если  $U_i$  есть корень уравнения 2), то выполняется тождество

3)  $f(x, U_i x) \in f(0, 0) > 0$ ; если  $J_i$  не является корнем уравнения 2), то  $\lim_{x \rightarrow \Gamma} f(x, J_i x) = +\Gamma$ ;

г) если  $U_i$  есть корень уравнения 2), то при достаточно малых значениях  $x$  выполняется неравенство 4)  $(f(x, ux)p(u) - u)(f(0, 0)p(u) - u) > 0$  при  $0 < (u - U_i) < \epsilon$ ;

д) начало координат является единственной особой точкой уравнения 1).

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исследование проводим при  $x \geq 0$  и  $y \geq 0$ . Рассмотрим ограниченный лучами  $y = ax$  (АО) и  $y = bx$  (ВО) сектор АОВ,  $0 \leq a < b < +\Gamma$ ,  $x \geq 0$ .

Теорема 1. Если интегральная кривая (и.к.)  $L$  уравнения 1) входит в начало координат в секторе АОВ, то там она касается луча  $y = u_0 x$ ,  $a \leq u_0 \leq b$ , причем  $u_0$  является корнем уравнения 2).

Доказательство. Если и.к.  $L$  входит в начало координат в секторе АОВ и не имеет там определенной касательной, то не существует  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{y(x)}{x}$  для этой и.к., но

существует нижний предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{y(x)}{x} = a$  и верхний предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{y(x)}{x} = b$ , где

$a < a < b \leq b$ . Возьмем произвольное значение  $c$ , где  $a < c < b$ . Функция  $\frac{y(x)}{x}$  непрерывна на и.к.  $L$  при  $x \geq 0$  и поэтому и.к.  $L$  будет пересекать луч

$y = cx$  в бесконечном множестве точек  $N_i$  с предельной точкой  $O(0,0)$ , и на этом луче найдется бесконечное множество точек  $M_i$  с предельной точкой  $O(0,0)$ , где правая часть уравнения 1) равна  $c$ . Тогда при стремлении к началу координат по этим точкам предельное значение будет равно  $c$ . Из условий  $A$  вытекает, что при  $\frac{y(x)}{x} \rightarrow c$  предельное значение правой части уравнения 1) равно  $f(0,0)p(c)$ . Поэтому  $f(0,0)p(c) = c$ , т.е.  $f(0,0)p(c) - c = 0$  и число  $c$  есть корень уравнения 2). Число  $c$  взято произвольно из интервала  $(a, b)$ , и поэтому уравнение 2) должно иметь бесконечное множество корней, что противоречит условиям  $A$ . Если  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{y(x)}{x} = u_0$ , то  $f(0,0)p(u_0) = u_0$ , т.е.  $f(0,0)p(u_0) - u_0 = 0$  и число  $u_0$  является корнем уравнения 2). Теорема доказана.

Рассмотрим два соседних корня  $a_1$  и  $a_2$  уравнения 2)  $a_1$  и  $a_2$ ,  $0 < a_1 < a_2 < +\infty$ . Построим сектор  $A_1OA_2$ , ограниченный лучом  $A_1O$  с уравнением  $y = a_1x$  и лучом  $A_2O$  с уравнением  $y = a_2x, x \geq 0$ . Пусть  $q(u) \in f(0,0)p(u) - u$ . Будем рассматривать интервалы  $(a_1, a_1 + e)$  и  $(a_2 - e, a_2)$ , в которых функция  $q(u)$  сохраняет знак,  $e > 0$ .

Теорема 2. Пусть  $q(u) < 0$  в интервале  $(a_1, a_1 + e)$ ,  $q(u) > 0$  в интервале  $(a_2 - e, a_2)$ . Тогда все проходящие внутри сектора  $A_1OA_2$  и.к. двумя концами удаляются в бесконечность в этом секторе, а лучи  $A_1O$  и  $A_2O$  являются и.к., т.е. сектор  $A_1OA_2$  является гиперболическим.

Доказательство. Из условий  $A$  следует, что  $f(x, a_1x)p(a_1) \in f(0,0)p(a_1) = a_1$ ,  $f(x, a_2x)p(a_2) \in f(0,0)p(a_2) = a_2$ , т.е. лучи  $y = a_1x$  и  $y = a_2x$  являются и.к. при  $x \geq 0$ . Из условий  $A$  следует существование такого числа  $c_1$ , что  $p(c_1) = 0, p(u) > 0$  в интервале  $(a_1, c_1)$  и такого числа  $c_2$ , что  $q(u) > 0$  в интервале  $(c_2, a_2), \lim_{u \rightarrow c_2} p(u) = +\infty (u > c_2), a_1 < c_1 < c_2 < a_2$ . Луч  $C_1O$  с уравнением  $y = c_1x$  является изоклиной нуля, а луч  $C_2O$  с уравнением  $y = c_2x$  является изоклиной бесконечности. Все пересекающие изоклину бесконечности  $C_2O$  одним концом уходят в бесконечность в секторе  $A_2OC_2$ , а другим концом входят в сектор  $C_2OC_1$  и при дальнейшем продолжении или уходят в бесконечность в секторе  $C_2OC_1$  или пересекают луч  $C_1O$  и удаляются в бесконечность в секторе  $C_1OA_1$ . Отрезок  $[c_1, c_2]$  не содержит корней уравнения 2) и поэтому в секторе  $C_1OC_2$  и.к. не могут входить в начало координат. При выполнении условий  $A$  лучи  $A_1O$  и

$A_2O$  будут параболическими и.к., а все проходящие через внутренние точки сектора  $A_1OA_2$  и.к. являются гиперболическими, т.е. теорема 2 доказана.

Аналогично можно доказать следующие теоремы.

Теорема 3. Пусть  $q(u) > 0$  в интервале  $(a_1, a_1 + e)$ ,  $q(u) < 0$  в интервале  $(a_2 - e, a_2)$ . Тогда в секторе  $A_1OA_2$  имеется бесконечное множество эллиптических и.к. (э.и.к.) и бесконечное множество параболических и.к. (п.и.к.), но нет в секторе  $A_1OA_2$  гиперболических и.к. (г.и.к.).

Теорема 4. Пусть  $q(u) > 0$  в интервалах  $(a_1, a_1 + e)$  и  $(a_2 - e, a_2)$ . Тогда в секторе  $A_1OA_2$  имеется бесконечное множество параболических и.к. и могут находиться гиперболические и.к. (г.и.к.). Необходимым и достаточным условием существования г.и.к. в секторе  $A_1OA_2$  является существование такого отрезка  $[a, b]$ , что  $p(a) = p(b) = 0$ ,  $p(u) > 0$  в интервале  $(a, b)$ ,  $a_1 < a < b < a_2$ .

Теорема 5. Пусть  $q(u) < 0$  в интервалах  $(a_1, a_1 + e)$  и  $(a_2 - e, a_2)$ . Тогда в секторе  $A_1OA_2$  все и.к. являются параболическими.

Рассмотрим теперь сектор  $AOB$ , ограниченный лучами  $AO(BO)$ , где  $AO$  определяется уравнением  $y = a_1x_1$ , а  $BO$  есть положительная полуось ординат, причем эта полуось является и.к. уравнения.

Теорема 6. Пусть  $q(u) > 0$  в некотором интервале  $(m, +\Gamma)$ , где  $m > a_1$ . Тогда все проходящие через внутренние точки сектора  $AOB$  и.к. одним концом уходят в бесконечность в секторе  $AOB$ , а другим концом пересекают луч  $AO$  при  $x > 0$ .

Теорема 7. Если  $q(u) < 0$  в некотором интервале  $(m, +\Gamma)$ , то на луче  $OA$  существуют такие точки  $M_1$  и  $M_2$ , что все проходящие через внутренние точки отрезка  $OM_1$  и.к. входят в начало координат в секторе  $AOB$  и касаются там оси ординат. Все проходящие через внутренние точки отрезка  $M_2A$  одним концом уходят в бесконечность в секторе  $AOB$ . Все проходящие через внутренние точки отрезка  $M_1M_2$  и.к. двумя концами выходят из сектора  $AOB$ .

Рассмотрим сектор  $AOB$ , ограниченный лучом  $AO$  с уравнением  $y = ax$  и положительной полуосью ординат  $BO$ .

Теорема 8. Пусть  $u \in \mathbb{R}$  и  $a$  нет корней уравнения 2), существует конечный предел  $p(u)$  при  $u \rightarrow \Gamma$ . Тогда все проходящие через внутренние точки сектора  $AOB$  и.к. пересекают стороны  $AO$  и  $BO$  при  $y \geq 0$  и не входят в начало координат в секторе  $AOB$ .

Теорема будет справедливой, если  $BO$  является отрицательной полуосью ординат, а при  $u \in \mathbb{R}$  и  $a$  нет корней уравнения 2).

Теперь рассмотрим случай, когда в секторе  $AOB$   $BO$  есть положительная полуось ординат,  $AO$  определяется уравнением  $y = ax$ , где  $a$  есть корень уравнения 2).



Теорема 9. Пусть при  $u > a$  нет корней уравнения 2), существует конечный предел  $p(u)$  при  $u \in \Gamma$ ,  $q(u) < 0$  при  $a < u < a + e$ . Тогда все проходящие через внутренние точки сектора  $AOB$  и.к. будут одним концом уходить в бесконечность в секторе  $AOB$ , а другим концом будут пересекать положительную полуось ординат.

Теорема 10. Пусть при  $u > a$  нет корней уравнения 2),  $q(u) > 0$  при  $a < u < a + e$ . Тогда в секторе  $AOB$  бесконечное множество и.к. одним концом входят в начало координат и касаются там луча  $y = ax$ , а другим концом уходят в бесконечность в секторе  $AOB$ . Бесконечное множество и.к. одним концом уходят в бесконечность в секторе  $AOB$ , а другим концом пересекают положительную полуось ординат. Аналогично рассматривается случай, когда  $BO$  есть отрицательная полуось ординат.

На основании указанных теорем можно определить поведение и.к. уравнения 1) на всей плоскости  $xOy$ , т.е. в целом.

#### ВЫВОДЫ

Если найдены все действительные корни уравнения 2), то строим соответствующие секторы и проверяем знак у функции  $q(u)$  вблизи этих корней. Тогда к каждому такому сектору применяем одну из указанных теорем и определяем поведение и.к. уравнения 1) в данном секторе. Все гиперболические секторы определяются теоремой 2. Теоремой 5 определяются все параболические секторы. При выполнении условий  $A$  уравнение 1) не имеет чисто эллиптических секторов, а содержит совместно эллиптические и параболические и.к. с бесконечным их множеством. При выполнении условий теоремы 4 вдали от начала координат будут находиться гиперболические и.к. (г.и.к.).

#### Список использованных источников

1. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения.- Издательство Москва: Наука, 2000г.- 350 стр.

#### SUMMARY

The article proposes the new method for the study of differential equations.

## О МЕСТЕ САЙТА КАФЕДРЫ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

*С.П. Кунцевич*

Среди разнообразных проявлений информатизации высшего образования можно особо выделить одно, наиболее активно развивающееся направление – использование современных компьютерных телекоммуникационных технологий для организации доступа учащихся к образовательной информации. Использование сетевых технологий делает учебный процесс независимым от расположения обучаемого: учебный материал может быть доступен из любой аудитории ВУЗа и даже из любой точки земного шара.

«Всемирная паутина» World Wide Web уже давно составляет заметную конкуренцию традиционным бумажным технологиям распространения информации, в том числе и в сфере образования. Важным достоинством Web-ориентированных технологий является то, что они образуют информационный уровень, практически не зависящий от используемых аппаратных и программных средств, ведь единственное, что необходимо для работы – это программа-браузер, которая входит в комплект любой современной операционной системы. С помощью этой программы можно реализовать самые разнообразные функции – от просмотра текстовых документов до поиска в базах данных и отправки электронной почты.

Неудивительно, что многие ВУЗы стремятся воспользоваться теми возможностями, которые предоставляет сеть Internet. Если ранее этот процесс тормозили причины технического характера, то сейчас главный вопрос, который встает перед учебными заведениями, – как воспользоваться новыми информационными технологиями с максимальной пользой и эффективностью. По нашему мнению, сайт кафедры должен послужить первым шагом к формированию единого информационного образовательного пространства ВУЗа.

В данной статье делается попытка на основе практического опыта использования сайта кафедры информатики Витебского государственного технологического университета и анализа аналогичных разработок в других организациях [1, 2, 3] сформулировать рекомендации по использованию сайта отдельной кафедры в учебном процессе в рамках всего ВУЗа.

### ТРЕБОВАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ САЙТА КАФЕДРЫ

Как кафедра является основным структурным подразделением ВУЗа, так и сайт кафедры должен являться основным, но максимально самостоятельным и независимым элементом единого информационного образовательного пространства высшего учебного заведения. К такому выводу приводят следующие утверждения.

1. Именно специальные либо общеуниверситетские кафедры отвечают за преподавание дисциплин. Следовательно, кафедра должна являться основным разработчиком информационных образовательных ресурсов для обеспечения учебного процесса по этим дисциплинам.

2. Для оперативного управления структурой и содержанием сайта кафедры (например, возможности внести дополнения и коррективы в режиме «сегодня – на сегодня») требуется максимально приблизить сайт кафедры к источнику информационных материалов.

3. Созданием и поддержкой сайта ВУЗа занимается небольшая группа специалистов, не способная охватить весь объем работ по разработке сайтов всех его структурных подразделений. Кроме того, безусловная интеграция подобных

сайтов в сайт всего ВУЗа и/или отдельного факультета привела бы к их неоправданному разрастанию и, как следствие, к затруднению навигации.

Требование самостоятельности сайта кафедры актуально только лишь на первом этапе формирования информационного образовательного пространства ВУЗа. При достижении определенной критической массы возникнет необходимость перехода к единому образовательному порталу, что, в свою очередь, потребует значительных материальных и временных затрат.

#### ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ САЙТА КАФЕДРЫ

В отличие от других сайтов информационной, рекламной и познавательной направленности, требования к структуре сайта кафедры вытекают из его образовательных функций. Для эффективного использования в учебном процессе структура сайта должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Дизайн сайта должен быть максимально прост и удобен для использования, не перегружен графическими объектами и прочими «излишествами».

2. Представленная информация должна быть ориентирована на использование при подготовке и проведении учебных занятий и максимально удовлетворять интересам студентов и преподавателей, быть четко структурированной и упорядоченной.

3. Сайт кафедры должен легко осваиваться пользователями. Навигация по сайту должна быть организована таким образом, чтобы любой пользователь мог как можно быстрее найти то, что его интересует.

#### ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ САЙТА КАФЕДРЫ

Информация, представленная на сайте кафедры, должна быть разнотипной как по форме, так и по содержанию.

1. Кроме естественного разделения по содержанию (курсы лекций, задачки-практикумы, контрольные вопросы и т.п.), очень важно наличие нескольких уровней глубины изложения информации: краткие опорные конспекты-путеводители, сокращенные курсы для начинающих (и ленивых), и т.д. до объемных учебников и подробнейших справочников.

2. Содержание электронных курсов должно делиться на модули, чтобы обеспечивать гибкую последовательность изучения дисциплины, упростить поиск информации. Благодаря делению курсов на модули, преподаватель может построить несколько «образовательных маршрутов» изучения дисциплины, отличающихся глубиной и объемами изложения, а учащийся может организовать процесс самостоятельного изучения материала в соответствии со своими возможностями и потребностями.

3. Для представления информации должен быть выбран единый формат, желательно, не требующий дополнительного программного обеспечения для просмотра и печати документов. С другой стороны, формат представления информации должен обеспечивать её переносимость (например, для работы в домашних условиях) и возможность вывода на бумагу. Замечено, что многие студенты пользуются этой возможностью, не ограничиваясь работой с электронными материалами.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ САЙТА КАФЕДРЫ

Кроме непосредственно информационного наполнения, для успешной и эффективной организации учебного процесса сайт кафедры должен обладать рядом дополнительных программных механизмов.

1. Неотъемлемой частью сайта кафедры должна быть тестирующая система, желательно, интегрируемая в электронные курсы. Регулярное автоматизированное компьютерное тестирование способно стать эффективным средством интенсификации учебного процесса. Благодаря ему преподаватель может сконцентрировать внимание студентов на наиболее существенных моментах изучаемой темы и заранее обнаружить слабые места в их подготовке.

2. Обратная связь студентов с преподавателями может быть реализована различными способами. В первую очередь, это механизм «вопрос–ответ», когда любой студент может задать вопрос преподавателю по материалам сайта (и не только по ним).

Другим, весьма эффективным и удобным механизмом может являться возможность сдачи студентами работ в электронном виде, что исключает необходимость в прямом контакте и упрощает процедуру проверки работ и их оценивания.

#### РЕАЛИЗАЦИЯ И ВНЕДРЕНИЕ

Изложенные выше требования учитывались при разработке нового поколения сайта кафедры информатики Витебского государственного технологического университета, который в настоящее время находится на стадии опытной эксплуатации.

В основе сайта кафедры лежит самостоятельно разработанная система управления содержанием (CMS, content management system). Основное отличие данной разработки от других подобных систем состоит в ориентации на использование в ВУЗе, как по структуре предлагаемого материала и механизмам управления правами доступа, так и по применяемой терминологии.

Для размещения учебных материалов используется иерархический организованный набор разделов. В вершине иерархии располагаются отдельные дисциплины, внутри которых может быть создано произвольное количество разделов, таких как, например, «Книги и справочники», «Лабораторные работы» и т.п. Внутри каждого раздела, в свою очередь, могут быть созданы дополнительные подразделы и т.д. С одной стороны, подобный механизм позволяет четко структурировать учебные материалы, с другой стороны, предоставить пользователю возможность навигации в традиционном стиле Проводника Windows.

При работе с сайтом предусмотрено четыре уровня привилегий. На первом, низшем уровне находятся неавторизованные пользователи (студенты), которым предоставляется только лишь право просмотра учебных материалов.

На следующем уровне располагаются тьюторы (преподаватели), которые отвечают за содержание конкретных разделов. Среди их полномочий – создание разделов и подразделов в рамках закрепленных за ними дисциплин, размещение и удаление учебных материалов и т.п. Особенностью разработанной системы является то, что любого тьютора можно закрепить не только за всей дисциплиной, но и за любым её разделом или подразделом. Например, в качестве тьютора можно зарегистрировать кого-нибудь из студентов, дав ему возможность наполнять материалами некоторый конкретный подраздел.

На следующем уровне располагается администратор кафедры, в сферу обязанностей которого входит создание и удаление дисциплин, регистрация тьюторов, закрепление за ними дисциплин и разделов.

Поскольку при разработке описываемой системы учитывалась возможность её дальнейшего развертывания в масштабах факультета или даже всего вуза, то был добавлен ещё один уровень администрирования – администратор факультета (вуза). Основная его функция – регистрация кафедр и их администраторов.

Многоуровневая система распределения прав пользователей позволяет децентрализовать управление системой и сделать его максимально гибким. Заметим, что при этом удалось организовать совместную работу различных преподавателей и кафедр, и, в то же время, четко разграничить сферы их ответственности. Так же важно, что при подобном подходе становится невозможна ситуация, когда отсутствие одного специалиста ставит под вопрос функционирование всей системы в целом.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сайт кафедры призван стать универсальным посредником между студентами и преподавателями. Само создание сайта способно заметно повысить

эффективность учебного процесса благодаря более полному удовлетворению потребностей студентов университета в учебной информации по дисциплинам, закрепленным за кафедрой. Но сайты отдельных кафедр должны стать лишь первым шагом на пути к формированию единого информационного образовательного пространства всего университета. А в перспективе, это информационное пространство должно стать общедоступным, открыв путь к полноценному внедрению дистанционного обучения.

#### Список использованных источников

1. Кравченя, Э.М. Методика разработки и использования сайта кафедры в учебной деятельности / Э.М. Кравченя, Н.Б. Яремчук // Информатизация образования. – 2005. – № 1. – С. 21–29.
2. Кунцевич, С.П. Использование Web-ориентированных технологий преподавателями кафедры прикладной математики и механики / С.П. Кунцевич, Л.В. Маркова // Инновационные технологии в учебно-воспитательном процессе УО «ВГУ им. П.М. Машерова»: сб. статей / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.В. Русецкий [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 14–18.
3. Тавгень, И.А. О концептуальной модели информационно-образовательной среды системы открытого образования / И.А. Тавгень // Информатизация образования. – 2006. – № 4. – С. 46–53.

## РЕФЕРАТЫ

---

УДК 677.022.484.4;677.494

**А.С. Дягилев.** Высокорастяжимая комбинированная пряжа пневмомеханического способа прядения // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 7

Разработан новый ассортимент комбинированных высокоэластичных пряж, отличающийся низкой круткой и высокой объемностью, которая может быть использована как высокоэластичная пряжа, встроенная в ткани различного назначения, и обеспечивает облегчаемость и удобство в ношении.

Для получения нового ассортимента комбинированных высокоэластичных пряж разработан новый технологический процесс, позволяющий использовать для получения нового ассортимента модернизированные прядильные машины ППМ-120-АМ и БД-200.

УДК 685.34.035.47

**В.К. Смелков, Г.Н. Солтовец.** Оптимизация процесса модификации кож математическими методами // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 12

В статье обоснован выбор концентрации модифицирующих растворов для повышения жесткости кож для верха обуви. Показано влияние химической модификации на такие показатели механических свойств, как удлинение при разрыве, разрывная прочность, условный модуль упругости и жесткость при растяжении. Жесткость при изгибе проверялась на приборе ПЖУ-12-М.

Для оптимизации процесса модификации применялись дисперсионный и регрессионный анализы, которыми определены значимость факторов и математическая модель процесса модификации кож для верха обуви, которая связывает концентрацию компонентов модифицирующего раствора с параметром оптимизации – жесткостью. Из уравнения видно, что жесткость кож повышается с увеличением концентрации компонентов. Оптимальная концентрация ПВС – 4%, а щавелевой кислоты – 0,3% и выше.

УДК 677.024.1:[677.074:62]

**Е.В. Силкин, Г.В. Казарновская.** Проектирование технических льняных тканей // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 17

В работе проведены исследования основных параметров строения технических тканей типа двунитки, в основе которых использовалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 50 текс, в утке пряжа из короткого льняного волокна сухого способа прядения линейной плотностью от 180 до 400 текс. Определены коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом по основе и утку как комплексные параметры строения ткани. Рекомендуется при проектировании ткани по заданным свойствам: коэффициент наполнения ткани по основе принимать, равным 0,51, коэффициент наполнения по утку – от 0,61 до 0,74.

УДК 687.03:677.017

**М.А. Шайдоров, Ю.А. Букин.** Исследование степени ласообразования материалов для верхней одежды в процессе влажно-тепловой обработки // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 22

Работа посвящена исследованию отражательных свойств световых лучей материалов, используемых при разработке верхней одежды после влажно-тепловой обработки. В работе изложены теоретические основы возникновения лас в процессе влажно-тепловой обработки. Исследовалось несколько артикулов пальтовых материалов с помощью прибора, разработанного в УО «ВГТУ». В результате исследований получен ряд зависимостей, которые можно рекомендовать для практического внедрения в производство.

УДК 677.017:621.3

**Е.Г. Замостоцкий.** Теоретическое определение прочности комбинированных электропроводящих нитей // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 26

Статья посвящена теоретическому определению прочности комбинированных электропроводящих нитей. Разность между рассчитанными и фактическими

характеристиками не превышает 5%. Следовательно, данный расчет можно рекомендовать для определения прочности комбинированных электропроводящих нитей.

УДК 687.023.001.5

**Н.Н. Бодяло, Н.П. Гарская, Р.Н. Филимоненкова.** Исследование возможности унификации режимов ниточных соединений различных видов материалов // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 31

В результате исследований установлено, что на одном и том же оборудовании при одних и тех же режимах могут обрабатываться материалы различной поверхностной плотности, что очень важно при изготовлении швейных изделий в современных условиях. Рекомендованы рациональные режимы ниточных соединений различных видов материалов на универсальных швейных машинах.

УДК [677.025:658.011.56]:004

**Н.Л. Шелепова, К.Н. Ринейский, М.Л. Кукушкин.** Система автоматизированного проектирования трикотажного производства // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 35

Система автоматизированного проектирования трикотажного производства предназначена для проектирования, автоматизированного выбора оборудования и выполнения необходимых расчетов при разработке и запуске в производство трикотажных изделий. В структуру системы автоматизированного проектирования входит база данных и прикладное программное обеспечение.

УДК 677.027

**Е.В. Чукасова-Ильюшкина, Н.Н. Ясинская, В.И. Ольшанский.** Исследование геометрических параметров аэродинамического устройства для нанесения мелкодисперсных частиц потоками сжатого воздуха // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 39

Статья посвящена исследованию геометрических параметров сложного диффузора аэродинамического устройства и вихревых эффектов в аэродинамическом устройстве, расчету основных геометрических параметров, выполненных на основании теории струйных аппаратов, проведению оптимизации геометрических параметров диффузора аэродинамического устройства.

УДК 677.11.021.185

**С.С. Гришанова.** Экспериментальные и теоретические исследования процесса гребнечесания льняных и льнополипропиленовых лент // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 47

Статья посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям процесса гребнечесания льняных и льнополипропиленовых лент. А также разработке теоретических вероятностных моделей, позволяющих прогнозировать рассортировку льняных волокон в процессе гребнечесания и определять количество гребенного очеса.

УДК 621.837.7

**А.Г. Семин, А.М. Тимофеев, А.В. Локтионов.** Исследование зубчато-рычажного механизма прерывистого вращательного движения с внешним зацеплением колес // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 52

В статье изложены результаты кинематического исследования зубчато-рычажного механизма прерывистого вращательного движения с внешним зацеплением колес. Установлено, что кулиса имеет остановку, равную 23% времени цикла, соответствующего половине оборота водила.

УДК 677.017.42

**А.Г. Романовский, Д.Б. Рыклин, В.В. Яковлев.** Оценка качества меланжевого эффекта // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 56

Статья посвящена разработке методики по определению качества меланжевого эффекта на поверхности текстильного изделия из меланжевой пряжи. Разработано программное обеспечение по предложенной методике.

УДК 687.05.

**Т.В. Бувич, К.И. Архипенко.** Экспериментальное исследование электромагнита постоянного тока, используемого в приводе механизма ножа петельного полуавтомата // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 61

Разработан петельный полуавтомат с МПУ, соответствующий технологическим параметрам современного оборудования. Проведены экспериментальные исследования электромагнита постоянного тока, используемого в приводе механизма ножа петельного полуавтомата. Даны рекомендации по выбору типа электромагнита и регулировке механизма ножа. Результаты работы использованы при разработке и внедрении в производство петельного полуавтомата с МПУ.

УДК 621.837.7

**А.Г. Семин, В.В. Сяборов, Е.В. Пароминский.** Исследование кривошипно-кулисного механизма с дезаксиальной кулисой // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 65

В работе исследована кинематика кулисного механизма с дезаксиальной кулисой. Получены зависимости углового перемещения, скорости и ускорения кулисы от угла поворота кривошипа. Установлено влияние дезаксиала на кинематические характеристики механизма. Предложены максимальное и минимальное значение угла давления, влияющего на динамику механизма.

УДК 677.024.072

**И.Н. Калиновская.** Снятие статического электричества с поверхности текстильных настенных покрытий // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 69

На кафедре ПНХВ разработано устройство для снятия электростатического электричества с поверхности рулонных материалов, состоящее из нейтрализатора и источника импульсного напряжения, обладающее рядом преимуществ перед существующими аналогами. Определено оптимальное расстояние от поверхности игл нейтрализатора, составляющее 28-30 мм. Разработана схема установки нейтрализаторов на технологической линии для производства текстильных обоев.

УДК 677.075.017.57

**М.Л. Кукушкин, С.В. Бардеева, А.С. Мясоедова.** Электростатические свойства трикотажных изделий // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 73

Работа посвящена поиску материала для трикотажных изделий, образующих на теле человека при ношении электрический заряд определенного знака. Подобные изделия могут использоваться для терапевтических целей в быту. Изготовлены образцы полотен различными переплетениями из различного сырья. Проведены испытания электрических свойств трикотажных полотен. По опытным заправкам изготовлены образцы носков. Проведена комплексная ранговая оценка их качества. Выбраны предпочтительные варианты изделий.

УДК 685.34.03 : 519

**С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков.** Прогнозирование релаксации усилий обувных материалов // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 76

Статья посвящена поиску реологических уравнений, наиболее точно описывающих процесс релаксации усилий в обувных материалах и в системах.

Исследованы релаксационные свойства современных обувных материалов и систем и осуществлен выбор уравнения, наиболее точно описывающего полученные экспериментальные кривые релаксации усилий. Использование модельного метода позволит прогнозировать величину остаточных усилий в любой момент времени, что сократит время проведения эксперимента и даст возможность осуществлять правильный выбор материалов для обуви высокого качества.

УДК 677.024.072

**Е.Л. Кулаженко, А.Г. Коган.** Использование текстильных отходов при производстве многослойных материалов // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 81



Статья посвящена анализу видов текстильных отходов предприятий легкой промышленности текстильного и швейного производства. Рассмотрены свойства материалов и возможность использования их в производстве многослойных материалов, а именно - настенных покрытий.

УДК 677.024.072

**Е.Л. Кулаженко.** Оптимизация клеевого состава при производстве многослойных материалов на тканой основе // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 83

Статья посвящена исследованию клеевых композиций для производства многослойных материалов. Определяется зависимость процента сцепляемости покрытия от вида связующего. Приводятся результаты исследований по определению механических свойств материала с нанесенным волокнистым покрытием при изменении расстояния между устройством и времени между нанесением клея и волокнистой массы.

УДК 677.051.17

**Р.В. Киселев.** Разработка ассортимента комбинированных пряж пневмомеханического способа прядения // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 86

Статья посвящена разработке ассортимента комбинированных нитей 20-80 текс пневмомеханического способа формирования. В зависимости от заправочных параметров и вида используемого сырья, возможно получение нитей различного назначения: высокопрочных, металлизированных, огнетермостойких, а так же крученых.

УДК 687.053.12

**С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, Н.В. Белова.** Расчет и исследование виброизолирующей опоры механизма нитепротягивателя швейной машины // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 90

В статье изложена методика расчета параметров конструкции виброизолирующей опоры механизма нитепротягивателя. Представлена конструктивная схема виброизолирующей опоры. Приведены результаты экспериментальных исследований виброскорости швейной машины после применения разработанной конструкции виброизолирующей опоры, свидетельствующие о значительном снижении виброактивности корпуса головки швейной машины, недостижимое посредством известных методов.

УДК 677.21:021.164

**С.С. Медвецкий, О.М. Катович.** Разработка технологии получения комбинированной хлопкохимической пряжи малой линейной плотности // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 95

Статья посвящена разработке технологии получения комбинированной хлопкохимической пряжи малой линейной плотности 15.6 текс из гребенной ровницы и комплексной химической нити. Назначение пряжи данного вида – производство «экологических» гардинных изделий из натурального хлопкового волокна.

УДК 677.021.166

**Д.Б. Рыклин, О.В. Звёздочкина, К.Н. Ринейский.** Обоснование возможности использования емкостного метода для оценки эффективности процесса смешивания волокон // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 99

Статья посвящена обоснованию методики оценки качества смешивания волокон в многокомпонентных смесях. На основании анализа достоинств и недостатков существующих методов оценки качества смешивания волокон в многокомпонентных смесях предложено использование емкостного метода для исследования льносодержащих смесей. Апробация разработанного метода подтвердила возможность его использования как для определения эффективности процессов смешивания на различных этапах технологического процесса, так и для сравнительной оценки качества смешивания компонентов в смесях различного состава.

УДК 677.017

**Д.В. Корнеев, Б.С. Сункуев.** Экспериментальное исследование процессов холодного фальцевания текстильных материалов // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 102

В статье рассматривается методика проведенного эксперимента по изучению процесса холодного фальцевания текстильных материалов из синтетических волокон, проведен анализ результатов эксперимента. Установлено, что степень влияния фактора времени гораздо выше степени влияния фактора технологического давления. В соответствии с этим даны рекомендации по использованию данного вида процесса фальцевания.

УДК 685.34.013

**В.Е. Горбачий, А.Л. Ковалев, А.И. Линник, С.В. Смелкова.** Возрастная характеристика стоп женщин Республики Беларусь // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 106

Статья посвящена вопросу определения корреляционных зависимостей между антропометрическими признаками стоп и голеней женщин РБ необходимых для построения системы размерных стандартов обуви.

Авторами проведен статистический анализ не только распределений признаков, но и распределений их сочетаний, установлены количественные параметры степени связи между признаками.

В результате математической обработки антропометрического материала получены данные, которые дают возможность перейти к построению размерной типологии стоп.

УДК 677.017:621.3

**Е.Г. Замостоцкий, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган.** Теоретическое исследование интенсивности нагрузки и натяжения при баллонировании комбинированной электропроводящей нити // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 110

Статья посвящена теоретическому определению выводу формул для теоретического расчета интенсивности нагрузки и натяжения при баллонировании комбинированной электропроводящей нити. Разность между рассчитанными и фактическими характеристиками не превышает 6%. Следовательно, данный расчет можно рекомендовать для определения интенсивности нагрузки, угла поворота в крайних точках сечения баллона и натяжения при баллонировании комбинированной электропроводящей нити.

УДК 677.025

**А.А. Науменко.** Применение теории катастроф к анализу технологических систем // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 116

Статья посвящена анализу устойчивости технологических систем в трикотажном производстве с позиций теории катастроф. В работе показано, что значения параметров системы, соответствующих состояниям устойчивого равновесия, образуют поверхность в пространстве их возможных значений, в каждой точке которой производительность системы максимальна. Переход ее в неравновесное состояние интерпретируется как отрыв отображающей его фазовой точки от поверхности равновесия. Полученные результаты открывают возможность проектирования технологических систем с учетом критериев устойчивости.

УДК 536.21

**В.Н. Шут, А.В. Гаврилов, В.Л. Трубловский.** Моделирование тепловых и электрических процессов в структурах пироэлектрик - жидкий кристалл при воздействии лазерного излучения // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 122

Численными методами исследованы тепловые и электрические процессы в структурах пироэлектрик - жидкий кристалл при воздействии лазерного излучения. На основании расчетов определены оптимальные толщины пироэлектрического слоя для получения максимальной чувствительности структуры. Показано, что разрешающая способность преобразователя возрастает с увеличением частоты модуляции теплового излучения и уменьшением толщины пироэлектрика.

УДК 339:621

**Е.В. Белов.** Перспективы развития дизайнерских разработок на машиностроительных предприятиях витебска // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 126

В статье рассмотрен вопрос повышения конкурентоспособности товаров машиностроительных предприятий города Витебска. Для того чтобы повысить производительность и эффективность дизайнерских работ, предлагается использовать графические пакеты для разработки дизайна внешней формы. Конкретный пример иллюстрирует возможности этих пакетов.

УДК 536.2:67/68

**Е.Ф. Макаренко, А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский.** Метод расчета кривой скорости сушки // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 130

Процесс сушки влажных материалов в периоде падающей скорости сушки является сложным нестационарным процессом тепломассообмена. Сложная нелинейная взаимосвязь между тепло- и массообменными характеристиками не позволяет воспользоваться решениями системы дифференциальных уравнений для практических расчетов по кинетике сушки конкретных материалов. Поэтому при сушке различных капиллярно-пористых материалов используются эмпирические зависимости, основанные на наиболее общих закономерностях процесса сушки.

Сравнение результатов теоретических расчетов с экспериментом, показало, что точность приведенных методов практически одинакова, и ошибка не превышает 7 %.

Таким образом, при использовании предлагаемых методов расчета кинетики сушки отпадает необходимость в построении кривой сушки и проведении многочисленных опытов по сушке при различных режимах.

УДК 539.3

**Е.А. Корчевская.** Свободные колебания многослойной некруговой цилиндрической оболочки, состоящей из вязкоупругих слоев // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 134

Исследуются свободные колебания слоистой некруговой цилиндрической оболочки, состоящей из вязкоупругих слоев. В качестве исходных используются уравнения колебаний слоистых композитных оболочек с комплексными коэффициентами, учитывающими вязкоупругие свойства материала, а также наличие поперечных сдвигов, выведенные на основе обобщенной кинематической гипотезы Тимошенко, которая позволяет описать нелинейную зависимость тангенциальных перемещений от поперечной координаты. С использованием асимптотического метода двумерные уравнения многослойных оболочек сведены к последовательности алгебраических уравнений. Из последовательного рассмотрения полученных уравнений находится частотный параметр с учетом вязкоупругих свойств составляющих слоев и поперечных сдвигов.

Библиогр. – 4 назв.

УДК: 336.14:339.9

**В.А. Губик.** Современные методологические подходы к определению роли внешнеэкономической деятельности в формировании доходов бюджета // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 148

Существующие методологические подходы к изучению международных экономических отношений не акцентируют внимание на определении роли внешнеэкономической деятельности в формировании доходов бюджета. В статье рассматривается и обосновывается необходимость уточнения определения внешнеэкономической деятельности с учетом целей государства в формировании доходной части государственного бюджета. Автором предлагается дополнить цели государственного регулирования ВЭД новой целью, связанной с созданием эффективной структуры внешней торговли, направленной на формирование доходной части бюджета.

УДК 657

**М.В. Линник.** Проблемы учета и оценки затрат в незавершенном производстве в организациях швейной промышленности // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 157

В данной статье исследуются проблемы учета и оценки затрат в незавершенном производстве в организациях швейной промышленности. В статье описываются применяемые на швейных предприятиях способы выявления остатков незавершенного производства и методы стоимостной оценки данной категории запасов с точки зрения основных их достоинств и недостатков. Автор отмечает, что основным недостатком методик оценки незавершенного производства по стоимости материалов и по прямым (материальным и трудовым) статьям затрат является искажение таких показателей как «себестоимость готовой продукции», «себестоимость реализованной продукции», «прибыль (убыток) от реализации продукции», так как данные методики не обеспечивают необходимой степени точности разграничения затрат по периодам. Автором обосновывается целесообразность применения в учетной практике организаций швейной промышленности методики оценки затрат в незавершенном производстве, основанной на рекомендациях международных стандартов бухгалтерского учета. При оценке стоимости незавершенного производства предлагается использовать метод «полного поглощения затрат».

УДК 339.1

**В.В. Квасникова.** Культура торговли: теоретические аспекты и методика оценки // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 162

В статье проведено теоретическое исследование категории «культуры торговли» и разработана методика оценки уровня культуры торговли на основе опроса потребителей, предусматривающая оценку 17 показателей с использованием предложенных оценочных шкал.

УДК 339.727.22/.24

**В.К. Егорова, В.С. Соловьёва, Е.Е. Витрук.** Иностранные инвестиции в экономике Республики Беларусь // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 168

Республика Беларусь на сегодняшний день пока не является приоритетной областью в глазах иностранного инвестора для вложения капитала в экономику. Однако имеется ряд преимуществ, позволяющих успешно вести инвестиционную политику. В статье определены предпосылки привлечения иностранных инвестиций, дана оценка экономического потенциала развития инвестиционной деятельности и выделены преимущественные направления реализации экономических реформ.

УДК 338

**Г.А. Шмарловская.** Новая экономика – возможность перехода транзитивных стран к стратегии опережающего развития // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 172

Систематизированы подходы ученых к трактовке понятия «новая экономика», которая рассматривается на уровне национальной экономики и мировой экономики. Выявлены предпосылки и тенденций развития «новой экономики». Показано, что для стран с транзитивной экономикой новая экономика – это путь открытия национальной экономики и вхождения в мировую экономику через выход на рынок информационных технологий, направления встраивания в глобальный информационно-инновационный поток, возможность перехода транзитивных стран от стратегии догоняющего развития к стратегии опережающего развития.

УДК 331.5 (338.46:37)(476)

**Е.Н. Коробова.** Проблемы согласования регионального рынка труда и рынка образовательных услуг в Республике Беларусь (на примере Витебской области) // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 177

В статье рассматриваются вопросы движения персонала в отраслевом аспекте. На основе проведенного анализа выявлены проблемы взаимодействия регионального рынка труда и рынка образовательных услуг. Для решения данной проблемы обозначен круг приоритетных вопросов, решение которых позволит обеспечить согласованность между данными рынками. Сделан обзор зарубежных методик прогнозирования, используемых для определения необходимого количественного состава специалистов.

УДК 621.643.053 – 192

**А.Г. Кульбей.** Воздействие аварий подводных переходов магистральных трубопроводов на экологическую ситуацию региона // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 183

Рассматриваются вопросы обеспечения экологической безопасности водных объектов Беларуси за счет повышения надежности подводных переходов магистральных трубопроводов. Предложены подходы к оценке текущего состояния подводных переходов и снижению риска их отказа.

УДК 504.064.4

**В.Е. Савенок.** Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 186

Объектом исследования является технологическое оборудование предприятия «ЧЕСС-БЕЛ» рассматриваемое как источник влияния на окружающую среду.

Цель работ - расчет рассеивания загрязняющих веществ предприятия в атмосферном воздухе.

Для достижения поставленной цели выявлены источники загрязнения и перечень загрязняющих веществ, произведен расчет приземных концентраций загрязняющих веществ по методу Гаусса.

УДК 675.086.004.14

**А.А. Трутнёв, А.В. Гречаников, С.Г. Ковчур, А.П. Платонов.** Использование неорганических отходов при производстве асфальтобетона // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 189

Авторы статьи разработали технологию утилизации отходов, образующихся на теплоэлектроцентралях: на Витебской ТЭЦ и котельной «Южная». На этих тепловых станциях воду берут из реки Западная Двина и очищают от примесей и солей жёсткости. Согласно разработанной технологии минеральный порошок в составе асфальтобетона заменяется неорганическими отходами ТЭЦ. Это даёт возможность производить асфальтобетон с высокими эксплуатационными свойствами.

УДК 678.746.222

**Г.Я. Мусафирова.** Защитно-герметизирующие композиции на основе вторичного полистирола, каучука и битума // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 194

В работе исследованы технологические, физико-механические и гидроизоляционные характеристики разработанных защитно-герметизирующих композиций на основе вторичного полистирола, каучука и битума. Установлено, что с уменьшением условной вязкости разработанных материалов, увеличивается их адгезионная способность, но ухудшаются прочностные, гидроизоляционные характеристики и укрывистость.

УДК 697.94

**А.А. Ходьков, С.С. Клименков, И.А. Тимонов, Е.Т. Тимонова.** Исследование процесса пылеулавливания в винтовых пылеуловителях // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 198

Приведены результаты теоретических исследований процесса пылеулавливания в винтовых пылеуловителях. Представлен алгоритм программы в системе компьютерной алгебры, позволяющий производить расчёты основных технологических параметров винтовых пылеуловителей.

УДК 687.023.054

**Т.А. Рапацевич, С.Г. Ковчур.** Исследование санитарно-гигиенических свойств текстильных материалов бельёвого назначения // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 202

В работе исследовались гигиенические свойства текстильных материалов бельёвого назначения. Проведен анализ существующих сведений о влиянии волокнистого состава, структуры и вида текстильного полотна на гигиенические свойства бельёвых изделий. Использование полученных в работе результатов позволяет осуществить оптимальный выбор материалов для изготовления бельёвых изделий с требуемыми гигиеническими свойствами, учитывая их изменение под воздействием различных факторов.

УДК 517.925

**Е.Г. Садовников.** Об одном методе исследования обыкновенных дифференциальных уравнениях // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 206

$$y' = f(x, y) p\left(\frac{y}{x}\right).$$

В статье рассматривается уравнение 1) . При выполнении определенных условий  $A$  предложен метод исследования поведения интегральных кривых уравнения 1) на всей плоскости  $xOy$ . Рассматриваются корни уравнения 2)  $f(0,0)p(u) - u = 0$  и строятся соответствующие секторы. В каждом таком секторе устанавливается поведение интегральных кривых на основании одной из теорем статьи. В результате устанавливается поведение интегральных кривых уравнения 1) на всей плоскости  $xOy$ .

УДК 378.147

**С.П. Кунцевич.** О месте сайта кафедры в информационном образовательном пространстве высшего учебного заведения // Вестник УО «ВГТУ». 2008. № 15. С. 210

В статье проанализированы методические требования, которым должен удовлетворять сайт кафедры высшего учебного заведения. В качестве примера описана структура сайта кафедры информатики Витебского государственного технологического университета. Предложена система распределения прав пользователей сайта, обеспечивающая его эффективное функционирование.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

- Белов**  
Евгений Валентинович – доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
- Белова**  
Нина Валентиновна – лаборант кафедры «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «ВГТУ»
- Бодяло**  
Наталья Николаевна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Конструирование и технология швейных изделий» УО «ВГТУ»
- Букин**  
Юрий Алексеевич – ассистент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, заведующий лабораторией кафедры автоматизации технологических процессов и производств УО «ВГТУ»
- Витрук**  
Евгений Евгеньевич – студент гр. 2Фк-5 УО «ВГТУ»
- Гаврилов**  
Алексей Викторович – младший научный сотрудник лаборатории нелинейных материалов ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»
- Гарская**  
Наталья Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология швейных изделий» УО «ВГТУ»
- Горбачик**  
Владимир Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
- Гречаников А.В.** – ассистент кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»
- Гришанова**  
Светлана Сергеевна – кандидат технических наук, ассистент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Губик**  
Вероника Александровна – инспектор Минской региональной таможни
- Дягилев**  
Андрей Степанович – аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Егорова**  
Валентина Константиновна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория и маркетинг» УО «ВГТУ»
- Замостоцкий**  
Евгений Геннадьевич – аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Звёздочкина**  
Оксана Валерьевна – магистрант, инженер НИСа УО «ВГТУ»
- Казарновская**  
Галина Васильевна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Дизайн» УО «ВГТУ»

<b>Катович</b> Оксана Михайловна	– инженер НИСа, магистрант УО «ВГТУ»
<b>Киселев</b> Руслан Васильевич	– мастер ПО, кафедра «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Клименков</b> Степан Степанович	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой МТВПО УО «ВГТУ»
<b>Ковалев</b> Алексей Леонидович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Ковчур</b> Андрей Сергеевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
<b>Коган</b> Александр Григорьевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Корнеенко</b> Дмитрий Викторович	– аспирант кафедры «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «ВГТУ»
<b>Коробова</b> Елена Николаевна	– старший преподаватель кафедры «Менеджмент» УО «ВГТУ», аспирант кафедры регионального управления УО «БГЭУ»
<b>Краснер</b> Стас Юрьевич	– ассистент кафедры теоретической механики и ТММ УО «ВГТУ»
<b>Кукушкин</b> Максим Леонидович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Кулаженко</b> Елена Леонидовна	– аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Кульбей</b> Андрей Геннадьевич	– старший преподаватель кафедры «Трубопроводный транспорт и гидравлика» УО «Полоцкий государственный университет»
<b>Кунцевич</b> Сергей Петрович	– кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Информатика» УО «ВГТУ»
<b>Линник</b> Алла Ивановна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Линник</b> Маргарита Владимировна	– ассистент кафедры «Экономика» УО «ВГТУ»
<b>Локтионов</b> Анатолий Васильевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики и ТММ УО «ВГТУ»
<b>Макарено</b> Елена Францевна	– ассистент кафедры СМиДМ УО «ВГТУ»
<b>Медвецкий</b> Сергей Сергеевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»



<b>Мусафирова</b> Галина Ярославовна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» УО «Полесский государственный университет»
<b>Науменко</b> Александр Александрович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация» УО «ВГТУ»
<b>Новиков</b> Юрий Васильевич	– доцент УО «ВГТУ»
<b>Ольшанский</b> Анатолий Иосифович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
<b>Ольшанский</b> Валерий Иосифович	– кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
<b>Пароминский</b> Евгений Вячеславович	– студент гр. «Мл-75 механико-технологического факультета УО «ВГТУ»
<b>Платонов</b> Александр Петрович	– кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Химия», УО «ВГТУ»
<b>Платонова</b> Лариса Александровна	– кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория и маркетинг» УО «ВГТУ»
<b>Рапацевич Т.А.</b>	– студентка 5 курса, гр. Шт-153, УО «ВГТУ»
<b>Ринейский</b> Константин Николаевич	– старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и производств УО «ВГТУ»
<b>Романовский</b> Андрей Геннадьевич	– младший научный сотрудник НИСа, кафедра «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Рыклин</b> Дмитрий Борисович	– доктор технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Савенок</b> Владимир Евгеньевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»
<b>Садовников Е.Г.</b>	– доцент кафедры теоретической и прикладной математики УО «ВГТУ»
<b>Семин</b> Александр Григорьевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и ТММ УО «ВГТУ»
<b>Силкин</b> Евгений Владимирович	– аспирант кафедры «Дизайн» УО «ВГТУ»
<b>Скоков</b> Павел Иванович	– кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерная графика» УО «ВГТУ»
<b>Смелков</b> Виталий Константинович	– кандидат технических наук, доцент, декан КТФ УО «ВГТУ»

<b>Смелкова</b> Светлана Владимировна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Соловьева</b> Валерия Сергеевна	– студентка гр. 2Фк-5 УО «ВГТУ»
<b>Солтовец</b> Галина Николаевна	– кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия» УО «ВГТУ»
<b>Сункуев</b> Борис Семенович	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «МАЛП» УО «ВГТУ»
<b>Сюбаров</b> Всеволод Владимирович	– старший преподаватель кафедры теоретической механики и ТММ УО «ВГТУ»
<b>Тимонов</b> Иван Афанасьевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»
<b>Тимонова</b> Елена Тимофеевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»
<b>Тимофеев</b> Анатолий Михайлович	– кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и ДМ УО «ВГТУ»
<b>Трубловский</b> Виктор Людвигович	– младший научный сотрудник лаборатории нелинейных материалов ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»
<b>Трутнев</b> Андрей Анатольевич	– зав. лабораторией кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»
<b>Филимоненкова</b> Раиса Николаевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология швейных изделий» УО «ВГТУ»
<b>Фурашова</b> Светлана Леонидовна	– аспирант кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Ходьков</b> Андрей Алексеевич	– главный инженер мебельной фабрики «Заря»
<b>Чукасова–Ильюшкина</b> Екатерина Васильевна	– аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Шайдоров</b> Михаил Адамович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология швейных изделий» УО «ВГТУ»
<b>Шелепова</b> Наталья Леонидовна	– студентка специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических процессов (легкая промышленность)» УО «ВГТУ»
<b>Шмарловская</b> Галина Александровна	– доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Мировая экономика» УО «БГЭУ»

**Шут**

Виктор Николаевич

- кандидат физических наук, заведующий лабораторией нелинейных материалов ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»

**Яковлев**

Владимир Васильевич

- студент УО «ВГТУ»

**Ясинская**

Наталья Николаевна

- кандидат технических наук, докторант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»



## Памятка авторам

1. Научно-технический журнал «Вестник Витебского государственного технологического университета» выходит два раза в год. Статьи принимаются в электронном виде с приложением распечатки по одному из четырех тематических направлений: технология и оборудование легкой и текстильной промышленности; технология и оборудование машиностроительного производства; химия, химическая технология и экология; экономика.
2. К рукописи статьи необходимо приложить: заявку с названием статьи, тематическим направлением (из п.1), по которому она подается, указать, должна ли статья (по мнению авторов) учитываться Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь при защите диссертаций, списком авторов и их личными подписями; реферат на языке оригинала; название статьи, фамилии и инициалы авторов, название организации и резюме (summary) на английском языке; акт о возможности опубликования представленных материалов; справку, содержащую сведения об авторах (место работы, должность, ученая степень, адрес, телефон, e-mail).
3. Структура принимаемых к опубликованию статей следующая: индекс УДК; название статьи; фамилии и инициалы авторов; полное название учреждения, в котором выполнена работа; текст статьи; список литературы.
4. В тексте статьи должны быть последовательно отражены: состояние проблемы до начала ее изучения авторами; цель представленной работы и задачи, которые были решены для ее достижения; методика проведенных исследований; анализ полученных результатов, их научная новизна и практическая ценность; выводы (что было известно до начала исследования, что стало известно после него, что необходимо исследовать далее).
5. Список литературы оформляется отдельно в конце статьи; ссылки на публикации должны быть вставлены в текст в виде номера публикации в списке, заключенного в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы (диссертации, отчеты, депонированные рукописи) не допускаются.
6. Объем публикации не должен превышать шести страниц, набранных шрифтом Times new roman 14, с полями по 25 мм на сторону и полуторным межстрочным интервалом. В файлах не должно быть макросов, колонтитулов и других сложных элементов форматирования. Распечатка статьи должна полностью соответствовать приложенному файлу.
7. Поступившие в редакцию статьи, после предварительной экспертизы на соответствие предъявляемым требованиям, направляются на рецензию специалистам. По решению рецензента, статья может быть рекомендована к опубликованию, рекомендована к доработке с повторным рецензированием или ее публикация может быть признана рецензентом нецелесообразной. Окончательное решение о публикации при получении отрицательной рецензии принимается на заседании редакционной коллегии.
8. Статьи представляются в редакцию по адресу: 210028, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72, Скробовой Алине Сергеевне.

Редакция «Вестника ВГТУ»

Научное издание

ВЕСТНИК УО «ВГТУ»

П я т н а д ц а т ы й      в ы п у с к

---

---

Ответственный за выпуск: Иванова О.С.

Подписано в печать 29.08.2008 г.

Формат 60x84/8

Тираж 99 экз.

Заказ № 412

---

Выпущено издательским отделом ЦИТ ВГТУ  
УО "Витебский государственный технологический  
университет"

210035, Республика Беларусь,  
г. Витебск, Московский пр-т, 72

Лицензия № 02330/0133005 от 01.04.2004 г.

Журнал зарегистрирован в  
Министерстве информации  
Республики Беларусь  
№ 2554 от 31 мая 2005 г.

## **ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС**

**74940** – ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ПОДПИСКА

**749402** – ВЕДОМСТВЕННАЯ ПОДПИСКА