

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
"ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ"

## **В Е С Т Н И К**

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

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

**ВИТЕБСК**  
**2009**

УДК 67/68  
ББК 37.2  
В 38

**Вестник Витебского государственного технологического университета.** Вып. 17 / УО «ВГТУ»; гл. ред. В. С. Башметов. – Витебск, 2009. – 207 с.

**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., профессор **Рыклин Д.Б.**

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

**члены ред. коллегии**

д.т.н., профессор Башметов В.С. (ВГТУ)  
д.э.н., профессор Богдан Н.И. (БГЭУ)  
д.э.н., профессор Ванкевич Е.В. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Горбачик В.Е. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Жарский И.М. (БГТУ)  
к.т.н., доцент Касаева Т.В. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Клименков С.С. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Ковчур С.Г. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Коган А.Г. (ВГТУ)  
д.ф.-м.н., профессор Корниенко А.А. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Кузнецов А.А. (ВГТУ)  
академик НАН РБ Лиштван И.И.  
д.т.н., профессор Локтионов А.В. (ВГТУ)  
д.с.н., профессор Меньшиков В.В.  
(Даугавпилский университет, Латвия)

к.т.н., директор Муха П.И. (РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»)  
д.э.н., профессор Нехорошева Л.Н. (БГЭУ)  
д.т.н., профессор Николаев С.Д. (МГУТД)  
к.т.н., профессор Ольшанский В.И. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Пантелеенко Ф.И. (БНТУ)  
к.х.н. доцент Платонов А.П. (ВГТУ)  
к.э.н., доцент Прокофьева Н.Л. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Пятов В.В. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Рубаник В.В. (ВГТУ)  
д.т.н., доцент Рыклин Д.Б. (ВГТУ)  
д.т.н., профессор Садовский В.В. (БГЭУ)  
д.т.н., профессор Сторожев В.В. (МГУТД)  
д.т.н., профессор Сункуев Б.С. (ВГТУ)

ISBN 978-985-481-177-2

Тексты набраны с авторских оригиналов

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72., тел. 8-0212-47-90-40  
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

ISBN 978-985-481-177-2

© УО "Витебский государственный технологический университет", 2009

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>О ПАРАМЕТРАХ ЗЕВООБРАЗОВАНИЯ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ</b> <i>А.В. Башметов, В.С. Башметов</i> .....	6
<b>РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ ПРИКРУЧИВАЕМОЙ СТРЕНГИ В КАНАЛЕ ПОЛОГО ВЕРЕТЕНА ПРЯДИЛЬНО-КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЫ</b> <i>Н.Н. Бодяло, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган</i> .....	9
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ СОЧЕТАНИЯ РАЗМЕРОВ И РОСТОВ В РАСКЛАДКАХ ЛЕКАЛ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> <i>П.Г. Деркаченко, Н.Н. Бодяло</i> .....	14
<b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ</b> <i>А.С. Дягилев, А.Г. Коган</i> .....	19
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТОЛОВОГО КОМПЛЕКТА ПО БЕЛОРУССКИМ МОТИВАМ</b> <i>Г.В. Казарновская, А.В. Попова</i> .....	23
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ</b> <i>О.М. Катович, С.С. Медвецкий, А.Г. Коган, Е.Н. Лешакова</i> .....	28
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ПИТАЮЩЕМ КАНАЛЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ</b> <i>Р.В. Киселев</i> .....	34
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ШВЕЙНЫХ НИТОК</b> <i>С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, А.В. Радкевич</i> .....	39
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБРЕЗКИ ШВЕЙНЫХ НИТОК</b> <i>С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич, Б.С. Сункуев</i> .....	45
<b>ТРИКОТАЖНОЕ ФИКСИРУЮЩЕЕ ИЗДЕЛИЕ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ</b> <i>М.Л. Кукушкин, В.А. Борисович</i> .....	49
<b>ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ</b> <i>А.В. Локтионов, С.В. Жерносек</i> .....	53
<b>ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАМАСЛИВАТЕЛИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ АРАМИДНОЙ НИТИ</b> <i>М.П. Михайлова, Л.В. Ткачева, И.В. Слугин, А.И. Каширин, Г.Б. Склярова</i> .....	58
<b>УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРЯЖИ И НИТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРИКОТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ</b> <i>А.А. Науменко</i> .....	63
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ЗАМАСЛИВАНИЯ УТКА НА КАЧЕСТВО СТЕКЛОТКАНИ</b> <i>В.В. Невских, Н.В. Дубко, Д.И. Кветковский</i> .....	67
<b>АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ</b> <i>Д.Б. Рыклин, Р.А. Васильев</i> .....	73
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ СТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИБКОЙ НЕРАСТЯЖИМОЙ НИТИ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ШКИВЕ</b> <i>В.Н. Сакевич, А.В. Щелкунов</i> .....	78

<b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛОКОН В ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЯХ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ</b>	
<i>Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин .....</i>	<i>83</i>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ ППМ-120А1М</b>	
<i>Н.В. Скобова, О.М. Катович .....</i>	<i>88</i>
<b>МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРИФОРМОВЫВАЕМОСТИ ВЕРХА ОБУВИ К СТОПЕ</b>	
<i>Р.Н. Томашева, В.Е. Горбачик .....</i>	<i>93</i>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ФИКСАЦИИ ФОРМЫ ВЕРХА ОБУВИ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ</b>	
<i>С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик .....</i>	<i>98</i>
<b>РАЗРАБОТКА ЗАПРАВочНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА</b>	
<i>А.В. Чарковский, Н.Л. Надёжная, В.П. Шелепова.....</i>	<i>103</i>
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	
<b>ЛАЗЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ ZrO<sub>2</sub>:CO/Ni И Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:CO</b>	
<i>М.К. Аршинов, М.Н. Сарасеко, К.И. Аршинов .....</i>	<i>108</i>
<b>ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДСТВА В ЗАДАЧЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТИПИЗИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ</b>	
<i>Н.В. Беляков, Н.Н. Попок.....</i>	<i>111</i>
<b>ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ</b>	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И РЕЦЕПТУРЫ ЭМУЛЬСИОННЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ОПАЛУБКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА</b>	
<i>В.В. Иваненко, В.Н. Сакевич .....</i>	<i>118</i>
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДНОГО ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b>	
<i>А.С. Ковчур, В.В. Пятюв .....</i>	<i>124</i>
<b>ПЕРЕРАБОТКА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИКИ</b>	
<i>А.С. Ковчур, В.В. Пятюв .....</i>	<i>127</i>
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ПЛЕНКА ДЛЯ УПАКОВКИ ШТУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b>	
<i>В.В. Копытков .....</i>	<i>130</i>
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ КОЖ В МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ</b>	
<i>Н.Ю. Михасева, Г.М. Власова, Н.П. Матвейко.....</i>	<i>135</i>
<b>НАБУХАНИЕ ИОНИТОВ В РАСТВОРАХ СИЛЬНЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ</b>	
<i>А.П. Платонов, С.Г. Ковчур .....</i>	<i>138</i>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТЕРМОЛИЗА НЕПРЕДЕЛЬНЫХ КЕТОГИДРОПЕРОКСИДОВ</b>	
<i>С.Г. Стёпин, Л.С. Новиков.....</i>	<i>142</i>

## ЭКОНОМИКА

<b>ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> <i>Т.В. Касаева, П.Ю. Локтев</i> .....	146
<b>СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ</b> <i>З.А. Королева</i> .....	151
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО УЧЕТА КОСВЕННЫХ ЗАТРАТ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ</b> <i>М.В. Линник</i> .....	156
<b>РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К УЧЕТУ И ОЦЕНКЕ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА</b> <i>М.В. Линник</i> .....	162
<b>АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СФЕРЕ НОВЫХ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> <i>В.А. Мироненко, И.В. Кривенкова</i> .....	168
<b>МЕТОДИКА СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФАКТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ</b> <i>Н.Н. Олешкевич</i> .....	174
<b>ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА МАКРОУРОВНЕ</b> <i>С. Рябова</i> .....	179
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</b> <i>И.П. Сысоев</i> .....	185
<b>ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КЛАСТЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОМОДЕЛИРОВАНИЯ</b> <i>Г.А. Яшева, Е.Ю. Вардомацкая</i> .....	189
<b>РЕФЕРАТЫ</b> .....	194
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	203

## О ПАРАМЕТРАХ ЗЕВООБРАЗОВАНИЯ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ

**А.В. Башметов, В.С. Башметов**

Для выработки тканей из различных видов волокон на ткацких станках применяются различные виды зева – чистый, нечистый смешанный. При выборе вида зева необходимо учитывать множество факторов, в том числе физико-механические свойства основных нитей, количество ремизок в заправке ткацкого станка и др. От этих факторов зависит величина деформации основных нитей при зевобразовании.

Проведем анализ влияния вида зева на величину деформации основных нитей от зевобразования при различном числе ремизок в заправке ткацкого станка. На рис.1 представлена схема расположения основных нитей при зевобразовании (в верхней части зева). Все величины, относящиеся к первой,  $i$ -ой и последней ремизкам, имеют соответственно индексы 1,  $i$  и  $n$ .

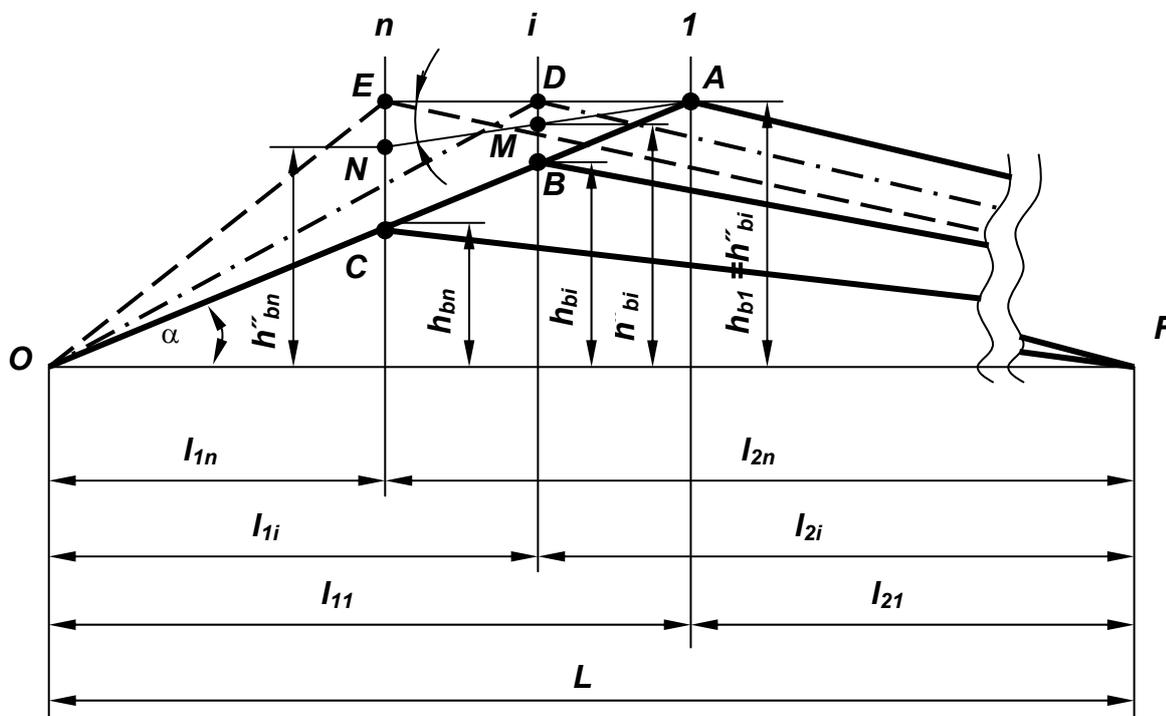


Рисунок 1 – Схема зевобразования

При образовании чистого зева различные ремизки перемещаются от средней линии OF на различную величину. Первая ремизка перемещается вверх на величину  $h_{e1}$ ,  $i$ -ая ремизка – на величину  $h_{ei}$ , последняя ремизка – на величину  $h_{en}$ . Все глазки галев в верхней части зева располагаются в плоскости ABCO, а основные нити в передней части зева образуют один угол  $\alpha$ , который определяется условиями прокладывания уточных нитей через зев. Аналогичным образом располагаются основные нити в нижней части зева (на рисунке не показаны).

При применении на ткацком станке чистого зева деформация основных нитей, заправленных в различные ремизки, будет различной. Соответственно, будет различным и натяжение основных нитей в фазе полного раскрытия зева. Разница деформаций основных нитей первых и последних ремизок будет больше при большем числе ремизок.

При образовании нечистого зева различные ремизки перемещаются от средней линии OF на одинаковую величину, т.е.  $h_{e1} = h'_{ei} = h'_{en}$ . Все глазки галев находятся в плоскости ADE. Основные нити первой ремизки располагаются по линии OAF, *i*-ой ремизки – по линии ODF, последней ремизки – по линии OEF.

При применении на ткацком станке нечистого зева деформации основных нитей, заправленных в различные ремизки, также будут отличаться друг от друга. При этом деформации основных нитей второй и всех последующих ремизок будут значительно больше, чем при чистом зеве. Поэтому с целью уменьшения разности деформаций основных нитей второй и последующих ремизок возможно расположение всех глазков галев в промежуточной плоскости AMN, находящейся между плоскостями ABCO (чистый зев) и ADE (нечистый зев). Положение плоскости AMN определяется углом  $\beta$ , величина которого может находиться в пределах от 0 до  $\alpha$ .

Деформацию основных нитей *i*-ой ремизки при зевобразовании можно определить

$$\lambda_i = \sqrt{\ell_{1i}^2 + h_{ei}^2} + \sqrt{\ell_{2i}^2 + h_{ei}^2} - L, \quad (1)$$

где  $\ell_{1i}$  и  $\ell_{2i}$  – длина передней и задней частей зева из основных нитей *i*-ой ремизки;

$h_{ei}$  – высота верхней части зева из нитей *i*-ой ремизки;

$L$  – длина зева.

Параметры зева из нитей *i*-ой ремизки можно определить через параметры зева из нитей первой ремизки

$$\begin{aligned} \ell_{1i} &= \ell_{11} - (i-1)t, & \ell_{2i} &= \ell_{21} + (i-1)t, \\ h_{ei} &= \ell_{1i} \operatorname{tg} \alpha, & \operatorname{tg} \alpha &= \frac{h_{e1}}{\ell_{11}}, & h''_{ei} &= h_{e1} - t(i-1) \operatorname{tg} \beta, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $t$  – шаг расположения ремизок на ткацком станке;

$i$  – порядковый номер ремизки.

Расчеты деформаций основных нитей выполнены для ткацких станков типа АТПР и СТБ. На станках типа АТПР  $\ell_{11} = 150$  мм,  $\ell_{21} = 290$  мм,  $L = 440$  мм,  $h_{e1} = 50$  мм. Угол  $\alpha$  верхней части зева на станках типа АТПР определяется взаимным расположением ветвей зева и пневморепира. В данном случае он равен  $18,4^\circ$ . На станках типа СТБ  $\ell_{11} = 296$  мм,  $\ell_{21} = 304$  мм,  $L = 600$  мм. Угол зева  $2\alpha$  на станках типа СТБ с кулачковыми зевобразовательными механизмами может находиться в пределах от  $16^\circ$  до  $26^\circ$  (оптимальное значение  $20^\circ - 21^\circ$ ) [1], а при применении ремизоподъемных кареток – от  $16^\circ$  до  $24^\circ$  (оптимальное значение  $21^\circ$ ). Поэтому для расчетов принят угол зева  $2\alpha = 21^\circ$ ,  $\alpha = 10,5^\circ$ , при котором  $h_{e1} = 54,86$  мм.

Результаты расчетов представлены графически для станков типа АТПР на рис.2 и для станков типа СТБ на рис.3.

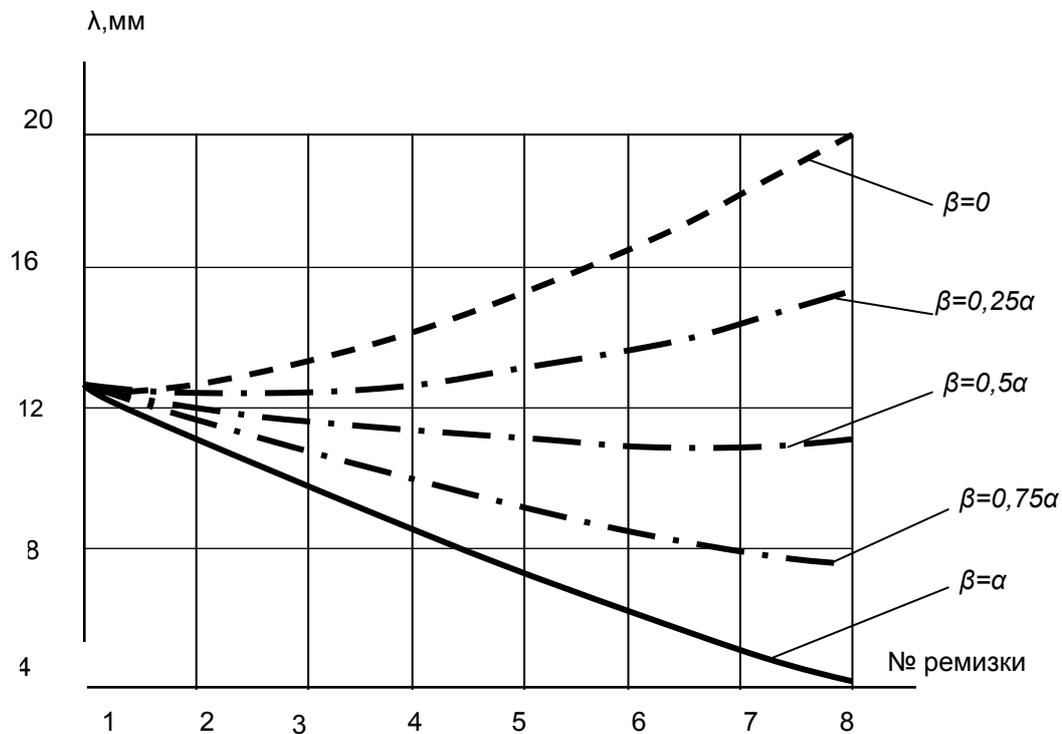


Рисунок 2 – Деформация нитей на станках типа АТПР

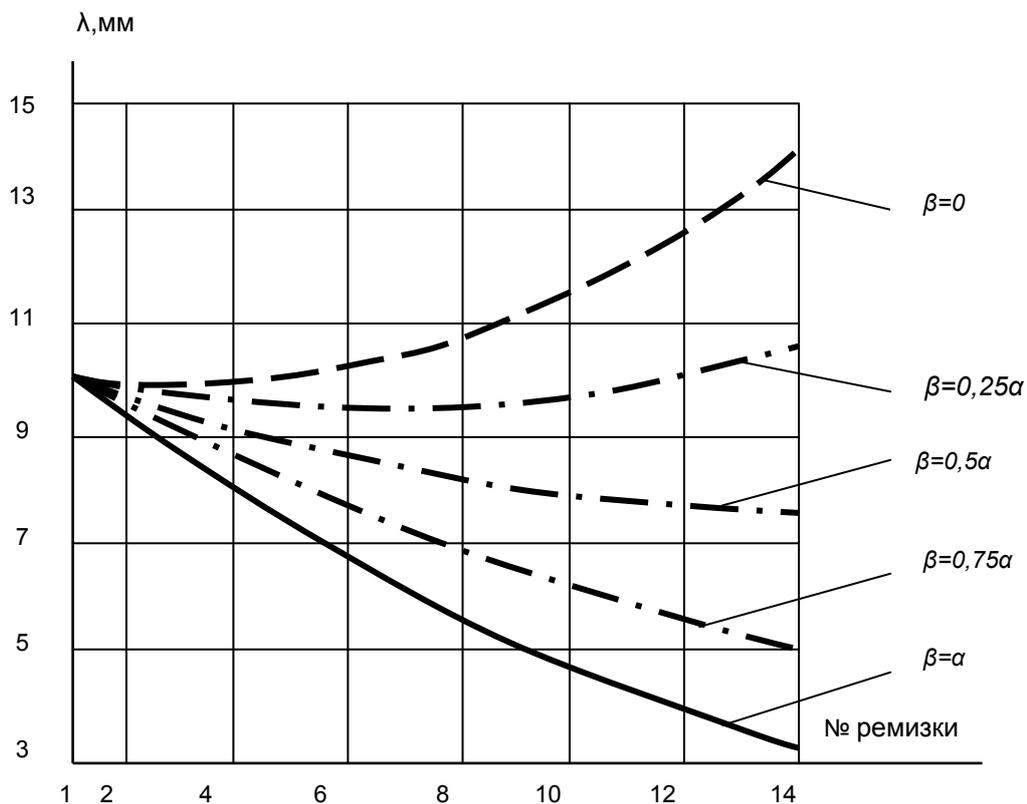


Рисунок 3 – Деформация нитей на станках типа СТБ.

Из рисунков видно, что при образовании чистого зева ( $\beta = \alpha$ ) на ткацких станках деформация основных нитей от зевобразования уменьшается по мере перехода

от первой ремизки к последующим ремизкам. На станках АТПР от первой до восьмой ремизки это уменьшение происходит с 12,39 до 4,22 сН/н, а на станках СТБ от первой до четырнадцатой ремизки – с 10,03 до 3,14 сН/н.

При образовании нечистого зева ( $\beta = 0$ ), когда все ремизки имеют одинаковое перемещение от средней линии, деформация нитей от зевообразования увеличивается при переходе от первой ремизки к последующим ремизкам: на станках АТПР с 12,39 до 20,13 сН/н; на станках СТБ с 10,03 до 14,2 сН/н.

Очевидно, что при использовании в заправке ткацких станков большого числа ремизок проблематично применение как чистого, так и нечистого зева. Лучшие результаты для уменьшения разности деформаций основных нитей различных ремизок могут быть достигнуты при применении такого зева ( $0 < \beta < \alpha$ ), когда все глазки галев располагаются в промежуточной плоскости АМН. При этом оптимальное значение угла  $\beta$  может быть получено в зависимости от количества и порядковых номеров ремизок в заправке ткацкого станка. Например, при использовании в заправке станка АТПР последних пяти ремизок (от 4-ой до 8-ой) оптимальным будет значение  $\beta = 0,5\alpha$ , обеспечивающее примерно одинаковую величину деформаций основных нитей, заправленных в эти ремизки.

Таким образом, пользуясь приведенной методикой, можно определять оптимальные параметры зевообразования для обеспечения минимальной разности деформаций основных нитей при использовании в заправке ткацкого станка различного количества и порядковых номеров ремизок.

#### Список использованных источников

1. Степанов, Г. В. Станки СТБ : устройство и наладка / Г. В. Степанов, Р. В. Быкадоров. – Москва : Легпромбытиздат, 1985 . – 215 с.

#### SUMMARY

The analysis of shed shape influence on the deformation size of warp threads by shedding by different number of healds during loom drawing-in. The obtained results allow to determine the optimal parameters of shedding for ensuring the minimal deformation difference of warp threads.

УДК 677.022.6

### РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ ПРИКРУЧИВАЕМОЙ СТРЕНГИ В КАНАЛЕ ПОЛОГО ВЕРЕТЕНА ПРЯДИЛЬНО-КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЫ

*Н.Н. Бодяло, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган*

В связи с возросшими требованиями к качеству швейных ниток актуальным в настоящее время является решение вопроса об их рациональной структуре и технологии изготовления. Установлено, что швейные нитки, вырабатываемые с применением прядельно-крутильных машин, равноценны ниткам, полученным кольцевым способом прядения не только по физико-механическим свойствам, но и по поведению их в пошиве [1]. Кроме того, производительность прядельно-крутильных машин выше производительности кольцевых прядельных машин. Поэтому использование данного способа экономически выгодно, и он является наиболее перспективным для производства комбинированных швейных ниток.

Для производства швейных ниток разработан новый процесс формирования крученых комбинированных нитей на прядельно-крутильной машине [2]. Выходящая из вытяжного прибора комбинированная нить, состоящая из комплексной нити и волокнистой оплетки, получает недостаточное число кручений при работе с нитепроводником, установленным между вытяжным прибором и

полым веретеном: выше нитепроводника крутка распространяется медленно – число кручений на этом участке в 3 раза меньше, чем на участке от нитепроводника до веретена [3]. Это приводит к полной или частичной потере волокнистой мычки, которая уходит в мычкоуловитель, не успев закрепиться круткой на стержневой комплексной нити. Поэтому при формировании комбинированных нитей на машине ПК-100МЗ следует работать без нитепроводника: при этом крутка быстрее распространяется до переднего цилиндра вытяжного прибора, закрепляя тем самым мычку на комплексной нити. Однако натяжение прикручиваемой стренги становится неравномерным, так как страчивание двух стренг происходит внутри канала на разной высоте от вершины веретена в зависимости от угла поворота веретена с початком, а натяжение выпряждаемой стренги значительно возрастает [3]. С целью предотвращения обрывности формируемых на полых веретенах прядильно-крутильной машины крученых комбинированных нитей необходимо получить математическую зависимость, позволяющую рассчитывать их натяжение на выходе из полого веретена при различных технологических параметрах работы машины.

Натяжение прикручиваемой стренги в канале веретена  $F_{2ПР}$  (рисунок 1) будет создаваться за счет сил трения нити о верхнюю часть шпинделя веретена, так как здесь происходит изменение направления ее движения. Натяжение нити со стороны баллона  $F_{1ПР}$  направлено по касательной  $N$  к баллону в месте входа нити в канал веретена, наклоненной к вертикали под углом  $\alpha_{max}$ . Натяжения  $F_{1ПР}$  и  $F_{2ПР}$  связаны формулой Эйлера [4]:

$$F_{2ПР} = F_{1ПР} \cdot \exp(\mu \cdot \beta_{ПР}), \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения нити о верхнюю часть шпинделя веретена;

$\beta_{ПР}$  – угол обхвата нитью верхней части шпинделя веретена, рад.

Установлено, что натяжение нити со стороны баллона  $F_{1ПР}$  в месте входа ее в канал веретена определяется по формуле [5]:

$$F_{1ПР} = \frac{T \cdot 10^{-4} \omega^2 L^2}{\pi^2} \left[ 1 + 2 \frac{S-L}{L} \right] \cdot 1,08, \quad (2)$$

где  $T$  – линейная плотность недеформированной нити, текс;

$L$  – высота баллона, м;

$S$  – длина баллонирующей нити, м.

Для определения угла обхвата  $\beta_{ВП}$  рассмотрим движение нити по верхней части шпинделя веретена. Введем систему координат  $Oxuz$ . Ось  $Oz$  направим вдоль оси веретена.

В точке  $A$  нить совершает продольное движение со скоростью  $v_1$ , равной скорости вращения оттяжных валиков, и вращательное движение со скоростью  $v_2$ :

$$v_2 = \omega \cdot R_{ВР}, \quad (3)$$

где  $R_{ВР}$  – радиус вращения (расстояние от оси  $Oz$  до точки  $A$ , рисунок 1, сечение I-I), м;

$\omega$  – угловая скорость вращения нити (веретена),  $c^{-1}$ .

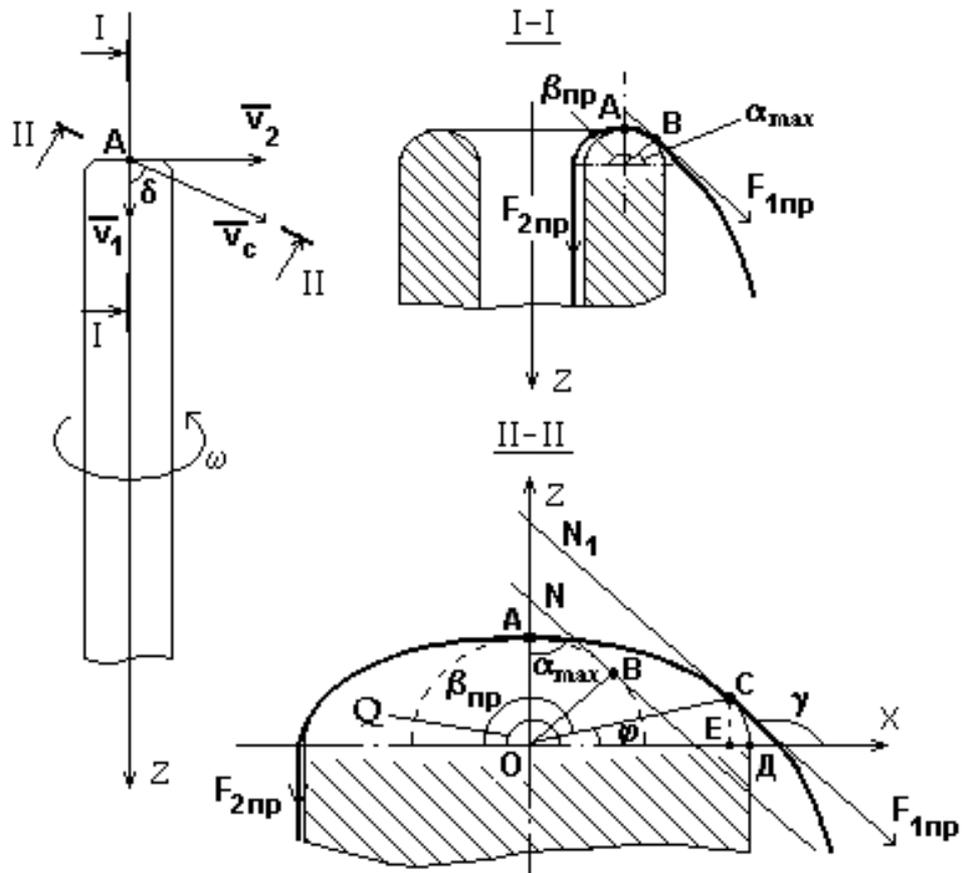


Рисунок 1 – Движение нити по верхней части шпинделя полового веретена

Суммарная скорость  $v_c$  нити в точке **A** равна

$$v_c = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{v_1^2 + \omega^2 \cdot R_{BP}^2} . \quad (4)$$

Когда инерция нити не оказывает большого влияния ( $v_2 \approx 0$ ), то движение нити можно считать квазистационарным и определять ее положение на рабочих органах исходя из равновесия сил, которые существовали бы при стационарном движении ( $v_c = v_1$ ) [6]. В этом случае положение нити на верхней части шпинделя веретена можно рассматривать в сечении I-I (рисунок 1). Угол обхвата  $\beta_{np}$  определяется как

$$\beta_{np} = \pi - \alpha_{max} . \quad (5)$$

Однако, ввиду того, что при формировании крученой нити на полом веретене прикручиваемая стренга совершает движение с большой скоростью (в 9,5 раз превышающей продольную), пренебрегать инерцией нити нельзя. Тогда положение нити следует рассматривать в сечении II-II (рисунок 1).

Проведем параллельно касательной  $N$  к баллонирующей нити в месте входа нити в канал веретена прямую  $N_1$ , касательную к образовавшемуся в сечении эллипсу в точке **C**. Тогда угол обхвата нитью верхней части шпинделя веретена увеличится и будет равен

$$\beta_{np} = \pi - \varphi . \quad (6)$$

Для нахождения величины угла  $\varphi$  определим координаты точки **C**.

Уравнение касательной к линии  $y = f(x)$  в точке **C** ( $x_0; y_0$ ) имеет вид [7]:

$$y - y_0 = f'(x_0)(x - x_0) . \quad (7)$$

Каноническое уравнение эллипса записывается следующим образом [7]:

$$\frac{x^2}{c^2} + \frac{y^2}{r^2} = 1, \quad (8)$$

где  $c = \mathbf{ОД}$  – большая полуось эллипса, м;

$r = \mathbf{ОА}$  – малая полуось эллипса (рисунок 1, сечение II-II), м.

После преобразований формулы (8) получили:

$$y = \frac{r}{c} \sqrt{c^2 - x^2}. \quad (9)$$

Тогда

$$f'(x_0) = y'_0 = \left( \frac{r}{c} \sqrt{c^2 - x_0^2} \right)' = -\frac{r}{c} \cdot \frac{x_0}{\sqrt{c^2 - x_0^2}}. \quad (10)$$

Кроме того, необходимо отметить, что

$$f'(x) = \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{2} + \alpha_{\max} \right) = -\operatorname{ctg} \alpha_{\max}. \quad (11)$$

Приравнивая правые части уравнений (10) и (11), имеем:

$$-\frac{r}{c} \cdot \frac{x_0}{\sqrt{c^2 - x_0^2}} = -\operatorname{ctg} \alpha_{\max}. \quad (12)$$

После преобразований получаем:

$$x_0 = \frac{c^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\max}}{\sqrt{c^2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha_{\max} + r^2}}. \quad (13)$$

Подставив уравнение (12) в уравнение (8), имеем:

$$y_0 = \frac{r^2}{\sqrt{c^2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha_{\max} + r^2}}. \quad (14)$$

Из треугольника  $\mathbf{ОСЕ}$ , используя формулы (13) и (14) находим угол  $\varphi$ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{CE}{OE} = \frac{y_0}{x_0} = \frac{r^2}{c^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\max}}. \quad (15)$$

Тогда

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{r^2}{c^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\max}}. \quad (16)$$

Малая полуось эллипса  $r = \mathbf{ОА}$  – это радиус кривизны верхней части шпинделя веретена. Величину большой полуоси  $c = \mathbf{ОД}$  можно определить из соотношения

$$\cos \bar{\delta} = \frac{r}{c}. \quad (17)$$

Однако  $\cos \bar{\delta}$  есть не что иное, как направляющий косинус суммарной скорости (рисунок 1):

$$\cos \bar{\delta} = \frac{V_1}{V_C}. \quad (18)$$

Из выражений (17) и (18) получаем:

$$c = \frac{r \cdot V_C}{V_1}. \quad (19)$$

Учитывая выражения (6), (16) и (19), можно определить угол обхвата нитью верхней части шпинделя веретена:

$$\beta_{\text{ПР}} = \pi - \operatorname{arctg} \frac{v_1^2}{v_C^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{max}}} \quad (20)$$

Как отмечалось ранее, при работе без нитепроводника стращивание двух стренг происходит внутри канала полого веретена на разной высоте от вершины веретена. Переменный угол встречи стренг в зависимости от угла поворота веретена с початком вызывает изменение угла охвата нитью верхней части шпинделя веретена. Угол обхвата  $\beta_{\text{ПР}}$ , определяемый по формуле (20), является максимально возможным. Минимальный угол  $\beta_{\text{ПР}}$ , когда стренги стращиваются под углом  $90^\circ$ , будет рассчитываться по формуле

$$\beta_{\text{ПР}} = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} \frac{v_1^2}{v_C^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{max}}} \quad (21)$$

В общем виде выражение для определения угла обхвата нитью верхней части шпинделя веретена запишем как

$$\beta_{\text{ПР}} = Q - \operatorname{arctg} \frac{v_1^2}{v_C^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{max}}}, \quad (22)$$

где  $Q$  – угол, который изменяется в пределах от  $\pi/2$  до  $\pi$ .

Используя уравнения (1), (4) и (22), получаем формулу для определения натяжения прикручиваемой стренги в канале веретена:

$$F_{2\text{ПР}} = F_{1\text{ПР}} \cdot \operatorname{exx} \left( \mu \left( Q - \operatorname{arctg} \frac{v_1^2}{(v_1^2 + \omega^2 \cdot R_{\text{ВР}}^2) \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{max}}} \right) \right) \quad (23)$$

На рисунке 2 изображен график изменения натяжения прикручиваемой стренги в канале полого веретена при сматывании ее с разных участков початка и при стращивании стренг под различным углом.

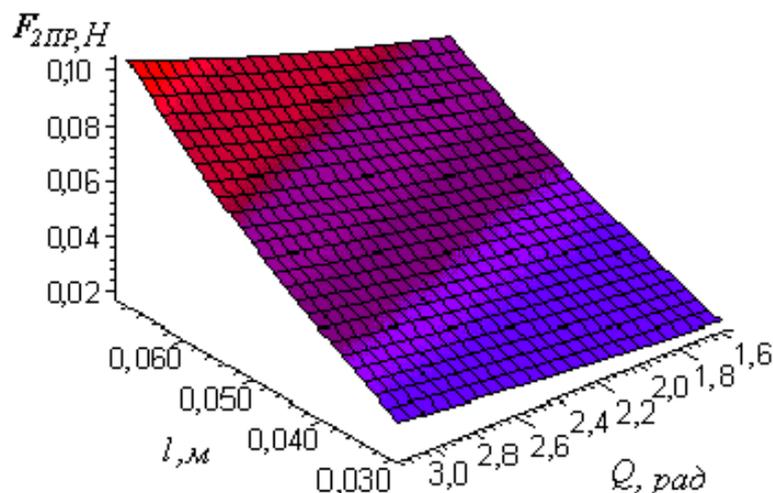


Рисунок 2 – График зависимости натяжения прикручиваемой стренги в канале полого веретена  $F_{2\text{ПР}}$  от высоты полубаллона  $l$  и угла  $Q$

Как видно из графика, натяжение прикручиваемой полиэфирной армированной нити в канале полого веретена возрастает с 0,02 Н до 0,10 Н с увеличением высоты полубаллона  $l$  и угла  $Q$ .

## ВЫВОДЫ

1. В результате теоретических исследований получена формула, позволяющая определить натяжение прикручиваемой стренги в канале полого веретена прядильно-крутильной машины.

2. Необходимо продолжить исследования процесса формирования крученых комбинированных нитей на прядильно-крутильной машине и получить формулу, позволяющую рассчитать их натяжение на выходе из полого веретена при различных технологических параметрах работы машины.

### Список используемых источников

1. Швейные нитки новых структур : обзор / сост. М. М. Моисеенко ; ЦНИИТЭИлегпром. – Москва, 1971. – 44 с.
2. Сокращенная технология получения комбинированных швейных ниток / Н. Н. Бодяло, А. Г. Коган // Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства. Материалы международной научно-технической конференции. Ноябрь 2003 г. Часть 1 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2003. – С. 240.
3. Кориковский, П. К. Прядильно-крутильные машины / П. К. Кориковский, М. М. Моисеенко, О. Г. Острогжский. – Москва : Легкая индустрия, 1969. – 192 с.
4. Борзунов, И. Г. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученых нитей и ниточных изделий) : учебное пособие / И. Г. Борзунов [и др.]. – 2-изд., перераб. и доп. – Москва: Легпромбытиздат, 1986. – 390 с.
5. Бодяло, Н. Н. Определение натяжения баллонизирующей нити на полом веретене прядильно-крутильной машины / Н. Н. Бодяло // Вестник УО «ВГТУ». – 2006. – Вып. 11. – С. 48 – 52.
6. Каган, В. М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин / В. М. Каган. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 119 с.
7. Гусак, А. А. Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Г. М. Гусак. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 480 с.

## SUMMARY

The concept of the synergy effect from interaction of factors of manufacture "enterprise" and "information" is given. The structure of cost of goods in view of factors "enterprise" and "information" is presented. The technique of a cost estimation of management efficiency by factors of manufacture on the basis of revealed synergy effect is offered. Three basic situations of change of the synergy effect as a result of a various degree of interaction of enterprise and the information are considered. Il. 2. Bibl. 4.

УДК [687.022:744.426.5]:004.4

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ СОЧЕТАНИЯ РАЗМЕРОВ И РОСТОВ В РАСКЛАДКАХ ЛЕКАЛ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

***П.Г. Деркаченко, Н.Н. Бодяло***

Автоматизированное проектирование является одним из актуальных направлений совершенствования конструкторско-технологической подготовки швейного производства, обеспечивающих высокое качество и эффективность проектных решений. Трудоемкие и однообразные процедуры и действия, для которых разработано математическое описание, могут быть быстро и четко выполнены компьютером в автоматизированном режиме. Прикладные программы и специализированные системы, предназначенные для решения профессиональных

задач, помогают специалисту справиться с огромным объемом информации, быстро находить, обрабатывать и многократно использовать наработанные данные.

На предприятиях швейной промышленности универсальные и специализированные программы используют для решения все более широкого круга задач. Для расчетов, выполняемых на этапе подготовки производства, целесообразным является создание прикладных программ, позволяющих в автоматизированном режиме выполнять рациональную компоновку размеров и ростов изделия для многокомлектных раскладок, нормирование расхода материалов, формирование графиков раскроя и запуска в швейные потоки, безостатковый расчет кусков перед раскроем материалов.

Так как в швейной промышленности применяются многокомлектные раскладки лекал с целью экономного использования ткани и увеличения длины настилов, поэтому неотъемлемой операцией подготовительно-раскройного производства любой швейной фабрики является объединение нескольких размеров в одной раскладке для совместного раскроя, которая называется составлением сочетаний (компоновкой) размеров и ростов в раскладке.

На основании опыта работы предприятий определены несколько принципов рационального сочетания размеров и ростов в раскладке лекал, одним из которых является объединение размеров и ростов по принципу последовательного возрастания площадей лекал. Набор сочетаний, полученный по этому принципу, обеспечивает минимальные межлекальные отходы, равномерное изменение длин раскладок, что способствует безостатковому расчету кусков ткани. И хотя процесс составления сочетаний размеров и ростов в раскладке лекал по принципу последовательного возрастания площадей лекал не является очень трудоемким, однако ввиду частой сменяемости моделей повторяемость выполнения данной операции довольно велика, что определяет целесообразность ее автоматизации. Общая схема алгоритма, позволяющего автоматизировать операцию, приведена на рисунке 1.

В Витебском государственном технологическом университете разработана программа, позволяющая составлять сочетания размеров и ростов в раскладке по принципу последовательного возрастания площадей лекал. Программа написана для операционной системы Windows на языке программирования java 1.6. Выбор языка программирования обусловлен тем, что компилятор, интерпретатор и весь инструментальный разработчика java 1.6, а также вся вспомогательная документация являются свободно распространяемыми бесплатными программными продуктами, то есть их применение не нарушает ничьих авторских прав.

Следует отметить, что возможности языка java 1.6 позволяют разрабатывать электронные приложения практически любой сложности, максимально концентрируясь на разработке алгоритма, не отвлекаясь при этом на проблемы, связанные с отсутствием средств для его реализации, возникающие при использовании других языков программирования. Так, например, в java есть множество так называемых классов-коллекций, отличающихся большим разнообразием. Данные классы обладают всеми преимуществами динамических массивов, имеющихся в других языках программирования, и при этом гораздо более удобны в применении.

Для упрощения кода все классы-коллекции в данной программе параметризуются. Также для упрощения и сокращения кода в программе используются методы с переменным числом аргументов и циклы вида «for-each». Для лучшего представления информации пользователю в программе широко применяется форматирование строк.

Данное приложение состоит из трех частей, называемых классами. Классы называются TableReader, TableMaker и TableWriter. Общие схемы основных этапов работы алгоритмов этих классов представлены на рисунках 2, 3 и 4 соответственно.

В классе TableReader осуществляется считывание информации из текстового файла «input.txt», содержащего исходную таблицу (рисунок 5), в которой указываются размеры и роста, входящие в шкалу процентного распределения, их удельные веса и площади комплекта лекал. Содержимое исходной таблицы подвергается синтаксическому анализу. Если какой-нибудь из компонентов строки (размеры, процент распределения в шкале или площадь комплекта лекал) не соответствует заданному образцу, генерируется сообщение об ошибке. Также сообщение об ошибке возникает, если в таблице отсутствуют исходные данные, или если программа не может найти текстовый файл с исходной таблицей. Для корректной работы приложения файл «input.txt» должен находиться в одном каталоге с программными файлами. Параллельно со считыванием происходит сортировка строк таблицы в порядке возрастания площади комплекта лекал, т.е. формируется отсортированная таблица. Также вычисляется сумма по столбцу «распределения в шкале».

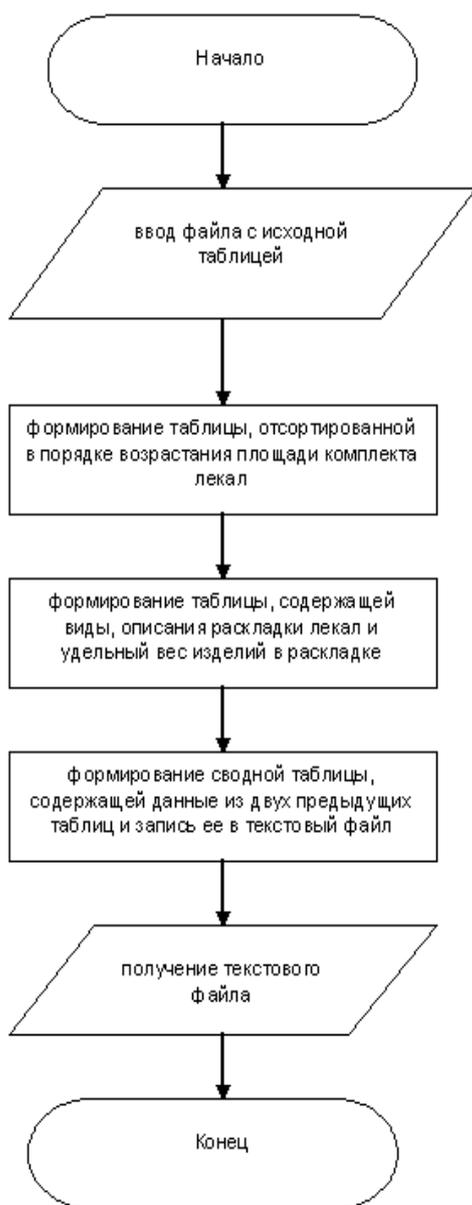


Рисунок 1

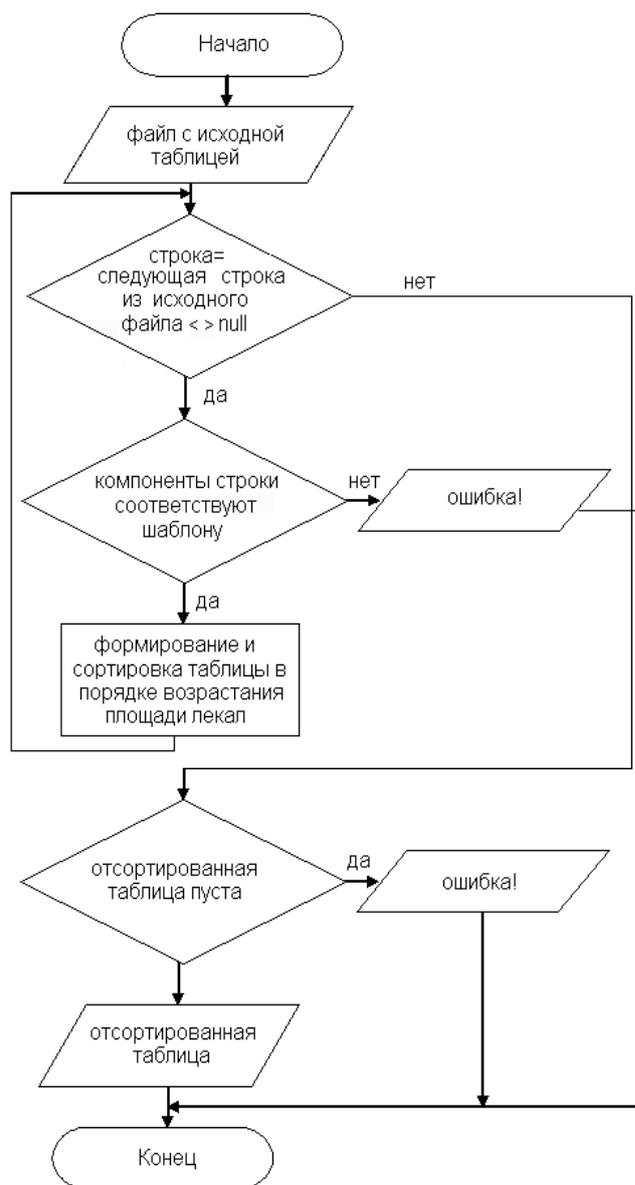


Рисунок 2

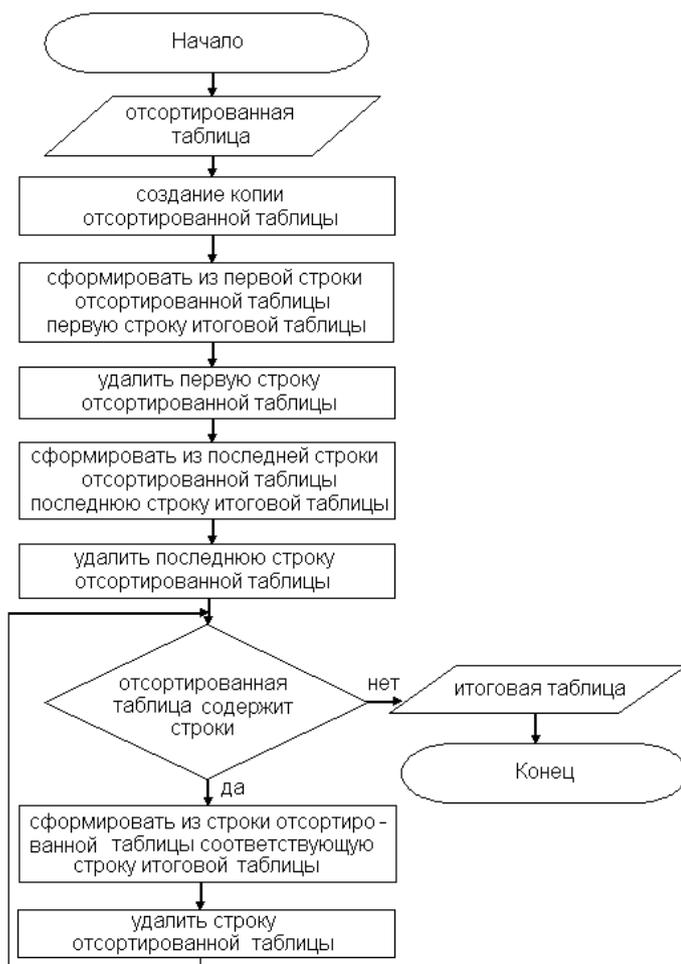


Рисунок 3

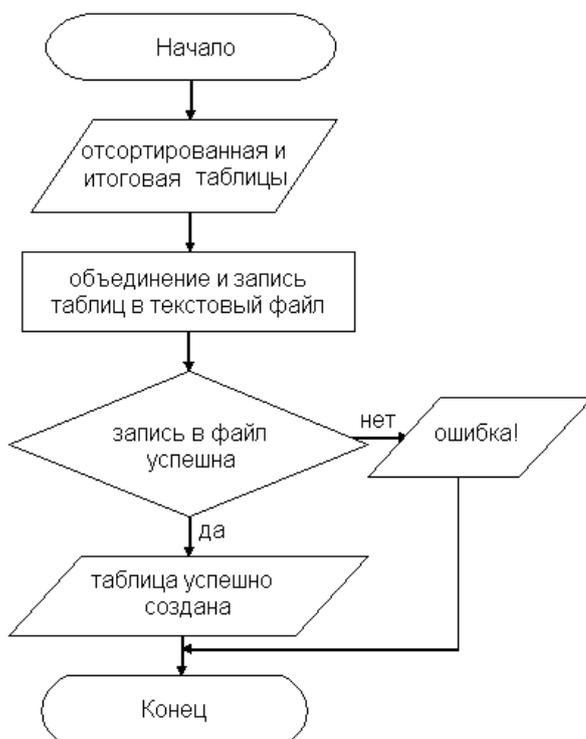


Рисунок 4

input.txt - Блокнот

Размеры по шкале процентного распределения	% рас-пределения в шкале	Площадь комплекта лекал, м. кв.
170-92-80	8	2,72
176-92-80	7	2,79
164-96-84	6	2,65
170-96-84	11	2,76
176-96-84	10	2,83
182-96-84	5	2,90
188-96-84	4	2,97
164-100-88	8	2,73
170-100-88	8	2,80
176-100-88	5	2,87
182-100-88	4	2,94
188-100-88	4	3,01
164-104-92	2	2,77
170-104-92	4	2,84
176-104-92	4	2,92
182-104-92	2	2,99
188-104-92	2	3,06
164-108-96	1	2,81
170-108-96	2	2,88
176-108-96	2	2,95
182-104-96	1	3,03

Рисунок 5

Класс TableMaker реализует алгоритм получения видов раскладки лекал. Исходя из полученной в классе TableReader отсортированной таблицы, рассчитывается удельный вес изделий для каждого вида раскладки, и находятся размеры, соответствующие данной раскладке. Далее к полученным значениям добавляется описание каждого полученного вида раскладки: многокомплектная, многокомплектная «сам с собой» и однокомплектная. Параллельно результаты записываются в итоговую таблицу, каждой раскладке присваивается порядковый номер и определяется сумма удельных весов изделий в раскладках.

В классе TableWriter таблицы, созданные в классах TableReader и TableMaker, объединяются в одну. Полученная таблица записывается в текстовый файл «Сочетания размеров и ростов по принципу последовательного возрастания площадей.txt» (рисунок 6). При успешной записи создается файл, а на экран выводится соответствующее сообщение. При неудачной – генерируется сообщение об ошибке.

Для корректной работы программы на компьютере должно быть установлено приложение Java Runtime Environment версии не ранее 6.0 или JDK версии не ранее 1.6. Эти приложения являются бесплатными и свободно распространяются компанией Sun Microsystems.

размеры рас-положенные в порядке возрастания их площади лекал	рас-деле-ния в шкале	№ рас-клад-ки ле-кал	размеры, включенные в раскладку лекал	Удельный вес изделий в раскладке, %	Вид раскладки
164-96-84	6	1	164-96-84+164-96-84	6	многокомплектная "сам с собой"
170-92-80	8	2	170-92-80+164-100-88	16	многокомплектная
164-100-88	8	3	170-96-84+164-104-92	4	многокомплектная
170-96-84	11	4	170-96-84+170-96-84	9	многокомплектная "сам с собой"
164-104-92	2	5	176-92-80+170-100-88	14	многокомплектная
176-92-80	7	6	170-100-88+164-108-96	2	многокомплектная
170-100-88	8	7	176-96-84+170-104-92	8	многокомплектная
164-108-96	1	8	176-96-84+176-96-84	6	многокомплектная "сам с собой"
176-96-84	10	9	176-100-88+170-108-96	4	многокомплектная
170-104-92	4	10	176-100-88+176-100-88	3	многокомплектная "сам с собой"
176-100-88	5	11	182-96-84+176-104-92	8	многокомплектная
170-108-96	2	12	182-96-84	1	однокомплектная
182-96-84	5	13	182-100-88+176-108-96	4	многокомплектная
176-104-92	4	14	182-100-88	2	однокомплектная
182-100-88	4	15	188-96-84+182-104-92	4	многокомплектная
176-108-96	2	16	188-96-84	2	однокомплектная
188-96-84	4	17	188-100-88+182-104-96	2	многокомплектная
182-104-92	2	18	188-100-88+188-100-88	3	многокомплектная "сам с собой"
188-100-88	4	19	188-104-92+188-104-92	2	многокомплектная "сам с собой"
182-104-96	1				
188-104-92	2			100	

Рисунок 6

Данная программа создана для использования в учебном процессе при выполнении лабораторной работы «Составления сочетаний размеров и ростов в раскладках лекал» по курсу ТШИ студентами специальности 1-50 01 02 «Технология и конструирование швейных изделий» дневной и заочной форм обучения, а также может быть внедрена в производственный процесс любого предприятия швейной отрасли. Автоматизация операции составления сочетаний размеров и ростов в раскладке лекал позволит специалистам швейных фабрик справляться с огромным объемом информации, быстро находить, обрабатывать и многократно использовать наработанные данные, снизить возможность появления ошибок и неточностей, сократить сроки подготовки моделей к внедрению в производство.

## SUMMARY

The program is developed, allowing to make combinations of the sizes and heights in an allocation by a principle of consecutive increase of the areas of curves of garments. The program is written for operational system Windows in the programming language java 1.6, allowing to develop electronic appendices practically any complexity.

УДК 677.022.484.4

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ

**А.С. Дягилев, А.Г. Коган**

На кафедре «ПНХВ» УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения комбинированной высокоэластичной пряжи пневмомеханическим способом формирования [1], отличающийся тем, что при формировании хлопчатобумажной компоненты происходит обкручивание эластомерной нити. Комбинированная пряжа состоит из эластомерной полиуретановой нити и обкручивающей ее хлопчатобумажной пряжи [2]. Поскольку эластомерная нить во время формирования комбинированной пряжи находится в растянутом состоянии, то линейную плотность комбинированной пряжи можно найти:

$$T_{\text{к.п.}} = T_{\text{х.б.}} + \frac{T_{\text{эл.}}}{k_{\text{эл.ф}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $T_{\text{эл.}}$  – линейная плотность эластомерной нити, текс;  $k_{\text{эл.ф}}$  – растяжение эластомерной нити при формировании, %;  $T_{\text{х.б.}}$  – линейная плотность хлопчатобумажного компонента, текс. При  $T_{\text{х.б.}} = 45$  текс,  $T_{\text{эл.}} = 15$  текс,  $k_{\text{эл.ф}} = 300\%$  линейная плотность комбинированной высокоэластичной пряжи составит  $T_{\text{к.п.}} = 50$  текс. При этом процентное содержание эластомера составит 10%.

В связи с разработкой нового технологического процесса становится актуальной задача прогнозирования относительной разрывной нагрузки комбинированной высокоэластичной пряжи. Для расчета относительной разрывной нагрузки пряжи из смеси хлопка с химическим волокном пользуются формулой, предложенной А. Н. Ванчиковым [3, с. 54]. По этой формуле можно рассчитать относительную разрывную нагрузку пряжи, состоящей из смеси разнородных волокон, однако она не выражает физического смысла комбинированной пряжи. Профессор А. Г. Коган [4 с. 25] для расчета относительной разрывной нагрузки комбинированной пряжи предложил формулу:

$$P_{0\text{к.п.}} = P_{0\text{м.р.}} + P_{0\text{б.р.}} \cdot \frac{100 - X_1}{100} \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}, \quad (2)$$

где  $P_{0\text{к.п.}}$  – относительная разрывная нагрузка комбинированной пряжи, сН/текс;  $P_{0\text{м.р.}}$  – относительная разрывная нагрузка менее растяжимого компонента, сН/текс;  $P_{0\text{б.р.}}$  – относительная разрывная нагрузка более растяжимого компонента, сН/текс;  $X_1$  – доля по массе менее растяжимого компонента, %;  $\varepsilon_1$  – разрывное удлинение менее растяжимого компонента, %;  $\varepsilon_2$  – разрывное удлинение более растяжимого компонента, %.

Таким образом разрывная нагрузка комбинированной пряжи определяется разрывной нагрузкой покрывающего компонента и разрывной нагрузкой комплексной нити. Формула А.Г. Когана учитывает неодновременный разрыв компонентов комбинированной пряжи из-за их различного разрывного удлинения и процентного соотношения.

Поскольку в рассматриваемой комбинированной пряже в качестве обкручивающего компонента используется пряжа пневмомеханического способа прядения, то относительную разрывную нагрузку обкручивающей составляющей можно рассчитать по формуле К. И. Корицкого [5 с. 46]:

$$P_{0\text{хх.б}} = \left( 3,9 - \frac{4}{\sqrt{T_{\text{х.б}}}} \right) \sqrt{\Delta_0} \cdot k, \quad (3)$$

где  $\Delta_0$  – показатель геометрических свойств волокна:

$$\Delta_0 = 0,1l_{\text{в}}(1,25 - 0,015l_{\text{в}}) \frac{z}{\sqrt{T_{\text{в}}}}, \quad (4)$$

$l_{\text{в}}$  – штапельная массодлина волокна, мм;  $z$  – коэффициент зрелости волокна;  $T_{\text{в}}$  – линейная плотность хлопкового волокна, текс;  $k$  – поправка на крутку:

$$k = 1 - \left( \frac{\alpha_{T_{\text{кр}}} - \alpha_T}{76 - \alpha_{T_{\text{кр}}}} \right)^2, \quad (5)$$

$\alpha_T$  – коэффициент крутки;  $\alpha_{T_{\text{кр}}}$  – критический коэффициент крутки:

$$\alpha_{T_{\text{кр}}} = 31,6 \sqrt{\frac{70}{\Delta_0^4 \sqrt{T_{\text{х.б}}}}}. \quad (6)$$

Для хлопчатобумажного компонента линейной плотностью 45 текс, круткой 750 кр/м, при  $l_{\text{в}} = 32$  мм,  $z = 1,93$ ;  $T_{\text{в}} = 0,181$  текс, относительная разрывная нагрузка  $P_{0\text{хх.б}} = 11,04$  сН/текс.

Моментом разрыва комбинированной пряжи считается момент разрыва одного из компонентов комбинированной пряжи. Разрывное удлинение хлопчатобумажной пряжи (5-8%) значительно меньше разрывного удлинения эластомерной нити (400-900%). При формировании комбинированной пряжи растяжение эластомера, как правило, не доходит до предельных значений. После разрыва хлопчатобумажного компонента комбинированной пряжи эластомерная нить продолжает растягиваться. Таким образом, моментом разрыва комбинированной высокоэластичной пряжи считается момент разрыва обкручивающего компонента. Разрывное удлинение хлопчатобумажной пряжи пневмомеханического способа формирования можно рассчитать по формуле К. И. Корицкого [5 с. 48]:

$$\varepsilon_{\text{хл}} = (11,7 + 0,097T_{\text{х.б}}) \Delta_0^{-1/3} k. \quad (7)$$

Для хлопчатобумажного компонента (45 текс, 750 кр/м) разрывное удлинение  $\varepsilon_{\text{хл}} = 7,1\%$ .

В формуле А.Г. Когана коэффициент  $\varepsilon_1/\varepsilon_2$  – доля использования разрывной нагрузки более растяжимого компонента, всегда меньше единицы. В комбинированной высокоэластичной пряже рабочий участок эластомерной нити ограничен предварительным растяжением эластомерной нити и разрывным удлинением обкручивающего компонента. В пределах рабочего участка

зависимость относительной растягивающей нагрузки эластомерной нити от удлинения может быть линейно аппроксимирована с помощью коэффициента  $k_{эл.р}/k_{эл.ф}$ . При использовании относительной растягивающей нагрузки эластомерной нити при формировании комбинированной пряжи, вместо относительной разрывной нагрузки, формула примет вид:

$$P_{0к.п.} = P_{0хх.б.} + P_{0эл.} \cdot \left( \frac{T_{эл.}/k_{эл.ф}}{T_{х.б.}/100 + T_{эл.}/k_{эл.ф}} \right) \cdot \frac{k_{эл.р}}{k_{эл.ф}}, \quad (8)$$

где  $P_{0эл.}$  – относительная растягивающая нагрузка эластомерной нити при формировании комбинированной пряжи, %;  $k_{эл.р}$  – растяжение эластомерной нити в момент разрыва комбинированной пряжи, %. В формуле (8) коэффициент использования растягивающей нагрузки эластомерной нити  $k_{эл.р}/k_{эл.ф}$  всегда больше единицы.

В сформированной комбинированной высокорастяжимой пряже растяжение эластомерной нити равняется  $k_{эл.ф}$ . При разрыве комбинированной пряжи эластомерная нить получает дополнительное удлинение. Растяжение эластомерной нити в момент разрыва комбинированной пряжи можно получить:

$$k_{эл.р} = k_{эл.ф} + \frac{k_{эл.ф} \cdot \varepsilon_{хл}}{100} = k_{эл.ф} \left( 1 + \frac{\varepsilon_{хл}}{100} \right). \quad (9)$$

При  $k_{эл.ф} = 300\%$ ,  $\varepsilon_{хл} = 7,1\%$  растяжение эластомерной нити в момент разрыва комбинированной пряжи  $k_{эл.р} = 321,3\%$ .

Подставляя (8) в (7) получаем:

$$P_{0к.п.} = P_{0хх.б.} + P_{0эл.} \cdot \left( \frac{T_{эл.}/k_{эл.ф}}{T_{х.б.}/100 + T_{эл.}/k_{эл.ф}} \right) \cdot \left( 1 + \frac{\varepsilon_{хл}}{100} \right), \quad (10)$$

По (10) при  $P_{0хх.б.} = 11,04$  сН/текс,  $P_{0эл.} = 4,6$  сН/текс,  $T_{эл.} = 15$  текс,  $T_{х.б.} = 45$  текс,  $\varepsilon_{хл} = 7,1\%$ ,  $k_{эл.ф} = 300\%$ , относительная разрывная нагрузка комбинированной высокорастяжимой пряжи  $P_{0к.п.} = 11,066$  сН/текс.

На рисунке 1 приведены расчетные и экспериментальные значения относительной разрывной нагрузки комбинированной высокорастяжимой пряжи линейной плотности  $T_{к.п.} = 50$  текс с 10% содержанием эластомерной нити Дорластан линейной плотностью  $T_{эл.} = 15$  текс с предварительным растяжением при формировании  $k_{эл.ф} = 300\%$ .

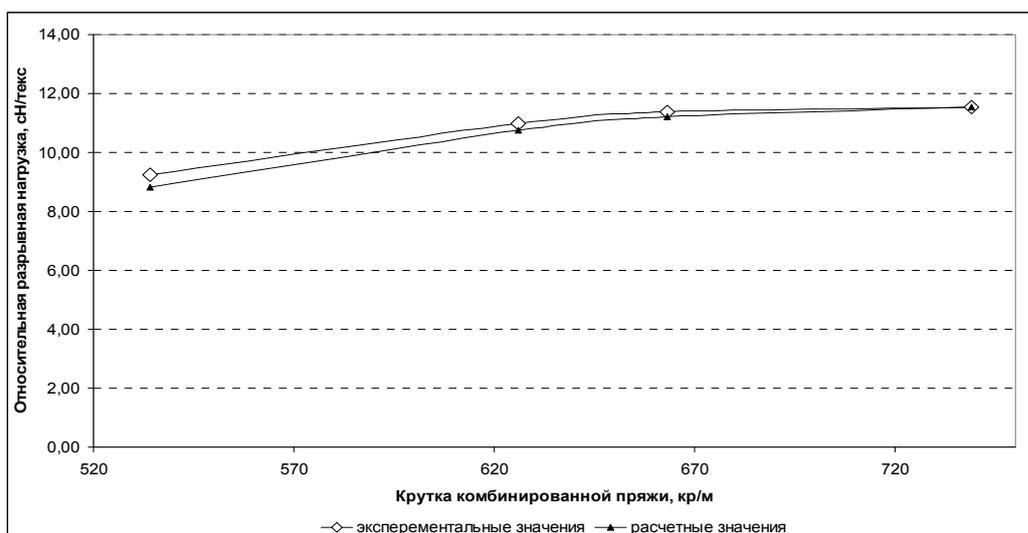


Рисунок 1 – Расчетные и экспериментальные значения относительной разрывной нагрузки комбинированной высокоэластичной пряжи

Таким образом, формула для расчета разрывной нагрузки комбинированной высокоэластичной пряжи пневмомеханического способа прядения с хлопчатобумажным обкручивающим компонентом имеет вид:

$$P_{0\text{к.п}} = \left( 3,9 - \frac{4}{\sqrt{T_{\text{х.б}}}} \right) \sqrt{\Delta_0} \cdot k + P_{0\text{эл.}} \cdot \left( \frac{T_{\text{эл.}}/k_{\text{эл.ф}}}{T_{\text{х.б.}}/100 + T_{\text{эл.}}/k_{\text{эл.ф}}} \right) \cdot \left( 1 + \frac{(11,7 + 0,097T_{\text{х.б.}}) \Delta_0^{-1/3} k}{100} \right), \quad (11)$$

где  $T_{\text{х.б.}}$  – линейная плотность обкручивающей хлопчатобумажной пряжи, текс;  $T_{\text{эл.}}$  – линейная плотность эластомерной нити, текс;  $\Delta_0$  – показатель геометрических свойств волокна;  $k_{\text{эл.ф}}$  – растяжение эластомерной нити при формировании, %;  $k$  – поправка на крутку;  $P_{0\text{эл.}}$  – относительная растягивающая нагрузка эластомерной нити при формировании комбинированной пряжи, сН/текс.

Предложенная формула (11) может быть использована для прогнозирования разрывной нагрузки комбинированной пряжи, состоящей из комплексной полиуретановой нити, обкрученной хлопчатобумажной пряжей пневмомеханического способа прядения.

#### Список использованных источников

1. Дягилев, А. С. Технологический процесс получения высокоэластичной комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Вестник ВГТУ. – 2007. – № 13 – С. 27 – 30.
2. Дягилев, А. С. Структура высокоэластичной комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Текстильная промышленность. Научный альманах. – 2007. – № 8. – С. 12 – 14.
3. Ванчиков, А. Н. Использование химических волокон в хлопчатобумажной промышленности / А. Н. Ванчиков. – Москва : Наука, 1974 – 242 с.
4. Коган, А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити / А. Г. Коган. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 143 с.
5. Корицкий, К. И. Техничко-экономическая оценка и проектирование качества текстильных материалов / К. И. Корицкий. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 160 с.

## SUMMARY

This article is devoted to the prognostication of the relative breaking load of combined high-stretchable yarn of rotor spinning method. While prognosticating A.G. Kogan formula to calculate the relative breaking load of the combined yarn is used and K.I. Koritski formula to calculate the relative breaking load and relative elongation of the cotton rotor yarn is used. While prognostication relative tensile load applied to the elastane thread when forming combined yarn is also taken into account.

УДК 677.024.3

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТОЛОВОГО КОМПЛЕКТА ПО БЕЛОРУССКИМ МОТИВАМ

*Г.В. Казарновская, А.В. Попова*

Ткачество – это яркая и увлекательная страница в традиционной культуре белорусского народа. Тесно связанное с удовлетворением насущных потребностей крестьянина – изготовление одежды, оформление жилища, и т.п. – оно поднялось до уровня художественного явления.

В конце XIX – начале XX века в Белоруссии при изготовлении тканей применяли браное, выборное, закладное, ажурное, ремизное, переборное ткачество. Перечисленные техники имели целый ряд технологических разновидностей, многообразие технологических приемов находило отражение в орнаментальном и композиционном оформлении тканей. Значительную часть всех производившихся тканей вплоть до начала XX века составляло полотно – льняная ткань из сурового или отбеленного льна, вытканная простейшим двухремизным способом. В качестве декоративных элементов использовались религиозные символы, упрощенные фигуры людей и животных. Орнамент наносился на суровые ткани вручную. Позднее стали орнаментировать ткани вышивкой.

В настоящее время основной формой изготовления тканей является машинное производство. Со временем технология ткачества обогатилась новыми приемами, что в свою очередь дало толчок к развитию орнаментации тканей. Название некоторых узоров было основано на сходстве с теми или иными предметами или отражало особенности технологии изготовления тканей. Одно и то же название закреплялось за целой группой узоров, часто непохожих, но выполненных с применением одних и тех же технологических приемов. Характер узоров менялся от простых геометрических, иногда с использованием растительных мотивов, к сложным с изображением животных и людей.

Орнамент – самая распространенная форма из пространственных искусств, сопровождает человечество на всех этапах его культуры. Он глубоко укоренен в быту. Человек с давних времен украшал орнаментом разные предметы: посуду, текстильные изделия, мебель, книги, архитектурные строения как снаружи, так и в интерьере.

Орнаментальное искусство является сложным и весьма специфическим, следует учитывать и то обстоятельство, что до настоящего времени орнамент не нашел четко определенного места в системе искусств, а его теория остается сложной. Каждый вид искусства определяется свойственными только ему художественными средствами, способами отображения действительности, особенностями воплощения реальных и мнимых образов.

Белорусский орнамент – целая наука. Уникально, что для каждого случая (события, праздника) существует свой набор символов. За многие столетия традиционная белорусская орнаментика вобрала жизненную мудрость народа, его надежды и мечты, горе и радость. Ее композиция ясная и точная, рисунок лаконичный и выразительный, колористика сдержанная и благородная. Тем не менее такая на первый взгляд изобразительная скуповатость способна раскрывать

самые сложные чувства, воплощать любые жизненные проявления во всей ее сложности и многогранности.

Каждый узор несет в себе тот или иной смысл, выявляет определенную идею. Одни узоры символизируют память о предках, другие выражают обращение к богам-защитникам, третьи олицетворяют природные явления, четвертые отображают чувства и надежду человека [1].

Но не следует считать символами только то, что дошло до нас в конкретных графических, геометрических и орнаментальных изображениях. Мотивами белорусской символики могут считаться животный и растительный мир (зубр, аист, разнообразнейшие травянистые растения, береза, сосна и т.д.). Также к символам Беларуси можно отнести и бескрайние озерные глади, лазурные реки, могучие хвойные леса и дубравы, живописные луга и сады, просторные поля и нивы, памятники архитектурного наследия. Это и многое другое, облаченное в знаковые формы, представляет символику Белоруссии и в полной мере может быть использовано и успешно используется в формировании рисунка тканей, в объектах и предметах быта, в дизайне интерьера.

Текстильные изделия в современном интерьере несут большую смысловую нагрузку, служат связующим звеном между архитектурой, мебелью и всем предметным окружением. Наиболее распространена группа изделий, сочетающих в себе функциональное и декоративное назначение.

Целью данного исследования является разработка текстильных штучных изделий новых структур и использование для их производства белорусского природного сырья (лен), что подчеркнuto применением в рисунках изделий различных белорусских мотивов. Интерес текстильных предприятий ко льну вызван не только его уникальными природными свойствами, но еще и тем, что в силу климатических условий его культивации он является единственным для текстильной промышленности Беларуси растительным сырьем.

Анализ современных штучных изделий из льна (рушники, полотенца, декоративные покрывала, скатерти) показал, что дизайнеры при разработке рисунков как правило обращаются к белорусскому народному орнаменту и предметам быта. В орнаментальных композициях отсутствуют изображения животного и растительного мира в сочетании с традиционными белорусскими символами. Поэтому при разработке столового комплекта в основу композиции положено совмещение изобразительного мотива в виде белорусского «бусла» и орнаментального мотива «Солнце» (рисунок 1).

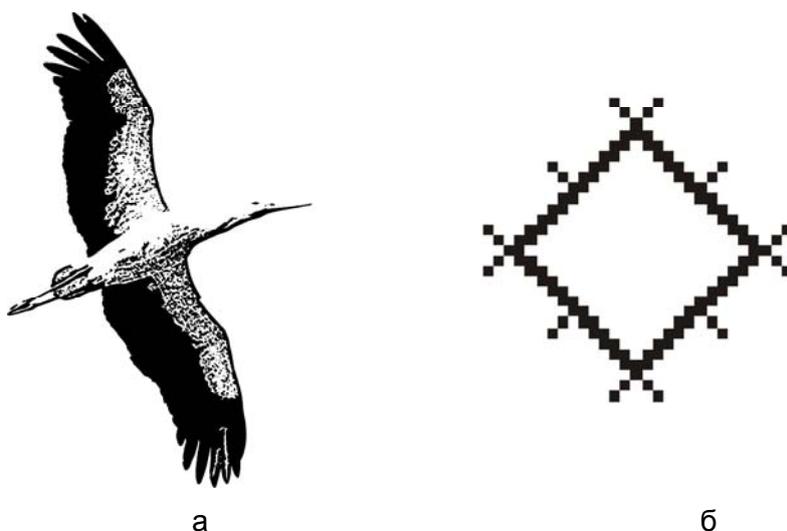


Рисунок 1 – изобразительный (а), орнаментальный (б) мотивы, используемые в комплекте

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить и проанализировать современные тенденции производства текстильных изделий с тематическим рисунком;
- изучить традиционную белорусскую орнаментику;
- изучить колористическое решение, композиционное строение текстильных изделий;
- разработать эскизы текстильных изделий с использованием белорусских мотивов;
- спроектировать текстильные штучные изделия.

В результате анализа современных тенденций производства текстильных изделий установлено следующее:

- для современного уровня развития характерно появление новых видов материалов и волокон, требующих новых специфических способов оформления;
- в образном решении текстиля особую роль играют рисунки и текстуры, которые подчеркивают индивидуальность и неповторимость интерьера;
- в мировом производстве и потреблении текстильных изделий приоритет остается у изделий из натурального волокна, в первую очередь из льна. Лен с его фактурой, блестящей поверхностью и игрой естественных цветов и оттенков – главное выразительное средство всего изделия, а рисунок только подчеркивает и выявляет эти свойства материала.

В связи с развитием в Беларуси экотуризма комплекты сувенирных полотенец, комплекты скатертей с салфетками, декоративные текстильные панно из натурального сырья, в рисунке которых используются символы белорусского народного наследия, имеют особую актуальность.

В рамках поставленных задач исследования были разработаны и спроектированы текстильные штучные изделия – комплекты сувенирных полотенец и комплекты скатертей с салфетками. Особо современным является выпуск штучных текстильных изделий из льна с элементами белорусской символики для РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

Столовое белье – это одна из основных ассортиментных групп текстильных полотенец, выпускаемых РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Разработан комплект скатертей с салфетками для стола размером (165х90) см.

В разработанный комплект входят две скатерти: нижняя прямоугольная скатерть – (250х150) см, верхняя квадратная скатерть (наперон) – (150х150) см, и шесть салфеток размером (25х25). Комплект в масштабе 1:18 представлен на рисунке 2 (контурной линией изображены размеры стола).

Изделия представляют собой штучную замкнутую композицию. Основой композиционного построения является орнаментальность и изобразительность. Орнаментальность проявляется в расположении элементов на плоскости, в пластике движения, что придает изделию декоративность. Изобразительное решение элемента «бусел» выполняет функцию акцента в скатерти. Орнаментальные рисунки построены на больших открытых плоскостях фона.

Нижняя скатерть имеет форму прямоугольника (250х150) см. Центральное поле скатерти решено легко и лаконично – открытая плоскость однородного фона. Скатерть имеет замкнутую композиционную структуру, с выделением неширокого гладкого обрамления с четырех сторон. Основную декоративную нагрузку в изделии несет кайма, которая открыта и хорошо просматривается. В построении каймы используется классическая схема композиции с раппортным повторением мотива. Размер раппорта – (50х32) см.

Основным мотивом является стилизованное изображение аиста. По поверьям многих народов, аист приносит счастье. В сочетании с изображением используется белорусский орнаментальный узор «Солнце» – ромб с лучистыми отростками, который воплощает идею расцвета природы, начало жизни. Использование

белорусского традиционного орнамента не просто украшение, а своего рода письменность, послание умам и сердцам. Белорусский орнамент символизирует древнюю культуру народа, духовное богатство, единство. По своему происхождению это символический рисунок, графический способ заклинания высших божественных сил.

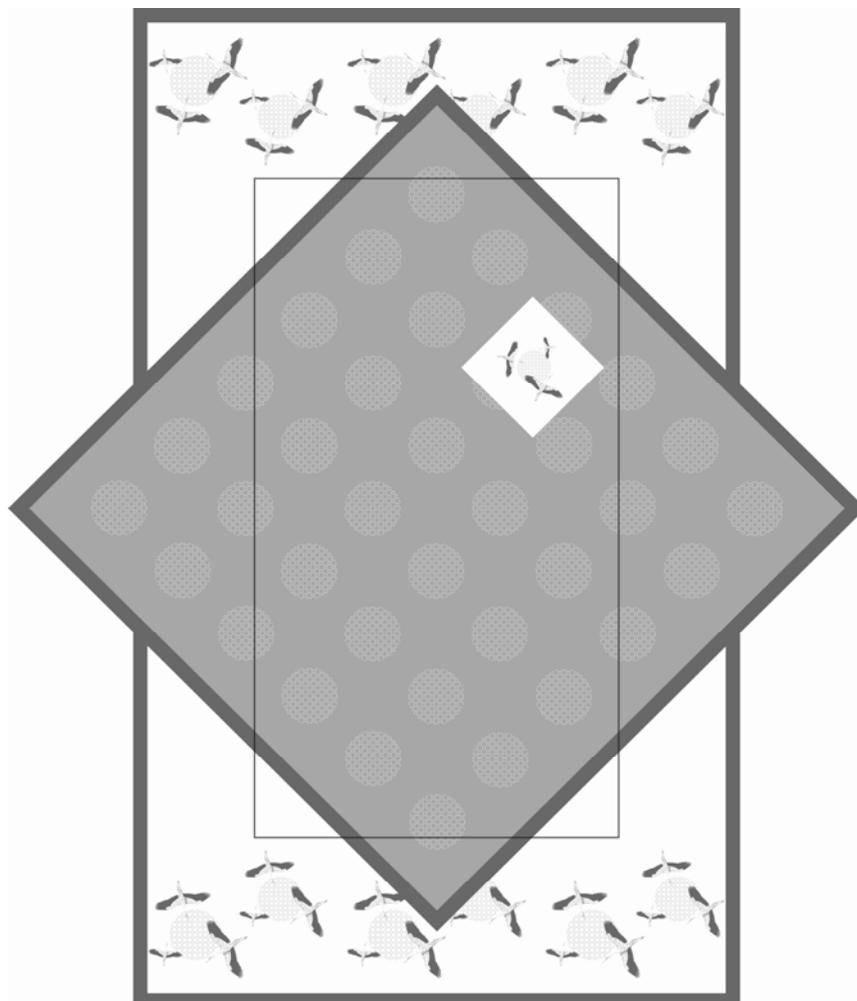


Рисунок 2 – Столовый комплект

Изображение орнамента замкнуто в круг – как символ совершенства, бесконечности, законченности, развития жизни. В нем ритмически повторяется один и тот же мотив – «Солнце», а аисты размещены так, что создается впечатление, что они летают вокруг солнца.

Верхняя скатерть комплекта (наперон) имеет квадратную форму (150x150) см, выполняет не только декоративную функцию, но и облегчает уход за нижней скатертью. Рисунок скатерти имеет замкнутое композиционное построение с выделением центрального поля и обрамления с четырех сторон. Обрамление решено гладко и лаконично по длине и ширине, центральное поле заполнено легким и разреженным раппортным орнаментальным рисунком – узор «Солнце» замкнуто в круг. Мотивы равномерно повторяются строго по вертикали и горизонтали по схеме сетчатого раппорта. Используется шесть раппортных повторений размером (25x25) см. Центральное поле скатерти выполнено контрастно по отношению к нижней скатерти по цвету и фактуре.

В салфетках использован фрагмент рисунка нижней скатерти.

Для создания рисунков комплекта использовалась программа векторной графики CorelDraw, что позволило добиться качественного и четкого изображения, как в орнаменте, так и в рисунке аиста при сканировании рисунка на картонасекальном комплексе «Жаккард».

В колористическом решении столового белья использован цвет натурального льна, эффект достигается использованием трех оттенков, светлый, средний тон, темный. Лен с его природной фактурой, блестящей поверхностью и игрой естественных цветов и оттенков – главное выразительное средство всего изделия, а рисунок только подчеркивает и выявляет эти свойства материала.

Для выработки комплекта скатертей с салфетками разработана специальная структура изделий. В нижней скатерти используются два вида строения ткани: однослойное в фоне и полутораслойное с дополнительным утком в кайме [2]. Поскольку акцентом в этой скатерти является кайма, для придания выразительности рисунку в утке применяется чистольняная пряжа беленая линейной плотностью 56 текс и пряжа цвета натурального льна линейной плотностью 83 текс, соотношение между утками 1:1. В кайме на внешних сторонах ткани использовано переплетение сатин 5/2, для достижения белого чистого цветового эффекта серый уток в изнаночном слое располагается таким образом, чтобы его короткое внутреннее перекрытие было закрыто длинным внешним. Уток большей линейной плотности в кайме формирует узор в виде аиста и солнца, что придает рисунку рельефность, которая подчеркивается цветом льна. Однослойное строение фона скатерти достигается переплетением атлас 5/2 беленых основы и утка линейной плотностью 56 текс. Применение в основе цветного снования и в кайме второй системы уточных нитей серого цвета позволяет получить в скатерти обрамление размером 3,5 см.

Вторая скатерть и салфетки имеют однослойное строение, вырабатываются с использованием в основе беленого льна линейной плотностью 56 текс, в утке – натурального льна той же линейной плотности. В фоне скатерти применено переплетение четырехнитный сатин, ажурный рисунок «Солнце» достигается короткими настилами основы. Цвет обрамления верхней скатерти получен тем же способом, что и в нижней. В рисунке салфеток использован мотив каймы нижней скатерти, фон формируется переплетением атлас 5/2, рисунок – переплетением сатин 5/2.

Выработка комплекта осуществляется на ткацком станке СТБ2-175 с жаккардовой машиной 344 Z, проборка аркатных шнуров в касейную доску рядовая трехчастная, в работе – 1080 крючков (рисунок 3).

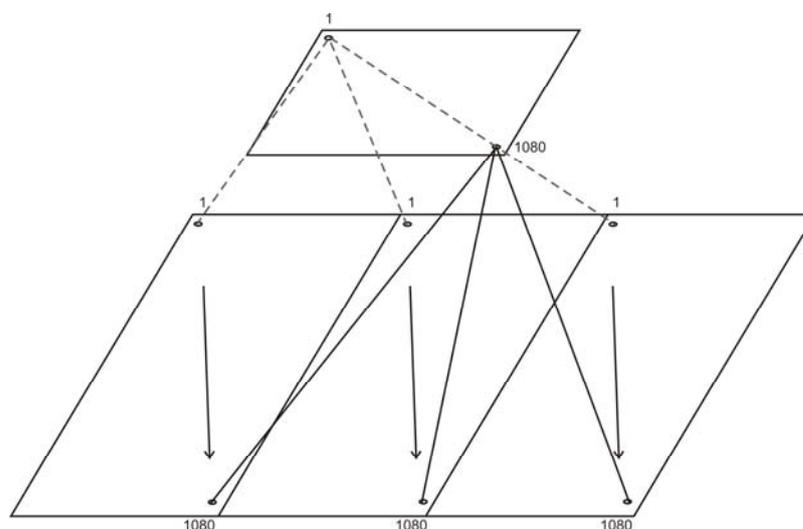


Рисунок 3 – Схема заправки жаккардовой машины

С помощью данной проборки на одном станке возможно вырабатывать весь комплект: нижнюю, верхнюю скатерти и салфетки. Размеры раппортов рисунков во всех трех изделиях согласованы между собой таким образом, что при выработке нижней скатерти раппорт рисунка каймы в каждой части повторяется один раз (50 см), при выработке верхней скатерти и салфеток – два раза (размеры раппорта узора 25 см). Верхняя скатерть в сочетании с салфетками может использоваться как отдельный комплект для стола меньшего размера.

#### ВЫВОДЫ

В результате проделанных исследований впервые разработан столовый комплект, в жаккардовом рисунке которого использованы мотивы белорусского народного орнамента и белорусской фауны. Спроектирована структура скатерти, сочетающая в себе однослойное и полутораслойное строение, что позволило создать в ткани рельефный рисунок каймы. Для выработки комплекта разработана унифицированная заправка жаккардовой машины.

#### Список использованных источников

1. Кацар, М. С. Беларускі арнамент : Ткацтва. Вышыука / М. С. Кацар ; пер. з рус. мовы, літ. апрац. і навук. рэд. Я. М. Сахуты. – 2-е выд. – Мінск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2009. – 224 с. : іл
2. Казарновская, Г. В. Проектирование жаккардовых тканей сложных структур : учебное пособие / Г. В. Казарновская. – Витебск : УО «ВГТУ», 2001. – 80 с.

#### SUMMARY

In this work, the problem of creation of the table complete set developed with the application of linen threads is solving, in weaver's pattern of which drawing motives of the Belarusian national ornament and the Belarusian nature are used. The structure of a cloth combining single-layered and one and a half layered structure that has allowed to create relief drawing of a border in a fabric is designed. The unified refueling is developed for complete set development weaver's loom.

УДК 677.022.4

### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

***О.М. Катович, С.С. Медвецкий, А.Г. Коган, Е.Н. Лешакова***

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» разработана технология получения полугребенной хлопчатобумажной пряжи малой линейной плотности кольцевого способа формирования. Особенностью технологии является получение пряжи малой линейной плотности 7,5-16 текс из длинноволокнистого и средневолокнистого хлопка.

По традиционной гребенной системе прядения хлопка пряжа малой линейной плотности чаще всего вырабатывается из 100 % длинноволокнистого хлопка. В технологии полугребенного прядения для получения пряжи той же линейной плотности возможно использование средневолокнистого хлопка. Целью проводимых исследований является получение полугребенной хлопчатобумажной пряжи по сокращенной системе прядения хлопка с физико-механическими свойствами, приближенными к гребенной пряже.

Разработанная технология позволяет снизить себестоимость полугребенной пряжи до 15% за счет следующих факторов:

- этапы подготовки к гребнечесанию и гребнечесание проходит только длинноволокнистый хлопок, что позволяет высвободить часть технологического оборудования (часть ленточных, лентосоединительных и гребнечесальных машин);

- использования для получения полугребенной пряжи менее дорогостоящего средневолокнистого хлопка;
- уменьшения количества отходов с 24,5% до 18,4% и увеличения выхода пряжи из смеси от 75,5 % до 81,6%.

Технология получения полугребенной пряжи предусматривает отдельную подготовку лент по кардной и гребенной системам прядения. Соединение лент по разработанной технологии осуществляется в различных соотношениях на ленточных машинах второго перехода. Кардные ленты поступают туда после первого переходы ленточных машин, а – гребенные после гребнечесания. Принципиальная схема получения полугребенной пряжи линейной плотности 7.5-16 текс представлена на рисунке 1.

Экспериментальные исследования по разработке новой технологии получения полугребенной пряжи линейной плотности 15,4 текс осуществлены в производственных условиях ОАО «Гронитекс».

При проведении исследований использовалась смесь средневолокнистого хлопка 4-1, 5-1 и длинноволокнистого хлопка 1-1, селекционного сорта Ашхабад - 25.

В производственных условиях ОАО «Гронитекс» на ленточной машине RSB-D40 (ф. Rieter) второго перехода проведены экспериментальные исследования процесса вытягивания полугребенной ленты, полученной из смеси длинноволокнистого и средневолокнистого хлопка в соотношении: (33% гр./67% кард.(1 вар.), 50%гр./50% кард.(2 вар.), 67%гр./33% кард.(3 вар.) для определения оптимального процентного соотношения смешиваемых компонентов.

Перед проведением эксперимента построены штапельные диаграммы распределения волокон по классам длин для длинноволокнистого и средневолокнистого хлопка (рисунки 2 и 3).



Рисунок 1 – Схема технологической цепочки для получения полугребенной хлопчатобумажной пряжи

Анализ диаграмм распределения волокон в питающих лентах показал, что в смеси средневолокнистого хлопка наибольший процент волокон 16% соответствует группе волокон с модальной длиной 30-32 мм, а у длинноволокнистого хлопка соответствует группе волокон с модальной длиной 36-38 мм.

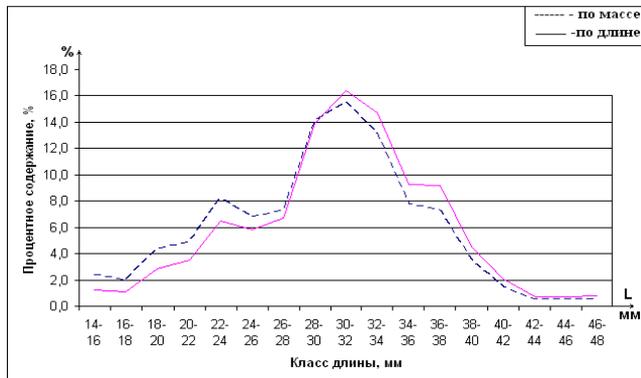
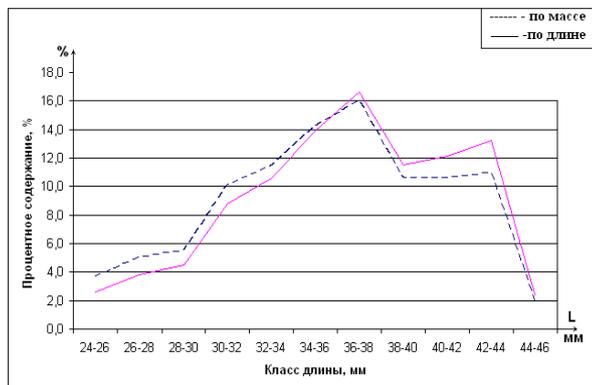


Рисунок 2 – Диаграмма распределения волокон по классам длины длинноволокнистого хлопка

Рисунок 3 – Диаграмма распределения волокон по классам длины смеси средневолокнистого хлопка

Таким образом, видно, что разница в модальной длине наиболее многочисленной группы волокон для лент кардной и гребенной системы прядения составляет 6-8 мм. Поэтому величина разводки по зонам вытягивания является наиболее важным фактором для исследований.

Так как волокно в структуре лент имеет разную длину, проведены исследования, направленные на оптимизацию развонок по зонам вытягивания в вытяжном приборе ленточной машины. Проведен двухфакторный эксперимент. Интервалы и уровни варьирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Интервалы и уровни варьирования входных факторов

Параметры	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	1	
Процентное содержание длинноволокнистого хлопка в полугребенной ленте, % ( $X_1$ )	33	50	67	17
Разводка в активной зоне вытягивания, $R_2$ , мм, ( $X_2$ )	38	40	42	2

В ходе эксперимента определены интервалы параметров формирования полугребенной ленты:

- разводка в активной зоне вытягивания от 39,9 до 41,9 мм,
- процентное содержание длинноволокнистого хлопка в полугребенной ленте от 57 до 65 %.

Для определения оптимальных значений входных факторов разработана математическая программа в системе компьютерной алгебры «Maple 9,5». В результате расчета получены следующие данные:

- разводка в активной зоне вытягивания  $R_2 = 40,8$  мм,
- процентное содержание длинноволокнистого хлопка в полугребенной ленте = 63,77%;

Но так как длинноволокнистый и средневолокнистый хлопок смешиваются лентами, оптимальным вложением будет являться 67%, что соответствует 4 лентам из длинноволокнистого хлопка.

Полученная величина разводки в активной зоне вытягивания – 41 мм, что соответствует рекомендуемым параметрам фирмы Rieter, т.е от Lmax до (Lmax-2), где Lmax – максимальная длина волокна, мм.

В результате проведенных экспериментальных исследований получена полугребенная лента, обладающая качественными характеристиками, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Качественные характеристики полугребенной ленты

Параметры	Величина		
	33 1 вар.	50 2 вар.	67 3 вар.
Процентное содержание длиноволокнистого хлопка, %	33 1 вар.	50 2 вар.	67 3 вар.
Линейная плотность выпускаемой ленты, ктекс	4,06		
Неровнота полугребенной ленты по линейной плотности на метровых отрезках, %	0,75	0,65	0,58
Неровнота полугребенной ленты по линейной плотности на коротких отрезках, %	3,63	3,45	3,28
Неровнота по длине волокон, %	18,79	20,8	23,99
Распряmlенность волокна ленты	0,78	0,785	0,79

Сравнительный анализ табличных данных и диаграмм распределения волокон в полугребенной ленте (рисунки 4,5 и 6), полученной при процентном вложении длиноволокнистого хлопка 33%, 50% и 67% и разводке в активной зоне вытягивания 40 мм позволил сделать следующие выводы:

- повышение процентного вложения длиноволокнистого хлопка ведет к повышению средней длины волокна от 31 мм до 35 мм,
- неровнота полугребенных лент по линейной плотности на коротких и метровых отрезках снижается с увеличением процентного вложения длиноволокнистого хлопка,
- максимальная распряmlенность волокна ленты достигается при минимальном вложении средневолокнистого хлопка.

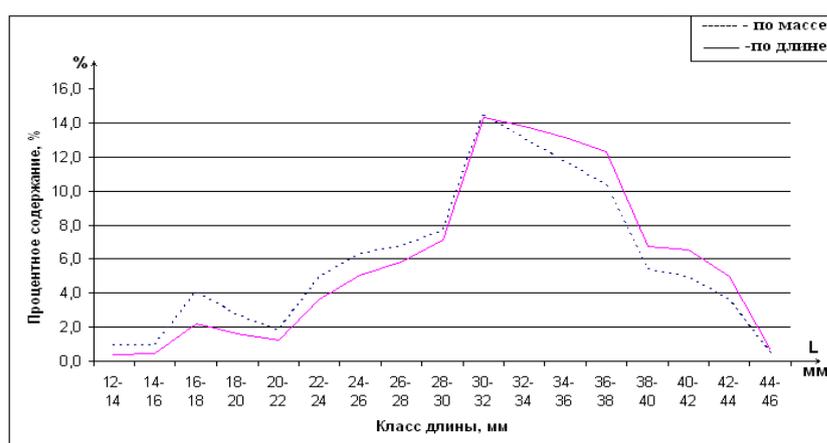


Рисунок 4 – Диаграмма распределения волокон по классам длины полугребенной ленты с процентным вложением длиноволокнистого хлопка 33%

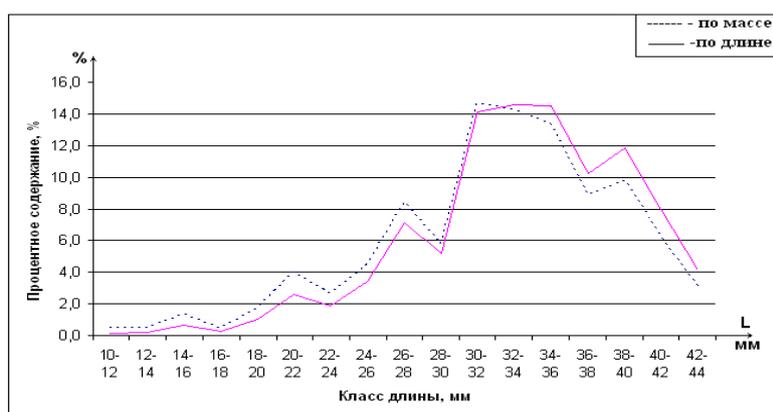


Рисунок 5 – Диаграмма распределения волокон по классам длины полугребенной ленты с процентным вложением длинноволокнистого хлопка 50%

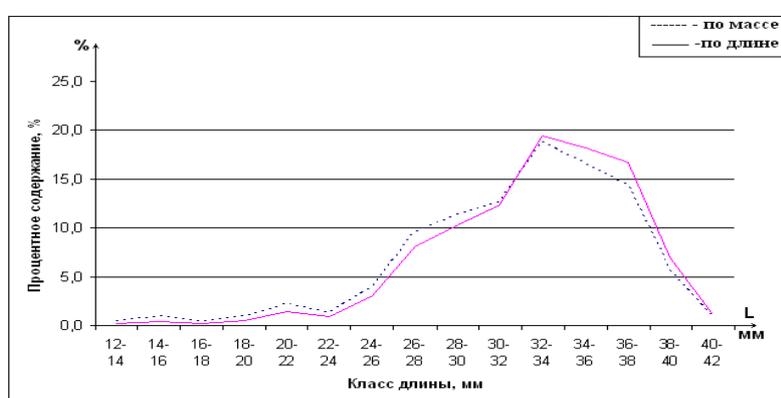


Рисунок 6 – Диаграмма распределения волокон по классам длины полугребенной ленты с процентным вложением длинноволокнистого хлопка 67%

Из полученных вариантов ленты наработаны опытные варианты ровницы на ровничной машине фирмы Zinzer модели 668. Качественные показатели исследуемых вариантов полугребенной ровницы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Качественные показатели исследуемых вариантов полугребенной ровницы

Параметры	Величина		
Процентное содержание длинноволокнистого хлопка, %	33	50	67
Линейная плотность ровницы, текс	700		
Неровнота полугребенной ровницы на метровых отрезках, %	1,85	1,76	1,72
Неровнота полугребенной ровницы на коротких отрезках, %	5,5	4,91	4,76

В результате анализа полученных данных установлено, что вариант ровницы с процентным вложением длинноволокнистого хлопка 67% обладает самой низкой неровнотой по линейной плотности на коротких (4,76%) и метровых отрезках (1,72%).

Полугребенная пряжа наработана в производственных условиях ОАО «Гронитекс» на кольцевых прядильных машинах П-66-5М4.

Качественные показатели гребенной, кардной и полугребенной пряжи линейной плотности 15,4 текс представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Качественные показатели гребенной, кардной и полугребенной пряжи линейной плотности 15,4 текс

	P <sub>0</sub> , сН/текс	Cv p <sub>0</sub> , %	Cv m, %	Neps +200 %	Утонения -50%	Утолщения +50%	Ворсис- тость H	Index
Кардная пряжа	13,4	-	20,62	151 0	166,6	1327	4,58	1,94
Полугребенная пряжа (1 вар.)	16,3	6,6	19,49	130 5	83	1042	4,48	1,83
Полугребенная пряжа (2 вар.)	16,56	6,2	18,9	101 6	79	921	4,45	1,78
Полугребенная пряжа (3 вар.)	16,8	6,8	18,52	867	56	799	4,43	1,74
Гребенная пряжа	16,8	-	18,12	470, 8	52	426,8	4,4	1,71
ГОСТ 9092-81 по гребенной пряже сорт пряжи: высший первый второй	16,1 14,4 не менее 13,3	12,5 15,0 не более 17,5	-	-	-	-	-	-

Анализ табличных данных показал, что полугребенная пряжа по разрывной нагрузке и коэффициенту вариации по разрывной нагрузке не уступает гребенной пряже высшего сорта аналогичной линейной плотности даже при минимальном вложении длиноволокнистого хлопка (33%). Это позволяет снизить стоимость пряжи, не ухудшая при этом ее прочностные характеристики.

Внедрение разработанной технологии на хлопкопрядильных предприятиях Республики Беларусь является экономически целесообразным.

#### ВЫВОДЫ

Разработанная технология является актуальной, т.к. позволяет получать полугребенную хлопчатобумажную пряжу с физико-механическими свойствами, приближенными к гребенной пряже, но с более низкой себестоимостью.

#### Список использованных источников

1. 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.
2. Рыклин, Д. Б. Технология и оборудование для производства волокнистой ленты : учебное пособие / Д. Б. Рыклин ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2008. – 268 с, страница 184-186.

#### SUMMARY

Article is devoted to develop of new technology process for produced semicombed cotton yarn from a mix of medium- and long-staple cotton.

Obtained results of researches helps to producing of cotton yarn by short chain of equipment for reduced cost.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ПИТАЮЩЕМ КАНАЛЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

*Р.В. Киселев*

На кафедре ПНХВ разработан технологический процесс получения комбинированных нитей на модернизированной пневмомеханической прядильной машине. Данная технология позволяет получать комбинированные нити различного сырьевого состава и назначения.

Одним из видов нитей, получаемых по данному способу, являются комбинированные хлопкополиэфирные нити. Эти нити наиболее целесообразно использовать в тканях, предназначенных для изготовления военной формы с повышенными прочностными характеристиками.

Для обеспечения работы модернизированной пневмомеханической прядильной машины необходимо, чтобы комплексная нить заправлялась при любых параметрах технологического процесса.

На рисунке 1 представлен разрез корпуса модернизированного прядильного устройства для получения комбинированных пневмомеханических нитей. В прядильной камере 10 формируется комбинированная пневмомеханическая нить 2, состоящая из комплексной полиэфирной нити 13 и обкручивающей ее выпрядаемой мычки 6.

Питающая трубка 8 для подачи комплексной нити 13, входит в прядильную камеру через полый канал 9, выполненный по оси ротора 11 (рисунок 1). В результате возникает воздушный поток, направленный по трубке из атмосферы в зону формирования пряжи. Этот поток позволяет осуществить подачу комплексной нити в зону формирования, т.е. необходим для заправки машины. Для формирования качественной нити на машине должны соблюдаться аэродинамические условия внутри прядильной камеры. Прядильная камера пневмомеханической машины ППМ-120 АМ является формирующее-крутильным органом типа «активный вентилятор», в которой необходимое разрежение создается самой прядильной камерой. Аэродинамическое состояние в такой камере характеризуется наличием и взаимодействием двух воздушных потоков. Первый поток, необходимый для транспортировки волокон, создается вращающимся с большой скоростью дискретизирующим барабанчиком. Второй поток образуется вращением в прядильной камере воздушно-волокнистой массы и носит спиралевидный характер с максимальными скоростями возле желоба камеры и минимальными в центре. [1].

Третий поток, попадающий в камеру через питающий канал в трубке для подачи комплексной нити, может нарушить стабильность аэродинамических условий в прядильной камере. Значительное нарушение баланса воздушных потоков приводит к ухудшению сложения дискретных потоков волокон и транспортному вытягиванию при переходе дискретного потока волокон из конфузора в камеру. Процесс сложения происходит менее эффективно, выравнивание волокнистой ленточки ухудшается. Кроме того, нарушение воздушных потоков изменяет вращательное движение пряжи, что снижает крутку и ведет к понижению прочности волокнистой структуры. Поэтому при разработке конструкции прядильного устройства необходимо минимизировать этот отрицательный фактор.

Воздушный поток, протекающий через питающий канал, характеризуется следующими величинами – расходом воздуха, скоростью, разностью давлений на входе и выходе. Данные величины напрямую зависят от диаметра питающей трубки. Необходимо определить характер и основные параметры

аэродинамического потока в питающей трубке, и их зависимость от конструктивных и технологических параметров. На основании этих сведений станет возможным определить минимальный диаметр питающего канала, позволяющий производить заправку прядильного устройства при минимальной скорости и расходе воздуха, проходящего через данный канал.

При заправке на подаваемую нить начинают действовать аэродинамическая сила, направленная по оси трубки в сторону движения воздушного потока, и сила трения нити о стенки канала, направленная в противоположную сторону. Очевидно, что при достижении потоком определенной скорости и суммарная аэродинамическая сила  $F_a$  начинает сдвигать нить, и равновесие покоя нарушится при условии  $F_a > F_{тр}$ .

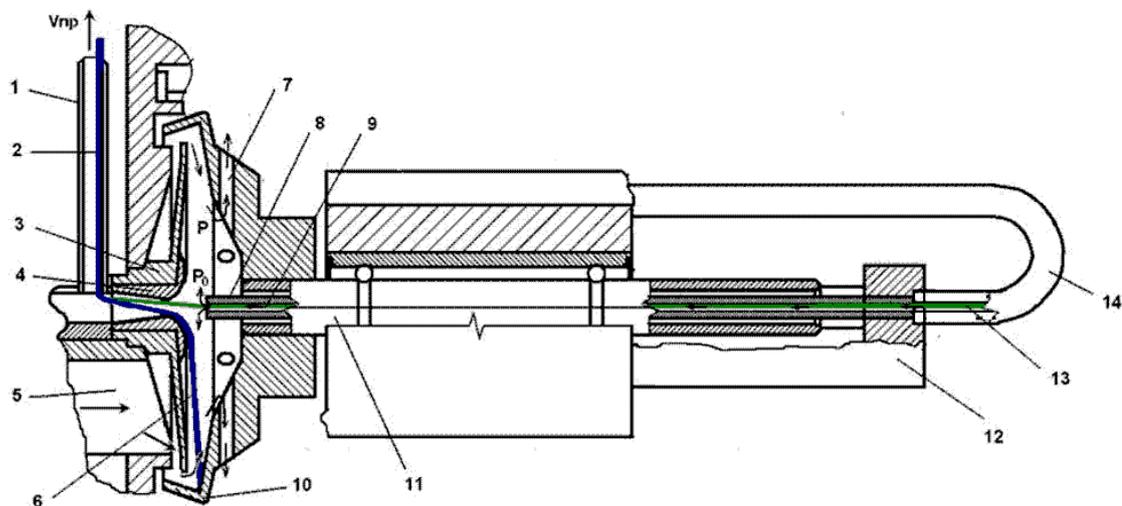


Рисунок 1 – Разрез корпуса модернизированного прядильного устройства пневмомеханической прядильной машины ППМ -120 –АМ: 1 – пряжевыводная трубка; 2 – комплексная нить; 3 – сепаратор; 4- воронка; 5 – транспортирующий канал; 6 – хлопковая мычка; 7 – вентиляторные каналы; 8 – питающая трубка; 9 – питающий канал; 10 – прядильная камера; 11 – вал ротора; 12 – опора; 13 – комплексная нить; 14 – питающая трубка

Сила трения пропорциональна длине нити, находящейся в питающей трубке, и определяется по формуле:

$$F_{mp} = kP = kTl / 10^5, \quad (1)$$

где  $F_{тр}$  – сила трения, действующая на нить, Н;

$k$  – коэффициент трения нити о стенки;

$P$  – вес нити, Н;

$l$  – длина участка нити, подаваемого в трубку при заправке, м;

$T$  – линейная плотность нити, г/м<sup>3</sup>.

Поскольку комплексная нить не имеет ворсистости и имеет относительно равномерный диаметр, возможно с достаточно большой точностью определить аэродинамическую силу  $F_a$ , действующую на нее.

Согласно исследованиям профессора Павлова Г.Г., формула сопротивления пряжи в трубке воздействию аэродинамического потока имеет вид [1]:

$$F_a = C_f d_n l \rho u^2 / 2, \quad (2)$$

где  $F_a$  – аэродинамическая сила, действующая на нить;

$C_f$  – коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от структуры поверхности пряжи;

$d, l$  – соответственно диаметр и длина участка пряжи в трубке, м;

$\rho$  – плотность воздуха, г/м<sup>3</sup>;

$u$  – скорость воздушного потока, м/с.

Согласно исследованиям профессора Павлова [2]

$$C_f d_n = AT10^{-3} / u^{0.51} \quad (3)$$

Коэффициент  $A$  зависит от вида и структуры нити, ее ворсистости, и определяется экспериментально.

Подставляя уравнение (3) в уравнение (2), получим:

$$F_a = \frac{ATl\rho u^{1.49}}{2 \cdot 10^3} \quad (4)$$

Скорость  $u_{тр}$ , при которой аэродинамическая сила будет равна силе трения  $F_a = F_{тр}$ , будет являться скоростью, при которой нить начнет движение по трубке. Эта скорость называется скоростью трогания нити.

Следовательно, скорость трогания будет равна:

$$u_m = \left( \frac{2F_{mp}}{AT\rho l} \right)^{0.67} = \left( \frac{2kTl10^3}{AT\rho l10^5} \right)^{0.67} = \left( \frac{2K}{A\rho 10^2} \right)^{0.67} \quad (5)$$

Как видно из формулы, скорость трогания не зависит от линейной плотности нити, а только от ее вида и структуры поверхности.

Однако, как указывается в работе профессора Павлова А.Г., практически применяют значительно более высокие транспортные скорости воздуха, поскольку в зоне критических скоростей работа системы ненадежна. Рекомендуется принимать транспортную скорость равной  $u_{тр} = 4u_{т.}$  [2]

Коэффициент  $A$  определялся экспериментально. Для комплексных полиэфирных нитей, которые имеют очень гладкую поверхность,  $A = 0.8 \cdot 10^{-3}$ .

Таким образом, окончательно транспортная скорость, при которой будет происходить заправка машины, равна:

$$u_{mp} = 1.49 \sqrt{\frac{224,5K}{\rho}} \quad (6)$$

Транспортная скорость для полиэфирной нити, рассчитанная по данной формуле, равна 16,6 м/с.

Разряжение в прядильной камере 10 (рис. 1) создается вращающимся прядильным ротором 1, который имеет 8 радиальных каналов, выполненных по окружности.

Разрежение по оси камеры, согласно профессору Павлову Г.Г., равно: [2]

$$\rho = \rho \Omega^2 (R_2^2 - R_1^2), \quad (7)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха (1,2 кг/м<sup>3</sup>);

$\Omega$  – частота вращения камеры, мин<sup>-1</sup>;

$R_1, R_2$  – расстояния от оси камеры до нижней и верхней границы каналов соответственно;

$\mu_c$  – поправочный коэффициент на неучтенные потери давления ( $\mu_c = 0.86$ ).

Поскольку питающий канал сообщается с атмосферой, давление на выходе будет равно атмосферному. Давление на входе в прядильную камеру будет равно:

$$P_{вх} = P_{вых} - p_0 \quad (8)$$

Благодаря разнице давлений, по трубке будет перемещаться воздушный поток. В зависимости от числа Рейнольдса, данный поток может быть ламинарным или

турбулентным. Для цилиндрического канала число Рейнольдса определяется по известной из газодинамики формуле [3]:

$$R_e = ud / \gamma , \quad (9)$$

где  $d$  – диаметр питающего канала;

$\gamma$  – динамическая вязкость воздуха ( $\gamma = 14,5 \cdot 10^{-6}$  Па/с).

Если бы канал не имел потерь давления, при создаваемом прядильной камерой разрежении, по нему мог бы протекать воздушный поток с теоретической скоростью:

$$u_m = \sqrt{\frac{2P_0}{\rho}} \quad (10)$$

Действительная скорость будет меньше теоретической из-за потерь напора в сопротивлениях. Эти потери складываются из-за потерь по длине  $\Delta P_{л}$ , местных сопротивлений на повороты питающей трубки  $\Delta P_{пов}$ , потерь в наружном входе в питающую трубку  $\Delta P_{вх}$ . Таким образом, суммарные потери будут равны:

$$\Delta P = \Delta P_{л} + \Delta P_{пов} + \Delta P_{вх} \quad (11)$$

Предположим, что поток в трубке ламинарный. Используя известную методику нахождения потерь в трубопроводах цилиндрического сечения [3], находим:

$$\Delta P_{л} = \lambda \frac{l}{d} \rho \frac{u^2}{2} + \zeta_{180^\circ} \rho \frac{u^2}{2} + \zeta_{90^\circ} \rho \frac{u^2}{2} + \rho u^2 / 2, \quad (12)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  (при ламинарном течении  $\lambda = 64/Re$ );

$\zeta_{\alpha}$  – коэффициент местного сопротивления при плавном повороте на угол  $\alpha$ .

$$\zeta_{\alpha} = \frac{A_{\alpha}}{R_e} + \zeta_{кв} , \quad (13)$$

где  $A_{\alpha}$  – коэффициент, при угле поворота  $180^\circ A_{\alpha} = 350$ , при  $90^\circ A_{\alpha} = 130$ ;

$\zeta_{кв}$  – значение коэффициента местного сопротивления в квадратичной области, при угле поворота  $180^\circ \zeta_{кв} = 0,4$ , при  $90^\circ \zeta_{кв} = 0,2$ .

Таким образом, задача заключается в определении такой скорости  $u_0$  движения воздуха в питающем канале, при которой разрежение  $p_0$  в прядильной камере будет равно потерям давления  $\Delta p$ . Эта скорость и будет являться скоростью потока в питающей трубке. На рисунках 2 и 3 представлены зависимости скорости и значения числа Рейнольдса аэродинамического потока в питающем канале, полученные по приведенной методике, в зависимости от частоты вращения прядильных камер и диаметра питающей трубки. Штриховой линией показаны кривые, полученные экспериментально.

Как видно из рисунка 2, поток в трубке при диаметрах канала от 1 до 1,4 мм практически во всем диапазоне частот вращения роторов будет ламинарным. Равномерный ламинарный поток способствует беспрепятственной заправке машины. При дальнейшем увеличении диаметра канала число Рейнольдса так же будет увеличиваться, и поток станет турбулентным.

Минимальный диаметр канала, обеспечивающий протекание воздушного потока с заданной транспортной скоростью  $u_{тр}$ , можно определить из формул (10-19), учитывая, что  $\Delta P = \Delta P_{л} + \Delta P_{пов} + \Delta P_{вх} = P_0$ :

$$d_{мин} = \frac{3,69 A_{90^\circ} \gamma \sqrt{\left( 3,69 A_{90^\circ} \lambda \right)^2 + 4 u_{мп} \left( 3,69 A_{90^\circ} \gamma \right) \left( \frac{2P_0}{u_{мп}^2} - 3 \zeta_{кв90^\circ} - 1 \right)}}{2 u_{мп} \left( \frac{2P_0}{u_{мп}^2} - 3 \zeta_{кв90^\circ} - 1 \right)} \quad (14)$$

Рабочий диапазон частот вращения для данного вида нитей составляет 30000-40000 мин<sup>-1</sup>, поэтому для обеспечения заправки машины в данном диапазоне диаметр питающего канала должен быть больше 1 мм. Таким образом, при данном диаметре, будет обеспечиваться надежная заправка машины при минимальном отрицательном влиянии дополнительного воздушного потока, попадающего в камеру через питающий канал.

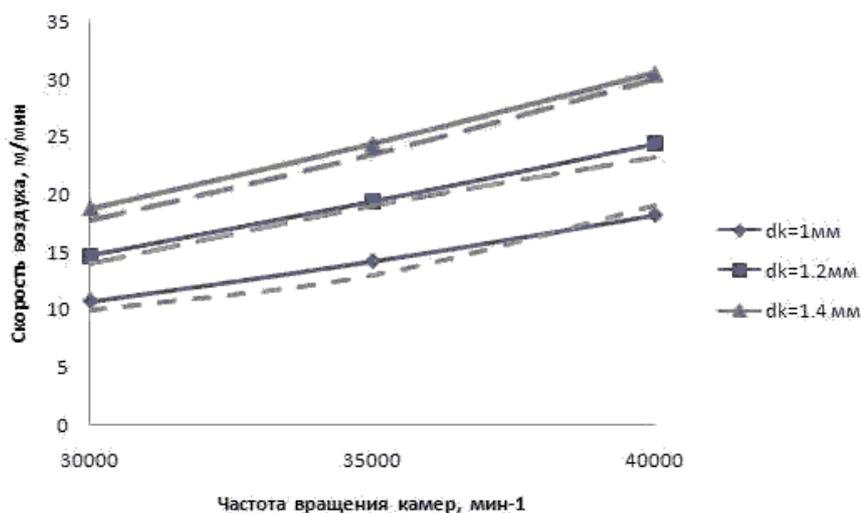


Рисунок 2 – Зависимость скорости воздушного потока в питающем канале от частоты вращения прядильных камер и диаметра канала

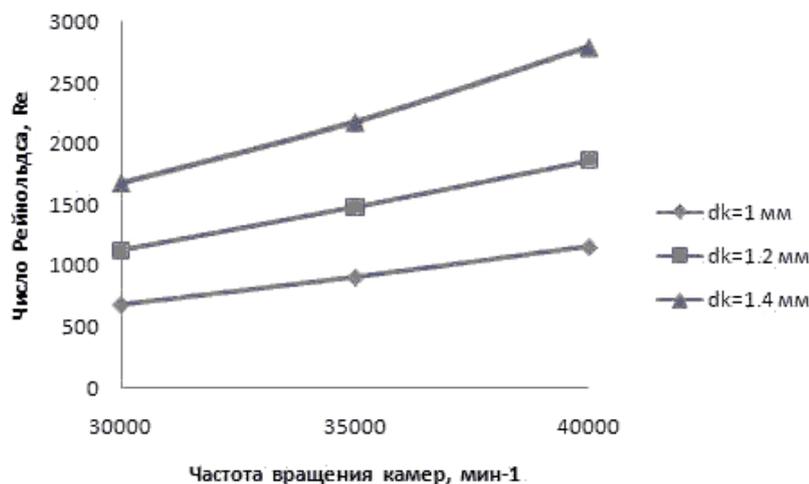


Рисунок 3 – Зависимость значения числа Рейнольдса воздушного потока в питающем канале от частоты вращения прядильных камер и диаметра канала

## ВЫВОДЫ

Определен характер и параметры воздушного потока в питающем канале модернизированной пневмомеханической прядильной машины ППМ-120-АМ. Определен минимальный диаметр питающего канала для обеспечения стабильной работы машины.

### Список использованных источников

1. Павлов, Г. Г. Аэродинамика текстильных процессов и оборудования текстильной промышленности / Г. Г. Павлов . – Москва : «Легкая индустрия», 1975.

2. Павлов, Г. Г. Аэродинамические процессы безверетенного способа прядения / Г. Г. Павлов . – Москва : «Легкая индустрия», 1981.
3. Альтшуль, А. Д. Гидравлика и аэродинамика / А. Д. Альтшуль, П. Г. Киселев . – Москва : 1965.

#### SUMMARY

The technology of manufacturing cotton/polyester core yarns at modernized open end spinning frame is developed. The character of air flow in feeding tube in dependence of technological parameters – rotational speed of spinning rotors and diameter of feeding tube - is defined. The minimal diameter of feeding tube, which allows stably working of modernized spinning frame, has been found.

УДК 687.02:687.053.173

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ШВЕЙНЫХ НИТОК

**С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, А.В. Радкевич**

Исследованию процессов резания материалов легкой промышленности посвящены работы [1-4]. В этих работах рассмотрено резание тканей, трикотажа, кожи, пряжи.

В настоящей работе представлены результаты исследований процесса резания швейных ниток, имеющего место в швейных машинах и полуавтоматах.

Рассмотрим процесс резания швейных ниток в механизмах цикловой обрезки, в которых процесс обрезки совмещен с циклом образования челночного стежка [5].

Особенностью процесса резания является то, что разрезаемая нитка с некоторым натяжением охватывает лезвие подвижного ножа (рис. 1).

Сечение лезвий подвижного и неподвижного ножей представлены на рис.1 в виде двух граней, сопрягаемых по радиусу  $r$ . Исследования показали, что радиус сопряжения составляет 0,02...0,03 мм.

Фаза резания нитки (рис. 1б) начинается с момента касания нитки лезвием неподвижного ножа (рис. 1а) и заканчивается разделением нитки на две ветви (рис. 1в).

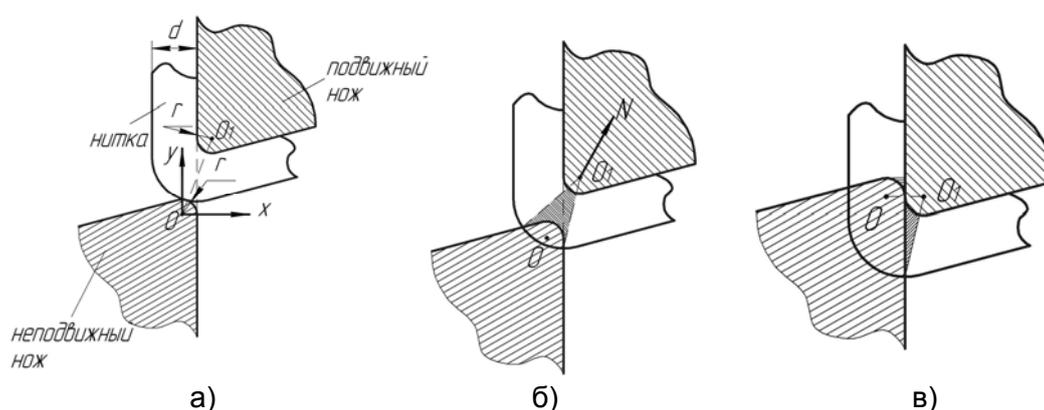


Рисунок 1

Определим силу  $N$ , действующую на подвижный нож со стороны нитки. Выберем неподвижную систему координат  $xoy$  с началом в центре  $O$  скругления граней лезвия неподвижного ножа (рис. 2). При рассмотрении данного процесса фактор скорости не будет учитываться [6].

Зона деформации нитки ножами находится между сечениями нитки вертикальными плоскостями, проведенными через  $O_1$  под углами  $\psi_1$  и  $\psi_3$  к оси  $O_1I$ , параллельной оси  $Ox$ .

Разделим эту зону на две части: первая часть зоны находится между сечениями нитки вертикальными плоскостями, проведенными под углами  $\psi_1$  и  $\psi_2$  к оси  $O_1I$  (см. рис. 2), в этой части деформация нитки производится скругленными лезвиями ножей.

Вторая часть зоны находится между сечениями нитки вертикальными плоскостями, проведенными под углами  $\psi_2$  и  $\psi_3$  к оси  $O_1I$ , в этой части деформация нитки производится скругленными лезвиями подвижного ножа и плоской гранью неподвижного ножа.

Рассмотрим элементарную силу  $dN$ , действующую на площадку, ограниченную сечениями, проведенными под углами  $\psi$  и  $(\psi + d\psi)$  к оси  $O_1I$ :

$$dN = \sigma \cdot r d\psi \cdot S, \quad (1)$$

где:  $\sigma$  – напряжение на площадке,  $S$  – ширина площадки,  $r d\psi$  – длина площадки.

Из (1) определяется модуль силы  $dN$ . Для определения направления суммарной силы  $dN$  разложим её на проекции по осям  $x$  и  $y$ :

Тогда:

$$dN_x = \sigma \cdot r d\psi \cdot S \cdot \cos \psi \quad (2)$$

$$dN_y = \sigma \cdot r d\psi \cdot S \cdot \sin \psi \quad (3)$$

Величина  $\sigma$  может быть определена экспериментально. В результате проведенных исследований определены зависимости силы  $N$ , действующей на нож (рис. 3), от относительной деформации  $\varepsilon$  вышивальной нитки Sulky 40 фирмы Gunold (14,5текс·2) [7, 8]:

$$\left. \begin{aligned} P &= k_1 \varepsilon, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ P &= k_2 \varepsilon + h, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где

$$K_1 = 0,714 \text{ Н}; K_2 = 6,67 \text{ Н}; h = 4,67 \text{ Н}. \quad \varepsilon = \frac{\Delta d}{d};$$



Рисунок 2

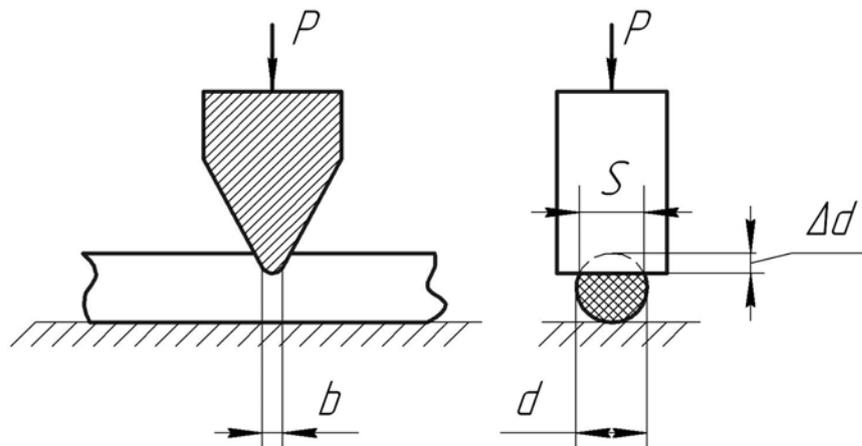


Рисунок 3

Напряжение в нитке определяется из формулы (рис. 3):

$$\sigma = \frac{P}{S \cdot b}, \quad (5)$$

где  $b$  – ширина режущей кромки ножа,  $b = 0,1$  мм;  $S$  – ширина реза нитки.

Подставив в (5) выражение (4), получим

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{k_1 \varepsilon}{S \cdot b}, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ \sigma &= \frac{k_2 \varepsilon + h}{S \cdot b}, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

С учетом (6) формулы (2) и (3) примут вид:

$$\left. \begin{aligned} dN_x &= \frac{k_1 r}{b} \varepsilon \cos \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ dN_x &= \frac{k_1 r}{b} \varepsilon \cos \psi d\psi + \frac{hr}{b} \cos \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} dN_y &= \frac{k_1 r}{b} \varepsilon \sin \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ dN_x &= \frac{k_1 r}{b} \varepsilon \sin \psi d\psi + \frac{hr}{b} \sin \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Определим величину относительной деформации  $\varepsilon_1$  на первом участке, ограниченном углами  $\psi_1$  и  $\psi_2$  (см. рис. 2):

$$\varepsilon_1 = 1 - \frac{ML}{d}, \quad (9)$$

где  $ML = O_1 M - r$ ,  $O_1 M = \sqrt{l^2 + r^2 - 2lr \cos(\psi_0 - \psi)}$ ,  $l = OO_1 = \sqrt{x_{01}^2 + y_{01}^2}$ ,  
 $x_{01} = 2r$ ;  $y_{01} = y_0 - a$ ;  $y_0 = \sqrt{d^2 + 4rd}$ ;  $\psi_0 = \arctg\left(\frac{y_{01}}{x_{01}}\right)$ ;  $a$  – перемещение ножа из начального положения (см. рис. 1а). С учетом приведенных равенств имеем:

$$\varepsilon_1 = 1 + \frac{r}{d} - \sqrt{\frac{l^2 + r^2 - 2lr \cos(\psi_0 - \psi)}{d^2}} \quad (10)$$

Обозначим:  $1 + \frac{r}{d} = D$ ;  $\frac{l^2 + r^2}{d^2} = F$ ;  $\frac{2lr}{d^2} = G$ , тогда:

$$\varepsilon_1 = D - \sqrt{F - G \cos(\psi_0 - \psi)}. \quad (11)$$

Подставив (11) в (7) и (8), получим:

$$\left. \begin{aligned} dN_x &= \frac{k_1 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \cos \psi \cdot d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ dN_x &= \frac{k_2 r}{b} (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \cos \psi \cdot d\psi + \frac{hr}{b} \cos \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} dN_y &= \frac{k_1 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \sin \psi \cdot d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ dN_y &= \frac{k_2 r}{b} (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \sin \psi \cdot d\psi + \frac{hr}{b} \sin \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Прямое интегрирование функций (12) и (13) невозможно по причине наличия двух выражений  $dN_{1x}$ ,  $dN_{1y}$ , соответствующих двум областям значений  $\varepsilon_1$ . Поэтому для определения суммарных сил  $N_{1x}$ ,  $N_{1y}$  воспользуемся методом численного интегрирования.

При численном интегрировании (12), (13) угол  $\psi$  изменяется в пределах  $[\psi_1, \psi_2]$  с шагом  $\Delta\psi$ ;  $\psi_1 = \arctg \frac{y_{01}}{x_{01}} - \arcsin \frac{r}{l}$ ;  $\psi_2 = \arctg \frac{y_{01}}{r}$ . (см. рис. 2).

Теперь определим суммарные силы  $N_{2x}$  и  $N_{2y}$ , действующие на подвижный нож на второй части зоны деформации, ограниченной углами  $\psi_2$  и  $\psi_3$  (см. рис. 2). Определим величину  $\varepsilon$  на этом участке:

$$\varepsilon_2 = 1 - \frac{NP}{d}, \quad (14)$$

где

$$NP = O_1 N - r = \frac{r}{\cos \psi} - r;$$

С учетом последнего получим:  $\varepsilon_2 = 1 + \frac{r}{d} - \frac{r}{d \cos \psi}$ . Обозначим  $1 + \frac{r}{d} = R; \frac{r}{d} = T$ , тогда :

$$\varepsilon_2 = R - \frac{T}{\cos \psi}. \quad (15)$$

Подставив (15) в (7) и (8), получим:

$$\left. \begin{aligned} dN_{2x} &= \frac{k_1 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \cos \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ dN_x &= \frac{k_2 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \cos \psi d\psi + \frac{hr}{b} \cos \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1, \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} dN_{2y} &= \frac{k_1 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \sin \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ dN_{2y} &= \frac{k_2 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \sin \psi d\psi + \frac{hr}{b} \sin \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Интегрирование уравнений (16), (17) по причине, изложенной ранее, будем проводить численным методом.

При численном интегрировании угол  $\psi$  изменяется в пределах  $[\psi_2, \psi_3]$  с шагом  $\Delta\psi$ , где

$$\psi_3 = \arccos\left(\frac{1}{r} + d\right).$$

Составлен алгоритм численного интегрирования уравнений (12), (13), (16), (17) и определены  $N_x$ ,  $N_y$  для нитки Sulky 40 фирмы Gunold при  $d = 0,18$  мм;  $r = 0,02$  мм;  $\Delta\psi = 0,017452$  рад. Графики изменения  $N_x$ ,  $N_y$  от перемещения  $a$ , представлены на рис. 4.

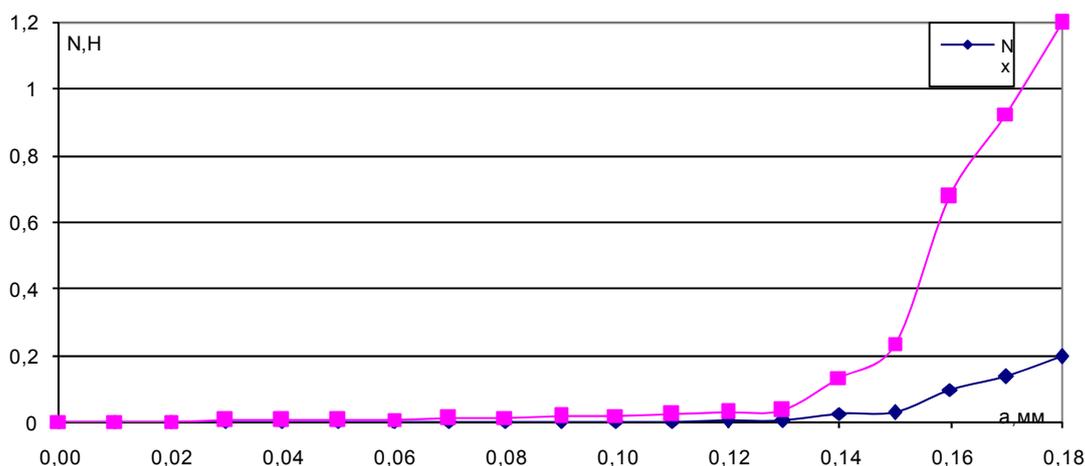


Рисунок 4

В реальных условиях резания деформация нитки до момента начала резания составляет 0,8-0,85 от ее начального диаметра [9], для учета этого фактора необходимо введение коэффициента  $\tau = 1,15 - 1,2$ .

Полученное суммарное усилие увеличится пропорционально  $\tau$ .

#### ВЫВОДЫ

Получены уравнения для определения сил, действующих на подвижный нож при резании ниток. В последующем с учетом действующих сил могут быть определены меры, предотвращающие деформацию неподвижного ножа, ведущую к нарушению процесса резания.

#### Список использованных источников

1. К вопросу проектирования ножниц для резания нити / В. А. Козлов // Известия вузов. «Технология текстильной промышленности». – 1974. – №5. – С.122-125.
2. Экспериментальные исследования процесса резания ниток лезвием ножа / В. А. Козлов, Г. Б. Молчанова // Известия вузов. «Технология легкой промышленности». – 1974. – №4. – С.145-148.
3. Экспериментальное исследование усилия при резании ножницами свободно висящей пряжи / В. А. Козлов // Известия вузов. «Технология легкой промышленности». – 1974. - № 5. – С.131-134.
4. Технология и моделирование процессов резания в швейном и обувном производстве : монография / В. Ф. Абрамов [и др. ] . - Москва : Московский государственный университет дизайна и технологии, 2003. – 384 с.
5. Швейные машины 31-го ряда: методические указания для студентов специальности Т.05.05.01 «Машины и аппараты легкой промышленности» и Т.17.03.01 «Технология швейных изделий» / УО «ВГТУ» ; сост. Козлов, А.З. – Витебск, 1997. – 41 с.
6. Исследование процесса резания швейной нитки / С. Ю. Краснер // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК – 2009): сборник материалов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов. Часть 1 / ИГТА. – Иваново, 2009. – С. 313 - 314
7. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – Москва : «Легкая индустрия», 1974. – 264 с.

8. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования технологических процессов текстильной промышленности : учеб. для вузов текст. пром-ти / А. Г. Севостьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
9. Капустин, П. П. Резание и режущий инструмент в кожевенно-обувном производстве / П. П. Капустин. – Москва : Гизлегпром, 1950 – С. 92 - 109.

#### SUMMARY

The cutting-off process of sewing threads by the cyclic cutting-off mechanism is examined in the article. The equations for determination of forces acting on the moving blade of the cutting-off mechanism by cutting-off of the threads are obtained.

УДК 687.053 1/.5

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБРЕЗКИ ШВЕЙНЫХ НИТОК

**С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич, Б.С. Сункуев**

Резание нитки в автоматизированных швейных машинах является необходимой составной частью технологического процесса. Механизмы обрезки включаются в цикл работы машины и их несрабатывание приводит к нарушению технологического процесса, снижению качества изделия, понижению производительности труда. Как показывает анализ существующих конструкций механизмов обрезки игольной и челночной нитки на швейных машинах в качестве инструментов используются лезвия с клиновой заточкой, работающие по принципу ножниц. Изучение литературы, посвященной резанию, показало, что процесс резания нитки лезвием недостаточно исследован, а проектированию механизмов обрезки ниток не уделялось должного внимания [1,2,3,4,5].

На качественную работу механизма обрезки ниток влияет достаточно большое число факторов. Основные из них: материал, из которого изготовлена нитка, линейная плотность нитки, натяжение ее в момент обрезки, количество перерезаемых ниток, геометрия инструмента механизма обрезки, материал ножей, термообработка ножей, чистота обработки лезвий, скорость смыкания ножей, сила прижатия ножей друг к другу.

Десятифакторный эксперимент достаточно сложен, поэтому на начальном этапе проведено ранжирование факторов с целью упрощения эксперимента.

Исходя из того, что конструкция лезвий ножей, материал и термообработка на сегодняшний день достаточно хорошо известна и у разных производителей мало чем отличаются друг от друга, решено эти параметры принять постоянными, а переменными принять факторы, относящиеся к свойствам ниток и параметры процесса обрезки ниток (сила прижатия ножей друг к другу, скорость смыкания ножей, сила натяжения швейной нитки).

Для определения влияния факторов на процесс обрезки, изготовлен и смонтирован экспериментальный комплекс, включающий в себя экспериментальную установку, тензоусилитель и самописец.

Режущий инструмент в данной установке изготовлен из стали ХВГ и его геометрические параметры приняты постоянными [2].

Исследуемая величина – вероятность обрезки (Р).

#### ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Установка представляет собой плиту 1, на которой расположен неподвижный нож 2 и подвижный нож 3. Подвижный и неподвижный нож соединены винтом 4. На ножи наклеены тензодатчики. Движение подвижный нож получает от пружины 7 и жесткой вставки 8. Разведение ножей осуществляется вручную тягой 9. Спусковой механизм представляет собой рычаг 11 и кронштейн 10.

На плите неподвижно закреплена скоба 12. В отверстие скобы вставляется исследуемая нитка 12. Фиксацию нитки сверху осуществляет зажим 13.

Механизм имеет следующие регулировки:

1. Сила прижатия ножей. Осуществляется винтом 4. Величина деформации лезвий ножей измеряется тензодатчиками.

2. Скорость обрезки определяется величиной интервала процесса перемещении лезвия ножа из начальной точки в конечную на ленте самописца.

3. Натяжение нитки. Регулируется с помощью изменения массы 15.

В ходе работы решались следующие задачи:

1. Получение математических зависимостей физико-механических свойств процесса обрезки от параметров технологического процесса.

2. Установление характера и степени влияния технологических параметров на вероятность обрезки швейных ниток.

3. Разработка оптимальных технологических параметров процесса обрезки швейных ниток на полуавтоматах с МПУ.

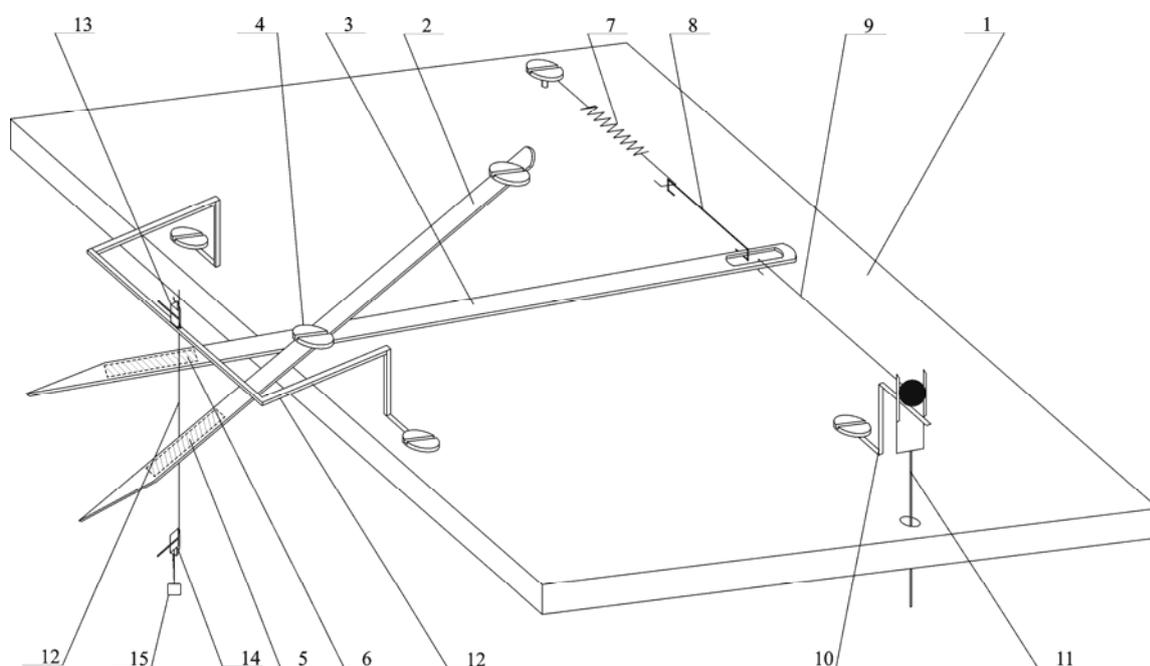


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Построение матрицы планирования и проведение эксперимента

Объектом исследования выбраны швейные нитки наиболее востребованных торговых номеров Sulky 40 фирмы Gunold и Экстра 40 РУПП «Гронитекс». Исследованы свойства швейных ниток (установлена их точная линейная плотность), Sulky 40 фирмы Gunold (14,5текс×2) и Экстра 40 РУПП «Гронитекс» (16,5 текс×3).

Для поиска оптимальных значений наиболее значимых параметров технологического процесса обрезки швейных ниток, обеспечивающих наилучшие показатели качества, использовали математические методы планирования и анализа эксперимента. Для этого проведен полный факторный эксперимент на три фактора [8,9].

Как известно, процесс обрезки ниток зависит от соотношения таких технологических параметров, как сила прижатия ножей друг к другу и скорости смыкания. Поэтому они приняты в качестве входных факторов эксперимента. Так же был добавлен параметр натяжения нитки:

$X_1$  – сила прижатия ножей друг к другу,  $Q_1$ , н;

$X_2$  – скорость смыкания ножей,  $V_1$ , м/с,

$X_3$  – сила натяжения швейной нитки,  $P$ , н.

Критерии оптимизации:

$Y$  – вероятность обрезки нитки  $P$ .

Выбор этого параметра обусловлен следующим. Вероятность обрезки нитки в работе механизма обрезки является ключевым фактором, так как именно он влияет на качество изделия.

С учетом результатов предварительных исследований установлены уровни и интервалы варьирования факторов, представленные в таблице 1.

Эксперимент проведен в лабораторных условиях кафедры Машины и аппараты легкой промышленности УО «Витебский государственный технологический университет».

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование фактора	Условное обозначение	Структура нити	Уровень варьирования			Интервал варьирования
			-1	0	+1	
Сила прижатия ножей друг к другу, $Q_1$ , н;	$X_1$	14,5текс×2	0,40	0,60	0,80	0,40
		16,5 текс×3	0,40	0,60	0,80	0,40
Скорость смыкания ножей, $V_1$ , м/с	$X_2$	14,5текс×2	0,02	0,024	0,03	0,01
		16,5 текс×3	0,02	0,024	0,03	0,01
Сила натяжения швейной нитки, $P$ , н	$X_3$	14,5текс×2	0	0,35	0,7	0,7
		16,5 текс×3	0	0,35	0,7	0,7

В случае плана на три фактора регрессионная модель имеет вид, представленный уравнением:

$$Y_i = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + A_{12}X_1X_2 + A_{13}X_1X_3 + A_{23}X_2X_3 + A_{123}X_1X_2X_3 + A_{11}X_1^2 + A_{22}X_2^2 + A_{33}X_3^2, \quad (1)$$

где  $Y_i$  – критерий оптимизации;

$X_1, X_2, X_3$  – управляемые независимые переменные;

$A_0, A_1, \dots, A_{33}$  – теоретические коэффициенты регрессии.

В результате обработки экспериментальных данных с помощью пакета программ «Statistica for Windows» на ЭВМ получены математические модели исследуемых показателей.

Зависимость вероятности обрезки ниток Экстра 40 РУПП «Гронитекс» (16,5 текс×3) от параметров технологического процесса:

$$Y = 0,808967 + 0,387050 X_1 + 0,02402 X_2 + 0,022152 X_3 - 0,203423 X_2^2 \quad (2)$$

Для ниток Sulky 40 фирмы Gunold (14,5текс×2) полученная модель имеет следующий вид:

$$Y = 0,92499 - 0,25335 X_1 + 0,21333 X_3 - 0,1875 X_1 X_3 - 0,271671 X_3^2 \quad (3)$$

Анализируя полученные математические модели, было установлено, что на исследуемый показатель качества обрезки швейных ниток Экстра 40 и Sulky 40 оказывает влияние сила прижатия ножей друг к другу ( $X_1$ ), скорость смыкания ножей ( $X_2$ ) и сила натяжения швейной нитки ( $X_3$ ).

Значения коэффициентов уравнений регрессии показывают, что увеличение силы прижатия ( $X_1$ ) оправдано только для ниток с большим номером, тогда как для вышивальных ниток будет достаточно отсутствие зазора между ножами и прижатие 0,60 Н. Скорость смыкания ножей ( $X_2$ ) оказывает влияние при резании ниток с

большими номерами, тогда как для вышивальной нитки данный параметр не имеет большого значения. Особое внимание привлечет третий параметр – сила натяжения швейной нитки ( $X_3$ ). Его увеличение оказывает положительное влияние на вероятность обрезки, но его корреляция с силой прижатия ножей может повлечь обрезку нитки в стадии более ранней (обрыв), чем это необходимо в механизме, что приводит к ухудшению качества изделия.

Результаты исследования применены при проектировании механизма обрезки на многоголовочном вышивальном полуавтомате [10]. Сила прижатия ножей друг к другу принята 1 Н; скорость смыкания ножей принята 0,2 м/с; сила натяжения швейной нитки – 0,1 Н. Исследование на надежность механизма обрезки для вышивального многоголовочного полуавтомата показало его высокую эффективность [11].

#### ВЫВОДЫ

Получены зависимости вероятности обрезки ниток от параметров технологического процесса. Определены оптимальные значения параметров технологического процесса обрезки вышивальных ниток.

#### Список использованных источников

1. Резание материалов. Механизмы и инструменты обувных машин. / В. П. Зыбин. – Ленинград : Гизлегпищепром, 1953. – Гл.2. – С. 29-62.
2. Капустин, П. П. Резание и режущий инструмент в кожевенно-обувном производстве / П. П. Капустин. – Москва : Гизлегпром, 1950. – 191 с.
3. К вопросу проектирования ножниц для резания нити / В. А. Козлов // Известия вузов. «Технология текстильной промышленности». – 1974. – №5. – С.122-125.
4. Экспериментальные исследования процесса резания ниток лезвием ножа / В. А. Козлов, Г. Б. Молчанова // Известия вузов. «Технология легкой промышленности». – 1974. - №4. – С.145-148.
5. Экспериментальное исследование усилия при резании ножницами свободно висящей пряжи / В. А. Козлов // Известия вузов. «Технология легкой промышленности». – 1974. – № 5. – С.131-134.
6. Технология и моделирование процессов резания в швейном и обувном производстве : монография / В. Ф. Абрамов [и др. ] . – Москва : Московский государственный университет дизайна и технологии, 2003. – 384 с.
7. Исследование процесса резания швейной нитки / С.Ю. Краснер // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК – 2009): сборник материалов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов. Часть 1 / ИГТА. – Иваново, 2009. – С. 313 - 314
8. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – Москва : «Легкая индустрия», 1974. – 264 с.
9. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования технологических процессов текстильной промышленности : учеб. для вузов текст. пром-ти / А. Г. Севостьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
10. Пат. 1927 Республика Беларусь, МКИ D 05B 65/00. Механизм обрезки на многоголовочном вышивальном полуавтомате / Б. С. Сункуев, С. Ю. Краснер, И. Л. Шнейвайс, А. П. Давыдько, О. В. Дервояд : заявитель и патентообладатель Витебский государственный технологический университет. – № и 20040456 ; заявл. 04.10. 2004. - 3 с. : ил.
11. Экспериментальное исследование надежности работы механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата / С. Ю.Краснер, А. С. Ситов // Новое в технике и технологии

#### SUMMARY

Krasner S.U., Radkevich A.V., Sunkuev B.S. Optimization of parameters of cutting-off process of sewing threads

The article describes the device for studying thread cutting-off process performed by cutting mechanisms of sewing machines. The process of planning and running the experiment is described. Models showing dependence of probability of thread cutting on parameters of technological process are obtained.

УДК 677.025.3/.6:687.14

### **ТРИКОТАЖНОЕ ФИКСИРУЮЩЕЕ ИЗДЕЛИЕ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ**

***М.Л. Кукушкин, В.А. Борисович***

Занятия активным отдыхом являются важной составляющей здорового образа жизни. При физических нагрузках вероятными являются различные повреждения опорно-двигательного аппарата (мышцы, суставы, связки, сухожилия). Поэтому при занятиях спортом широкое применение находят всевозможные защитные изделия, предохраняющие опорно-двигательный аппарат человека от перегрузок при перенапряжении и резких движениях. По данным спортивной медицины, основными видами повреждений, встречающихся в спорте, являются ушибы, повреждения связок суставов, растяжения и разрывы мышц и сухожилий, при более тяжелых травмах – вывихи суставов и переломы костей [1].

Для предохранения спортсмена от воздействия травмирующих факторов, а также для сокращения срока реабилитации, используются различные вспомогательные фиксирующие изделия, в том числе и с использованием текстильных материалов.

Все фиксирующие изделия делятся на фиксаторы суставов и фиксаторы мышц. Все эти изделия имеют общие черты – повышенную растяжимость и увеличенную силу сдавливания тела. В зависимости от растяжимости, изделия подразделяют на комфортные, компенсационные и компрессионные. Сила сдавливания тела определяется конкретным назначением изделия. Все эти изделия в широком ассортименте представлены ведущими изготовителями спортивного оборудования.

На соревнованиях высокого уровня подобные изделия используются довольно часто. Однако при любительских занятиях приобретение подобных изделий не оправдано. Цена подобных изделий достаточно высока и не всегда себя оправдывает. На нижнем ценовом уровне находятся изделия для спорта некоторых белорусских производителей. Вместе с вышеперечисленными преимуществами они могут быть различной конструкции и имеют общую черту – продольный шов или возможность разъема по вертикальной линии с целью подгонки размера.

На кафедре ТТП УО «ВГТУ» имеется некоторый опыт по созданию высокоэластичных моделей изделий цельновязаной конструкции без продольного шва. Изделия медицинского ассортимента, изготовленные с использованием традиционного вязального оборудования, имеют равномерную структуру и не оказывают неприятных ощущений при воздействии на тело. Поэтому актуальной задачей является использование подобной технологии для спортивных изделий, в частности, фиксаторов мышц. Благодаря отработанности технологии изделие может получиться дешевле зарубежного аналога при выполнении своего функционального назначения на уровне импортных аналогов. В этом случае с соотношением «цена-качество» фиксаторы могут быть использованы на тренировках спортсменов и для занятий спортом на любительском уровне.

Поскольку предложенный ассортимент является достаточно многофункциональным, необходимо определить конкретные требования к изделию. В интернет-источниках и литературе приводится перечень основных требований к изделию. Однако стоит заметить, что большая часть требуемых свойств набедренника обеспечивается использованием специальных видов сырья. В качестве сырья обычно используется сочетание натуральной, смешанной пряжи (хлопчатобумажная, полушерстяная) со специальными синтетическими нитями [2]. В частности, вложение синтетических нитей позволяет добиваться охлаждающего эффекта для тела спортсмена и активизировать потоотделение с целью предотвращения организма от перегрева. Поэтому при отсутствии специальных видов нитей свойства вновь создаваемого изделия будут в большей степени зависеть от комбинации традиционных видов сырья и выбора переплетения.

Перечень свойств, которым должно обладать фиксирующее изделие, достаточно велик. Для некоторого сужения номенклатуры показателей была составлена анкета для потребителя, в которой предлагалось точно определить назначение изделия, его размер, конструкцию, основные свойства. Опрос проводился среди спортсменов спортивных секций УО «ВГТУ». Среди принявших участие в опросе 60% составили люди со спортивным разрядом. Подавляющее большинство опрошенных (90%) не пользовались импортными аналогами изделия, что косвенно подтверждает актуальность создаваемого изделия. Главной задачей изделия 65% респондентов считают поддержание мышц и сухожилий, 18% отмечают необходимость поддержания теплового баланса. 55% хотят видеть конструкцию изделия в виде трубки, еще 35% как трубку с продольной застежкой.

В анкете были выделены 10 свойств набедренника, указанные в литературе. Экспертам предлагалось расположить их в ряд по значимости. Данный вопрос вызвал большой разброс мнений экспертов, главным образом из-за большого количества указанных свойств. В результате ранговой оценки ответов экспертов основными свойствами признаны дозированное сдавливание ноги, достаточная воздухопроницаемость материала и отсутствие раздражения кожи под ним.

Для выбора материала набедренника на первом этапе изготавливались образцы полотна одинаковой петельной структуры. Для обеспечения требуемых свойств изделия использовалась смешанная заправка оборудования – натуральная пряжа и синтетическая пряжа или нить.

При занятиях спортом в организме выделяется много тепла. Поэтому спортивное изделие должно способствовать отводу тепла от тела. Шерстяная и полушерстяная пряжа обладают низкой теплопроводностью, благодаря чему широко используются в быту и медицине как материал для различных согревающих изделий. Хлопчатобумажная пряжа имеет несколько лучшую теплопроводность, поэтому ее использование в изделиях спортивного назначения более целесообразно. Использование натуральной пряжи придаст изделию хорошие гигиенические свойства.

В дополнение к натуральной пряже выбраны следующие виды синтетического сырья: полиэфирная пряжа, полиакрилонитрильная пряжа, полиэфирная текстурированная нить, полиамидная комплексная нить, полипропиленовая комплексная нить. Изготавливались образцы полотна из сочетаний этих видов сырья различных линейных плотностей. Полученные образцы полотна испытывались по стандартным методикам по гигиеническим показателям, а именно по воздухопроницаемости и капиллярности. Результаты испытаний на капиллярность представлены на рис.1.

После испытаний отобраны образцы для изготовления изделий на чулочном оборудовании. Образцы набедренника изготавливались из хлопчатобумажной пряжи в сочетании с полиэфирной текстурированной нитью, а также из хлопчатобумажной пряжи в смеси с полипропиленовой нитью. В обоих вариантах изделий в структуре закреплялась латексная нить. Внешний вид изделий приведен на рисунке 2.

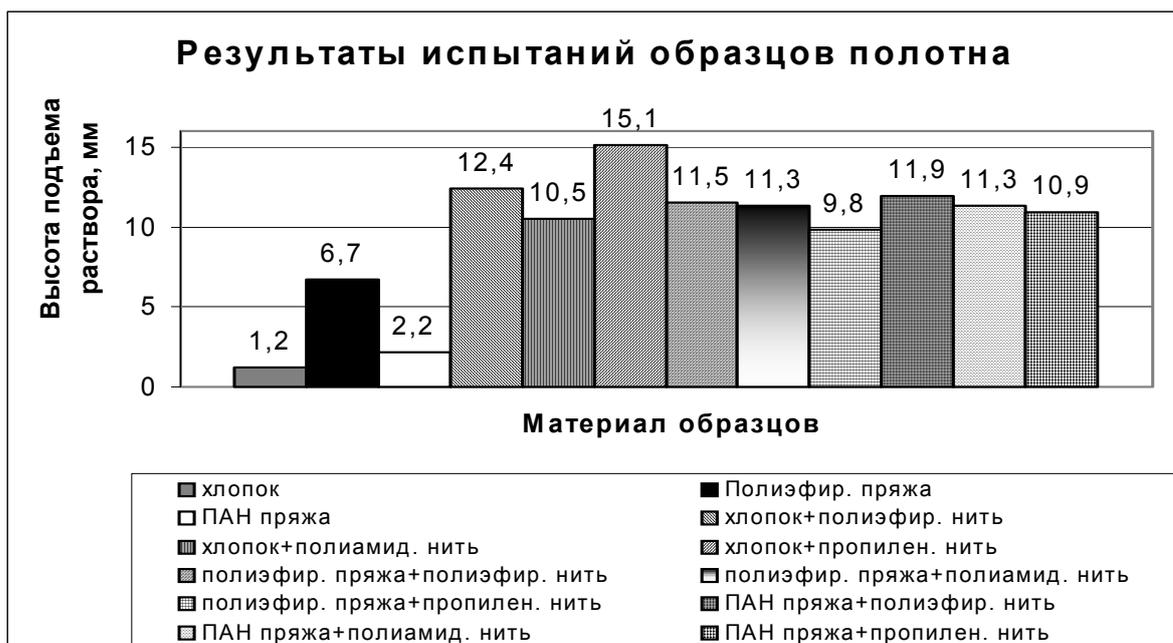


Рисунок 1 – Результаты испытаний материалов по показателю «капиллярность»



Рисунок 2 – Внешний вид полученных изделий

Для оценки сдавливающей силы изделий проводились испытания их на растяжимость при заданной нагрузке на устройстве ПР-2. Растяжение проводилось во всем рабочем диапазоне нагрузок устройства – при нагрузке 20, 30, 40 и 45Н. С

целью сопоставления свойств изделий по этой же методике испытывался импортный аналог изделия. Полученные результаты приведены на рис. 3.

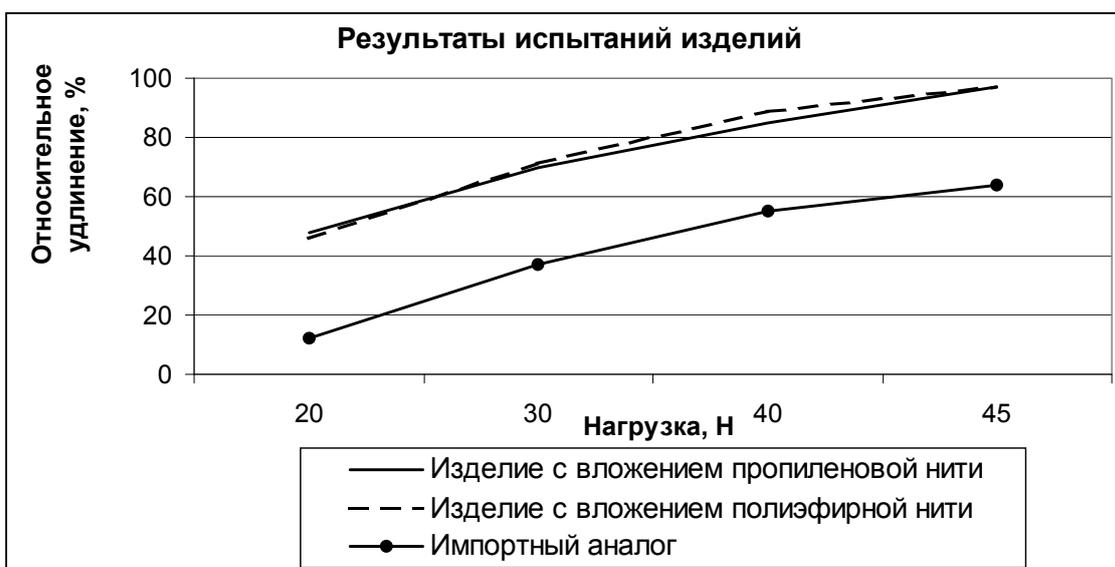


Рисунок 3 – Результаты испытаний изделий при заданной нагрузке

Результаты испытаний показали, что по сравнению с импортным аналогом новое изделие менее жесткое. Растяжимость созданного набедренника при нагрузке 45Н больше, чем у импортного образца, примерно в 1,5 раза. На устройстве ПР-2 оба изделия при максимальной нагрузке не доходят до предела растяжения в ширину. Следовательно, для полной оценки эластичных свойств изделия необходимо использовать большие нагрузки и иную методику испытаний.

По сравнению с прототипом наше изделие получилось несколько уже (12 см против 14 см у аналога). Поэтому можно предположить, что при растяжении в ширину нового набедренника до 14 см его жесткость будет сопоставима с жесткостью аналога.

Наиболее практичным является примерка обоих изделий на фигуры с приборной оценкой возникающего давления. Однако это связано с организационными трудностями. Поэтому было решено оценить теоретически возникающее давление при одевании изделия. Для сопоставления изделий определяли, какое давление окажут на бедро оба изделия в случае действия в них максимальной полученной удельной нагрузки 45Н. Методика расчетов в общем случае выглядит следующим образом.

1. С помощью диаграммы растяжения изделий, зная ширину изделия в свободном состоянии, определяли обхват бедра, соответствующий возникающей нагрузке.

2. Вычисляли теоретическое давление эластичной оболочки на тело с заданным радиусом кривизны по методике, изложенной в [3].

Расчеты показывают, что при различных удельных нагрузках в пределах от 20 до 45Н разница в расчетном давлении составляет от 11 до 2%, уменьшаясь при увеличении нагружения. Следовательно, можно говорить, что оба варианта изделия обладают сопоставимыми сдавливающими свойствами и одинаково эффективно фиксируют мышцы бедра при физических нагрузках.

Для оценки применимости созданного набедренника на различные фигуры мужчин и женщин были созданы размерные сетки для подбора изделия на основании расчетов теоретического давления на тело. Давление рассчитано для области нагрузок в полотне, созданных при испытании изделия на устройстве ПР-2. Размерные сетки созданы при условии оказания набедренником среднего

давления на тело. Поскольку изделие оказывает на тело определенное давление, оно по медицинской терминологии относится к классу компенсационных и должно оказывать давление на тело в пределах от 3,3 до 6,6 кПа. Расчеты с учетом этих данных показывают, что изготовленное изделие без изменений может быть пригодно для использования женщинами всех ростов с обхватом бедер до 96 см и мужчинами с фигурами в диапазоне: от роста 152см и обхвата талии 92см до роста 182см и обхвата талии 72см. При построении размерных сеток не учитывается индивидуальное строение ноги (обмерные данные ног берутся из действующей ТНПА). Хотя большинство спортсменов, принявших участие в опросе, имеют спортивный разряд, явной зависимости между разрядом и увеличением обхвата бедра не выявлено. Для выявления связи между изменением фигуры и конкретным видом спорта количество анкетизируемых слишком мало.

Для удовлетворения спроса остальных полнотных групп необходимо использовать оборудование с большим диаметром игольницы и, кроме этого, испытывать получаемые изделия при больших нагрузках.

Результаты работы показывают, что на имеющемся парке трикотажного оборудования возможно получение фиксирующих спортивных изделий с хорошими функциональными параметрами. Для повышения покупательского спроса необходимо проводить более широкое анкетирование пользователей и использовать исходное сырье с широким диапазоном линейных плотностей. Используемая технология является универсальной и позволяет, во-первых, изготавливать целый ряд фиксирующих изделий (наколенники, голеностопы, налокотники); во-вторых, данный ассортимент пользуется значительным спросом, и вновь полученные изделия без продольного шва могут составить конкуренцию импортным аналогам.

#### Список использованных источников

1. Спортивная медицина // Учебник для институтов физической культуры. - М.: Физкультура и спорт, 1987.- 326 с.
2. Полиевский, С. А. Гигиена спортивной одежды и снаряжения / С. А. Полиевский. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 284 с.
3. Филатов, В. Н. Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.

#### SUMMARY

Was elaborated elastic knitted unit for sportsmen's for prophylaxis muscle damages. It contains as natural as synthetic materials. Theoretical calculations of pressure level demonstration, that one size of the article may be used for men and women. The knitting machine opportunities allows to manufacture full range of similar goods. This unit may be competition to foreign goods.

УДК 677.026.4: 677.021.17

### **ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

***А.В. Локтионов, С.В. Жерносек***

Применение отходов текстильной промышленности позволяет решить проблемы рационального использования сырья, создания практически безотходных технологий, расширения ассортимента текстильных изделий и области применения нетканых полотен, уменьшения экономических потерь от накопления отходов, а

также решения экологических проблем, связанных с их хранением и утилизацией [1].

Необходимо дальнейшее совершенствование технологического процесса производства нетканых материалов, в частности, такого этапа, как кардочесание, при котором происходит разделение комплексов волокон на отдельные волокна, удаление сорных примесей и пороков, смешивание волокон и выравнивание волокнистого потока. Для получения качественного прочеса отходов необходимо исследовать исполнительные механизмы, осуществляющие переход волокон с приемного барабана на главный [2].

На рис. 1 представлена расчетная схема сил, действующих на волокно. Подвижная система координат ( $XOY$ ) связана с вращающимся приемным барабаном 1. Движущееся волокно массы  $m$  рассматриваем как материальную точку  $M$ , текущие координаты которой определяются из выражений  $x = \rho \sin \delta, y = \rho \cos \delta$ , где  $\rho$  – радиус-вектор точки  $M$ ,  $\delta$  – угол между радиус-вектором точки  $M$  и осью  $OY$ .

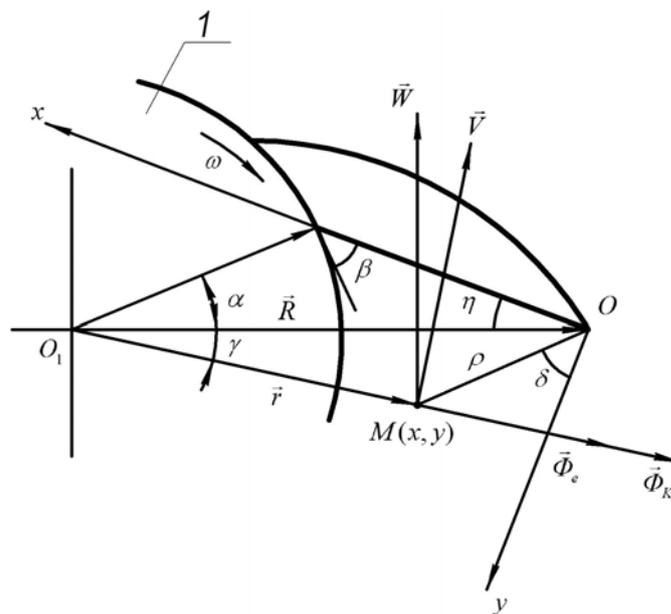


Рисунок 1 – Расчетная схема сил, действующих на волокно (точка  $M$ )

Дифференциальные уравнения относительного движения точки  $M$  для процесса кардочесания в проекции на оси координат  $XOY$

$$\begin{cases} m\ddot{x} = W_x + \Phi_{ex} + \Phi_{kx}, \\ m\ddot{y} = W_y + \Phi_{ey} + \Phi_{ky}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\sum \vec{F} = \vec{W}$  – сила давления воздушного потока;  $\vec{\Phi}_e$  – переносная сила инерции;  $\vec{\Phi}_k$  – сила инерции Кориолиса.

Давление воздушного потока  $\vec{W}$  находим из условия удержания волокна зубьями приемного барабана. На рис.2  $F_{mp} = \mu N$ , где  $\mu$  – коэффициент трения волокнистой массы о переднюю поверхность зуба гарнитуры;  $N$  – реакция передней поверхности зуба на волокнистую массу.

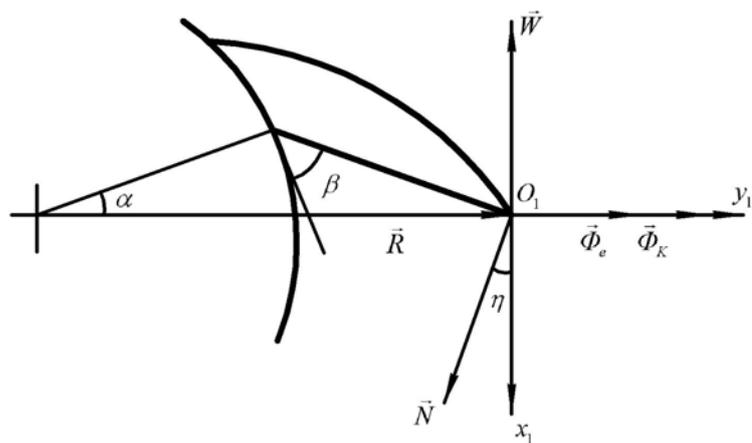


Рисунок 2 – Расчетная схема сил, действующих на зуб гарнитуры

При изучении процесса перехода волокон с главного на приемный барабан получена система дифференциальных уравнений, учитывающая зависимости координат  $x$  и  $y$  по оси зуба от угловой скорости  $\omega$  приемного барабана, угла  $\eta$ , образуемого координатными осями, связанными с зубом и барабаном, коэффициента трения волокнистой массы  $\mu$  о переднюю поверхность зуба гарнитуры и радиуса  $R$  вершины зуба гарнитуры [2]:

$$\begin{cases} \ddot{x} + 2\omega\dot{x} = \omega^2 x \cos \eta \sin \eta + \omega^2 y \cos^2 \eta + A, \\ \ddot{y} + 2\omega\dot{y} = \omega^2 y \cos \eta \sin \eta + \omega^2 x \sin^2 \eta + B, \end{cases} \quad (1)$$

где

$$A = -\frac{\mu\omega^2 R}{\sin \eta + \mu \cos \eta}, B = \frac{\omega^2 R}{\sin \eta + \mu \cos \eta}. \quad (2)$$

При решении системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами (1) выполняются сложные математические расчеты по определению четырех постоянных интегрирования [2]. Необходимо разработать более простой и эффективный метод решения уравнений (1). Поэтому целесообразно иметь метод расчета кинематических механизмов, который позволил бы избежать сложных математических операций, в частности, нахождение постоянных интегрирования и получить математические модели рассматриваемого процесса, оценить степень влияния различных параметров оборудования (угол поворота, геометрия рабочих органов) и коэффициентов трения различных текстильных отходов на движение волокна. Предлагается метод с использованием преобразований Лапласа, который удобен тем, что позволяет перейти от операции интегрирования к умножению, что значительно упрощает решение громоздких уравнений, в том числе и на ЭВМ.

Преобразованием Лапласа – это соотношение, ставящее функции вещественного переменного  $x(t)$  в соответствие функцию комплексного переменного  $X(s)$ , где  $s = \sigma + j\psi$  – комплексная переменная:

$$X(s) = L\{x(t)\},$$

где  $L$  – оператор Лапласа. При этом функция  $x(t)$  называется оригиналом, а функция  $X(s)$  – изображением.

Поскольку движение волокна определяется изменением координат  $X$  и  $Y$  во времени, положим, что в начальный момент времени волокно находится в точке с координатами  $X = 0, Y = 0$ . Входным параметром является координата  $Y$ , отражающая процесс растаскивания, а перемещение волокна по зубу задается, как

выходной параметр, координатой  $X$ . Кардочесание осуществляется в процессе движения волокна по зубу.

По свойству о дифференцировании оригинала, дифференцирование функций  $\ddot{x}$  и  $\ddot{y}$  сводится к умножению функций  $W1$  и  $W2$  на комплексные переменные. После алгебраических преобразований система дифференциальных уравнений (1) имеет вид

$$\begin{cases} W1 = \frac{L^2 + 2\omega L - \omega^2 \cos \eta + \frac{\mu \omega^2 R}{\mu \cos \eta + \sin \eta}}{\omega^2 \cos^2 \eta}, \\ W2 = \frac{\omega^2 \sin^2 \eta}{L^2 + 2\omega L - \omega^2 \cos \eta \sin \eta - \frac{\omega^2 R}{\mu \cos \eta + \sin \eta}}. \end{cases} \quad (3)$$

Передаточные функции  $W1$  и  $W2$  в форме изображений Лапласа представляют дифференциальные уравнения, которые связывают текущие координаты  $X$  и  $Y$  материальной точки – элемента волокна [3]. Координаты  $X$  и  $Y$  определяются из уравнений [4]

$$X = \frac{W2}{1 - W1 \cdot W2}; Y = \frac{W1}{1 - W1 \cdot W2}. \quad (4)$$

Чтобы принятая математическая модель рассматриваемого процесса в виде (3) и (4) являлась адекватной, необходимо выделить область или множество (доверительный интервал), которое состоит лишь из тех значений выходных параметров изучаемой системы, погрешность которых не превышает предельно допустимых. Для этого целесообразно сужать интервал времени, который непосредственно отражает изучаемый физический процесс. Процесс кардочесания характеризуется высокой интенсивностью. Силы, действующие очень короткий промежуток времени, в механике корректно рассматривать как силы, действующие мгновенно, но имеющие конечный импульс. При аналитическом описании силы представлены в виде импульсной функции, рассматриваемой в короткий промежуток времени. Выделим массу  $m$  непрерывно движущегося волокна, сосредоточенную в точке  $M$  пространства  $R_n$ . Начало координат совместим с положением точки  $M$  в начальный момент времени. Тогда силы, действующие на волокно, будут приложены в точке  $M$ . Их поведение в окрестности точки  $M$  представлено кусочно-непрерывной функцией  $\sigma_1$ , действующей в промежуток времени  $t$  от  $0$  до  $h$ , а в остальных случаях равной нулю [5].

При  $h \rightarrow 0$  функция  $\delta(t)$  определяется как предел функции  $\sigma_1(t, h)$ :

$$\delta(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \sigma_1(t, h). \quad (5)$$

Функция  $\delta(t)$  отражает характер действия мгновенных сил, приложенных к точке  $M$  в короткий промежуток времени взаимодействия волокна и поверхности зуба. Данная функция является обобщенной, и ее нельзя рассматривать как функцию, заданную общим определением математического анализа [5, 6].

После подстановки уравнений (3) и (4) с учетом (5) в математический пакет MAPLE получены координаты  $X$  и  $Y$  при  $t \rightarrow 0$

$$\begin{aligned} x(t) &= 0,092 \sinh(-54,172t) e^{-4,49t}, \\ y(t) &= 0,08 \cdot \delta(2,t) + 0,718 \cdot \delta(1,t) - \\ &- 6379,171 \sinh(-54,172t) e^{-4,49t} + 190,785 \cdot \delta(t). \end{aligned} \quad (6)$$

При решении приняты следующие расчетные параметры (рис. 1, 2): высота зуба пильчатой гарнитуры – 40 мм; угол наклона передней грани  $\beta - 60^\circ$ ; радиус вершин зуба гарнитуры  $R - 103$  мм; угол  $\eta$  между вектором  $\vec{N}$  и осью  $O_1X_1 - 28^\circ 50'$ , угловая скорость приемного барабана  $\omega - 4,49 \text{ с}^{-1}$ , коэффициент трения волокнистой массы о переднюю поверхность зуба гарнитуры  $\mu - 0,7$ .

Уравнения (6), характеризующие процесс кардочесания, имеют достаточно простой вид по сравнению с решением системы дифференциальных уравнений (1) второго порядка с постоянными коэффициентами. Установлено, что функция  $Y(t)$  возрастает несколько медленнее, чем функция  $X(t)$ . При этом волокно стремится оторваться от гарнитуры приемного барабана – значительно снижается интенсивность взаимодействия гарнитуры с волокном и, как следствие, интенсивность кардочесания волокнистых отходов в зоне приемного барабана.

Решая систему уравнений (6), получим уравнение траектории  $s(t)$  при движении материальной точки  $M$  (волокна), которое имеет вид

$$s(t) = 0,08 \cdot \delta(2,t) + 0,718 \cdot \delta(1,t) + 6379,171 \cdot \sinh(54,172 \cdot t) \cdot \exp(-4,49 \cdot t) + 190,786 \cdot \delta(t). \quad (7)$$

Дифференцируя уравнения (6), получим проекции скорости и ускорения точки  $M$  на оси координат. Установлено, что траектория движения точки  $M$  представляет собой возрастающую функцию, проходящую через точку  $(0,0)$  и близкую к прямой. Зависимость  $v(t)$  представляет часть параболы. Вначале зависимость  $v(t)$  является убывающей – скорость точки  $M$  несколько уменьшается. В начальный промежуток времени существенное влияние оказывают силы трения волокна о металлическую поверхность зуба. Волокно при взаимодействии с зубом приобретает значительную кинетическую энергию, выбрасывается из зоны разволокнения и с ускорением направляется в приемную зону [2].

Исследованиями установлено, что в начальный момент времени ускорение волокна  $a_0 = 3 \text{ мм} / \text{с}^2$ , а функция  $a(t)$  за короткий промежуток времени убывает до нуля (точка излома при  $t = 0,003 \text{ с}$ ) и начинает возрастать. В промежуток времени  $t$  от 0 до 0,003 с волокно скользит по поверхности зуба, силы трения стремятся удержать волокно. Максимального значения сила трения  $\bar{F}_{mp}$  достигает в момент времени  $t = 0,003 \text{ с}$ . Под действием значительного запаса энергии волокно сходит с зуба, силы трения перестают оказывать влияние на движение волокна. Скорость и ускорение возрастают и материальная точка  $M$  (волокно) удаляется с поверхности зуба. На движение волокна при кардочесании влияют возникающие в зоне взаимодействия силы трения. В процессе кардочесания при увеличении угла  $\eta$  силы трения возрастают. Силы трения зависят не только от физических свойств соприкасающихся тел, но и от геометрических параметров зуба, в частности от угла  $\eta$ .

## ВЫВОДЫ

1. Дифференциальные уравнения второго порядка с использованием постоянных интегрирования для расчета кинематических параметров исполнительных механизмов при переработке текстильных отходов имеют громоздкий вид, и необходимы сложные математические преобразования для составления программы их расчета на ЭВМ.

2. Расчет кинематических параметров исполнительных механизмов при переработке текстильных отходов с использованием преобразований Лапласа позволяет избежать сложных математических операций по нахождению постоянных интегрирования, разработать математические модели рассматриваемого технологического процесса и оценить степень влияния различных параметров оборудования (угла поворота, геометрии исполнительных механизмов) и коэффициентов трения текстильных отходов на движение волокна.

3. Применение обобщенной  $\delta$ -функции при рассмотрении доверительного интервала численных значений кинематических параметров исполнительных механизмов позволяет заменить силы их импульсными аналогами, что упрощает расчетную схему и решение системы дифференциальных уравнений второго порядка.

4. Для улучшения технологического процесса переработки текстильных отходов результаты исследований могут быть использованы при разработке и совершенствовании конструкции исполнительных механизмов, осуществляющих процесс кардочесания.

#### Список использованных источников

1. Жерносек, С. В. Оценка и перспективы использования сырья в производстве нетканых материалов / С. В. Жерносек, А. В. Локтионов // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК-2009). Сборник материалов. Ч. 1. – Иваново, «ИГТА», 2009. – С.14-15.
2. Локтионов, А.В. Динамика взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания / А. В. Локтионов, В. Г. Буткевич, Т. А. Мачихо // Вестник Полоцкого государственного университета «Фундаментальные науки». – 2004. – №11. – С. 98-102.
3. Жерносек, С. В. Применение дельта-функции при переработке текстильных отходов / С. В. Жерносек, А. С. Соколова, А. В. Локтионов // Тезисы докладов XLII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – С. 41-42.
4. Цыпкин, Я. З. Основы теории автоматического управления. / Я. З. Цыпкин. – М.: «Наука», 1977. – 560 с.
5. Ершова, В. В. Импульсные функции. Функции комплексной переменной. Операционное исчисление / В. В. Ершова ; под ред. В. И. Азаматовой. – Минск : «Вышэйш. школа», 1976. – 256 с.
6. Владимиров, В. С. Обобщенные функции в математической физике / В. С. Владимиров.– Изд-е 2-е, испр. и дополн. Серия: «Современные физико-математические проблемы». – Москва : «Наука», 1979. – 320 с.

#### SUMMARY

Estimation of kinematic parameters of the actuators while textile waste processing is given, the dynamics of interaction between needle sets with fibrous waste while carding is investigated, the calculation of kinematic parameters of the actuators is stated in the work.

УДК 677.494.676.766.5

### ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАМАСЛИВАТЕЛИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ АРАМИДНОЙ НИТИ

*М.П. Михайлова, Л.В. Ткачева,  
И.В. Слугин, А.И. Каширин, Г.Б. Склярова*

В связи с развитием направления в России по применению высокопрочных термостойких арамидных волокон для изготовления спецодежды работников различных отраслей хозяйства нити серии Русар привлекают большое внимание специалистов.

Наряду со спецзаказами Минатома, Министерства Обороны и МЧС имеется значительная потребность гражданских отраслей промышленности для защиты

рабочих на предприятиях, имеющих высокотемпературные объекты, повышенное тепловое излучение, объекты с расплавленными металлом и др. К таким отраслям относятся: предприятия черной и цветной металлургии, химическая промышленность, стекольная, нефтяная и газовая и др.

Технология получения комплексных нитей серии Русар предусматривает стадию финишной обработки нитей замасливателями.

Назначение замасливателей известно [1-3], имеются сведения общего характера по изменению фрикционных свойств в зависимости от вида волокна и типа авиажного препарата.

Применяемые в настоящее время в производстве термостойких арамидных волокон в России замасливатели марок А-1 и НО-2 имеют ряд недостатков:

- замасливатель А-1 является умеренно опасным в соответствии с классификацией и относится к веществам III класса опасности, в состав замасливателя входят синтетические спирты, которые проникают через кожу и способны вызывать общую интоксикацию. Помещения, где проводятся работы, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией;

- замасливатель марки НО-2 рекомендован для обработки текстильной и кордной полиамидной нити. Продолжительность приготовления эмульсии составляет 4-5 часов. Устойчивость эмульсии ограничена во времени.

Известны положительные результаты применения финишного замасливателя марки ФЦ 53/96/52, разработанного фирмой Беме (Германия) специально для арамидных волокон [4, 5].

Целью работы являлось исследование технологических и эксплуатационных свойств арамидной нити Русар при переработке и в изделиях после обработки его финишным замасливателем отечественного производства. Замасливатель должен отвечать требованиям современного производства.

В работе для исследований были выбраны отечественные замасливающие и антистатические препараты предприятия ОАО "Пигмент", которое является крупнотоннажным изготовителем и поставщиком текстильно-вспомогательных веществ.

Для характеристики эксплуатационных свойств комплексной арамидной нити в лабораторных условиях были выбраны следующие показатели:

1. Прочность и относительное удлинение при разрыве в исходном состоянии и после замасливания.
2. Коэффициент трения волокно/ волокно в исходном состоянии и после замасливания.
3. Коэффициент трения волокно/ металл в исходном состоянии и после замасливания.
4. Прочность при истирании в петле до разрушения нити в исходном состоянии.
5. Прочность и относительное удлинение замасленной нити после истирания в петле в количестве 50% от показателя разрушения.
6. Показатель диэлектрической проницаемости комплексной нити в исходном состоянии и после нанесения препарата.
7. Прочность и относительное удлинение замасленной нити после 600 циклов зевобразования.

Результаты лабораторных исследований (таблица 1) позволили выбрать для отработки технологических параметров в производственных условиях водорастворимый замасливатель и замасливатель МА-С.

Водорастворимый замасливатель – на основе оксиэтилированных жирных спиртов. Антистатик – органический эфир фосфорной кислоты. Бактерицид-хлорметилизотиазолон.

Замасливатель МА-С – на основе индустриального масла. Антистатик-эмульгатор – на основе полигликолевого эфира спиртов жирного ряда.

Таблица 1 – Показатели нити Русар 29.4 после обработки различными авиважами

№	Показатель	Значение показателя для различных препаратов						
		Исходная нить 29.4 текс	А – 1	НО – 2	Антистатик	МАС – 4	Водо-растворимый замасли-ватель	МА – С
1	Прочность при разрыве, Н/ Коэффициент вариации, %	65.4/ 7.7	68.5/ 2.0	72.1/ 8.4	67.3/ 12.7	70.0/ 3.3	65.3/ 5.4	72.0/ 11.5
2	Относительное удлинение, %/ Коэффициент вариации, %	2.7/ 9.7	3.1/ 2.3	3.3/ 9.1	3.1/ 11.5	3.2/ 3.6	3.0/ 6.7	3.3/ 11.2
3	Прочность при разрыве после 300 циклов зевобразования, Н/ Коэффициент вариации, %	–	65.5/ 9.7	64.5/ 13.5	61.0/ 11.7	64.4/ 7.1	64.0/ 8.4	68.8/ 10.7
4	Изменение прочности при разрыве после 300 циклов зевобразования, %	–	-4.4	-10.5	-9.4	-8.0	-2.0	-5.4
5	Относительное удлинение при разрыве после 300 циклов зевобразования, %/ Коэффициент вариации, %	–	3.8/ 8.4	2.9/ 19.9	2.7/ 13.6	3.0/ 6.0	3.0/ 8.8	3.2/ 10.5
6	Прочность при разрыве после 600 циклов истирания в петле, Н/ Коэффициент вариации, %	42.6/ 30	48.8/ 22.7	42.5/ 67	43.3/ 43	51.5/ 17.6	43.1/ 24.0	50.7/ 13.5
7	Изменение прочности при разрыве после 600 циклов истирания в петле, %	-41.0	-29.0	-41.0	-35.0	-26.5	-34.0	-40.4
8	Относительное удлинение после 600 циклов истирания в петле, %/ Коэффициент вариации	2.0/ 26.7	2.2/ 21.1	2.0/ 57	2.0/ 38	2.4/ 16.2	2.0/ 20.5	2.4/ 16.1
9	Удельное электрическое сопротивление, Ом	$9.8 \cdot 10^{11}$	$3.3 \cdot 10^8$	$3.0 \cdot 10^{10}$	$6.3 \cdot 10^7$	$3.1 \cdot 10^9$	$6.8 \cdot 10^6$	$9.3 \cdot 10^{11}$
10	Коэффициент трения волокно/волокно	–	0.25	0.28	0.35	0.3	0.34	0.28
11	Коэффициент трения волокно/металл	–	0.27	0.16	0.24	0.24	0.3	0.12
12	Нанесение замасливателя, %	–	1.8	1.4	2.16	0.35	1.13	0.13

Физико-механические показатели нити 29.4 текс после замасливания на машине БП-260С (ОАО "Каменскволокно") приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели комплексной нити 29.4 текс после замасливания

№	Показатели	Значение показателей		
		Исходная нить	Замасливатель МА-С	Водорастворимый замасливатель
1	Прочность при разрыве, Н/ Коэффициент вариации, %	63.9/12.3	68.2/3.6	72.2/4.0
2	Относительное удлинение, %/ Коэффициент вариации, %	3.0/12.6	3.0/3.6	3.3/3.9
3	Прочность при разрыве после 300 циклов зевобразования, Н/ Коэффициент вариации, %	–	63.1/9.0	66.8/8.9
4	Изменение прочности при разрыве после 300 циклов зевобразования, %	–	-7.4	-7.5
5	Относительное удлинение при разрыве после 300 циклов зевобразования, %/ Коэффициент вариации, %	–	2.8/8.4	3.0/7.4
6	Прочность при разрыве после 600 циклов истирания в петле, Н/ Коэффициент вариации, %	–	42.8/21.8	44.8/19.2
7	Изменение прочности при разрыве после 600 циклов истирания в петле, %	–	-37.3	-38
8	Относительное удлинение после 600 циклов истирания в петле, %/ Коэффициент вариации	–	1.9/23	2.0/19.5
9	Удельное электрическое сопротивление, Ом	$3.0 \cdot 10^{12}$	$3.0 \cdot 10^{11}$	$3.0 \cdot 10^9$
10	Коэффициент трения волокно/волокно	–	0.309	0.325
11	Коэффициент трения волокно/металл	–	0.255	0.252
12	Массовая доля замасливателя, %	–	0.6	1.5

Рассмотрение показателей комплексной нити до и после обработки предложенными замасливателями показывает:

- после обработки замасливателями прочность нити при разрыве не снижается, наблюдается незначительное возрастание этого показателя (4.3-8.3%);
- после нагрузки 300 циклов зевобразования наблюдается незначительное снижение прочности нити при разрыве и составляет (-7.5) - (-7.4) %;
- изменение прочности при разрыве после 600 циклов истирания в петле составляет (-37.3)-(-38%);
- снижение удельного электрического сопротивления после нанесения замасливателя составляет два–три порядка, что является типичным для синтетических нитей;
- значение коэффициента трения находится в рекомендуемых пределах и составляет 0.3-0.32 для В/В и 0.25 для В/Ме;
- массовая доля замасливателя на волокне находится в пределах рекомендаций для исследуемых замасливателей и составляет 0.6% для МА-С и 1.5% для водорастворимого.

На тканях, выработанных на оборудовании и по технологии ЗАО "Щелковская шелкоткацкая фабрика", из нитей, обработанных предложенными замасливателями, было проведено исследование показателей разрывной нагрузки, относительного удлинения с коэффициентами вариации по этим показателям, что позволило выявить картину их изменений в процессах текстильных обработок и прогнозировать поведение тканей при баллистических нагрузках.

Исследование, проведенное на ткани саржевого переплетения 2/2, выявило следующее:

1. На нитях с замасливателем МА-С изменение прочности после процесса тканеформирования, выраженное снижением разрывной нагрузки, основной нити составляет (-5.6%) - (-8.0%) и практически не зависит от зоны формирования ткани.

Это означает, что изменение заправочного натяжения от кромки к фону незначительно сказывается в данном случае, что позволяет пользоваться усредненным показателем по основе, который составляет -7.0% .

Снижение разрывной нагрузки уточной нити не превышает 10%.

Среднее снижение разрывной нагрузки нитей в ткани (основа+уток) составляет - 8.5% (для равноплотной ткани). Прохождение ткани по оборудованию отделочных операций не приводит к дополнительному снижению прочностных показателей.

2. На нитях с водорастворимым замасливателем изменение прочности после процесса тканеформирования, выраженное снижением разрывной нагрузки, основной нити составляет (-10.3%) - (-12.5%) и практически тоже не зависит от зоны формирования ткани.

Это означает, что изменение заправочного натяжения от кромки к фону незначительно сказывается в данном случае, что позволяет также пользоваться усредненным показателем по основе, который составляет -11.2%

Снижение разрывной нагрузки уточной нити составляет -7.0%. Среднее снижение разрывной нагрузки нитей в ткани (основа+уток) составляет -9.1% (для равноплотной ткани).

Прохождение этой ткани по оборудованию отделочных операций также не приводит к дополнительному снижению прочностных показателей.

У потребителя ткани арт. 56319 были проведены испытания по определению противоосколочной стойкости бронезащитных пакетов, изготовленных из ткани с гидрофобной обработкой после удаления замасливателя МА-С (обр. 0001), после удаления водорастворимого замасливателя (обр. 0005). Один пакет был комбинированным из двух тканей (обр.0007). Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты баллистических испытаний

№	Образец	Значение V50, м/с для опытных тканей	Значение V50, м/с в соответствии с ТУ на ткань
1	0001	592	Не менее 550
2	0005	593	
3	0007	597	

## ВЫВОДЫ

Установлена возможность применения нового отечественного замасливателя на существующем на отечественных предприятиях оборудовании без нарушения разработанных технологических режимов.

При выработке ткани саржевого переплетения (2/2) арт. 56319 из комплексной нити Русар, обработанной водорастворимым замасливателем, среднее снижение разрывной нагрузки нитей в ткани составляет менее 10 % (9.1%,9.0%). Прохождение тканей по отделочному оборудованию не приводит к дополнительному снижению прочностных показателей.

Баллистическая устойчивость мягких защитных пакетов, изготовленных из ткани арт.56319, имеет показатель V50 на уровне 592-597 м/с, который превышает нормируемый 550 м/с.

Водорастворимый замасливатель (ТУ 2484-159-05800142-2003) рекомендуется для внесения в техническую документацию на выпуск нити Русар, предназначенной для изготовления средств индивидуальной защиты (СИЗ).

#### Список использованных источников

1. Справочник по шерстоткачеству. – Москва : Легкая индустрия, 1975, 432 с.
2. Переработка химических волокон и натурального шелка : справочник. Т. 2. – Москва : Легкая индустрия, 1969, 200 с.
3. Хлопкоткачество : справочник. – Москва : Легпромбытиздат, 1987, 576 с.
4. Михайлова, М. П. Замасливатели для термостойких волокон : Научно-технический сборник "Вопросы оборонной техники". / М. П. Михайлова [и др.]. – Москва, 2003. Серия 15. – С. 48.
5. Склярова, Г. Б. Перспективные направления улучшения качества и расширения ассортимента параарамидных волокон и нитей, производимых ОАО «Каменскволокно» : Научно-технический сборник "Вопросы оборонной техники" / Г. Б. Склярова, Л. В. Ткачева - Москва, 2003. – серия 15. – С. 50.

#### SUMMARY

The choice of greases for Rusar<sup>®</sup> filaments is result of our researches. These greases are produced in Russian factory. Greases are safety for textile and sewing industry, finishing time reduces twice.

УДК 677.05.002.56

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРЯЖИ И НИТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРИКОТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**А.А. Науменко**

К настоящему времени исследованиями, проведенными у нас и за рубежом, доказано, что учет фрикционных свойств пряжи и нитей обеспечивает более уверенное прогнозирование их технологической надежности в производствах многих видов, включая трикотажное [1]. Известными зарубежными фирмами разработан и освоен выпуск приборов для оценки показателей этих свойств на стадии входного контроля пряжи и нитей. Среди них фирмы «Лоусон Хэмфил» (США), «Ротшильд» (Швейцария), «Реутлинген» и «Текстехно» (Германия) и др.

Общепринятыми показателями фрикционных свойств (ПФС) являются коэффициент трения (КТ) и коэффициент тангенциального сопротивления (КТС), определяемые при взаимодействии нитей с телами трения [2]. В качестве таких тел в большинстве известных приборов используются цилиндрические стержни различного диаметра. Показатели КТ и КТС определяются через соотношение натяжений движущейся нити до тела трения и после него. Эти показатели дополняют друг друга и в целом способны дать достаточно полное представление о натяжении, возникающем в жесткой на изгиб нити, как за счет силы трения, так и вследствие изгиба ее при контакте с телом трения.

Однако в проведенных нами исследованиях было установлено, что значения ПФС сильно зависят от геометрических, кинематических и динамических условий взаимодействия нити с телами трения. Например, если оценивать ПФС нити, протягиваемой лишь через крючок иглы, применяемой на вязальной машине, то

полученное значение ПФС будет заметно отличаться от того, которое возникает в зоне петлеобразования в процессе вязания, в котором движущаяся нить поочередно взаимодействует с платинами и иглами. Сближения этих значений можно добиться путем моделирования геометрии этой зоны, а также скорости движения нити и ее натяжения, т.е. моделирования условий переработки нити на вязальной машине. Это является принципиальной особенностью измерительного устройства, представленного в данной работе.

Устройство для определения ПФС пряжи и нитей (КТ и КТС) содержит измерительный блок и устройство для протягивания нитей по иглам и платинам. Измерительный блок представляет собой электронно-механическую систему, включающую тензометрическую головку, схема одной секции которой представлена на рис. 1, и интерфейс связи ее с персональной ЭВМ – рис. 2.

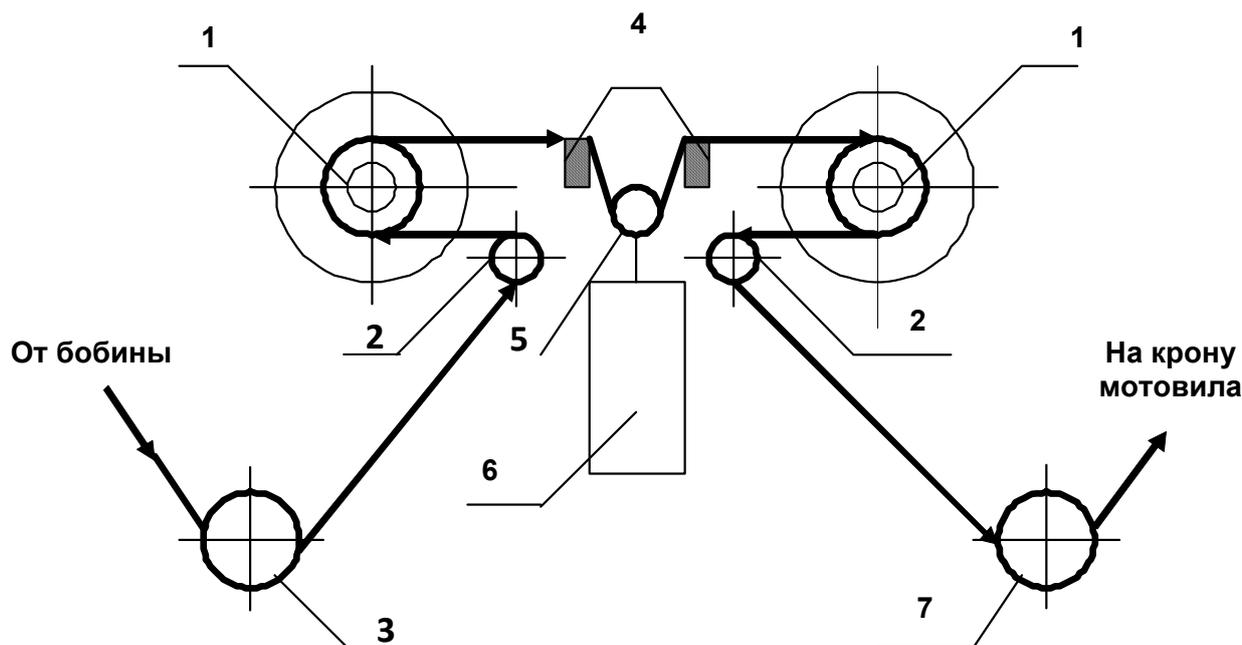


Рисунок 1 – Схема заправки нити в секцию измерительной головки устройства для определения ПФС нити при использовании в качестве тел трения платин и игл вязальных машин: 1–тензопреобразователи с вращающимися нитенаправителями, 2–вращающиеся нитенаправители, 3–нитенатяжитель, 4–платины, установленные на неподвижной платформе, 5–игла, 6–подвижная платформа с закрепленной на ней иглой, 7–направляющий прут

Тензометрическая головка состоит из трех связанных в жесткий конструктив независимых секций, каждая из которых включает два тензопреобразователя (рис.1) с вращающимися направляющими роликами, установленными на торцах воспринимающих элементов преобразователей, вращающиеся нитенаправители, неподвижную и подвижную в вертикальном направлении платформы для установки тел трения. Тензометрическая головка закреплена на жестком штативе и устанавливается на отдельном столике для предотвращения влияния на нее внешних механических воздействий. На рис. 1 представлена схема заправки нити в секцию измерительной головки.

Взаимное расположение пары платин 4 и иглы 5 выбирается таким же, какое они занимают в зоне петлеобразования на вязальных машинах, используемых для переработки испытуемой нити. При этом расстояние между парой платин устанавливается равным игольному шагу, определяемому классом применяемой

вязальной машины, а величина смещения вниз нижней точки загибки крючка иглы относительно отбойных кромок платин – равной глубине кулирования.

Движение нитей, заправленных в измерительную головку, осуществляется путем наматывания их на крону мотовила. Модернизированный привод кроны мотовила, управляемый ПЭВМ, позволяет протягивать нить с той скоростью, с какой она перерабатывается на конкретном технологическом объекте. Режим испытаний нитей, сматываемых с паковок, выборочный. Он задается путем ввода соответствующих данных в ПЭВМ.

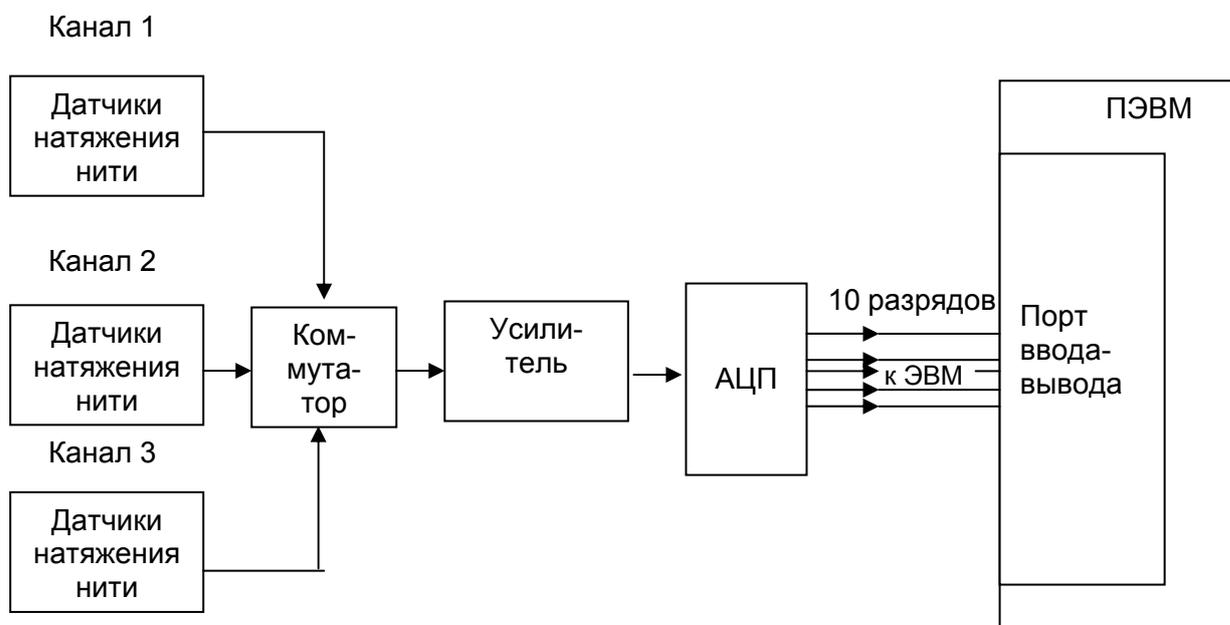


Рисунок 2 – Блок-схема трехканального интерфейса связи с ПЭВМ измерительной головки устройства для определения ПФС пряжи и нитей

Принцип работы устройства состоит в следующем. Испытуемые нити (от одной до трех) заправляются в измерительную головку. По сигналу от ПЭВМ нити (после плавного разгона кроны мотовила) начинают двигаться с заданной скоростью, вступая во фрикционное взаимодействие с огибаемыми ими парой платин и иглой. Возникающее при этом фрикционное сопротивление движению нити создает разность натяжений набегающей и сбегающей ветвей нитей. Тензопреобразователи, воспринимающие натяжение нити до зоны огибания ею тел трения и после нее, формируют пропорциональные им электрические аналоги, поступающие на входы коммутатора, последовательно направляющего сигналы из каналов 1, 2 и 3 на усилитель (рис. 2). С выхода усилителя сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя АЦП. После преобразования на АЦП сигнал в цифровой форме через порт ввода-вывода ПЭВМ поступает в ПЭВМ. Выбор соответствующей скорости опроса шести тензопреобразователей позволяет с необходимой точностью вести автоматическую регистрацию значений натяжений нитей до зон взаимодействия их с телами трения и после этих зон, а также производить запись текущих значений натяжений в соответствующий файл в памяти ПЭВМ.

В качестве основного показателя фрикционных свойств нити принимается КТС, определяемый отношением натяжений нити до и после зоны фрикционного взаимодействия ее с телом трения. Дополнительным показателем, вычисляемым



#### Список использованных источников

1. Науменко, А. А. Технологическая надежность нити и ее оценка / А. А. Науменко, И. С. Карпушенко // Вестник УО «ВГТУ». – 2005. – Вып. 7. – С. 73–76.
2. Цитович, И. Г. Технологическое обеспечение качества и эффективности процессов вязания поперечновязаного трикотажа / И. Г. Цитович. – Москва : Легпромбытиздат. – 1992. – 240 с.

#### SUMMARY

The article is devoted to the quantitative evaluation of the yarns and threads used in the light industry. The 3-channel device for determination the tangential resistance coefficient and their statistic features is presented. It is stated in the article that the device is used under the factory conditions and its price is much lower than of the foreign models.

УДК 677.023.001.5 : 677.521

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ЗАМАСЛИВАНИЯ УТКА НА КАЧЕСТВО СТЕКЛОТКАНИ**

***В.В. Невских, Н.В. Дубко, Д.И. Кветковский***

При выработке стеклоткани с использованием в основе и утке ровинга линейной плотности 600 текс, ее качество определяется в основном качественными показателями используемых стеклонитей.

Качество продукта является результатом действия системы факторов и причин, составляющих процесс его изготовления, который определяют как взаимодействие 4М (material (материал) + machine (оборудование) + man (оператор) + method (метод). Зависимость между процессом (4М), представляющим систему причинных факторов, и качеством, представляющим собой результат действия этих причинных факторов, представляют графической зависимостью – причинно-следственной диаграммой «Исикава» (Япония).

При постоянном соблюдении заданных условий хода процесса обеспечивается формирование показателей высокого качества. Контроль зависимости между характеристиками качества (следствием) и параметрами процесса (системой причинных факторов) удобно осуществлять с помощью причинно-следственной диаграммы, построенной с помощью группового метода анализа причин, называемого «мозговым штурмом». Используя конкретные данные, с помощью статистических методов выполняется проверка системы причинных факторов, контролируя процесс по фактору качества. Пример определения причин, построение диаграммы «Исикава» и конкретизация проблем, которые приводят к снижению производительности и качества армирующей сетки СПА-260 перевивочного переплетения, выпускаемой ОАО «Полоцк-Стекловолокно», показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Вид диаграммы «Исикава» для решения проблем качества СПА-сетки

За основу экспериментальных исследований, направленных на повышение качества продукции и производительности оборудования, принято определение причинно-следственной зависимости процесса с построением диаграмм «Исикава» и «Парето».

Известно, что недостаточные значения разрывной нагрузки приводят к повышению обрывности и образованию пороков в виде «сеченой нити». Прочность стеклонити составляет 60-80% от прочности образующих её волокон. Коэффициент использования прочности волокон понижается при повышении температуры и влажности окружающей среды. Для незамасленной нити коэффициент использования прочности волокон составляет всего 20 %. Пропитка замасливателями повышает прочность нити. Замасливатель типа «парафиновая эмульсия» увеличивает коэффициент использования прочности волокон до 70%, а полная пропитка фенольными смолами увеличивает коэффициент использования прочности волокон до 100%.

При кручении одиночной стеклонити до 150 кр/м, её прочность не изменяется, а при дальнейшем кручении – уменьшается. После второго кручения (со сложением) прочность стеклонити повышается до определенного предела, затем снижается. Критическое значение вторичной крутки, при котором прочность крученой стеклонити максимальна, находится в интервале 100-200 кр/м и зависит от линейной плотности нити и диаметра элементарного волокна. Прочность крученой стеклонити зависит от прочности исходных нитей, но не равна суммарной их прочности. При применении в основе и утке нитей с одинаковым направлением крутки повышается устойчивость тканых изделий, т. к. коэффициент трения стеклонити повышается на 30%.

Коэффициент использования прочности нитей, входящих в крученую нить, обусловлен разной прочностью каждой нити, он тем ниже, чем больше число сложений и чем выше их неровнота по прочности. Для нити в восемь сложений (из волокна диаметром 5-7мкм) коэффициент использования прочности достигает 0,85. Максимальное разрывное удлинение стеклонити составляет 1-3,5%. Малое удлинение стеклонити следует учитывать при текстильной переработке – проходя по рабочим поверхностям, на которых имеются заусенцы, стеклянная нить обрывается. Устойчивость стеклонити к многократному воздействию изгибающих усилий в десятки и сотни раз меньше устойчивости нити из органических волокон. Этот показатель значительно снижается при увеличении диаметра волокна и относительной влажности воздуха. При одновременном воздействии растягивающего и изгибающего усилия нить теряет способность сопротивляться изгибающим воздействиям, происходит разрушение волокон, образование ворсинок и повышение обрывности нити в процессе ее переработки.

Стекловолоконное волокно обладает большой жесткостью, крученая стеклонить стремится раскрутиться и образует петли. Степень крутки стеклонити должна быть небольшой, чтобы предотвратить их разрушение. Низкий коэффициент трения отрицательно влияет на устойчивость структуры ткани, нити легко раздвигаются, образуя просветы. Способность стеклонити к электризации вызывает затруднения технологического процесса их переработки, нити прилипают к деталям машин, пушатся, увеличивается их обрывность.

При исследовании показателей качества перевивочной армирующей стеклосетки марки СПА, поверхностной плотностью  $260 \text{ г/м}^2$ , выработанной на ткацком станке Dornier GTV8/SD в производственных условиях ОАО «Полоцк-Стекловолокно», было отмечено существенное снижение показателя качества и производительности станка за счет отклонения от нормируемой величины значений порока «сеченая нить» утка. По внешнему виду допускается наличие порока «сеченая нить» основы и утка в количестве до 3-х случаев на 1 м тканой сетки и до 15 см сеченой нити утка по ширине рулона стеклоткани, которые не должны приводить к залипанию ячеек сетки, при соблюдении нормируемых показателей по разрывной нагрузке.

Сеченая (ворсистая) нить – наличие на поверхности нити большого количества ворсинок, т.е. торчащих коротких концов оборванных элементарных нитей, видимых невооруженным глазом в проходящем свете, перепутанных между собой.

На рис. 2 показан вид разрушения очистных кругов, в конструкции которых используются армирующие абразивные СПА-сетки, в том числе и по причине порока «сеченая нить».

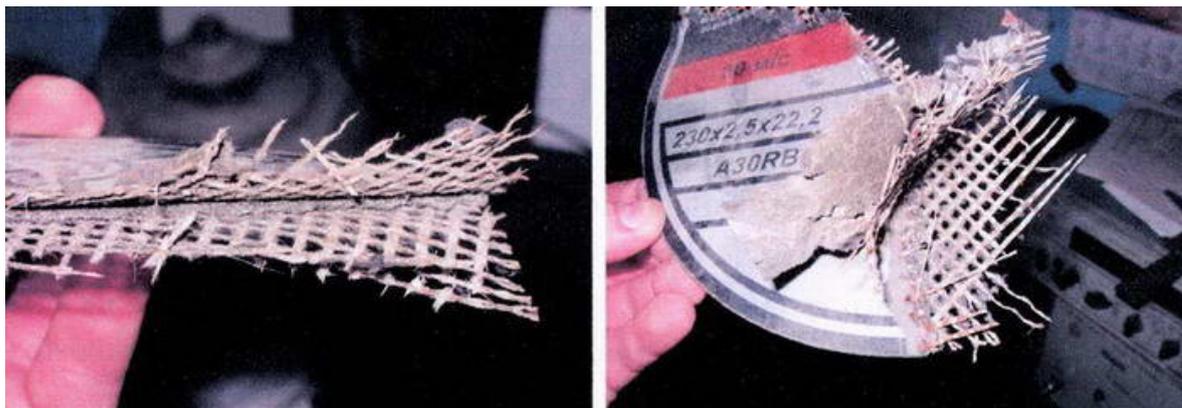


Рисунок 2 – Состав и вид разрушения диска

Для проведения исследования выбраны причины, которые оказывают наибольшее влияние на качество СПА-сетки, вырабатываемой в соответствии с ТУ РБ 300059047.059-2004: тип и количество замасливателя; влажность утка; возможность применения ограничителя баллона.

Вид порока «сеченая нить» может возникать как в результате механических повреждений стеклонити ЕС14 600 30А, так и в результате нарушений технологического процесса получения стеклонити, в частности на стадии обработки её замасливателем 30А, который представляет собой водоэмульсионную систему с 10 % вложением замасливающих веществ.

Назначение замасливателя – покрытие поверхности стекловолокна в процессе вытягивания с целью снижения трения и склеивания волокон, а также для покрытия поверхности нитей плёнкой, предохраняющей их от разрушения во время переработки на текстильном оборудовании.

При проведении экспериментальных исследований были реализованы три варианта процесса замасливания стекловолокна линейной плотности 600

текс, отличающиеся частотой вращения вала замасливающего устройства,  $n_b = 50, 60, 70 \text{ с}^{-1}$ .

Стеклонити с различной степенью замасливания проходили базовый процесс подготовки к ткачеству – высушивание и выдержка в цеху в соответствии с ПТР №19-2004 «Производство комплексных стеклонитей и ровингов одностадийным методом». На момент начала исследования стеклонити высушивали на манжетах в течение 8 часов при температуре 125 °С. Для проведения исследований были рекомендованы следующие варианты условий процесса высушивания ровинга на манжетах: 1) 10 часов при температуре 100 °С (баз.) ; 2) 10 часов при температуре 110 °С; 3) 10 часов при температуре 125 °С. Подготовленные стеклонити использовали в утке армирующей ткани СПА-260 на ткацком станке Dornier GTV8/SD.

Для оценки степени влияния замасливания и параметров процесса высушивания уточного ровинга на качество вырабатываемой стеклоткани были заполнены дефектные листы по видам пороков, проанализированы виды пороков, построены диаграммы «Парето», проведена статистическая обработка, и построены графические зависимости.

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, наилучшие показатели качества имеет стеклоткань, для выработки которой использовался уток варианта 2 – с частотой движения вала замасливающего устройства 60  $\text{с}^{-1}$ . В данной ткани значительно меньше количество пороков «сеченая нить» и суммарных пороков разного вида.

Таблица 1 – Уровень дефектности на 100 пог. м

Наименование порока и его порядковый номер	Частота вращения вала, $n_b$			Температура высушивания		
	50 $\text{с}^{-1}$	60 $\text{с}^{-1}$	70 $\text{с}^{-1}$	100 °С	110 °С	125 °С
Пороки основы	9,04	4,26	4,7	3,1	4,1	2,4
Пороки утка	18,34	9,51	11,82	14,6	8,5	12,8
Пороки общего характера	3,42	0,25	0,28	0,02	0,01	0,02
Всего, в т. ч. по видам:	30,8	14,02	16,17	17,7	12,6	15,2
1. Сеченая нить утка	9,89	6,24	7,35	8,5	5,6	9,8
2. Сеченая нить основы	5,51	3,46	4,09	1,5	1,8	1,35
3. Слет утка без петли	4,01	1,73	2,54			
4. Петли	2,35	0,93	1,05			
5. Заработанный пух	1,55	0,25	0,03			
6. Склейки утка	1,28	0,23	0,25			
7. Затаски	1,23	0,23	0,33			
8. Слабонатянутые нити	1,18	0,23				
9. Длина бахромы более 5см	0,91					
10. Упущенные концы	0,48	0,22	0,07			
11. Разрушенная кромка	0,43		0,03			
12. Оборванные нити	0,37	0,19	0,12			
13. Недолет	0,37	0,13	0,28			
14. Склейки основы	0,37					
15. Волнистость	0,37					
16. Затяжки	0,21		0,03			
17. Пролет	0,11	0,10				
18. Складки	0,11		0,22			
19. Заломы	0,05		0,25			

Динамика распределения пороков армирующей ткани СПА-260 в виде диаграмм «Парето» представлена на рис. 3 для варианта замасливания при  $n_b = 60 \text{ с}^{-1}$  (рис.3,б) по сравнению с производственными условиями (рис. 3,а). Диаграмма «Парето» позволяет выявлять и ранжировать основные причины снижения качества ткани. Соответствие видов пороков их номерам на диаграмме указано в таблице 1. Построение диаграммы обнаруживает закономерность, названную «80/20», которая гласит: в массовом производстве, как правило, около 80% дефектов связано с 20% всех возможных причин.

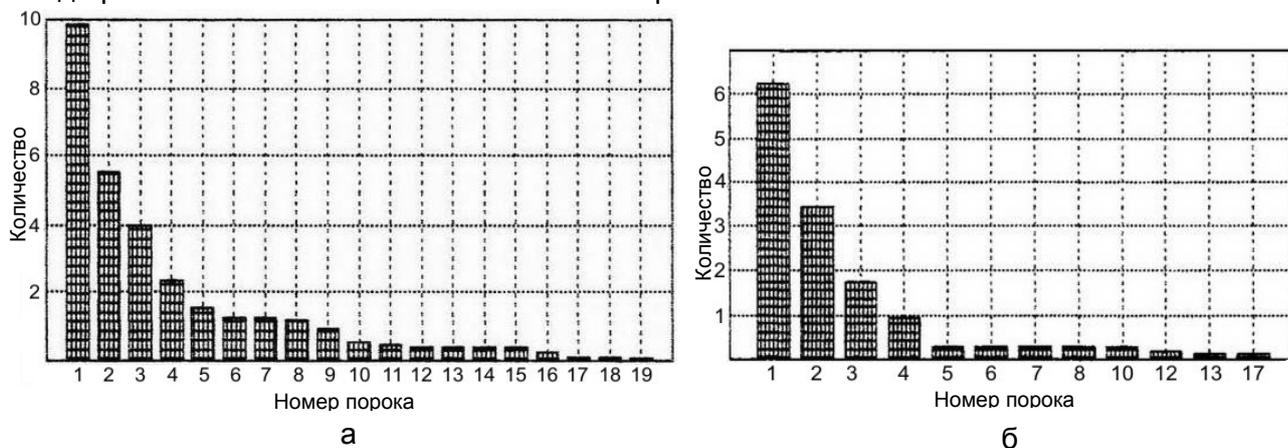


Рисунок 3 – Диаграмма «Парето» распределения пороков в ткани:

а - при использовании утка ЕС14 600 30А с частотой нанесения замасливателя  $50 \text{ с}^{-1}$ ; б – при использовании утка ЕС14 600 30А с частотой нанесения замасливателя  $60 \text{ с}^{-1}$ .

Результаты исследований влияния условий замасливания и параметров процесса высушивания уточного ровинга на наличие пороков вырабатываемой армирующей стеклоткани СПА-260 приведены в виде гистограмм уровня дефектности на рисунках 4 и 5.

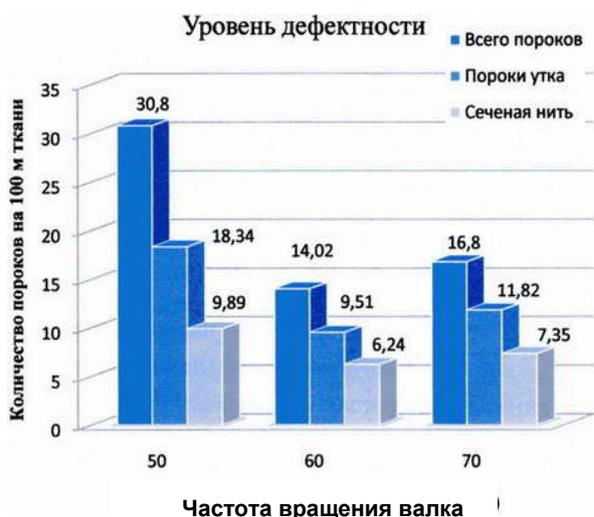


Рисунок 4 – Гистограмма влияния замасливателя на дефектность стеклоткани

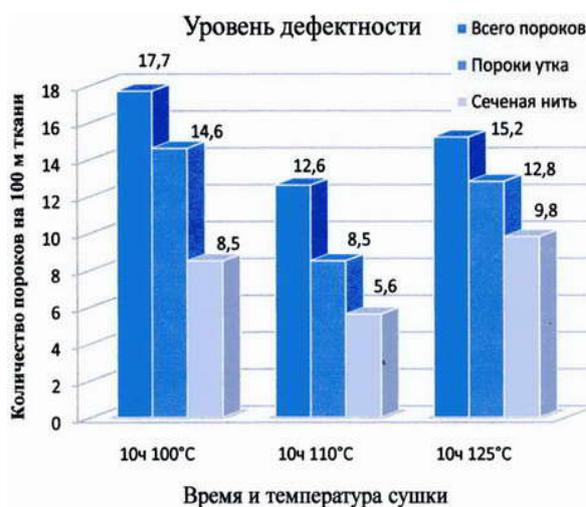


Рисунок 5 – Гистограмма уровня дефектности в зависимости от времени и температуры сушки

Экспериментально установлено, что использование в утке ровинга ЕС14 600 30А, с нанесением замасливателя 30А, при частоте вращения замасливающих

валков  $60 \text{ с}^{-1}$ , позволяет снизить в пределах 54,0% общее количество пороков на 100 м ткани, пороков утка – в пределах 48,0%, пороков «сеченая нить» утка – в пределах 37% (с 9,89 до 6,24 порока на 100 м ткани). Лучшие результаты получены при использовании в утке ровинга с частотой нанесения замасливателя  $60 \text{ с}^{-1}$  и параметрами процесса высушивания: время сушки – 10 ч, температура –  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ . Данные условия процесса подготовки уточного ровинга позволяют снизить общее количество пороков на 100 м ткани в пределах 59,0%, пороков утка – в пределах 53,0%, пороков утка «сеченая нить» – в пределах 43,4% (с 9,89 до 5,6 порока на 100 м ткани). При этом содержание веществ, удаляемых при прокаливании, составляет 1,12, 1,26 и 1,41.

Как известно, для стабилизации процесса прокладывания утка на многих типах ткацких станков применяются баллоногасители или накопители утка. Особенностью сматывания ровинга ЕС14 600 30А на станке Dornier GTV8/SD является большая линейная плотность – 600 текс и сматывание изнутри манжеты. С целью уменьшения получения порока «сеченая нить» было предложено использовать 3 опытные конструкции баллоногасителей в виде кольца, цилиндра и конуса («кепка»). Наименьшее число пороков наблюдалось при использовании конусного баллоногасителя «кепка».

На рисунке 6 приведена гистограмма, показывающая количество пороков в ткани СПА-260, наблюдаемых при установке баллоногасителя «кепка», при оптимальной частоте вращения замасливающих валков ( $60 \text{ с}^{-1}$ ), при оптимальной температуре и времени высушивания ровинга (10 ч,  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ), по сравнению с исходными параметрами выработки базовой ткани ( $50 \text{ с}^{-1}$ ).

Как следует из приведенной гистограммы, влияние применения баллоногасителя соизмеримо с показателями влияния частоты нанесения замасливателя. Применение баллоногасителя «кепка» позволило снизить количество пороков «сеченая нить» в ткани в пределах 34,0%.

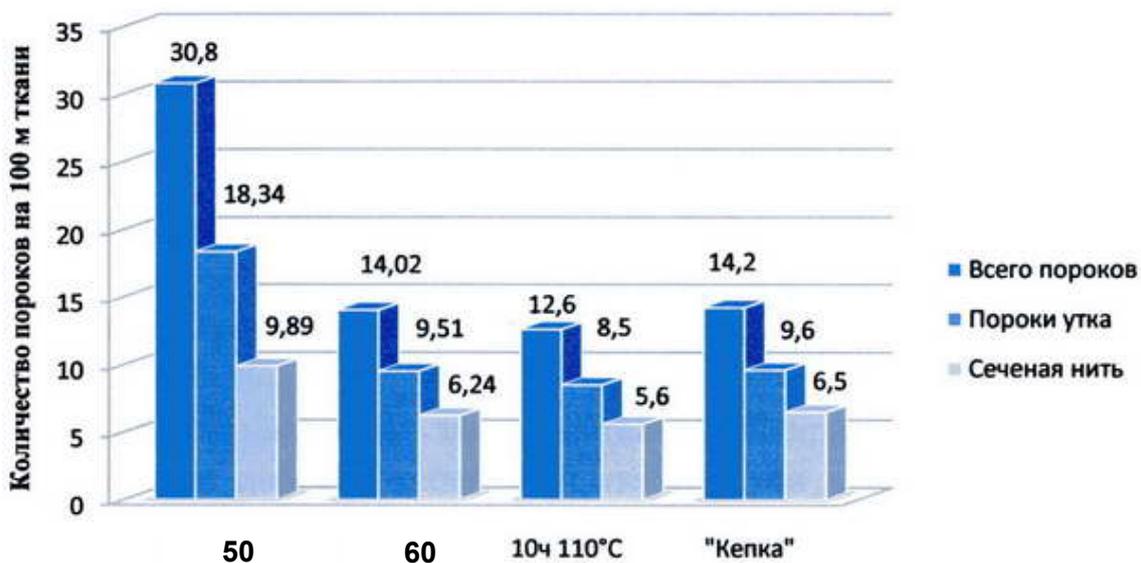


Рисунок 6 – Сравнительная гистограмма проведенных исследований

Испытания физико-механических свойств опытных образцов стеклосетки СПА-260, выработанной с применением уточного ровинга ЕС14 600 30А, подготовленного по оптимальному режиму (с нанесением замасливателя 30А при  $60 \text{ с}^{-1}$ , при высушивании ровинга на манжете в течение 10 часов при температуре  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ), показали требуемый уровень разрывной нагрузки – 1100 Н. При этом среднеквадратическое отклонение – 34,0 Н; коэффициент вариации – 3,2%.

Следовательно изменение условий замасливания и параметров процесса высушивания ровинга ЕС14 600 30А позволит снизить образование порока «сеченая нить», повысить производительность процесса выработки и качество армирующей сетки СПА-260. Длительность процесса высушивания напрямую связана с энергетическими затратами и технико-экономическими показателями производства.

#### Список использованных источников

1. Марков, Б. А. Переработка химических волокон и нитей : справочник / Б.А. Марков . – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 744 с.
2. Коротеева, Л. И. Технология и оборудование заводов химических нитей и волокон / Л. И. Коротеева, О. Н. Озерный, А. П. Яскин. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 400 с.

#### SUMMARY

In article questions of optimization of technology of preparation shootroving EC14 600 30A are examined. Are carried out researches of processes oiling and drying glassroving the big linear density. As a result of the analysis of diagrams of distribution of defects the optimum modes providing significant decrease of defect «Cut a thread» a shoot and improvement of quality of fiber glass fabric are certain. By results of researches glassroving linear density 600 Tex the technology of preparation is developed for development reinforcing glassnet SPA-260.

УДК 677.11.022.484.4

### **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ**

***Д.Б. Рыклин, Р.А. Васильев***

Производство чистольняной пряжи пневмомеханическим способом прядения является новым и чрезвычайно перспективным направлением использования важнейшего вида отечественного сырья. Известно, что пряжа пневмомеханического способа прядения обладает рядом преимуществ, таких как повышенная равномерность по линейной плотности и составу, меньшее количество пороков, большая объемность. Кроме того, технологический процесс производства пряжи пневмомеханическим способом более производительен и содержит меньшее количество переходов. Ограниченность применения пневмомеханических прядильных машин для производства льносодержащей пряжи в первую очередь связана с более жесткими требованиями к линейной плотности и засоренности волокна, предъявляемыми при использовании данного способа, чем при формировании пряжи кольцевым способом.

В производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» проведены исследования технологического процесса производства льняной пряжи пневмомеханическим способом прядения с использованием оборудования фирм «Темафа» (Германия) и «Rieter» (Швейцария). Исследуемая технология предусматривает котонизацию короткого льняного волокна и последующую его переработку на машинах, традиционно применяемых при переработке хлопка и химических волокон хлопкового типа.

В результате статистической обработки производственных данных о физико-механических свойствах льняной пряжи линейной плотности 90 – 240 текс из короткого льняного волокна № 6 не удалось выявить никаких закономерностей, что

подтверждает необходимость разработки теоретических основ для исследования новой технологии.

Одним из недостатков получаемой льняной пряжи является ее низкая относительная разрывная нагрузка, составляющая 5,5 – 7 сН/текс независимо от линейной плотности пряжи. Так относительная разрывная нагрузка льняного волокна находится в пределах 30 – 40 сН/текс, коэффициент использования прочности волокон в пряже составляет около 0,2, что в 2 – 2,5 раза меньше соответствующего показателя хлопчатобумажной пряжи, полученной пневмомеханическим способом прядения.

Для определения влияния различных факторов на прочность льняной пряжи может быть использована разработанная методика прогнозирования относительной разрывной нагрузки пряжи пневмомеханического способа прядения. Основной целью прогнозирования физико-механических свойств текстильных нитей является определение их оптимального состава, обеспечивающего достижение требуемых показателей качества при минимальных затратах. Однако в результате сопоставления результатов расчетов с производственными данными можно использовать методики прогнозирования для того, чтобы выявить причины снижения качественных показателей нитей и определить пути устранения этих причин.

Известно, что на снижение прочности пряжи оказывают влияние следующие факторы:

1. Неодновременность разрыва волокон, попадающих в слабое сечение пряжи, связанная с неровнотой волокон по свойствам.
2. Неровнота пряжи по линейной плотности.
3. Наличие проскальзывающих волокон в месте разрыва.
4. Наклон волокон к оси пряжи, приводящий к уменьшению проекции силы, разрывающей волокно, на ось пряжи.
5. Специфическая структура пряжи пневмомеханического способа прядения, которая заключается в следующем [1]:

- в процессе съема волокнистой ленточки с желоба прядильной камеры при натяжении, значительно меньшем, чем при формировании пряжи кольцевым способом, ленточка приобретает витую стружкообразную форму. Отличительной особенностью структуры пряжи пневмомеханического способа формирования является смещение ленточки волокон относительно оси пряжи. Это смещение необходимо учитывать в расчете укрутки пряжи и крутки, сообщаемой волокнистой ленточке. Крутка волокнистой ленточки  $K_0$  связана с круткой пряжи  $K_{ПР}$  следующим выражением:

$$K_0 = \frac{K_{ПР}}{1 + (2\pi\Delta K_{ПР})^2}, \quad (1)$$

где  $\Delta$  – смещение оси волокнистой ленточки относительно оси пряжи, мм;

- наличие волокон обвивочного слоя, которые вносят значительно меньший вклад в сопротивление пряжи разрыву. Доля обвивочных волокон в каждом сечении пряжи рассчитывается по формуле

$$\beta_{ОБВ} = \frac{l_B \eta}{\pi D_{ПК}}, \quad (2)$$

где  $l_B$  – средняя длина волокна, мм;  $\eta$  – коэффициент распрямленности волокон;  $D_{ПК}$  – диаметр прядильной камеры, мм.

В результате анализа чесальной ленты, выработанной на чесальной машине С60 с модулем RSB, получена диаграмма распределения льняных волокон по классам длины, представленная на рис. 1.



Рисунок 1 – Диаграмма распределения льняного волокна по классам длины в чесальной ленте

Установлено, что средняя массодлина волокна составила 31,2 мм, а линейная плотность – 0,44 текс. На исследуемой пневмомеханической прядильной машине R40 установлены прядильные камеры диаметром 56 мм. Принимая коэффициент распрямленности волокон равным 0,8, по формуле (2) определена доля обвивочных волокон, которая составила 0,14.

С целью получения необходимых для расчета данных были наработаны два варианта льняной пряжи, свойства которых представлены в таблице 1. Параметры неровноты пряжи по линейной плотности определялись с использованием прибора Uster Tester 5 фирмы Uster Technologies (Швейцария).

При расчете также предполагалось, что относительная разрывная нагрузка волокна составляет 30 сН/текс, коэффициент трения льняных волокон между собой – 0,2, а коэффициент, учитывающий их неодновременный разрыв, изменяется в диапазоне от 0,95 до 1.

В результате вычислений, проведенных на ЭВМ с применением специально разработанной программы, установлено, что при использованных исходных данных относительная разрывная нагрузка льняной пряжи линейной плотности 110 текс должна находиться в диапазоне 5,58 - 5,88 сН/текс. Для пряжи линейной плотности 180 текс расчетное значение данного показателя составляет 6,44 – 6,79 сН/текс.

Таблица 1 – Свойства льняной пряжи пневмомеханического способа прядения, используемые для расчета

Наименование показателя	Значение показателя	
	110	180
Линейная плотность пряжи, текс	110	180
Квадратическая неровнота по линейной плотности на отрезках длиной 1 см, %	23,5	19,3
	17,0	15,0
	10,0	7,0
Крутка (заправочная), кр./м	812	633

Для проверки правильности расчета в лаборатории кафедры ПНХВ определены свойства исследуемых образцов льняной пряжи, значения которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства льняной пряжи пневмомеханического способа прядения

Наименование показателя	Значение показателя	
Разрывная нагрузка, сН	621,2	1218,7
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	5,65	6,77
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	16,1	14,9
Относительное разрывное удлинение, %	2,7	4,1
Коэффициент вариации по разрывному удлинению, %	25,8	14,3

Можно отметить, что полученные данные полностью соответствуют результатам расчетов относительной разрывной нагрузки льняной пряжи, что подтверждает возможность использования разработанной методики, как для прогнозирования прочности пряжи, так и для определения причин ее снижения.

В результате моделирования установлено, что такие факторы, как крутка пряжи и длина волокна, не оказывают существенного влияния на прочность пряжи в исследуемом диапазоне их изменения. Однако неравномерность распределения волокон по длине и линейной плотности, в значительной степени определяющая неровноту полуфабрикатов и пряжи, ведет к снижению ее прочности.

На основании анализа полученных данных можно выделить следующие пути повышения прочности льняной пряжи:

1. Уменьшение степени снижения прочности льняного волокна в процессе обработки, как в процессе котонизации, так и на машинах прядильного производства.
2. Снижение неровноты пряжи по линейной плотности.

Однако, несмотря на очевидность первого направления, так как прочность пряжи прямо пропорциональна средней прочности составляющих ее волокон, его реализация в производственных условиях сопряжена со значительными проблемами. Во-первых, известно, что в процессе котонизации неминуемо происходит снижение прочности, так как относительная разрывная нагрузка элементарного льняного волокна в 1,3 – 1,6 раза ниже прочности технического волокна. Во-вторых, в связи с существенными изменениями геометрических свойств волокна в процессе котонизации не существует методики, позволяющей оценить в сопоставимых показателях степень снижения прочности льняных волокон.

В результате моделирования установлено, что снижение неровноты пряжи на коротких отрезках при прочих равных условиях позволяет повысить ее относительную разрывную нагрузку до 8,2 сН/текс (рис. 2). В то же время установлено, что уменьшение неровноты пряжи возможно только при условии снижения линейной плотности волокна в чесальной ленте до 0,32 - 0,36 текс.

Полученные сведения дают возможность обоснованно устанавливать требования, предъявляемые к волокну и полуфабрикатам прядильного производства в процессе оптимизации технологического процесса производства льняной пряжи пневмомеханическим способом формирования.

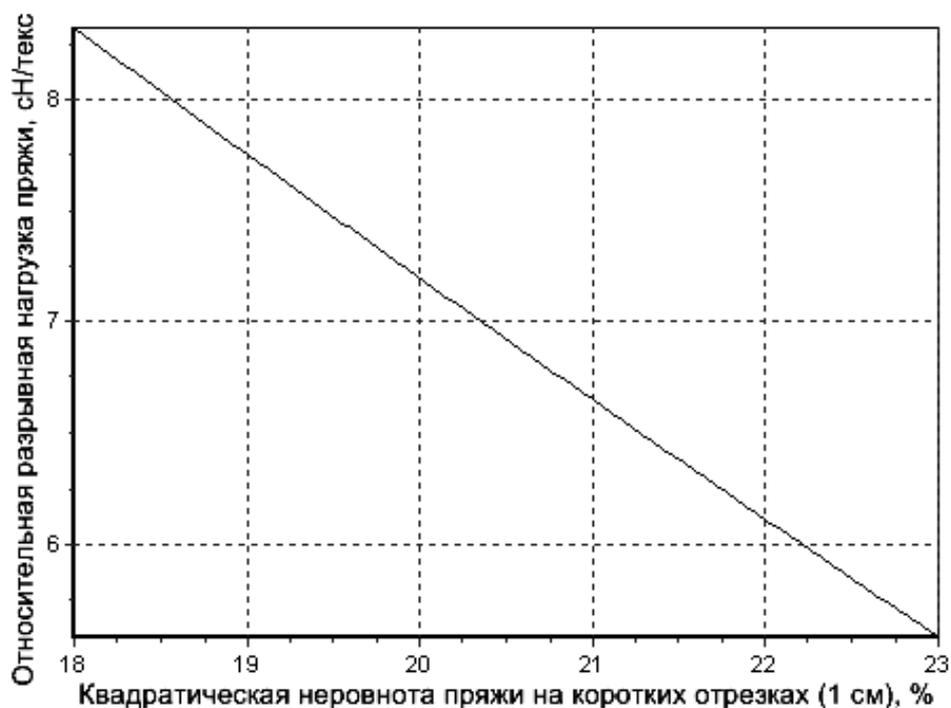


Рисунок 2 – Расчетная зависимость относительной разрывной нагрузки льняной пряди линейной плотности 110 текс от ее неровноты по линейной плотности на коротких отрезках

#### ВЫВОДЫ

Сопоставление результатов прогнозирования относительной разрывной нагрузки льняной пряди пневмомеханического способа формирования и производственных данных подтвердило возможность использования разработанной методики для определения причин снижения прочности пряди. На основании моделирования определены пути повышения прочности пряди: уменьшение линейной плотности волокна при максимальном сохранении его прочности и снижение неровноты пряди по линейной плотности.

#### Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряд и комбинированных нитей : [монография] / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. — 215 с.

#### SUMMARY

It is offered to use method of prediction of OE-spun yarn breaking tenacity for detection of factors which influence on strength of linen yarn. Comparison of results of prediction and spinning mill data confirms possibility of this method using. As a result of simulation following ways of increasing of yarn strength were identified: decreasing of fibers linear density and yarn evenness, increasing of fibers strength.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ СТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИБКОЙ НЕРАСТЯЖИМОЙ НИТИ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ШКИВЕ

**В.Н. Сакевич, А.В. Щелкунов**

Во многих машинах и приборах в качестве элементов конструкции или чувствительных упругих элементов используют абсолютно гибкие стержни, имеющие продольное движение. Классическим примером таких упругих элементов являются передачи с гибкой связью. В текстильной промышленности в последнее время значительно увеличились скорости при намотке в рулоны готовой продукции, которые могут достигать 50—70 м/с. Гибкие нити используют и в системах управления объектами, движущимися по проводам. Скорость движущегося объекта достигает 100 м/с и более, поэтому исследование условий устойчивого движения гибких нитей важно для разработки таких машин и механизмов. В работах [1-3] получены уравнения контурного стационарного движения нити в общем виде и приведены результаты их численного решения.

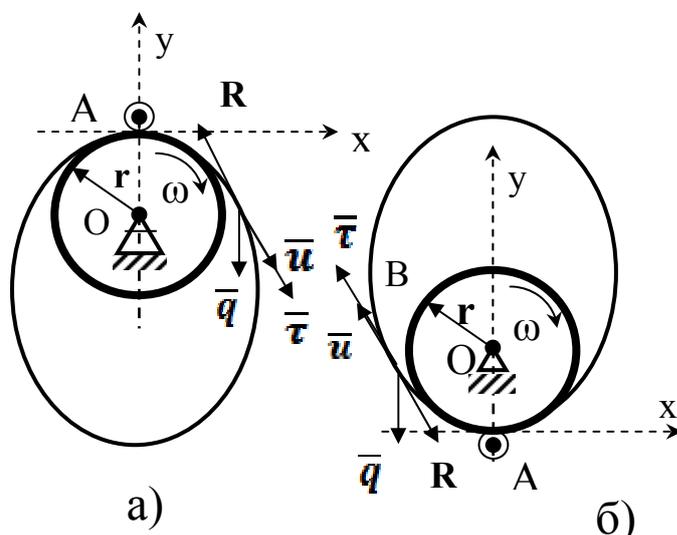


Рисунок 1 – Схема движения гибкой  
нерастяжимой замкнутой нити

Целью настоящей работы является исследование влияния в вертикальной плоскости взаимного положения шкива и точки приложения равнодействующей сил тяжести замкнутого контура нити, а также больших сил сопротивления на устойчивость контурного движения нити [4].

Рассмотрим задачу о стационарном контурном движении гибкой нерастяжимой замкнутой нити, переброшенной через вращающийся шкив, как показано на рис. 1. Движение происходит в вертикальной плоскости, длина нити  $l$ . Пусть нить прижимается к вращающемуся с постоянной угловой скоростью  $\omega$  шкиву роликом А, причем размером ролика в сравнении с радиусом  $r$  шкива можно пренебречь. Вне контакта со шкивом к нити приложены следующие силы, отнесенные к единице длины: сила тяжести  $q = m_0 g$ , где  $m_0$  – линейная плотность нити, и сила сопротивления движению  $R$ . Будем считать, что вектор  $R$  в каждой точке направлен по касательной к нити и постоянен по величине. Дуговую координату  $s$  будем отсчитывать от точки А по направлению движения нити. Дифференциальные уравнения в случае контурного стационарного движения нити имеют вид [1-3]

$$d(T^*(dx/ds))/ds + P_x = 0, \quad (1)$$

$$d(T^*(dy/ds))/ds + P_y = 0, \quad (2)$$

$$(dx/ds)^2 + (dy/ds)^2 = 1, \quad (3)$$

где  $T^* = T - m_0 u^2$ ,  $dx/ds = \cos\alpha$ ,  $dy/ds = \cos\beta$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  – углы между касательной и осями координат  $x$  и  $y$  соответственно.

Будем рассматривать два случая положения прижимного ролика относительно шкива: сверху – рис. 1а и снизу – рис. 1б. Для обоих случаев (рис. 1а и рис. 1б)

$$P_x = -R(dx/ds), P_y = -R(dy/ds) - q. \quad (4)$$

Уравнения (1) и (2) с учетом проекций силы сопротивления движению нити (4) примут вид:

$$d(T^*(dx/ds))/ds - R(dx/ds) = 0, \quad (5)$$

$$d(T^*(dy/ds))/ds - R(dy/ds) - q = 0. \quad (6)$$

Отметим, что, как следует из уравнений (5) и (6), положение прижимного ролика относительно шкива не влияет на режимы движения нити. Это означает, что точка приложения равнодействующей силы тяжести выше или ниже точки подвеса замкнутой нити не влияет на стабилизацию замкнутого контурного движения.

Интегрируя уравнения (5) и (6), получим

$$T^*(dx/ds) - R \cdot x = C_1, \quad (7)$$

$$T^*(dy/ds) - R \cdot y - q \cdot s = C_2. \quad (8)$$

Умножая уравнение (5) на  $dx/ds$ , а (6) на  $dy/ds$ , затем складывая их с учетом соотношения (3) и интегрируя полученное выражение, найдем

$$T^* - R \cdot s + q \cdot y + C_3. \quad (9)$$

Исключая натяжение  $T^*$  из решений (7) и (8) и разрешая их относительно производных, получим

$$dx/ds = (C_1 + R \cdot x)/(C_3 + q \cdot y + R \cdot s), \quad (10)$$

$$dy/ds = (C_2 + q \cdot s + R \cdot y)/(C_3 + q \cdot y + R \cdot s). \quad (11)$$

Уравнение (11) сведем к однородному, вводя новые переменные:

$$s = \xi + h, y = \eta + k, \quad (12)$$

где  $h$  и  $k$  – пока ещё неопределенные постоянные. Имеем  $ds = d\xi, dy = d\eta$ ; подставляя их в уравнение (11), получим

$$d\eta/d\xi = (q \cdot \xi + R \cdot \eta + q \cdot h + R \cdot k + C_2)/(R \cdot \xi + q \cdot \eta + R \cdot h + q \cdot k + C_3). \quad (13)$$

Постоянные  $h$  и  $k$  есть решения системы линейных уравнений

$$\begin{cases} q \cdot h + R \cdot k + C_2 = 0 \\ R \cdot h + q \cdot k + C_3 = 0 \end{cases} \quad (14)$$

С учетом выражений (14) уравнение (13) приводится к однородному уравнению

$$d\eta/d\xi = (q \cdot \xi + R \cdot \eta)/(R \cdot \xi + q \cdot \eta). \quad (15)$$

Система (14) не имеет решения, если определитель, составленный из коэффициентов при неизвестных, равен нулю:  $q^2 - R^2 = 0$ . При  $q^2 - R^2 \neq 0$  система (14) имеет решение

$$\begin{cases} h = (C_2 \cdot q - C_3 \cdot R)/(R^2 - q^2), \\ k = (C_3 \cdot q - C_2 \cdot R)/(R^2 - q^2). \end{cases} \quad (16)$$

В уравнении (15) делаем подстановку  $\eta = t \cdot \xi, d\eta/d\xi = t + \xi \cdot (dt/d\xi)$ . Оно примет вид  $t + \xi(dt/d\xi) = (q + R \cdot t)/(R + q \cdot t)$ , или  $\xi(dt/d\xi) = (1 - t^2)/(R/q + t)$ .

Переменные разделяются:  $d\xi/\xi + (\mu + t)/(t^2 - 1) dt = 0$ , где  $\mu = R/q$ . Интегрируем уравнение и, переходя к переменным (12), получим

$$(y - k)^2 - (s - h)^2 = C_4 [((y - k) + (s - h))/((y - k) - (s - h))]^\mu. \quad (17)$$

Из выражений (7), (8), (9) с учетом соотношения (3) следует зависимость между величинами  $x$ ,  $y$  и  $s$ :

$$(R \cdot s + q \cdot y + C_3)^2 = (C_1 + R \cdot x)^2 + (C_2 + q \cdot s + R \cdot y)^2. \quad (18)$$

Четыре постоянные находятся из краевых условий. Например для случая, показанного на рисунках 1а и 1б:  $x_{(s=0)} = 0$ ,  $y_{(s=0)} = 0$ ,  $x_{(s=l)} = 0$ ,  $y_{(s=l)} = 0$ .

Получается система уравнений

$$C_1^2 + C_2^2 - C_3^2 = 0, \quad (19)$$

$$C_1^2 + C_2^2 - C_3^2 + 2C_2q\ell - 2C_3R\ell + (q\ell)^2 - (R\ell)^2 = 0, \quad (20)$$

$$(k^2 - h^2)/(k^2 - (\ell - h)^2) = [((-k - h)(h - k - \ell))/(h - k)(\ell - k - h)]^\mu. \quad (21)$$

При  $h = \ell/2$  и  $k = 0$  выражение (21) обращается в тождество, и из соотношений (16) получим

$$C_2 = -q\ell/2, \quad C_3 = -R\ell/2. \quad (22)$$

При этих значениях (22) находится  $C_1$ :

$$C_1 = \mp (q\ell/2) \sqrt{\mu^2 - 1}. \quad (23)$$

Знак произвольной постоянной  $C_1$  найдем из условий, что при  $s = \ell/4$  в точке В  $dx/ds = 0$ , а  $x_B > 0$  для рисунка 1а,  $x_B < 0$  для рис. 1б. Из уравнения (10) получаем  $C_1 = -R \cdot x_B$ , откуда следует, что  $C_1$  должно быть отрицательным для схемы рисунка 1а и положительным для схемы рис. 1б. Произвольную постоянную  $C_4$  найдем из уравнения (17):

$$C_4 = (-1)^{\mu+1} \ell^2/4. \quad (24)$$

Из уравнения (17) получается уравнение для определения  $y(s)$ :

$$(y)^2 - (s - \ell/2)^2 = C_4 [(y + s - \ell/2)/(y - s + \ell/2)]^\mu. \quad (25)$$

Определив  $y(s)$ , находим  $x(s)$ , воспользовавшись соотношением (18):

$$x = \left[ \pm q\ell \sqrt{\mu^2 - 1} \mp 2 \sqrt{(Rs + qy - R\ell/2)^2 - (Ry + qs - q\ell/2)^2} \right] / 2R. \quad (26)$$

Натяжение нити (9)  $T^* = R \cdot s + q \cdot y - R\ell/2$ , или с учетом, что  $T^* = T - m_0 u^2$  получим

$$T = m_0 u^2 + R \cdot s + q \cdot y - R\ell/2. \quad (27)$$

Дополнительным необходимым условием существования равновесных форм нити (кроме независимости всех величин от времени) является положительность натяжения  $T$ . Из выражения (27) следует, что натяжение достигает минимального значения при  $s = 0$ ,  $y = 0$ , т. е.  $T = m_0 u^2 - R\ell/2$  для схем на рис. 1а и 1б. Предельное значение скорости движения нити, при которой возможен стационарный режим движения (возможна равновесная форма при стационарном движении в покоящейся вязкой среде) находим из условия  $m_0 u^2 - R\ell/2 > 0$ , или, после преобразований, из условия

$$u^2/g\ell((42)1 - 0,5a\ell/m_0) = u^2/g\ell(1 - 0,5b) > 0. \quad (28)$$

Считаем, что сила сопротивления среды  $R = \alpha u^2$  пропорциональна квадрату скорости элемента нити [1]. Предельное значение скорости, при котором возможно стационарное движение, получим из (28), т. е. при  $b < 2$  стационарное движение возможно при любой скорости.

Отметим, что из выражения (26) следует, что  $x$  принимает действительные значения при выполнении условия  $|\mu| > 1$ , или

$$u^2/g\ell > 1/af/m_0 = 1/b. \quad (29)$$

Из соотношения (29) следует, что стационарное движение нити в поле сил тяжести возможно только при наличии вязкой среды ( $R \neq 0$ ), что получено в работе [2] при других условиях стационарного контурного движения нити.

Рассмотрим движение нити по горизонтальной поверхности. В этом случае силы тяжести нити не дают проекций на ось  $y$ . Чтобы исследовать этот случай, необходимо изменить только уравнение (6), принимая вид

$$d(T^*(dy/ds))/ds - R(dy/ds) = 0. \quad (30)$$

В полученных решениях положим  $q = 0$ .

Натяжение (9) принимает вид

$$T^* = R \cdot s + C_3. \quad (31)$$

Из зависимости (18) получается

$$(R \cdot s + C_3)^2 = (C_1 + R \cdot x)^2 + (C_2 + R \cdot y)^2. \quad (32)$$

Из уравнения (8) с помощью натяжения (31) получим уравнение с разделяющимися переменными  $dy/(C_2 + R \cdot y) = ds/(C_3 + R \cdot s)$ . Его решение имеет вид

$$(C_2 + R \cdot y) = C_4(C_3 + R \cdot s). \quad (33)$$

Так как при  $s = 0$   $x = 0$ ,  $y = 0$ ; при  $s = \ell$   $x = 0$ ,  $y = 0$ , из решения (33) получаем  $C_4 = 0$ . Исключая постоянную  $C_4$  из решения (33), найдем

$$(C_2 + R \cdot y) = 0. \quad (34)$$

Из уравнений (32) и (34) следует

$$(R \cdot s + C_3)^2 = (C_1 + R \cdot x)^2. \quad (35)$$

Удовлетворяя краевым условиям по  $s$ , получаем из соотношения (35) два уравнения

$$\begin{cases} C_3^2 = C_1^2, \\ (R \cdot \ell + C_3)^2 = C_1^2, \end{cases} \quad (36)$$

их решение

$$C_1 = \mp(R\ell/2); C_3 = -R\ell/2. \quad (37)$$

Удовлетворяя краевым условиям, получаем из решения (34)  $C_2 = 0$ . Полученные соотношения позволяют полностью описать стационарное движение нити.

Предельное значение скорости, при котором возможно стационарное движение в горизонтальной плоскости, получим из формулы (31) с учетом постоянных (37):

$$u^2/g\ell((42)1 - 0,5af/m_0) = u^2/g\ell(1 - 0,5b) > 0, \quad (38)$$

т.е. при  $b < 2$  стационарное движение возможно при любой скорости. В работе [4] показаны графически области существования таких равновесных форм контурного движения нерастяжимой замкнутой нити в вертикальной и в горизонтальной плоскостях.

Для экспериментальной проверки обнаруженных теоретически динамических эффектов была спроектирована, изготовлена экспериментальная установка и поставлен эксперимент.

На рис. 2 показана экспериментальная установка. На шкиве 1 замкнутая нить 5 поджимается к шкиву роликами 2. Прижим роликов фиксируется упругим элементом, например, резиновым кольцом или пружиной. На рис. 2 упругий элемент не показан. Механизм 4 позволяет изменять углы наклона движения нити в вертикальной плоскости. Его устройство понятно из рис. 2. Конструкция установки позволяет ориентировать замкнутое кольцо нити как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. С помощью источника питания возможно регулировать обороты электродвигателя 3 постоянного тока от 0 и до 12000 об/мин.

Установка работает следующим образом: на шкив 1 одевается замкнутая нить 5 и поджимается к шкиву роликами 2, вторым шкивом (на рис. 2 не показан) вручную создаем натяжение замкнутой нити и включаем электродвигатель, создав стационарное движение нити, аккуратно убираем натяжной шкив. Далее следим за контурным движением замкнутой нити. При заданных параметрах возможно или продолжение устойчивого контурного движения, или его срыв. Для изучения движения в жидкости применяется схема, показанная на рис. 1а, а под установкой ставилась ванна с жидкостью, куда погружалась нить.

Опишем параметры, которые позволяют получить экспериментальную установку.

Оценим величину сил сопротивления при движении нити в воздухе [1]. Модуль силы лобового сопротивления  $R = C \cdot \rho \cdot d \cdot u^2 / 2$  ( $a = C \cdot \rho \cdot d / 2$ ) пропорционален плотности обтекающей среды  $\rho_{\text{воздуха}}$  ( $\rho_{\text{воздуха}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$ ), квадрату скорости  $u$  ( $u = \pi \cdot r / 30 = 2,5 \text{ м/с}$ ) и диаметру нити  $d$  ( $d = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $l = 1 \text{ м}$ ,  $C = 1,1$ ). Оценим значение  $\mu = R/q$  и  $b$  при  $m_0 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}$  (нить из лавсана):  $\mu = (1,1 \cdot 1,29 \cdot 2,5^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}) / (5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 2) = 0,44 < 1$ ,

$b = a/l \cdot m_0 = (l \cdot C \cdot \rho \cdot d) / (2 \cdot m_0) = (1 \cdot 1,1 \cdot 1,29 \cdot 5 \cdot 10^{-3}) / (2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}) = 0,7$ ,  $u^2 / q \cdot l = 2,5^2 / 10 \cdot 1 = 0,625$ .

Неравенство (29) не выполняется, неравенство (38) выполняется, т. е. при заданных параметрах устойчивое контурное движение нити в вертикальной плоскости невозможно, оно возможно только в горизонтальной плоскости. Этот вывод подтвержден в эксперименте.

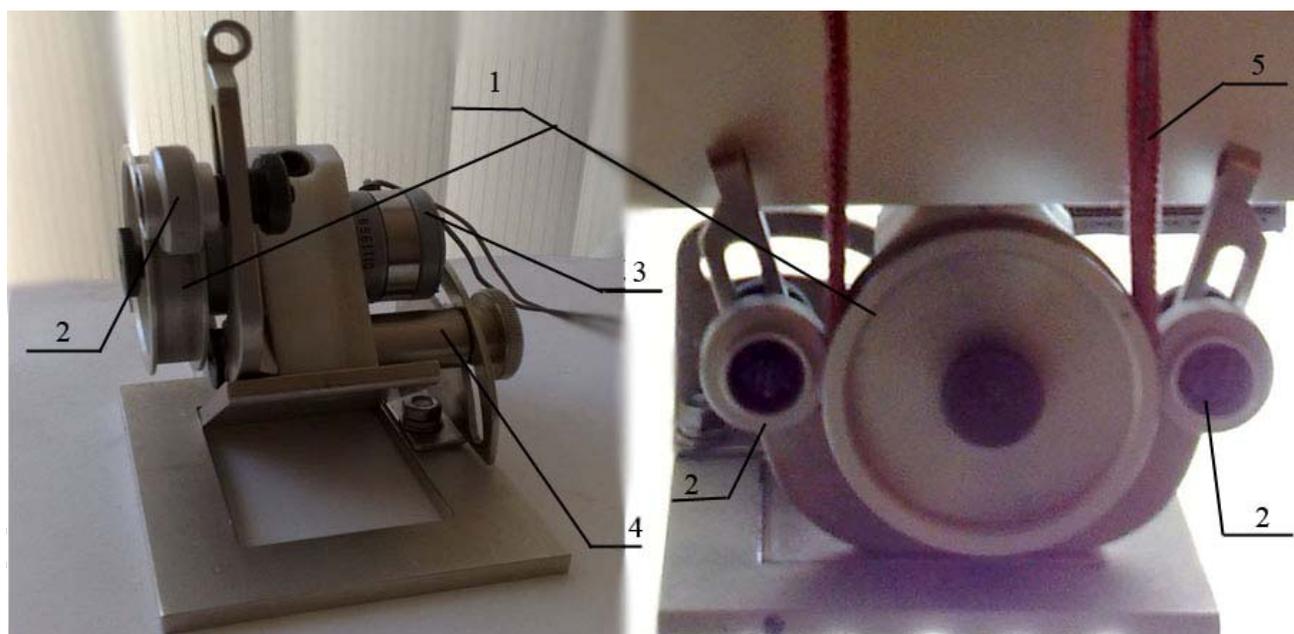


Рисунок 2 – Экспериментальная установка: 1 – шкив; 2 – поджимные ролики; 3 – электродвигатель постоянного тока; 4 – механизм для изменения начального угла наклона движения нити; 5 – замкнутая нить

## ВЫВОДЫ

Исследовано теоретически и подтверждено экспериментально, что при контурном движении замкнутой гибкой нити в вертикальной плоскости положение шкива относительно замкнутого контура, т.е. контур нити находится над шкивом или под шкивом не влияет на устойчивость движения нити.

Показано, что только одним увеличением сил сопротивления добиться устойчивого контурного движения нити невозможно. Получены математические

выражения для границ областей существования устойчивых режимов движения в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Экспериментально обнаружено дестабилизирующее воздействие вибраций на устойчивость стационарных режимов. Источником вибраций являются удары утолщенных участков нити о прижимной ролик. Утолщения вызваны неравномерностью площади поперечного сечения по длине замкнутой нити и, в особенности, в местах её соединения.

#### Список использованных источников

1. Меркин, Д. Р. Введение в механику гибкой нити / Д. Р. Меркин. — Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. — 240 с.
2. Светлицкий, В. А. Механика гибких стержней и нитей / В. А. Светлицкий. — Москва : Машиностроение, 1978. — 222 с.
3. Основы механики нити / Ю. В. Якубовский [и др.]. — Москва : Легкая индустрия, 1973. — 271 с.
4. Сакевич, В. Н. Некоторые особенности стационарного движения замкнутой нити на вращающемся шкиве / В. Н. Сакевич, А. В. Щелкунов // Материалы докладов XLII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета. — Витебск : УО «ВГТУ», 2009. — С.82-84.

#### SUMMARY

In work the problem about stationary planimetric movement of the flexible not extensible closed thread thrown through rotating pulley is solved theoretically. Areas of existence of such modes of movement are constructed. The basic theoretical conclusions are confirmed experimentally.

УДК 677.017.31

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛОКОН В ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЯХ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ**

***Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин***

Информация о распределении разнородных волокон в поперечном сечении смешанной пряжи представляет большой интерес, поскольку позволяет не только выявить оптимальные условия формирования пряжи, но и прогнозировать ее структуру, а также потребительские свойства и фактуру тканей и трикотажных изделий. Существующие теоретические и статистические методы оценки распределения волокон в различных видах пряж постоянно совершенствуются. Однако до настоящего времени мало внимания уделялось исследованию структуры пряжи, полученной из смесей с вложением полипропиленового (ПП) волокна.

Полипропиленовое волокно – это сравнительно новый для отечественного хлопкопрядения вид сырья, имеет свои особенности с точки зрения физико-механических свойств волокон, их способности к окрашиванию и т.д. В связи с этим актуальной является задача разработки методики прогнозирования распределения хлопковых и полипропиленовых волокон по сечению пряжи. В данной работе в качестве объекта исследований была выбрана хлопкополипропиленовая пряжа линейной плотности 18,5 – 20 текс с вложением 20 – 30 % полипропиленового волокна.

На первом этапе работы была разработана математическая модель, описывающая процесс миграции разнородных волокон по сечению пряжи

кольцевого способа прядения в процессе ее формирования [1]. В результате моделирования было установлено, что доли, занимаемые волокнами компонентов в площади сечения поверхностного слоя, распределяются как

$$\frac{\beta'_{S1}}{\beta'_{S2}} = \frac{\beta_{S1} \cdot E_2}{\beta_{S2} \cdot E_1}, \quad (1)$$

где  $\beta_{Si}$  – доля, занимаемая волокнами  $i$ -того компонента в площади сечения пряжи, а  $E_i$  – начальный модуль продольной упругости  $i$ -того компонента, сН/мм<sup>2</sup>.

Если  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – доли волокон компонентов в пряже по массе, то доля площади, занимаемой волокнами 1 компонента без учета свободного пространства между волокнами:

$$\beta_{S1} = \frac{\beta_1}{\gamma_1 \cdot (\beta_1 / \gamma_1 + \beta_2 / \gamma_2)}. \quad (2)$$

Доли, занимаемые компонентами в площади сечения пряжи, соотносятся как

$$\frac{\beta_{S1}}{\beta_{S2}} = \frac{\beta_1 \cdot \gamma_2}{\beta_2 \cdot \gamma_1}. \quad (3)$$

С учетом того, что

$$\beta'_{S1} + \beta'_{S2} = 1, \quad (4)$$

доля площади сечения внешнего слоя пряжи, занимаемая волокнами 1-го компонента, рассчитывается по формуле

$$\beta'_{S1} = \frac{1}{1 + \frac{\beta_2 \cdot \gamma_1 \cdot E_1}{\beta_1 \cdot \gamma_2 \cdot E_2}}. \quad (5)$$

Соотношение долей по массе компонентов во внешнем слое пряжи принимает вид:

$$\frac{\beta'_1}{\beta'_2} = \frac{\beta'_{S1} \cdot \gamma_1}{\beta'_{S2} \cdot \gamma_2} = \frac{\beta_1 \cdot E_2}{\beta_2 \cdot E_1}. \quad (6)$$

Отсюда

$$\beta'_1 = \frac{1}{1 + \frac{\beta_2 \cdot E_1}{\beta_1 \cdot E_2}}. \quad (7)$$

Доля волокон 1-го компонента в площади поверхности пряжи определяется как

$$\beta_{P1} = \frac{m'_1 \cdot d_1}{m'_1 \cdot d_1 + m'_2 \cdot d_2}. \quad (8)$$

Количество волокон 1-го компонента во внешнем слое пряжи рассчитывается по следующей формуле

$$m'_1 = \frac{T_i \beta'_1}{O_i} \cdot k, \quad (9)$$

где  $k$  – доля площади внешнего слоя в площади сечения пряжи. После преобразований доля волокон 1-го компонента в площади поверхности пряжи

$$\beta_{P1} = \frac{\beta'_1 \cdot d_1 \cdot T_2}{\beta'_1 \cdot d_1 \cdot T_2 + \beta'_2 \cdot d_2 \cdot T_1}. \quad (10)$$

Соотношение долей компонентов в площади поверхности пряжи вычисляется как

$$\frac{\beta_{P1}}{\beta_{P2}} = \frac{\beta'_1 \cdot d_1 \cdot T_2}{\beta'_2 \cdot d_2 \cdot T_1} = \frac{\beta'_1 \cdot \sqrt{\frac{T_1}{\gamma_1 \cdot T_2}}}{\beta'_2 \cdot \sqrt{\frac{T_2}{\gamma_2 \cdot T_1}}} = \frac{\beta'_1 \cdot \sqrt{T_2 \cdot \gamma_2}}{\beta'_2 \cdot \sqrt{T_1 \cdot \gamma_1}} = \frac{\beta_1 \cdot E_2 \sqrt{T_2 \cdot \gamma_2}}{\beta_2 \cdot E_1 \sqrt{T_1 \cdot \gamma_1}}. \quad (11)$$

Тогда доля, занимаемая волокнами 1-го компонента в площади поверхности пряжи, рассчитывается следующим образом:

$$\beta_{P1} = \frac{I}{I + \frac{\beta_2 \cdot E_1 \sqrt{T_1 \cdot \gamma_1}}{\beta_1 \cdot E_2 \sqrt{T_2 \cdot \gamma_2}}}. \quad (12)$$

Доля  $k$  площади внешнего слоя в площади сечения пряжи вычисляется по формуле

$$k = \frac{d_{\Pi}^2 - d_H^2}{d_{\Pi}^2}. \quad (13)$$

Диаметр смешанной пряжи  $d_{\Pi}$  в мм, исходя из ее линейной и объемной плотности входящих в ее состав волокон, определяется как [2]

$$d_{\Pi} = 0,04 \cdot \sqrt{T_{\Pi} \cdot \left( \frac{\beta_1}{\gamma_1} + \frac{\beta_2}{\gamma_2} \right)}. \quad (14)$$

Диаметр нейтрального слоя пряжи  $d_H$  в мм рассчитывается следующим образом [2]:

$$d_H = \frac{\sqrt{I - K_y^2}}{\pi K K_y}, \quad (15)$$

где  $K_y$  – коэффициент укрутки,  $K$  – коэффициент крутки пряжи, кр./м.

Исходные данные для теоретического расчета параметров структуры хлопкополипропиленовых пряж с содержанием 20% и 30% полипропиленовых волокон, рассматриваемых в качестве 1-го компонента, приведены в таблице 1. Результаты теоретического расчета представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Свойства волокон, используемые при расчете параметров структуры пряжи

Вид волокна	Линейная плотность волокна, $T_i$ , текс	Объемная плотность волокна, $\gamma_i$ , г/см <sup>3</sup>	Начальный модуль продольной упругости волокна, $E_i$ , сН/мм <sup>2</sup>
Пряжа линейной плотности 20 текс с вложением 20% ПП волокон			
Хлопковое	0,155	1,52	584,6
Полипропиленовое	0,168	0,9	451,0
Пряжа линейной плотности 18,5 текс с вложением 30% ПП волокон			
Хлопковое	0,165	1,52	584,6
Полипропиленовое	0,180	0,9	451,0

Таблица 2 – Результаты расчета параметров структуры пряжи

Наименование параметра	Значение для параметра хлопкополипропиленовой пряжи линейной плотности:			
	20 текс		18,5 текс	
	ПП волокно	хлопок	ПП волокно	хлопок
Массовая доля компонентов в пряже, $\beta_i$ , %	20	80	30	70
Доля, занимаемая компонентами в площади сечения пряжи, $\beta_{Si}$ , %	29,7	70,3	42,0	58,0
Массовая доля компонентов во внешнем слое сечения пряжи, $\beta'_i$ , %	24,5	75,5	35,7	64,3
Доля, занимаемая компонентами в площади внешнего слоя сечения пряжи, $\beta'_{Si}$ , %	35,3	64,7	48,4	51,6
Доля компонентов в площади поверхности пряжи, $\beta_{Pi}$ , %	28,8	71,2	40,9	59,1
Количество полипропиленовых волокон во внешнем слое сечения пряжи, $m'_i$	16	-	18	-
Диаметр пряжи, $d_p$ , мм	0,155		0,153	
Диаметр нейтрального слоя пряжи, $d_n$ , мм	0,102		0,11	

Расчет показал, что при вложении в пряжу 20% полипропиленовых волокон их содержание в сечении внешнего слоя составляет 24,5 % (по массе), а доля занимаемой ими площади в поверхности пряжи – 28,8%. Во внешнем слое пряжи, содержащей 30% полипропиленовых волокон, их массовая доля составляет 35,7%, а площадь, занимаемая полипропиленовыми волокнами в поверхности пряжи – 40,9%. Таким образом, из-за различий в свойствах компонентов пряжи доля полипропиленовых волокон в ее наружном слое несколько выше, чем в составе.

Фактическая количественная оценка распределения хлопковых и полипропиленовых волокон в сечении хлопкополипропиленовой пряжи 70/30 линейной плотности 18,5 текс осуществлялась с использованием метода Н.И. Ратиани [3], который предлагает условно принять площадь сечения за круг и разделить его на внешнюю и внутреннюю зоны, рассчитав отношение диаметра нейтрального слоя к внешнему диаметру пряжи. Линия, разделяющая сечение пряжи на 2 зоны, как показано на рисунке 1 – нейтральный слой, диаметр которого в мм определяется путем расчета через угол наклона волокон нейтрального слоя, коэффициент укрутки и угол кручения.

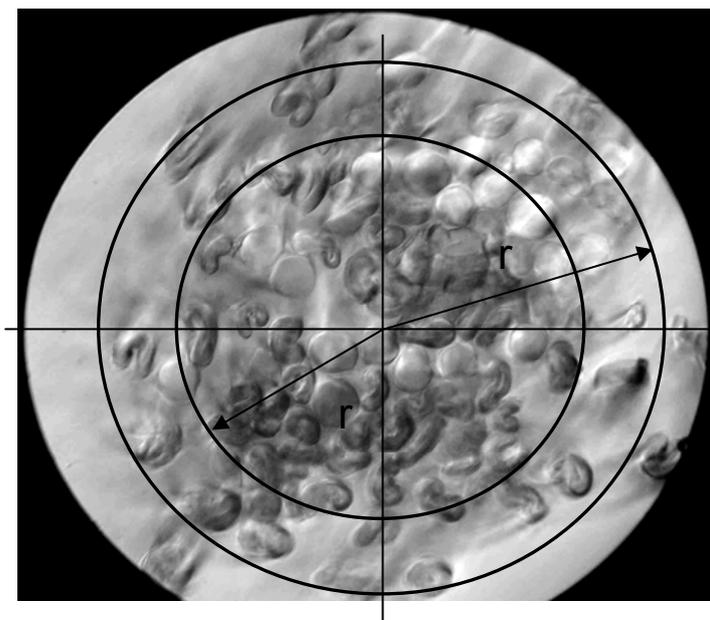


Рисунок 1 – Фотография среза пряжи линейной плотности 18,5 текс состава хлопок/ПП 70/30 (хлопковое волокно окрашено в темный цвет)

Во внешней зоне и во всем сечении пряжи отдельно подсчитывается число волокон каждого компонента, а затем их доли. Согласно методике, если доля компонента в наружной зоне больше, чем во всем сечении, то можно утверждать, что он мигрирует наружу. В противном случае миграцию считают внутренней.

Для проведения расчетов принимаем следующие обозначения:

- $Q_0$  – общее число волокон обоих компонентов в сечении пряжи;
- $Q_{AI}$  – число полипропиленовых волокон в I (внутренней) зоне;
- $Q_{AII}$  – число полипропиленовых волокон во II (внешней) зоне;
- $Q_A$  – число полипропиленовых волокон в сечении пряжи в целом;
- $Q_{BI}$  – число хлопковых волокон в I (внутренней) зоне;
- $Q_{BII}$  – число хлопковых волокон во II (внешней) зоне;
- $Q_B$  – число хлопковых волокон в сечении пряжи в целом;
- $Q_{II}$  – число волокон обоих компонентов во II (внешней) зоне.

В результате статистической обработки данных, полученных при исследованиях срезов пряжи, сделан вывод, что миграция полипропиленовых волокон внешняя, поскольку выполняется условие

$$\frac{Q_A}{Q_0} = \frac{482}{2033} = 0,237 < \frac{Q_{AII}}{Q_{II}} = \frac{219}{680} = 0,322 \quad (16)$$

Для хлопковых волокон установлена внутренняя миграция, так как выполняется условие

$$\frac{Q_B}{Q_0} = \frac{1551}{2033} = 0,763 > \frac{Q_{BII}}{Q_{II}} = \frac{461}{680} = 0,678 \quad (17)$$

Таким образом, вывод о внешней миграции полипропиленовых волокон, полученный с применением разработанной методики прогнозирования, подтвержден результатами статистической обработки срезов по методу Н. И. Ратиани.

Информация о внешней миграции полипропиленовых волокон имеет существенное практическое значение. От преобладания какого-либо компонента пряжи в ее поверхности и наружном слое напрямую зависят свойства, как самой

пряжи, так и готовой продукции из нее. Мигрирующие наружу полипропиленовые волокна, прочные на разрыв, износостойкие, устойчивые к изгибу и воздействию внешних факторов, позволяют придать двухкомпонентной пряже и изделиям улучшенные физико-механические и потребительские свойства. Кроме того, неспособные к поверхностному окрашиванию полипропиленовые волокна, расположенные в наружном слое хлопкополипропиленовой пряжи, оказывают влияние и на фактуру тканей и полотен: при крашении в темные тона наблюдается интересный внешний эффект – шерстоподобный вид с неокрашенными ворсинками на темной поверхности; окрашенные в светлые и средние тона изделия имеют практически однотонную окраску или легкий меланжевый эффект.

#### Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Моделирование технологических процессов переработки неоднородных волокнистых смесей : монография / Д. Б. Рыклин. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 170 с.
2. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.
3. Рашкован, И. Г. Методы оценки распределения волокон по поперечным сечениям пряжи / И. Г. Рашкован. – Москва : Легкая индустрия, 1970 г. – 199 с.

#### SUMMARY

Theoretical calculation of cotton and polypropylene fibers distribution in yarn cross-section of was conducted by special method. Results of researches allow to determine the external migration of polypropylene fibers. Predominance of polypropylene fibers in external layer of yarn was confirmed by analyzing of its cross-section using statistical method by N.I. Ratiani

УДК 677.21:021.164

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ ППМ-120А1М

*Н.В. Скобова, О.М. Катович*

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» разработана технология получения гребенной пряжи пневмомеханическим способом формирования. Особенностью данной технологии является сокращение числа технологических переходов и использование более высокопроизводительного оборудования для получения гребенной пряжи с целью ее удешевления.

Одним из основных технологических процессов, осуществляемых на машинах пневмомеханического прядения, является дискретизация питающего продукта, т. е. превращение непрерывного полуфабриката, в сечении которого содержатся десятки тысяч волокон, в дискретный поток отдельных, не связанных между собой волокон. При этом необходимо сохранить имеющуюся длину волокон постоянной, т.е. подобрать оптимальную величину силы дискретизации. Это является важным условием при переработке длинноволокнистого хлопка.

Интенсивность воздействия дискретизирующего барабанчика на волокнистую бородку можно рассчитать, используя зависимость

$$m = \frac{Z \cdot n_{об} \cdot T_s \cdot l_{вол}}{T_l \cdot 1000 \cdot V_{н.ц}}$$

где  $Z$  – число зубьев на поверхности дискретизирующего барабанчика;  $l_{вол}$  – средняя длина волокна в ленте, мм;  $V_{п.ц}$  – скорость питающего цилиндра, м/мин;  $T_в$  – линейная плотность волокна, текс;  $T_л$  – линейная плотность ленты, текс

Анализируя данное выражение можно сказать, что применительно к переработке тонковолокнистого хлопка с постоянными физико-механическими характеристиками регулируемые величинами в данном соотношении являются частота вращения дискретизирующего барабанчика  $n_{д.б.}$ , линейная плотность ленты  $T_л$  и скорость питания  $V_{п.ц}$ . Причем последние две характеристики взаимосвязаны: при увеличении линейной плотности ленты необходимо уменьшать скорость питания для сохранения линейной плотности выходящего продукта. Параметр  $Z$ , входящий в выражение является постоянным, т.к. определяется типом используемой на дискретизирующем барабанчике гарнитуры. В производственных условиях на машинах ППМ-120 при переработке хлопка используется только гарнитура типа ОК-40.

Первым шагом в проведении исследований указанных параметров на интенсивность процесса дискретизации являлось изучение влияния частоты вращения дискретизирующего барабанчика на повреждаемость волокон в процессе дискретизации.

Согласно проведенным теоретическим исследованиям при изменении частоты вращения дискретизирующего барабанчика происходит увеличение интенсивности воздействия барабанчика на бородку волокон. При частоте вращения дискретизирующего барабанчика, равной  $5500 \text{ мин}^{-1}$ , интенсивность воздействия дискретизирующего барабанчика равна:

$$m = \frac{Z \cdot n_{д.б.} \cdot T_в \cdot l_{вол}}{T_л \cdot 1000 \cdot V_{п.ц}} = \frac{1191 \cdot 5500 \cdot 0,132 \cdot 38}{2950 \cdot 1000 \cdot 0,368} = 30 \text{ зуб/вол}$$

При частоте вращения дискретизирующего барабанчика, равной  $6500 \text{ мин}^{-1}$ :

$$m = \frac{Z \cdot n_{д.б.} \cdot T_в \cdot l_{вол}}{T_л \cdot 1000 \cdot V_{п.ц}} = \frac{1191 \cdot 6500 \cdot 0,132 \cdot 38}{2950 \cdot 1000 \cdot 0,368} = 36 \text{ зуб/вол}$$

При частоте вращения дискретизирующего барабанчика, равной  $7000 \text{ мин}^{-1}$ :

$$m = \frac{Z \cdot n_{д.б.} \cdot T_в \cdot l_{вол}}{T_л \cdot 1000 \cdot V_{п.ц}} = \frac{1191 \cdot 7500 \cdot 0,132 \cdot 38}{2950 \cdot 1000 \cdot 0,368} = 41 \text{ зуб/вол}$$

Анализ полученных результатов расчета показывает, что с увеличением частоты вращения дискретизирующего барабанчика при прочих равных условиях происходит усиление воздействия барабанчика на бородку, которое может приводить к повреждению кончиков волокон.

Таким образом, целью проводимых экспериментальных исследований являлся выбор оптимальной частоты вращения дискретизирующего барабанчика, при которой волокно будет подвергаться наименьшему воздействию зубьев гарнитуры, и крutki сообщаемой формируемой пряже.

Для объективной оценки экспериментальных данных проведен анализ штапельной диаграммы распределения волокон по длине в исходной питающей ленте, представленный на рисунке 1. Анализ диаграммы показывает, что в ленте отсутствуют волокна с длиной меньше 20 мм, а наиболее многочисленной группой являются волокна с длиной 34-36 мм.

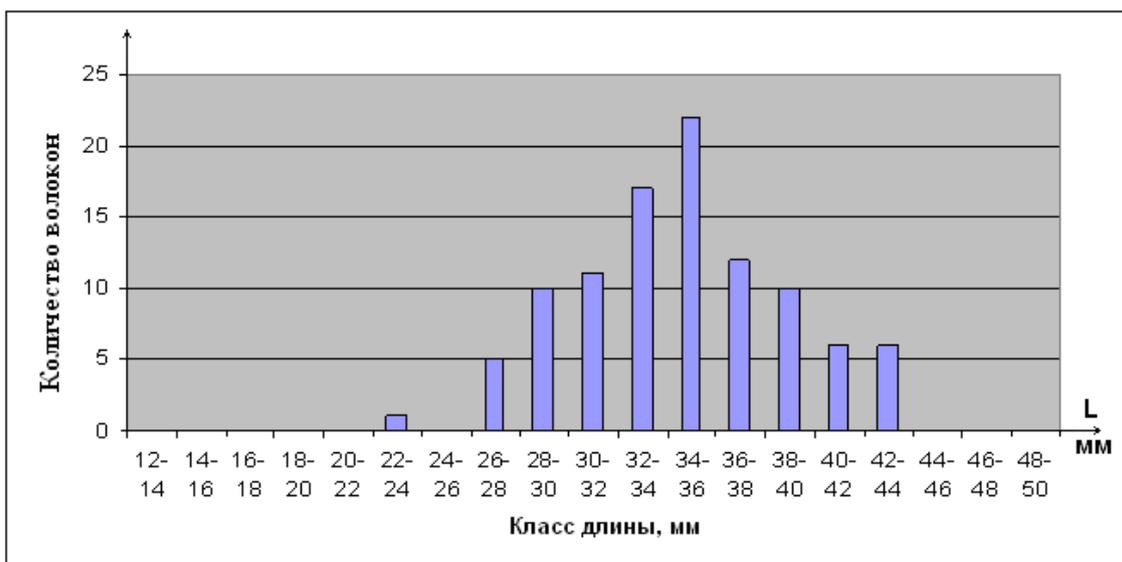


Рисунок 1 – Штапельная диаграмма распределения хлопковых волокон по длине в питающей ленте

Технологические параметры заправки пневмомеханической прядильной машины при выработке пряжи линейной плотности 22 текс из тонковолокнистого хлопка представлены в таблице 1. Частота вращения дискретизирующего барабанчика изменялась по условиям эксперимента в следующих пределах: 5500 мин<sup>-1</sup>, 6500 мин<sup>-1</sup>, 7500 мин<sup>-1</sup>.

Таблица 1 – Технологические режимы заправки пневмомеханической прядильной машины ППМ-120А1М

Наименование показателя	Значения
Линейная плотность пряжи, текс	22
Вытяжка	134
Диаметр прядильной камеры, мм	54
Частота вращения прядильной камеры, мин <sup>-1</sup>	50000
Крутка, кр/м	1045
Скорость выпуска, м/мин	48

С увеличением интенсивности воздействия зубьев барабанчика на волокнистую бородку происходит уменьшение разрывной нагрузки пряжи и увеличение коэффициентов вариации по разрывной нагрузке и по линейной плотности на коротких отрезках (рисунок 2).

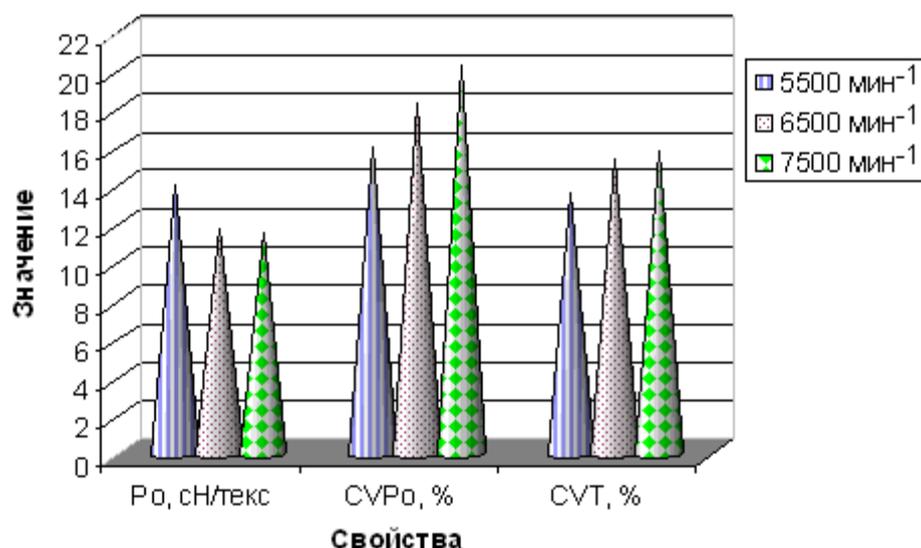


Рисунок 2 – Физико-механические свойства пряжи, полученной при различной частоте вращения дискретизирующих барабанчиков:

P<sub>0</sub> – относительная разрывная нагрузка пряжи, cH/текс; CVP<sub>0</sub> – коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %; CVT – коэффициент вариации по линейной плотности, %.

Для выявления причины такой зависимости проводились исследования длины волокон в волокнистой ленточке, взятой из прядильной камеры при различных скоростных параметрах дискретизирующего барабанчика. Полученные в результате измерений штапельные диаграммы распределения волокон по длине представлены на рисунках 3-5.



Рисунок 3 – Штапельная диаграмма распределения хлопковых волокон в волокнистой ленточке по длине при частоте вращения дискретизирующего барабанчика  $n_{д.б} = 5500 \text{ мин}^{-1}$

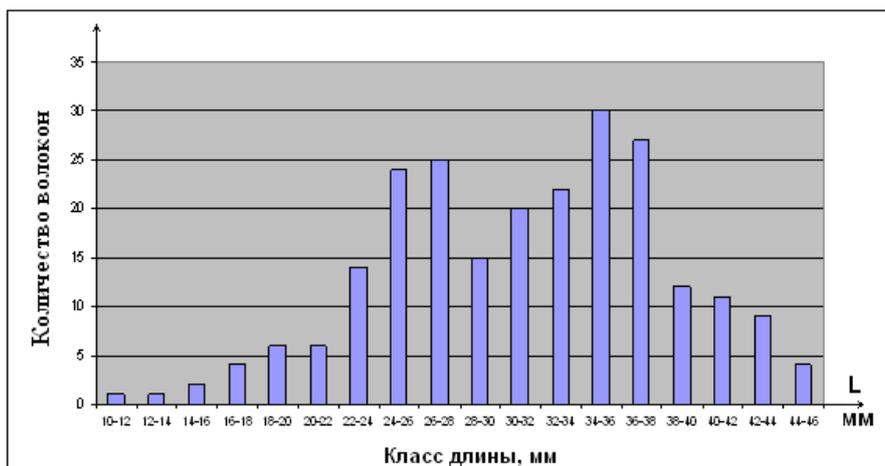


Рисунок 4 – Штапельная диаграмма распределения хлопковых волокон в волокнистой ленточке по длине при частоте вращения дискретизирующего барабанчика  $n_{д.б} = 6500 \text{ мин}^{-1}$



Рисунок 5 – Штапельная диаграмма распределения хлопковых волокон в волокнистой ленточке по длине при частоте вращения дискретизирующего барабанчика  $n_{д.б} = 7500 \text{ мин}^{-1}$

При сравнительном анализе штапельных диаграмм видно, что при любой частоте вращения дискретизирующего барабанчика в волокнистой ленточке появляются короткие волокна с длиной 4-12 мм, что свидетельствует о повреждении длиноволокнистого хлопка в процессе дискретизации.

В исходной ленте наибольший процент составляют волокна с длиной 34-36 мм, и эта группа волокон остается многочисленной при частоте вращения дискретизирующего барабанчика  $5500 \text{ мин}^{-1}$ . При частоте вращения барабанчика  $7500 \text{ мин}^{-1}$  наблюдается наибольший процент повреждения волокон вследствие высокой интенсивности воздействия зубьев гарнитуры на волокнистую ленточку, поэтому наиболее многочисленной группой являются волокна с длиной 26-28 мм.

Увеличение процента коротких волокон в волокнистой ленточке при возрастании скорости дискретизации объясняет падение разрывной нагрузки пряжи, и как следствие этого процесса, происходит увеличение неровноты пряжи по разрывной нагрузке и линейной плотности.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили проведенный ранее теоретический расчет о возможности повреждения длинноволокнистого хлопка при увеличении частоты вращения дискретизирующего барабанчика.

В настоящее время проводится следующий этап исследований влияния линейной плотности ленты и скорости питания на интенсивность процесса дискретизации и установлении взаимного влияния всех трех факторов ( $n_{д.б.}$ ,  $T_{л.}$ ,  $V_{п.ц.}$ ) на этот процесс.

#### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что при переработке длинноволокнистого хлопка на пневмомеханических прядильных машинах происходит повреждение хлопковых волокон, причем степень повреждения зависит от интенсивности воздействия дискретизирующего барабанчика на волокнистую бородку. Поэтому для более щадящего воздействия на волокно необходимо устанавливать частоту вращения дискретизирующего барабанчика не более 6000 мин<sup>-1</sup>, при этом наблюдается наименьший процент поврежденных волокон.

#### Список использованных источников

1. 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.
2. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученых нитей и ниточных изделий) : учебник для вузов / И. Г. Борзунов [и др]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 392 с.

#### SUMMARY

This article is devoted to experimental researches of the influence of speed of comber upon damage of long cotton fibers while processing at the open end rotor spinning frame ГПМ - 120А1М.

УДК 685.34.017

### **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРИФОРМОВЫВАЕМОСТИ ВЕРХА ОБУВИ К СТОПЕ**

***Р.Н. Томашева, В.Е. Горбачик***

В условиях рыночной экономики качество продукции становится решающим фактором, определяющим желание потребителя её приобрести. Одним из наиболее важных показателей качества обуви является приформовываемость верха обуви к стопе, характеризующая способность верха обуви принимать и сохранять индивидуальные особенности стопы человека в процессе носки. Однако в настоящее время данный показатель качества недостаточно полно изучен, отсутствуют инструментальные методы и средства его оценки, что существенно усложняет решение проблемы проектирования и производства конкурентоспособной обуви и не позволяет в полной мере осуществлять всестороннюю оценку ее качества.

Учитывая это в работе [1] были разработаны методика и прибор, позволяющие в лабораторных условиях количественно оценить способность верха готовой обуви приформовываться к стопе. Однако важное практическое значение имеет также возможность правильно оценивать и прогнозировать данное свойство обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства, что позволит осуществлять выпуск продукции с заданным уровнем потребительских свойств. В

связи с этим возникает необходимость в разработке методики расчета приформовываемости верха обуви к стопе.

Как известно, приформовываемость верха обуви к стопе в значительной степени определяется упруго-пластическими свойствами материалов заготовки [2]. Учитывая это, на основании наиболее информативных единичных показателей упруго-пластических свойств материалов, установленных в работе [3], были определены относительные комплексные показатели упруго-пластических свойств различных материалов заготовки и рассчитаны комплексные показатели упруго-пластических свойств систем материалов для верха обуви с различным сочетанием комплектующих по формуле

$$K^c = 0,74 K^e + 0,20 K^{m/n} + 0,23 K^n, \quad (1)$$

где  $K^c, K^e, K^{m/n}, K^n$  – относительные комплексные показатели упруго-пластических свойств соответственно систем материалов для верха обуви, материалов верха, межподкладки и подкладки обуви.

Так как в процессе производства обуви материалы заготовки подвергаются технологической обработке, а в процессе носки изделия многократному растяжению, то, с целью разработки объективной методики расчета приформовываемости верха обуви к стопе, было изучено влияние данных факторов на упруго-пластические свойства систем материалов для верха обуви.

Системы материалов с различным сочетанием комплектующих подвергались операциям формования и термофиксации, моделирующим реальный технологический процесс производства обуви клеевого метода крепления, а затем многократному двухосному растяжению сферическим пуансоном на заданную величину деформации 8%, что соответствует средним значениям деформации верха обуви в области пучков при ходьбе. Относительные комплексные показатели упруго-пластических свойств систем материалов после операций технологической обработки ( $K_{\phi}^c$ ) и многократного растяжения ( $K_{\phi}^c$ ) определялись по формулам

$$K_{\phi}^c = \frac{h_{ocm}^i}{h_{ocm}^{\max}}, \quad (2)$$

где  $h_{ocm}^i$  – остаточная стрела прогиба  $i$ -ой системы материалов после операций технологической обработки, мм;

$h_{\overset{\text{max}}{i\overset{\text{max}}{o}}}$  – максимальное значение остаточной стрелы прогиба в исследуемой группе объектов.

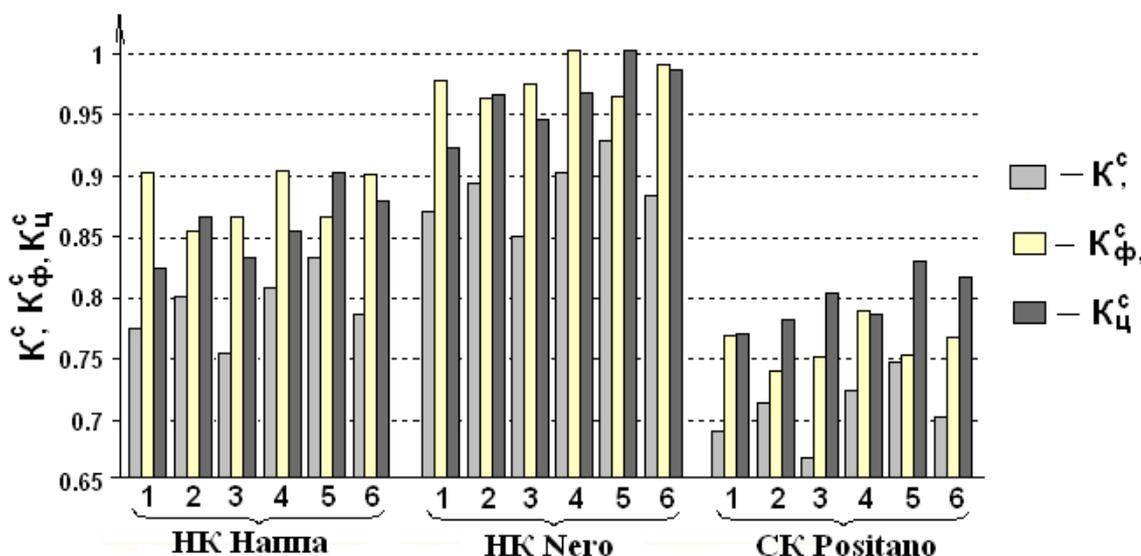
$$K_{\phi}^c = \frac{\Delta h_i^y}{\Delta h_{\max}^y}, \quad (3)$$

где  $\Delta h_i^y$  – прирост стрелы прогиба  $i$ -ой системы материалов после многократного растяжения, %;

$\Delta h_{\max}^y$  – максимальное значение прироста стрелы прогиба в исследуемой группе объектов.

Величина прироста стрелы прогиба образцов после их многократного растяжения  $\Delta h_i^y$  определялась в соответствии с методикой, описанной в работе [4].

Значения полученных относительных показателей упруго-пластических свойств систем материалов представлены на рисунке 1.



HK Наппа – натуральная кожа Наппа; HK Nero – натуральная кожа Nero;  
 CK POSITANO – синтетическая кожа на нетканой основе POSITANO;  
 1–верх+термобязь+тик-саржа; 2–верх+трикотаж+тик-саржа; 3–верх+неткан.м-л+тик-саржа; 4–верх+термобязь+трикотаж; 5–верх+трикотаж+трикотаж; 6–верх+неткан. м-л+ трикотаж

Рисунок 1 – Комплексные показатели упруго-пластических свойств систем материалов до и после операций технологической обработки и многократного растяжения

В ходе регрессионного анализа полученных данных между комплексными показателями упруго-пластических свойств систем материалов до и после технологической обработки была установлена математическая зависимость следующего вида:

$$K^c_{\phi} = 1,1 \cdot K^c \quad (4)$$

Коэффициент корреляции составил  $r = 0,93$ , что свидетельствует о тесной взаимосвязи между исследуемыми показателями и позволяет учитывать влияние технологических факторов при оценке способности систем материалов для верха обуви приформовываться к стопе.

Установлено также наличие тесной корреляционной связи ( $r = 0,87$ ) между относительными комплексными показателями упруго-пластических свойств систем материалов до и после циклических испытаний, взаимосвязь между которыми описывается линейной зависимостью следующего вида:

$$K^c_u = 0,73 \cdot K^c_{\phi} + 0,24, \quad (5)$$

Полученная математическая модель позволяет учитывать циклический характер нагружения при оценке способности систем материалов, имитирующих пакет верха обуви, приформовываться к стопе.

Для установления связи между приформовываемостью верха обуви и упруго-пластическими свойствами систем материалов, имитирующих заготовку, были изготовлены опытные образцы мужских полуботинок клеевого метода крепления с различным сочетанием комплектующих заготовки и осуществлено их испытание на приборе для определения приформовываемости верха обуви к стопе в соответствии с методикой, описанной в работе [1]. Данные, полученные в ходе испытания опытных образцов обуви, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Приформовываемость верха обуви в лабораторных условиях

Наименование пакета верха обуви	Исходный периметр верха обуви в сечен. 0,68Д <sub>ст</sub> , L <sub>0</sub> , мм	Периметр верха обуви в сечении 0,68Д <sub>ст</sub> после испытания, L, мм,	Приформовываемость верха обуви к стопе, $P_{в.об}^{лаб}$ , %,
НК Nero + термобязь + тик-саржа	163,0	166,5	2,15
НК Nero + трикотаж + трикотаж	163,0	167,0	2,45
НК Наппа + термобязь + трикотаж	163,0	165,5	1,53
НК Наппа + неткан. м-л + трикотаж	163,0	166,0	1,84
СК POSITANO + термобязь+тик-саржа	161,0	162,5	0,93

В ходе корреляционно-регрессионного анализа установлена аналитическая зависимость между приформовываемостью верха обуви  $P_{в.об}^{лаб}$ , %, и относительным комплексным показателем упруго-пластических свойств систем материалов с аналогичным сочетанием комплектующих после многократного растяжения:

$$P_{в.об}^{лаб} = 6,73 \cdot K_{ц}^c - 4,17 \quad (6)$$

С учетом установленных в работе математических зависимостей разработана методика расчета величины приформовываемости верха обуви к стопе (рисунок 2), позволяющая уже на стадии конструкторско-технологической подготовки производства осуществлять оценку качества обуви по данному показателю с учетом особенностей упруго-пластических свойств материалов заготовки.

Для оценки степени соответствия разработанной методики действительным условиям определялись отклонения расчетных значений приформовываемости верха обуви от экспериментальных, значения которых для исследованных пакетов верха обуви представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка соответствия разработанной методики расчета

Наименование пакета верха обуви	Приформовываемость верха обуви, %		
	экспериментальная	расчетная	Δ, %
НК Nero + термобязь + тик-саржа	2,15	2,10	2,33
НК Nero + трикотаж + трикотаж	2,45	2,42	1,22
НК Наппа + термобязь + трикотаж	1,53	1,61	5,23
НК Наппа + неткан. м-л + трикотаж	1,84	1,66	9,78
СК POSITANO+термобязь+тик-саржа	0,93	0,97	4,30

Среднее отклонение расчетных значений приформовываемости от экспериментальных для исследованных пакетов верха обуви составило 4,5%, что не превышает допустимых пределов. Таким образом, разработанная методика позволяет с достаточной степенью точности осуществлять расчет приформовываемости верха обуви к стопе с учетом особенностей упруго-пластических свойств материалов заготовки.

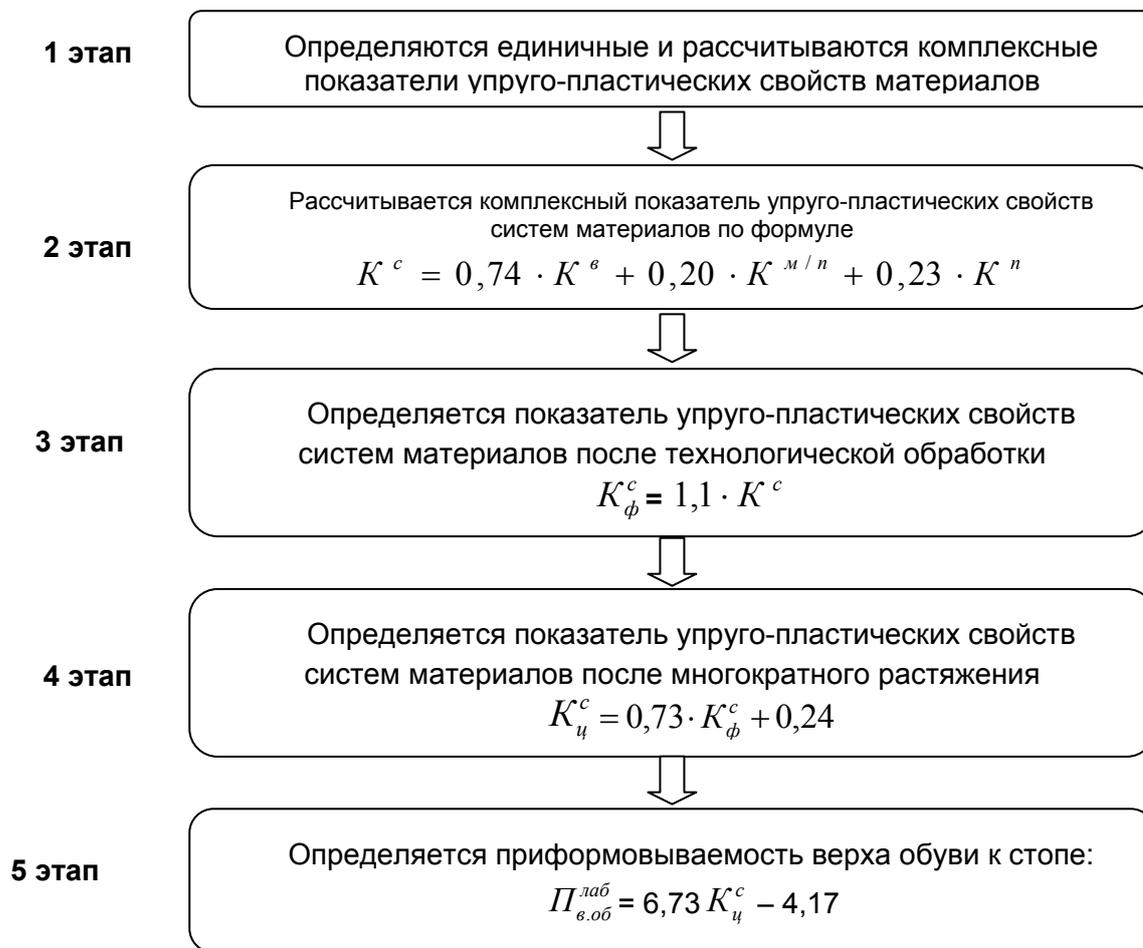


Рисунок 2 – Алгоритм расчета приформовываемости верха обуви к стопе

Практическое использование разработанной методики расчета приформовываемости верха обуви к стопе позволяет уже на стадии конструкторско-технологической подготовки производства оценить степень влияния технологических и эксплуатационных факторов на величину данного показателя качества, а также разработать рекомендации по рациональной комплектации пакетов верха обуви с целью выпуска продукции повышенной комфортности.

#### Список использованных источников

1. Томашева, Р. Н. Разработка методики оценки приформовываемости верха обуви к стопе / Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник УО «ВГТУ». – 2008. – Вып. 14. – С. 71 – 76.
2. Лиюкумович, В. Х. Структурный анализ качества обуви / В. Х. Лиюкумович. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 160 с.
3. Томашева, Р. Н. Комплексная оценка упруго-пластических свойств материалов и систем для верха обуви / Р. Н. Томашева // Вестник УО «ВГТУ» – 2008. – Вып. 14. – С. 46 – 52.
4. Томашева, Р. Н. Методика испытания систем материалов верха обуви при многократном растяжении / Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник УО «ВГТУ». – 2009. – Вып.16. – С. 93 – 98.

#### SUMMARY

The Article is dedicated to development of the accounting method of the estimation of upper shaping to the foot on stage design-technological preparation production. For this

purpose relative complex factors springy-plastic characteristic of the systems material are determined for top footwear with different combination completing before and after the technological processing and frequentative sprain. The mathematical dependencies will Installed between got factor. Installed intercoupling between of upper shaping to the foot ready footwear and springy-plastic characteristic of the systems material after frequentative sprain. The Designed methods of the calculating of upper shaping to the foot with provision for particularities springy-plastic characteristic material stocking up. The Methods allows to value the level technological and working factor on value of upper shaping to the foot, as well as realize rational selection completing stocking up for the reason issue suitable footwear.

УДК 685.34.017.82

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ФИКСАЦИИ ФОРМЫ ВЕРХА ОБУВИ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ**

***С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик***

В настоящее время на обувных предприятиях для фиксации формы заготовки после выполнения формообразующих операций применяется, чаще всего, влажно-тепловая обработка. Практически не находит применения ранее широко используемая основная сушка обуви. Режимы воздействия (температура и время) при этих способах фиксации значительно отличаются. Кроме этого, при выполнении влажно-тепловой обработки достигается только понижение уровня внутренних напряжений в материалах, без существенного изменения влагосодержания заготовки. Основная же сушка, наряду с этим, предусматривает удаление излишней влаги, введенной в заготовку при увлажнении.

В работе исследовалось влияние различных способов фиксации формы верха обуви (основной сушки и влажно-тепловой обработки) на формоустойчивость изделия.

В качестве материала верха были выбраны натуральные кожи «Наппа» и «Элита», отличающиеся по показателю жесткости при испытании сферическим растяжением (65Н и 140Н соответственно) [1]. Для межподкладки и подкладки использовались материалы, применяемые при производстве обуви: термобязь с термоклеевым покрытием и ткань подкладочная.

Растяжение систем материалов осуществлялось при помощи устройства (рисунок 1) для двухосного растяжения круглых образцов [2].

Устройство позволяет жестко защемить образец, диаметром 90мм, в кольцевых зажимах и осуществить растяжение образца посредством поднятия сферического пуансона. Прибор выполнен из материала колодок, что в полной мере позволяет моделировать процессы теплообмена, происходящие в структуре материала при гигротермических воздействиях.

Коэффициент формоустойчивости ( $K$ ) рассчитывался по изменению высоты отформованной полусферы через 7 суток после снятия образца с пуансона.

$$K = \frac{h_i}{h_o} \cdot 100,$$

где  $h_i$  – максимальная высота образца через  $i$ -й промежуток времени, мм;

$h_o$  – максимальная высота образца, находящегося на пуансоне, мм.

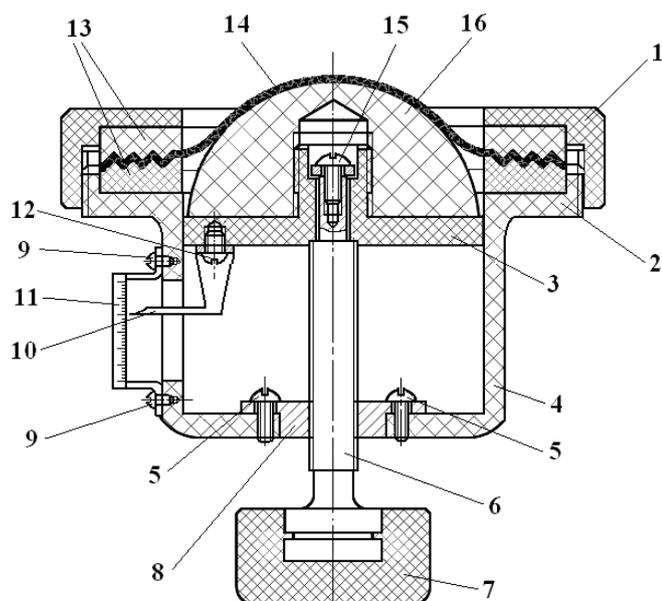


Рисунок 1 – Устройство для испытания материалов верха обуви:  
 1–крышка-обойма; 2–фланец; 3–съемная площадка; 4– цилиндр;  
 5, 9, 12, 15–крепежные винты; 6–ходовой винт; 7– рукоятка; 8 – гайка;  
 10 – Г-образная стрелка; 11 – шкала; 13 – рифленое кольцо; 14–образец; 16 – пуансон

Эксперимент соответствовал технологическому процессу изготовления обуви и выполнялся в условиях обувного предприятия СООО «Марко» на действующем оборудовании. Схема выполнения эксперимента представлена на рисунке 2.

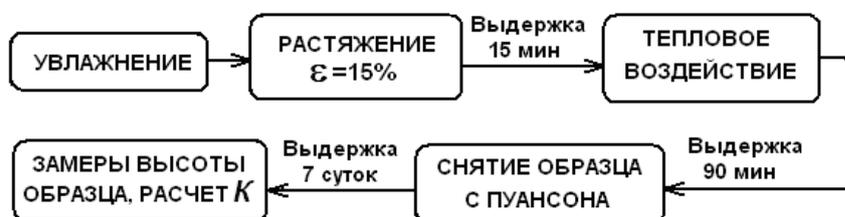


Рисунок 2 – Схема выполнения эксперимента

Исследования осуществлялись с помощью математических методов планирования и анализа эксперимента. В качестве исследуемых факторов были выбраны: влажность системы материалов, достигаемая перед формованием ( $W, \%$ ) и температура теплового воздействия ( $T, ^\circ\text{C}$ ).

Влажность определялась как отношение массы влаги, поглощённой материалом, к массе абсолютно сухого материала [3, с. 69]:

$$W = \frac{m - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100,$$

где  $m$  – масса влажного материала, г;

$m_{\text{сух}}$  – масса абсолютно сухого материала, г.

Выбор диапазона влажности и температуры теплового воздействия осуществлялся с учетом режимной технологии, применяемой на обувных предприятиях и технических характеристик оборудования для влажно-тепловой обработки и основной сушки обуви. Необходимый уровень влажности образцов достигался методами, используемыми для увлажнения заготовок перед формованием.

Уровни варьируемых факторов при фиксации формы образцов влажно-тепловым способом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов

Факторы	Влажно-тепловая обработка, продолжительность 4 мин.	
	T, °C (X <sub>1</sub> )	W, % (X <sub>2</sub> )
Max (+)	140	21
0	115	19
Min (-)	90	17

Образцы увлажнялись термопластификацией в термостате-увлажнителе. Количество вводимой влаги регулировалось посредством предварительного нанесения увлажнителя на лицевую поверхность образца. Взвешивания образцов производились на весах Scout Pro SPU 404 с пределом допустимой погрешности 0,01 г.

В результате обработки полученных экспериментальных данных с использованием программы «STATISTICA 6» были получены регрессионные модели в кодированных значениях переменных:

- для систем материалов с кожей «Наппа»

$$K = 79,9 + 5,0 X_1 + 2,8 X_2 + 1,2 X_2^2 + 0,8 X_1 X_2,$$

- для систем материалов с кожей «Элита»

$$K = 80,8 + 3,2 X_1 + 1,6 X_2 + 4,0 X_2^2 + 1,7 X_1 X_2.$$

Уравнения показывают, что температура теплового воздействия оказывает наибольшее влияние на формоустойчивость систем с мягкой кожей «Наппа», влияние влажности более значительно в системах с кожей повышенной жесткости «Элита».

Полученные сечения поверхностей коэффициента формоустойчивости (рисунок 3, а) позволяют определить, что в системах материалов из мягкой кожи «Наппа» экстремум коэффициента формоустойчивости находится примерно в центре эксперимента.

Наиболее высокая формоустойчивость (K = 86%) достигается при температуре теплового воздействия 120<sup>0</sup>C–125<sup>0</sup>C и влажности образцов материалов 18%–20%. В системах с кожей повышенной жесткости экстремум коэффициента формоустойчивости смещается в зону максимальной влажности и лежит вне изучаемой области (рисунок 3, б).

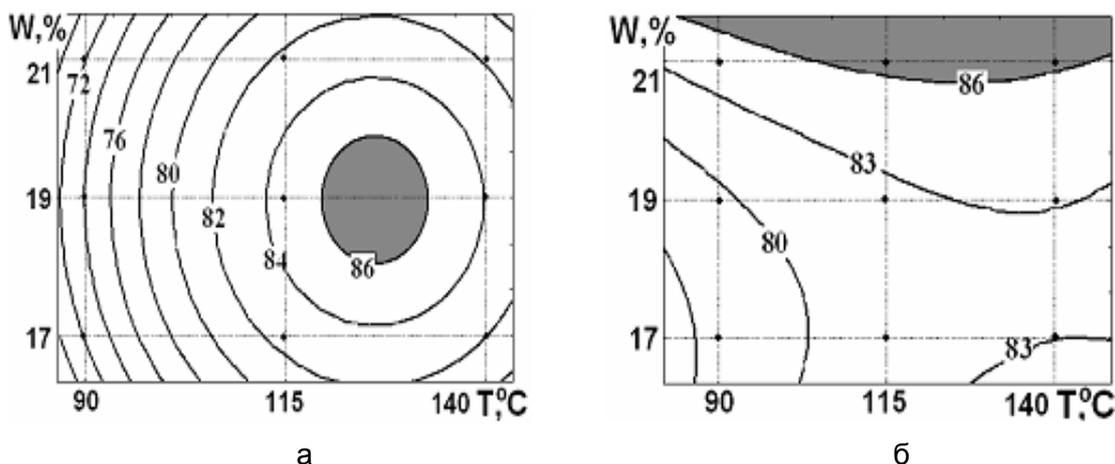


Рисунок 3 – Поверхности коэффициента формоустойчивости систем материалов:

а – с мягкой кожей «Наппа»; б – с кожей повышенной жесткости «Элита» при фиксации формы методом влажно-тепловой обработки

Уровни варьируемых факторов при фиксации формы образцов способом основной сушки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни варьирования факторов

Факторы	Основная сушка, продолжительность 25 мин.	
	T, °C (X <sub>1</sub> )	W, % (X <sub>2</sub> )
Max (+)	80	34
0	60	28
Min (-)	40	22

Необходимый уровень влажности образцов достигался нанесением увлажнителя на лицевую поверхность с последующей обработкой системы материалов паром кипящей воды.

В результате обработки экспериментальных данных получены следующие уравнения:

- для систем материалов с кожей «Наппа»

$$K = 77,6 + 1,2 X_1 - 2,8 X_2 + 3,3 X_1 X_2^2 + 2,0 X_1 X_2$$

- для систем материалов с кожей «Элита»

$$K = 83,0 + 3,5 X_1 + 1,5 X_2 + 2,5 X_1^2 X_2 + 2,6 X_1^2 X_2^2$$

Из уравнений следует, что при выполнении фиксации способом основной сушки наблюдается более значительное влияние на коэффициент формоустойчивости взаимного воздействия факторов влажности и температуры. Кроме этого, более значительное увлажнение систем материалов из кожи повышенной жесткости «Элита», с последующей фиксацией способом основной сушки, существенно повышает показатель формоустойчивости, по сравнению с обработкой систем влажно-тепловым способом.

Графическая интерпретация результатов эксперимента показала что, способ фиксации формы систем материалов с мягкой кожей «Наппа» практически не оказывает влияние на величину коэффициента формоустойчивости, но экстремум критерия оптимизации смещается в зону минимальной влажности (22%) (рисунок 4, а).

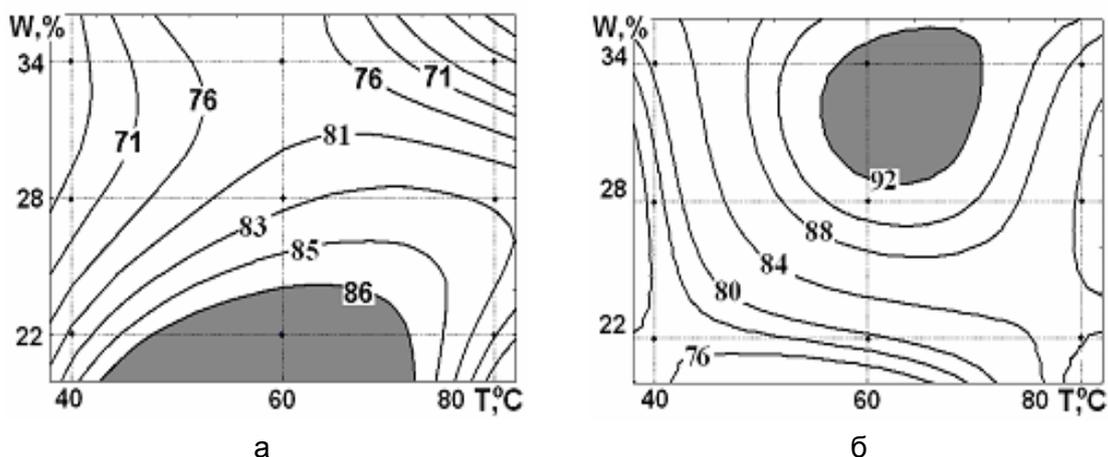


Рисунок 4 – Поверхности коэффициента формоустойчивости систем материалов: а – с мягкой кожей «Наппа»; б – с кожей повышенной жесткости «Элита» при фиксации формы методом основной сушки

Напротив, обработка систем материалов с кожей повышенной жесткости «Элита» методом основной сушки повышает коэффициент формоустойчивости на 6%, по сравнению с формоустойчивостью систем, обработанных влажно-тепловым способом. Экстремум коэффициента формоустойчивости ( $K = 92\%$ ) лежит в интервале влажности 29%–34% и температуры сушки 55<sup>0</sup>С–70<sup>0</sup>С (рисунок 4, б).

Проведенное исследование показало, что выбор способа фиксации формы верха обуви целесообразно осуществлять с учетом жесткости кожи верха обуви. Для систем материалов из мягкой кожи максимальная формоустойчивость достигается при увлажнении 18%–20% и фиксации формы методом влажно-тепловой обработки в течение 4 мин при температуре 120<sup>0</sup>С–125<sup>0</sup>С. Максимальный уровень формоустойчивости систем материалов из кожи повышенной жесткости соответствует влажности 29%–34% с фиксацией формы методом основной сушки в течение 25 мин при температуре 55<sup>0</sup>С–70<sup>0</sup>С.

#### Список использованных источников

1. Кожа. Метод испытания сферическим растяжением : ГОСТ 29078–91. – Введ. 01.07.92. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 12 с.
2. Устройство для испытания материалов верха обуви : пат. 4128 Респ. Беларусь, МПК G 01N 3/00 / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик; заявитель Витеб. гос. техн. ун-т. – № u 20070524 ; заявл. 16.07.07; опубл. 30.12.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 6. – С. 218.
3. Материаловедение изделий из кожи / Ю. П. Зыбин и [и др.] ; под общ. ред. Ю. П. Зыбина. – Москва : Легкая индустрия, 1968. – 384 с.

#### SUMMARY

The article is devoted to research of influence of various ways of fixing of the form of footwear upper on product formstability. It is established, that the choice of fixing of the form of footwear upper is expedient for carrying out in view of rigidity shoe upper leather. For systems of materials from a soft leather maximal formstability is reached by humidifying 18%-20 % and fixing of the form by a method of damp - thermal processing during 4 min at temperature 120<sup>0</sup>С-125<sup>0</sup>С. The maximum formstability level of material systems from a leather of the raised rigidity corresponds to humidity of 29%-34% with fixing the form by a method of the basic drying during 25 mines at temperature 55<sup>0</sup>С-70<sup>0</sup>С.

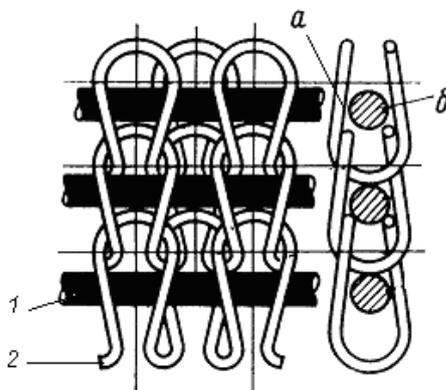
## РАЗРАБОТКА ЗАПРАВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

**А.В. Чарковский, Н.Л. Надёжная, В.П. Шелепова**

Установление заправочных характеристик и исследование свойств эластомерного трикотажного полотна – один из важных аспектов разработки технологии производства кроеного медицинского компрессионного рукава, предназначенного для профилактики и лечения послеоперационных отеков верхней конечности больных раком молочной железы.

Анализ литературных источников, медико-технических требований к компрессионному рукаву и поисковые исследования, проведенные в УО «ВГТУ» совместно с УО «ВГМУ» [1,2,3], позволили произвести обоснованный выбор сырьевого состава, переплетения полотна и установить его заправочные характеристики.

Полотно для компрессионного медицинского изделия должно быть достаточно прочным и износостойким, эластичным, гигиеничным, не оказывать вредного, в том числе и аллергического воздействия на кожу пациента. Обеспечение требуемого комплекса свойств полотна предусматривает рациональный выбор его сырьевого состава, переплетения, заправочных характеристик, технологии и оборудования для вязания, крашения и отделки. Полотно предлагается выработывать из сочетания хлопчатобумажной пряжи и эластомерных нитей спандекс кулирными платированными переплетениями на базе глади или ластика. Хлопчатобумажная пряжа является основным видом сырья и формирует грунт полотна, обеспечивая его прочностные и гигиенические показатели. Эластомерная нить спандекс вяжется в структуру грунта для обеспечения эластичности полотна и изделий из него. Весьма значимым фактором, определяющим свойства трикотажа, является вид переплетения. Для изготовления эластомерных полотен и компрессионных изделий в литературных источниках рекомендуется применять кулирные или основовязанные уточные, футерованные и платированные переплетения [4]. Кулирный трикотаж применяется чаще. На рисунках 1, 2, 3 представлены графические схемы и продольные разрезы трикотажа наиболее распространенных структур: уточного на базе ластика 1+1, футерованного и платированного на базе глади. Эластомерная нить в структуру ластика 1+1 может быть проложена как поперечная уточная (рисунок 1). Уточная нить образует только протяжки, ориентированные вдоль петельного ряда, и защемлена между петельными палочками лицевых и изнаночных петель. При этом эластомерная нить контактирует с грунтовой только в точках *а* и *б*.

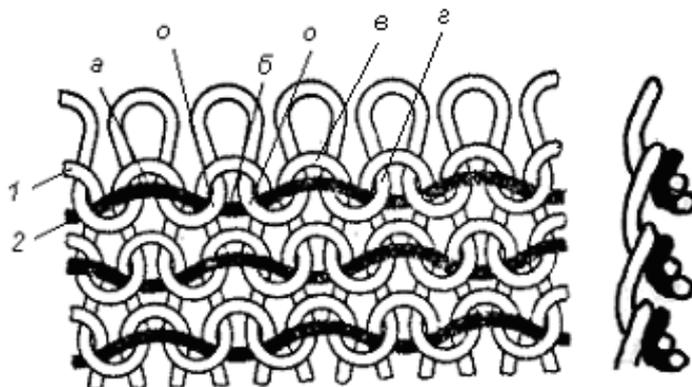


1 – нить грунта; 2 – уточная нить

Рисунок 1

Трикотаж такой структуры обладает высокой эластичностью, обеспечиваемой, главным образом, за счет эластомерной уточной нити. Недостатком его является слабое закрепление эластомерной уточной нити в структуре полотна.

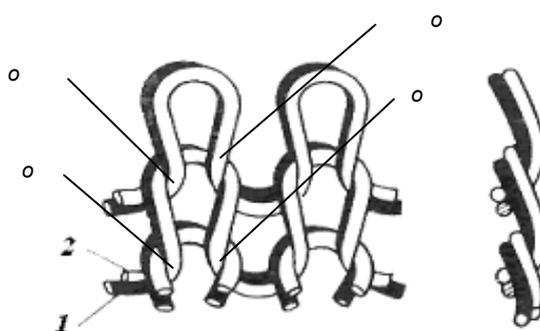
В структуре футерованного трикотажа на базе глади (рисунок 2) эластомерная футерная нить образует поочередно то наброски *а* к игольным дугам *в* петель грунта, то протяжки *б*, пересекающие петельные палочки *г* петель грунта с изнаночной стороны. Футерная нить по сравнению с уточной более изогнута. Наброски *а* и протяжки *б* футерной нити располагаются с изнаночной стороны. В местах перехода из наброска в протяжку в точках *о* футерная нить огибает протяжку петли грунта с лицевой стороны, что и обеспечивает более прочное закрепление ее в петельной структуре трикотажа по сравнению с уточной.



1 – нить грунта; 2 – футерная нить

Рисунок 2

Особенностью структуры и процесса вязания эластомерных платированных полотен является совместное провязывание в петлю обеих нитей: хлопчатобумажной пряжи грунта и эластомерной покровной нити. В структуре платированной глади (рисунок 3) каждая петля образована из двух нитей: грунтовой и покровной. Эластомерная покровная нить выходит на лицевую сторону петли, а хлопчатобумажная грунтовая – на изнаночную сторону. При этом обе нити провязаны в петлю, благодаря чему обеспечивается наиболее прочное закрепление дополнительной, покровной, нити в структуре грунта по сравнению со структурами уточного и футерованного трикотажа. Контакт между петлями обеспечивается не только в точках *о*, но и по контуру петли.



1 – нить грунта; 2 – покровная нить

Рисунок 3

Прочность закрепления эластомерной нити в структуре полотна особенно важна для кроеных изделий. Недостаточное закрепление эластомерной нити может привести к выскальзыванию ее из петельной структуры на срезах деталей кроя и в швах изделия при его растяжении и эксплуатации. В результате нарушения структуры полотна вблизи шва ухудшается качество изделия, изменяются его компрессионные свойства. Такое явление наиболее вероятно в полотнах уточных переплетений, при ввязывании эластомерной нити по типу поперечной уточной. Менее вероятно в полотнах футерованных переплетений и почти исключено в структурах гладкого платированного трикотажа. Поэтому в настоящей работе принято решение использовать платированные переплетения на базе глади и ластика для вязания эластомерных полотен. В структуру кулирной глади эластомерная нить ввязывается во все петли каждого петельного ряда, а в структуру ластика – только в петли одной стороны.

Важными технологическими параметрами, определяющими надежность процесса вязания и свойства готового полотна, являются его заправочные характеристики: линейная плотность применяемого сырья, длина нити в петле, число петельных рядов и петельных столбиков на 100 мм. Для вязания эластомерного полотна на базе платированной кулирной глади выбрана хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 16,5 текс и эластомерная нить спандекс 8 текс. Заправочная длина нити в петле для хлопчатобумажной пряжи принята равной 4 мм и определена с учетом рекомендуемого линейного модуля петли для полотен бельевого назначения. По рекомендациям проф. Шалова И.И. [5] линейный модуль петли для бельевых полотен равен 21-28 и выбирается из данного диапазона в зависимости от сырьевого состава и вида переплетения. Вязание полотна выполнялось на кругловязальной одноцилиндровой машине «Реланит 3.2» 28 класса на ОАО «Свитанок» г. Жодино. В ходе предварительного эксперимента установлены оптимальные параметры подачи нити спандекс. Длина нити спандекс в петле принята равной 1,3 мм. Число петельных столбиков на 100 мм – 175, петельных рядов – 250. Поверхностная плотность сурового полотна 260 г/м<sup>2</sup>. Крашение и отделка полотна выполнены в соответствии с технологическим режимом предприятия, разработанным для бельевых полотен из хлопчатобумажной пряжи в сочетании с эластомерными нитями.

Для готового полотна выполнены исследования его физико-механических свойств и определены следующие показатели: поверхностная плотность, число петельных рядов и петельных столбиков на 100 мм, толщина, прочность, растяжимость при нагрузках меньше разрывных, изменение линейных размеров после мокрых обработок, остаточная деформация. В исследованиях использованы типовые методики с некоторыми дополнениями, позволяющими получить более полную информацию о свойствах полотна. Фактическая поверхностная плотность, число петельных рядов и петельных столбиков на 100 мм определены не только для готового полотна, но и для полотна после ручной и машинной стирки. Определение изменения линейных размеров полотна после мокрых обработок выполнено для двух видов стирки: ручная и машинная. Прочность полотна оценивалась при испытаниях по двум методикам: продавливание шариком и одноосное растяжение полоски полотна до разрыва. Исследования растяжимости полотен выполнены по двум методикам: по методике определения разрывных характеристик при одноосном растяжении полоски полотна с записью кривой растяжимости и по методике определения растяжимости полотна при нагрузках меньше разрывных для полоски полотна, сшитой в кольцо при нагрузке 600 сН. Необратимая деформация полотна определялась по методике растяжения полоски полотна, сшитой в кольцо при нагрузке 600 сН.

Основные результаты исследований свойств эластомерного полотна представлены в таблице.

Таблица – Показатели свойств эластомерного полотна

Показатель	Значение показателя
Содержание сырья по видам нитей, %	
хлопчатобумажная пряжа	87
эластомерная нить	13
Число петельных рядов на 100 мм	
готовое полотно	287±7
после ручной стирки	290±2
после машинной стирки	290±3
Число петельных столбиков на 100 мм	
готовое полотно	213±7
после ручной стирки	210±10
после машинной стирки	210±10
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	
готовое полотно	335±15
после ручной стирки	343±14
после машинной стирки	340±12
Изменение линейных размеров после стирки, %	
вдоль петельных столбиков	
ручная стирка	-1 ÷ 0
машинная стирка	-1,5 ÷ -0,9
вдоль петельных рядов	
ручная стирка	0,1 ÷ -0,6
машинная стирка	-1,2 ÷ -0,3
Растяжимость при нагрузке 600 сН, %	
вдоль петельных столбиков	29,6
вдоль петельных рядов	27
Необратимая деформация, %	
вдоль петельных столбиков	5
вдоль петельных рядов	5
Прочность при продавливании шариком:	
прочность при продавливании, даН	23±2
«стрела прогиба», мм	64±2
Увеличение поверхности, %	799
Разрывная нагрузка, сН	
вдоль петельных столбиков	31000±4000
вдоль петельных рядов	21000±1000
Разрывное удлинение	
вдоль петельных столбиков	304±8
вдоль петельных рядов	456±12
Толщина, мм	0,84±0,01

Анализ полученных результатов показывает, что полотно имеет стабильную структуру. Поверхностная плотность, число петельных рядов и столбиков на 100 мм почти не меняются после ручной и машинной стирки. Показатели изменения линейных размеров после мокрых обработок ниже 2%, следовательно, полотно относится к безусадочным. Прочность вдоль петельных столбиков при разрыве полоской выше нормативного показателя для трикотажных полотен (норма – не

менее 8000 сН). Остаточные деформации не превышают 5%. Полотно обладает хорошей растяжимостью и эластичностью, о чем косвенно говорят высокие показатели разрывного удлинения, увеличения поверхности при продавливании шариком и небольшие значения остаточной деформации. Таким образом, по комплексу показателей полотно соответствует общим требованиям к трикотажу для компрессионных изделий. Соответствие его по специфическим показателям, характеризующим полотно с точки зрения обеспечения компрессионного действия, требует дополнительных исследований.

Методика проектирования компрессионных изделий основана на применении теории расчета упругих оболочек и предусматривает учет растяжимости и жесткости полотна [4]. Для получения более полной информации о поведении полотна при растяжении целесообразно провести дополнительные исследования его растяжимости по разным методикам: одноосном растяжении полоской, полоской, сшитой в кольцо, двухосном растяжении при различных значениях нагрузки.

#### Список использованных источников

1. Кручко, В. А. Разработка компрессионных изделий для послеоперационного лечения больных / В. А. Кручко, А. В. Чарковский, В. П. Шелепова // НИРС – 2005: сборник тезисов X Республиканской научной конференции студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь / Белорусский национальный технический университет. – Минск 2005. – С. 281.
2. Щербакова, Т. Н. Разработка медицинского компрессионного рукава / Т. Н. Щербакова, А. В. Чарковский, В. П. Шелепова // НИРС-2007: сборник тезисов XI научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / Витебский государственный технологический университет. – Витебск 2007. – 180 с.
3. Шелепова, В. П. Разработка постмастэктомических компрессионных рукавов / В. П. Шелепова, Л. А. Кульган, Н. Л. Шелепова // «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (Прогресс-2008). Сборник материалов докладов, Иваново, 2008 / «ИГТА»; редкол.: В. Т. Новиков [и др.]. – Иваново, 2008. – 301 с.
4. Филатов, В. Н. Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.
5. Шалов, И. И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР : учебник для вузов / И. И. Шалов, Л. А. Кудрявин. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 288 с.

#### SUMMARY

The goal of researches was constructions the knitting fabric for compression medical articles. Was founded the needed options of circular knitted machine. In the article are presented the results of investigations the physical properties of welt knitting fabrics, such as solidly, deformations, density, in horizontal and vertical dimensions.

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

УДК 535.341:621.373:621.375.826

## ЛАЗЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ $ZrO_2:CO/Ni$ И $Al_2O_3:CO$

*М.К. Аршинов, М.Н. Сарасеко, К.И. Аршинов*

### ВВЕДЕНИЕ

Повышенный интерес к композиционным материалам керамика/металл обусловлен тем, что, с одной стороны, композиционные материалы керамика/металл обладают характерными свойствами металлов, например, такими, как хорошая теплопроводность и электропроводность, высокая пластичность, а с другой стороны, они имеют высокую твердость, свойственную керамическим оксидным материалам [1]. Процесс лазерного спекания керамики отличается от традиционных процессов спекания в печах своей кратковременностью и наличием больших градиентов температур в тонком поверхностном слое образца, что зачастую при неправильно подобранных режимах спекания приводит к короблению, растрескиванию и эрозии поверхности образцов. Оксид алюминия является одним из наиболее перспективных керамических материалов для широкого спектра конструктивных применений благодаря сочетанию высокой твердости, термостойкости, химической инертности и доступности. В монографиях [2,3] достаточно широко представлены исследования, связанные с изучением термостойкости теплозащитных покрытий на основе  $ZrO_2$  и путей ее повышения за счет подбора оптимального состава теплозащитных покрытий и жаропрочного подслоя и способов их получения. Другой путь повышения термостойкости теплозащитных покрытий на основе  $ZrO_2$  состоит в изменении свойств поверхности за счет кратковременных концентрированных тепловых действий на поверхность жаропрочных покрытий. Как отмечалось в [4,5], при термоциклировании внешняя атмосфера, благодаря пористой структуре верхнего керамического покрытия, проникает к поверхности металлического подслоя  $Ni-Cr-Al-Co-Ta-Y$  и вызывает его окисление. В результате на границе металл-керамика формируется слой  $Al_2O_3$ , изменяющий напряженное состояние покрытия, что приводит к нарушению контакта и отслоению керамики. Для снижения скорости окисления подслоя поверхность теплозащитного покрытия из  $ZrO_2$  оплавляют либо лазерным излучением, либо плазмой [6,7]. Воздействие концентрированных тепловых потоков на поверхность жаропрочных покрытий приводит к появлению волнообразного рельефа, являющегося результатом образования и наложения волн расплавленного материала [6,7]. На поверхности образцов появляются трещины, обусловленные возникновением термических напряжений, ширина которых не превышает 2 мкм, а глубина – 10 мкм. В большинстве случаев глубина трещин меньше толщины трансформированного слоя, т.е. наблюдается частичная герметизация защищаемой поверхности. Образовавшиеся фрагменты в поперечнике не превышают 50 мкм.

Цель данной работы состоит в снижении температуры спекания оксидной керамики и градиента температуры в местах воздействия лазерного излучения за счет введения стабилизирующих добавок. Для керамики  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$  в качестве стабилизирующих добавок используют  $Ni$ ,  $Co$  и некоторые другие элементы, которые при малых концентрациях (менее 1 мол.%), не образуя твердый раствор, снижают температуру спекания и пористость, а также за счет увеличения теплопроводности уменьшают градиент температуры, что предотвращает поверхностное растрескивание керамики при локальном лазерном воздействии.

## ЭКСПЕРИМЕНТ

В данной работе в качестве стабилизирующей добавки был использован Co и Ni. Равномерное введение стабилизирующей добавки по всему объему керамического образца обеспечивалось за счет предварительного химического осаждения металлической пленки кобальта и никеля на поверхность частиц порошка  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZrO}_2$ . Технология химического осаждения позволяет получать на поверхности керамических частиц металлические пленки равномерной толщины, начиная с долей микрона, и таким образом реализуется возможность равномерного распределения стабилизирующих добавок по всему объему керамического образца.

Керамические порошки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZrO}_2$  предварительно подвергались компактированию с помощью гидравлического пресса типа ПГ-1, который обеспечивал давление  $200 \text{ кг/см}^2$ . Порошковые компакты в виде таблеток диаметром 10 мм и толщиной 3 мм получали методом статического прессования при давлении 2 МПа с использованием в качестве связующего 10%-го водного раствора ПВС. Размер используемых частиц порошка составлял 40 мкм. Толщина пленки кобальта/никеля, нанесенного путем химического осаждения на керамические частицы, по оценкам не превышала 2 мкм.

Изучалась возможность как твердофазного, так и жидкофазного спекания образцов при постоянной плотности мощности лазерного излучения.

В качестве источника лазерного излучения использовался непрерывный  $\text{Nd}^{+3}:\text{YAG}$  лазер типа ЛТН-103 ( $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$ ). Ось луча перемещалась перпендикулярно поверхности подложки компакта с постоянной скоростью  $v$ . С помощью линзы на поверхности образцов формировался лазерный пучок с различной плотностью мощности  $q$ . Контроль мощности излучения осуществлялся с помощью измерителя мощности ИМО-2Н. Длительность облучения  $\tau$  в разных экспериментах варьировалась изменением скорости перемещения лазерного луча  $v$ .

На рисунке 1 представлена фотография поверхности компактного образца, изготовленного из порошка  $\text{ZrO}_2$  плакированного Co, после воздействия лазерного излучения плотностью мощности  $q = 3.0 \text{ кВт/см}^2$  при скорости перемещения образца  $v=1 \text{ см/с}$ . Видно, что такой режим лазерного спекания (жидкофазный механизм спекания) протекает с качественным оплавлением поверхности образца, т.е. отсутствуют следы эрозии и трещины как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча. Микротвердость оплавленной поверхности образца была не менее 13.5 ГПа. Глубина проплавления составляла 20-30 мкм. Следует отметить, что нам не удалось осуществить лазерное твердофазное спекание образцов.

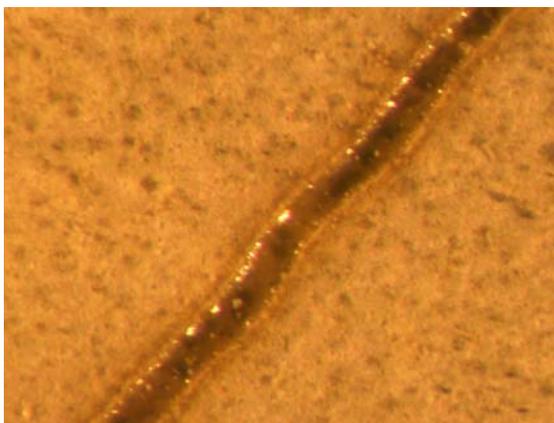


Рисунок 1 – Поверхность компактного образца, изготовленного из порошка  $\text{ZrO}_2$  плакированного Co, после воздействия лазерного излучения:  $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$ , плотность мощности излучения  $q=3.0 \text{ кВт/см}^2$ , скорость перемещения образца  $v = 1 \text{ см/с}$

На рисунке 2 представлена фотография поверхности компактного образца, изготовленного из порошка  $ZrO_2$  плакированного Ni, после воздействия лазерного излучения плотностью мощности  $q = 3.0 \text{ кВт/см}^2$  при скорости перемещения образца  $v = 1 \text{ см/с}$ . Видно, что и для этого случая лазерное спекание (жидкофазный механизм спекания) протекает с качественным оплавлением поверхности образца без следов эрозии и образования трещин как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча. Микротвердость оплавленной поверхности образца была не менее 12 ГПа. Глубина проплавления составляла 20-30 мкм.

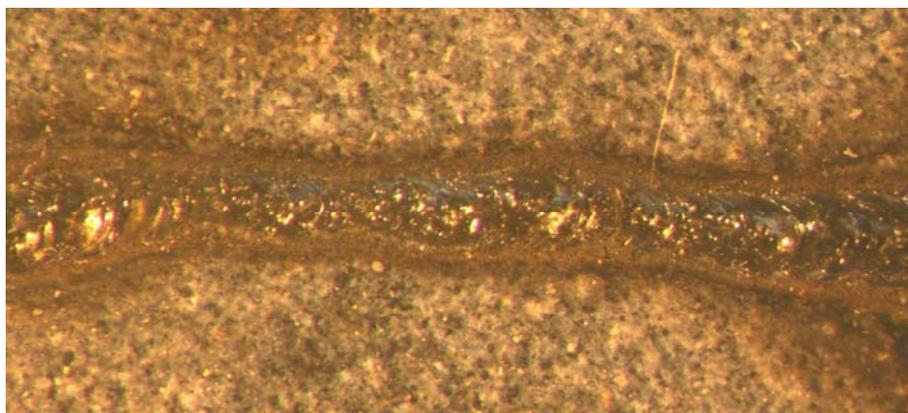


Рисунок 2 – Поверхность компактного образца, изготовленного из порошка  $ZrO_2$  плакированного Ni, после воздействия лазерного излучения:  $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$ , плотность мощности излучения  $q = 3.0 \text{ кВт/см}^2$ , скорость перемещения образца  $v = 1 \text{ см/с}$

Аналогичный результат был получен для керамики из оксида алюминия, частицы которого были плакированы кобальтом. На рисунке 3 представлена фотография поверхности компактного образца, изготовленного из порошка  $Al_2O_3$  плакированного Co, после воздействия лазерного излучения плотностью мощности  $q = 2.8 \text{ кВт/см}^2$  при скорости перемещения образца  $v = 1 \text{ см/с}$ . На фотографии видно, что отсутствуют следы эрозии и трещины как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча. Микротвердость оплавленной поверхности образца была не менее 13 ГПа. Глубина проплавления составляла 20-30 мкм.



Рисунок 3 – Поверхность компактного образца, изготовленного из порошка  $Al_2O_3$  плакированного Co, после воздействия лазерного излучения:  $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$ , плотность мощности излучения  $q = 2.8 \text{ кВт/см}^2$ , скорость перемещения образца  $v = 1 \text{ см/с}$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Равномерное введение стабилизирующих добавок Co, Ni в керамические порошки  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$  путем химического осаждения Co, Ni на частицах порошка позволяет осуществить локальное лазерное жидкофазное поверхностное спекание предварительно спрессованных порошковых компактов  $Al_2O_3/Co$ ,  $ZrO_2/Co$  и  $ZrO_2/Ni$ , что в дальнейшем может быть использовано для повышения эксплуатационных характеристик изделий из оксидной керамики, в частности для повышения долговечности теплозащитных покрытий.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант T08M-002).

### Список использованных источников

1. Сайфуллин, Р. С. Неорганические композиционные материалы / Сайфуллин Р.С. – М.: Химия, 1983. – 299 с.
2. Ильющенко, А. Ф. Теплозащитные покрытия на основе  $ZrO_2$ . / А. Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск : НИИ ПМ с ОП (1998). – 128с.
3. Кайнарский, И. С. Процессы технологии огнеупоров / И. С. Канарский. – М.:Металлургия (1969).- 352 с.
4. Яковчук, К. Ю. Разрушение конденсационных покрытий металл-керамика при термоциклировании / К. Ю. Яковчук [и др.] // Пробл. спец.электрометаллургии. – 1989. – №4. – С.62-68.
5. Грачев, С. Е. Результаты лабораторных и стендовых испытаний образцов и лопаток с покрытиями  $Ni-Cr-Al-Y/ZrO_2$  // Электронно-лучевые и газотермические покрытия. – Киев: ИЭС им.Е.О.Патона. – 1988. – С.37-43.
6. Касаткин, А. В. Формирование жаростойких покрытий при воздействии лазерного излучения / А. В. Касаткин [и др.] // Физика и химия обработки материалов. – 1995. – С.68-70.
7. Толочко, Н. К. Трансформирование покрытий  $ZrO_2$  под действием лазерного излучения / Н. К. Толочко [и др.] // Материалы, Технологии, Инструменты. – 2001. – Т.6, – №3, – С.82-85.

## SUMMARY

Laser surface melting of heat resist  $ZrO_2$  ceramic and  $Al_2O_3$  oxide ceramics has been carried out. Particles of  $ZrO_2$  and  $Al_2O_3$  were preliminary coated Co or Ni by chemical method. Flowed ceramic surface have smooth without breaks.

УДК 658.51:621.81

## ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДСТВА В ЗАДАЧЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТИПИЗИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

*Н.В. Беляков, Н.Н. Попок*

В настоящее время в машиностроении находят применение системы автоматизированного проектирования технологических процессов двух видов: 1) системы адресации; 2) диалоговые системы. Первые разработаны для деталей типа тел вращения и планок на базе комплексного технологического процесса (ТП) на типовые детали. Вторые могут быть использованы и для нетипизированных деталей, но только достаточно опытным технологом. С их помощью технолог,

используя опыт и интуицию, может выбрать из базы данных переходы, оборудование и т.д., нормировать расход времени и материала, рассчитать режимы резания. Однако эти системы не позволяют для нетипизированных деталей в автоматизированном режиме назначить технологические базы, порядок обработки поверхностей, порядок смены баз внутри этапов типовой схемы механической обработки, выдавать задание на проектирование (выбор) станочных приспособлений. Для нетипизированных деталей проектируется индивидуальная технология обработки каждой заготовки. По оценкам экспертов 80 % нетипизированных деталей относится к классам «корпус» и «некруглые стержни».

Для решения задачи компьютерного проектирования технологии изготовления нетипизированных деталей классов «корпус» и «некруглые стержни» необходимо создать информационную конструктивно - технологическую модель объекта производства.

Целью работы являлось 1) определение признаков классификации конструктивных элементов нетипизированных деталей классов «корпус» и «некруглые стержни»; 2) построение моделей состояния конструктивных элементов на этапах обработки; 3) определение моделей внутримашинного хранения и оперирования информацией о конструктивных элементах и размерных связях между ними в задаче синтеза технологического процесса механической обработки.

В работе использовались методы системно-структурного анализа и моделирования, теории графов, алгебры логики, теории множеств, теории алгоритмов и теории базирования.

Для решения задачи преобразования конструкторской информации в форму для формального принятия технологических решений в процедурах синтеза схем базирования, а также для связи элемента классификации с основами проектирования технологии предлагается рассматривать деталь как совокупность взаимосвязанных функциональных модулей разных уровней сложности и различного назначения. Функциональный модуль (ФМ) – это группа элементарных поверхностей, вместе выполняющих хотя бы одну функцию. Во многих случаях одна из поверхностей функционального модуля (главная поверхность) обеспечивает выполнение служебного назначения, а остальные являются вспомогательными.

Функциональные модули связываются друг с другом системой размеров (линейных и угловых) и допусков. Конфигурация детали может быть представлена в виде набора ФМ и характеристик их элементов (внутренних показателей) и структуры размерных и угловых связей между ними (внешних показателей).

Таким образом, для формализации определения комплектов баз ориентации, определения последовательности обработки и смены баз предлагается оперировать с моделью геометрических отношений между ФМ разных уровней сложности и служебного назначения, причем с учетом особенностей обработки конструктивных элементов и детали.

Классификатор ФМ деталей по сложности ФМ- $i_p$  построен иерархически [1,2]. ФМ нулевого ФМ-0 $r$  и второго ФМ-2 $r$  рангов сложности делятся на технологические и исполнительские. ФМ нулевого ранга ФМ-0 $r$  представляют собой элементарные поверхности, из которых строятся ФМ остальных уровней классификации. Деталь, таким образом, является функциональным модулем шестого и выше рангов сложности. Каждому элементу множества модулей каждого ранга в зависимости от главных поверхностей ставится в соответствие совокупность ряда признаков: ФМ- $i_p \rightarrow kspksgsvst$ , где  $k$  – класс ФМ (плоские ФМ, ФМ вращения, винтовые ФМ);  $pk$ - подкласс ФМ (плоский ФМ, ФМ- паз, ФМ-окно, ФМ- направляющая, ФМ элементарный вращения, ФМ- канавки продольные, ФМ канавки торцовые, ФМ- резьбы) и т.д. Используя такую классификационную сетку, несложно каждому компоненту поставить в соответствие определенный идентификатор (код), отражающий ранг ФМ, и определяющий его на множестве признаков.

Классификационное множество модулей по служебному назначению предлагается представлять в виде выражения

$$\Phi M = (OBБ) \cup (KP) \cup (KM) \cup (OBH),$$

где (OBБ) – множество функциональных модулей, образующих основные и вспомогательные сборочные базы; (KP) – множество крепежных функциональных модулей; (KM) – множество модулей коммуникаций; (OBH) – множество объединительных модулей.

Деталь можно представить в виде выражения

$$KD = \Phi M_1 \cup \Phi M_2 \cup \Phi M_{j-1} \dots \cup \Phi M_j \dots \cup \Phi M_n.$$

Причем под множеством  $\Phi M_i$  подразумевается комплексный ФМ – структурно максимально сложный, имеющий наивысшие показатели качества, все поверхности которого возможно обработать с одного станова:

$$\Phi M_j = (n_1, n_2, \dots, \bar{n}_m, \dots, n_{i-1}, \dots, n_i),$$

где  $n_i \in \Phi M$  – ip,  $\bar{n}_m$  – главные поверхности модуля. Структурный состав частного модуля формируется методом адресации из комплексного ФМ:

$$\Phi M_1 = (n_1, n_3 \dots n_6); \Phi M_5 = (n_1, n_2 \dots n_9) \text{ и т.д.}$$

На основе проведенного анализа чертежей деталей, а также технологических процессов их механической обработки в конструкторских и технологических бюро станкостроительных заводов Витебской области ОАО «ВИЗАС», РУП «ВИСТАН» (г. Витебск), РУПП «Красный борец» (г. Орша) определено порядка 1100 частных функциональных модулей различных классификационных множеств. Комплексирование частных ФМ по конструктивному и технологическому признаку позволило разработать иллюстрированный классификатор комплексных ФМ деталей классов «корпус» и «некруглые стержни» по служебному назначению.

Увеличение значений параметров точности ФМ и детали в целом при механической обработке происходит последовательно за несколько ступеней (этапов: з – заготовительный, п – предварительный, ч – чистовой, о – отделочный). Это вызвано наследованием погрешности обработки и введением химико-термической обработки. Поэтому деталь предлагается представлять не просто набором ФМ и геометрических связей между ними, а моделями состояний ФМ на этапах обработки.

Определение состояния ФМ ( $\Phi M_j^3 \Phi M_j^П \Phi M_j^Ч \Phi M_j^О$ ) и маршрута его обработки на этапах предлагается осуществлять двумя способами: 1) с помощью стандартных маршрутов, применяемых на том или ином предприятии для ФМ различного служебного назначения, 2) с помощью синтеза возможных вариантов маршрута ФМ низкого ранга на основе моделирования состояния показателей его качества. Для формализации назначения маршрута по первому методу предлагается использовать понятие технологического регламента (ТР) обработки ФМ – совокупности упорядоченной технологической информации о ФМ:

$$\Phi M_j \rightarrow TP_j = \{n_i^{пчо}, \text{пер}_{y_i}, P_u, Y_n, \mathcal{E}\},$$

где  $n_i^{пчо}$  – совокупность обрабатываемых ФМ нулевого ранга;  $\text{пер}_{y_i}$  – переходы обработки и их точность);  $P_u$  – виды режущего инструмента и их размерные характеристики);  $Y_n$  – фрагменты управляющей программы для станков с числовым программным управлением;  $\mathcal{E}$  – этап типовой схемы обработки, в который распределяется переход. Разработаны технологические регламенты и схемы распределения припусков по этапам типовой схемы для наиболее распространенных комплексных ФМ.

Исходными данными для моделирования по второму методу являются:



Внешние показатели определяют расположение ФМ относительно других ФМ детали. Оперирование с внешними параметрами организовано с помощью графов размерных связей  $R(x,y,z)$  главных поверхностей ФМ в трех координатных направлениях и графов угловых связей  $U$  обрабатываемых главных поверхностей ФМ по отношению к обрабатываемым поверхностям и угловых расположений обрабатываемых поверхностей по отношению к необрабатываемым на этапе типовой схемы обработки.

Множество  $R$  представляется в виде неориентированного графа типа дерева

$$R_{(x,y,z)} = (\bar{N}, V),$$

где  $\bar{N} = \{\bar{n}_1, \bar{n}_2, \dots, \bar{n}_m\}$   $|\bar{N}| = m$  – множество вершин (главных поверхностей модуля).

Множество линейных размеров, соединяющих любые пары вершин  $(\bar{n}_i, \bar{n}_j) \in \bar{N}$  есть множество ребер  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$   $|V| = k$ . Причем множество ребер является неориентированными линиями, для которых не существует порядок соединения вершин  $v_i = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)$  или  $v_i = (\bar{n}_j, \bar{n}_i)$ . Граф  $R_{(x,y,z)}$  представляется с помощью матрицы смежности

$$R_{(x,y,z)}^{cm} = \left\| v_{i,j} \right\|_{m \times m}.$$

Граф  $U$  отражает отношения перпендикулярностей и углов между главными поверхностями ФМ с учетом особенностей их технологического обеспечения. Связями на графе указывается отношение рассматриваемого ФМ к поверхности ФМ, являющейся базой ориентации. Направление связи указывает базовый элемент, по отношению к которому ориентируется поверхность.

Множество угловых связей можно представить в виде ориентированного графа

$$U = (\bar{N}, Y),$$

где  $\bar{N} = \{\bar{n}_1, \bar{n}_2, \dots, \bar{n}_m\}$   $|\bar{N}| = m$  – множество вершин (главных поверхностей модуля).

Множество угловых размеров, соединяющих любые пары вершин  $(\bar{n}_i, \bar{n}_j) \in \bar{N}$  есть множество дуг  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_l\}$   $|Y| = l$ . Множество дуг является ориентированными линиями, для которых существует порядок соединения вершин. Каждая дуга  $y_i \in Y$  определяется упорядоченной парой вершин  $y_i = \langle \bar{n}_i, \bar{n}_j \rangle$ . Причем  $y_i = \langle \bar{n}_i, \bar{n}_j \rangle$  и  $y_i = \langle \bar{n}_j, \bar{n}_i \rangle$  – это различные дуги в графе.

Граф  $U$  предлагается представлять в виде матрицы инцидентности

$$U = \left\| y_{i,j} \right\|_{m \times k}.$$

Используя показатели множества ПКп<sub>i</sub> как Хр, Гбр, Кч, Ор, а также принципы корректности задания ориентации, разработаны символьные логические правила формирования графов угловых расположений и графов симметричных деталей.

С помощью предлагаемой модели формирования информационной конструктивно-технологической модели становится возможным решение задачи определения комплекта баз ориентации [3] и последовательности обработки заготовки.

Исходными данными алгоритма определения комплектов баз ориентации являются  $\Phi M_j; TP_j; R(x,y,z); U$ .

Для определения комплектов баз используется нижеприведенный алгоритм.

Шаг 1. Используя ФМ<sub>j</sub> и ТР<sub>j</sub> формируются модели модулей  $\Phi M_j^{\Pi}; \Phi M_j^{\text{Ч}}; \Phi M_j^{\text{О}}$  и детали  $KД_j^{\Pi}; KД_j^{\text{Ч}}; KД_j^{\text{О}}$  после выполнения этапа типовой схемы обработки.

Шаг 2. Задаются внутренние показатели ФМ  $ПКn_i^{\Pi}; ПКn_i^{\text{Ч}}; ПКn_i^{\text{О}}$ .

Шаг 3. Используя ПК<sub>n<sub>i</sub></sub>, R(x,y,z) и U чертежа детали формируются модели размерных и угловых связей поверхностей на этапах (рисунок 2).

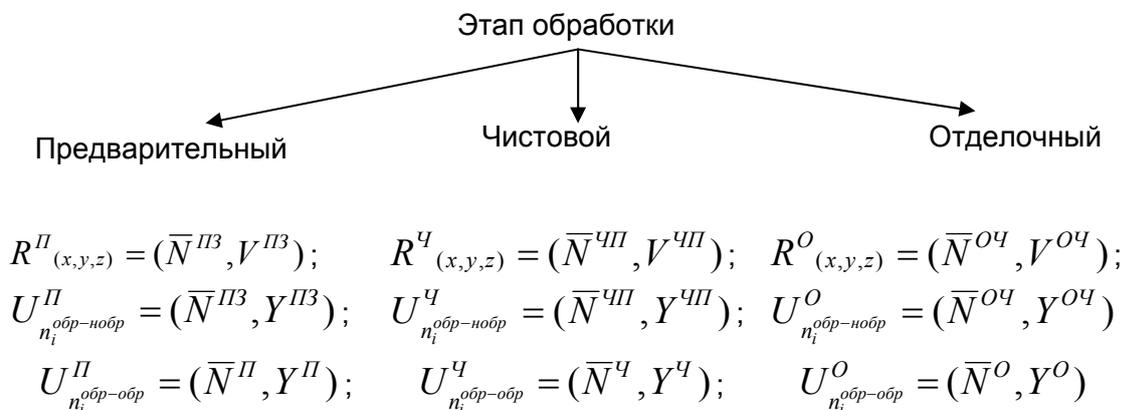


Рисунок 2 – Модели размерных и угловых связей на этапах обработки

Графы на этапах строятся по обозначениям размерных связей и допусков относительных поворотов с чертежа детали. Такой подход необходим для того, чтобы уменьшить наследование погрешности обработки и число звеньев технологических размерных цепей, в которых замыкающим звеном является чертежный размер.

Шаг 4. Совместный анализ графов размерных и угловых связей этапа обработки для определения возможных комплектов баз для осей (см. ниже) и плоскостей

$$\bar{n}_i(O) \rightarrow (R^{\Pi}_X \wedge R^{\Pi}_Y) \vee (R^{\Pi}_Y \wedge R^{\Pi}_Z) \vee (R^{\Pi}_X \wedge R^{\Pi}_Z);$$

$$\{v_{iX} = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)_X\} \wedge \{v_{iY} = (\bar{n}_i, \bar{n}_p)_Y\} \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p;$$

$$\{v_{iX} = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)_X\} \wedge \{v_{iZ} = (\bar{n}_i, \bar{n}_p)_Z\} \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p;$$

$$\{v_{iY} = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)_Y\} \wedge \{v_{iZ} = (\bar{n}_i, \bar{n}_p)_Z\} \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p;$$

$$\bar{n}_i(O) \rightarrow U_{n_i^{\text{обр-обр}}}^{\Pi} \vee U_{n_i^{\text{обр-обр}}}^{\text{Ч}} \rightarrow y_i = \langle \bar{n}_i, \bar{n}_l \rangle \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p - \bar{n}_l.$$

Согласно модели номер обрабатываемой поверхности (ее оси (O) или плоскости (P)) отыскивается на графе (по одной оси для плоской поверхности, по двум координатным осям для оси) размерных связей. Определяется ее связь (или связи) с другими ближайшими поверхностями на графах размерных связей, т.е. определяются кратчайшие пути на графе от рассматриваемой поверхности до других поверхностей. Далее для плоских поверхностей на графах угловых расположений обрабатываемых поверхностей комплект дополняется двумя поверхностями, для оси комплект дополняется одной поверхностью.

Таким образом, формируется массив возможных комплектов баз. Анализ сформированных массивов комплектов для ФМ с учетом ряда условий (возможность оборудования, требования по выбору баз на первой операции, использование настроечных баз) позволяет сформировать маршрут обработки заготовки [1,4].

Представление разработанных моделей, методик, алгоритмов, баз данных, баз знаний на языке теории графов, алгебры логики, теории множеств, теории алгоритмов, теории размерных цепей и теории вероятностей позволило создать

программно-информационный комплекс автоматизации процедур синтеза индивидуальных технологических процессов механической обработки оригинальных нетиповых заготовок деталей и доказать работоспособность моделей, методик и алгоритмов.

В результате проведенных исследований предложен метод синтеза информационной конструкторско-технологической модели нетипизированной детали и ее заготовки из параметризованных комплексных функциональных модулей, структуры размерных и угловых связей между главными поверхностями модулей, а также технологических регламентов обработки, позволяющий решить задачу определения порядка обработки и смены баз, синтеза комплектов баз для обработки заготовок нетипизированных деталей.

#### Список использованных источников

1. Беляков, Н. В. Формализация проектирования технологических процессов механической обработки корпусных деталей машин : научное издание / Н. В. Беляков, Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 147 с.
2. Попок, Н. Н. Мобильная реорганизация машиностроительного производства / Н. Н. Попок. – Минск : УП «Технопринт», 2001. – 396 с.
3. Махаринский, Е. И. Базирование в задачах создания САПР процессов механической обработки и средств оснащения / Е. И. Махаринский, Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский // Вестник ПГУ. – 2008. – №2, Серия В. Прикладные науки. – С. 47-56.
4. Беляков, Н. В. Формализация синтеза технологических процессов механической обработки заготовок корпусных деталей машин / Н. В. Беляков // Материалы, технологии, инструменты. – 2006. – № 4. – С. 32–38.

#### SUMMARY

The method of a synthesis of information design and technological model of not typified detail and its preparation from complex functional modules, structures of dimensional and angular communications between the main surfaces of modules, and also production schedules of the machining is offered, allowing to present preparation in a problem of definition about machining and change of baselines, a synthesis of complete sets of baselines.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И РЕЦЕПТУРЫ ЭМУЛЬСИОННЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ОПАЛУБКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

*В.В. Иваненко, В.Н. Сакевич*

При производстве железобетонных изделий в формах, а также при монолитном строительстве одной из операций является смазка форм для разборной опалубки.

В РБ ориентировочно потребности в смазке составляют 150 - 200т, а по другим данным – до 300т в месяц, и эта цифра в ближайшие годы будет расти в связи со строительным «бумом». Минимальная цена за 1т концентрата порядка 1500\$. Закупки импортных смазок, выпускаемых фирмами Техасо, Shell, Bchem, Peri и др. обходится в 3-8 \$ за 1 кг. В год по самым скромным оценкам тратится на импорт смазки порядка 5,5млн. \$.

Анализ ситуации в Республике Беларусь показал, что наряду с проблемой импортозамещения существует и научная нерешенность вопроса, которая заключается в отсутствии научно обоснованной концепции подбора составов смазки.

Готовая смазка должна отвечать целому комплексу требований:

- повышенная адгезия к металлу (для удержания на вертикальных поверхностях форм) и пониженная адгезия к бетону (для облегчения распалубки изделий без их повреждения);
- исключение возможности появления пятен и воздушных пор на поверхности изделий, прилегающих к форме, и снижения прочности и плотности бетона в поверхностных слоях;
- возможность механизации и автоматизации приготовления и нанесения смазки на поверхность форм;
- отсутствие необходимости в очистке поверхности форм от остатков бетона;
- смазка должна не только не вызывать коррозии металла форм, но и обладать антикоррозионными защитными свойствами, не содержать летучих вредных для здоровья веществ, быть безопасной в пожарном отношении. Наконец, в составе смазки не должно быть дорогостоящих и дефицитных материалов.

Следует отметить, что импортируемые смазки также не удовлетворяют всему комплексу требований.

Цель настоящей работы – это разработка составов и создание новых технологий производства ассортимента эмульсионных смазок при производстве ЖБИ с применением различных видов опалубки (металлические формы, деревянная опалубка, ламинированная фанера, пластиковые формы и др.) на основе нефтехимических продуктов промышленных предприятий Республики Беларусь.

За прототип выбрана смазка ВЛВ-15 (торговая марка «Поронет»), обладающая наилучшими качествами по результатам ее применения на предприятиях строительной отрасли в РБ. Смазка ВЛВ-15 представляет собой множественную эмульсию (В/М/В) молочного или серого цвета, приготовленную смешиванием воды и эмульсола ВЛВ. Смазка предназначена для смазывания металлических форм в производстве предпочтительно плоских бетонных и железобетонных изделий

горизонтального формования с повышенными требованиями к качеству поверхности. Рабочие составы смазки готовятся путем дозирования и смешивания в любом порядке составляющих (эмульсола и питьевой воды), с получением ровной светлой эмульсии без жировых сгустков. Наносится на форму любым применяющимся на заводе способом. Получение беспоровой известково-белой поверхности железобетонных изделий и минимальной адгезии бетона к форме обеспечивается при применении рабочих составов эмульсий в рекомендованных интервалах концентраций и при работе на очищенных от наростов бетона формах.

Были изучены некоторые физические свойства смазки ВЛВ на полученном образце. Состав эмульсола не известен. По внешнему виду представляет собой маслянистую жидкость темно-коричневого цвета. При растворении в воде легко образует в любых концентрациях эмульсии молочно-серого цвета. Эмульсия весьма устойчива. При концентрации 10% в течение 6 месячной выдержки седиментация и коалесценция ее незначительна: в 100 мм слое эмульсии толщина верхнего слоя (коалесцированной фазы) составила 2 мм. На рисунке 1 показана структура получаемой эмульсии ВЛВ-15, а на рисунке 2а показан образец бетонной поверхности после применения в качестве смазки для разборной опалубки эмульсии ВЛВ-15. Для сравнения на рисунке 2б - образец бетонной поверхности после применения в качестве смазки для разборной опалубки отработанного масла.

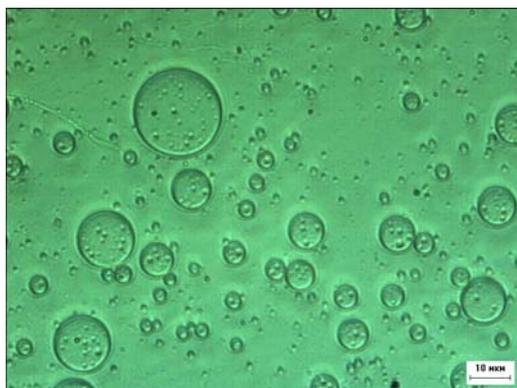


Рисунок 1 – Множественная эмульсия (В/М/В) ВЛВ-15, наиболее зарекомендовавшая себя в строительстве для смазки форм для разборной опалубки. Импортируется из России



а



б

Рисунок 2 – а – образец поверхности бетонной плиты после применения в качестве смазки для разборной опалубки эмульсии ВЛВ-15. б – образец поверхности бетонной плиты после применения в качестве смазки для разборной опалубки отработанного масла

Обзор сырьевой базы в пределах Республики показал, что наиболее дешевым источником для производства смазки могут служить продукты переработки нефти на республиканских предприятиях, в частности, Новополоцкого нефтеперерабатывающего завода. В результате анализа установлено, что на этом предприятии в производстве масел и присадок имеются продукты, которые могли бы стать основой для производства антиадгезионных смазок. Это парафин, петролятум, масла и присадки различных типов. В производстве присадок к маслам мощности предприятия полностью не загружены, а потому и на самом предприятии существует интерес к производству аналогичной продукции.

С другой стороны, выбор в качестве сырьевого источника продукта переработки нефти усложняет задачу тем, что состав нефтепродуктов сложен с химической точки зрения, так как нефть различается по составу в зависимости от месторождений, а продукты ее переработки еще и от применяемой технологии. Кроме того, как это известно, минеральные масла и парафины эмульсифицируются с трудом и эмульсии их не всегда устойчивы. При применении таких продуктов качество эмульсии будет зависеть от выбора эмульгатора и разработки метода получения эмульсии. Нужно отметить, что получение именно эмульсии преследует цель достичь противопожарной безопасности продукта.

В первую очередь были определены эмульгаторы, которые будут использоваться при приготовлении эмульсий, обладающие наилучшими свойствами. С учетом доступности были использованы:

- 1) оксиэтилированный алкилбензол неонол АФ9-12;
- 2) полиэтиленгликолевый эфир жирных спиртов ОС-20;
- 3) сульфенол отбеленный (алкилбензолсульфонат натрия);
- 4) натриевая соль жирных кислот (мыло хозяйственное);
- 5) синтанол ДС-На.

С учетом критической концентрации мицеллообразования для этих веществ были проведены опыты по приготовлению эмульсии на основе минерального масла И-40, которые показали, что наилучшей устойчивостью обладают эмульсии, приготовленные с применением в качестве эмульгатора ненола АФ9-12 с добавками жирных кислот, полученных из хозяйственного мыла. Устойчивость их составляла до 2 суток, с образованием слоя сливок и небольшой коалесценцией. Эмульсии готовились в лабораторных условиях с применением лабораторного оборудования. Изменялись концентрации эмульгатора, масла, порядок смешения компонентов, температура приготовления. Изучались устойчивость и размеры диспергируемой фазы.

С учетом полученных при этом результатов были испытаны эмульсии, приготовленные из продуктов, полученных на Новополоцком нефтеперерабатывающем заводе: присадок С-150 и НКГ.

Упомянутые выше присадки представляют собой кальциевую соль нафтеновых сульфокислот, которые используют: первую – в качестве моющей и диспергирующей присадки к моторным маслам, а вторую, – в качестве добавки к мазуту. Присадка С-150 представляет собой коричневую вязкую жидкость с небольшим запахом.

Проведены опыты по приготовлению эмульсий с применением всех вышеперечисленных эмульгаторов. После приготовления эмульсии практически сразу коалесцировали. Это подтверждает то, что С-150 прекрасно растворяется в масле и образует при этом в нем обратные эмульсии с водой. Поэтому приготовить из нее прямую эмульсию естественно не получилось. Но с учетом содержания в присадке кальция была сделана попытка заменить содержащийся кальций эквивалентным количеством натрия обменной реакцией с кальцинированной содой. При этом была получена устойчивая обратная эмульсия с водой, светло-коричневого цвета и немного большей вязкости, чем исходная присадка.

Присадка НКГ обладает более сильным неприятным запахом и большим содержанием отходов производства присадок. По этой причине после нескольких опытов с получением нежелательных результатов работы с ней решено было не продолжать.

Были проведены исследования полученных на «ЛЛК-Нафтан» базового и нейтрального масел, сукцинимидной и алкилфенольных присадок на предмет получения эмульсий.

Исследования показали, что наилучшей устойчивостью обладают эмульсии, приготовленные с применением в качестве эмульгатора неонола АФ9-12 с добавками жирных кислот.

Проведенные работы по получению эмульсий из материалов, полученных из Новополюцка, подтверждают встречающееся в соответствующей литературе утверждение, что минеральные масла плохо поддаются эмульсифицированию даже при использовании самых лучших эмульсификаторов.

Полученные эмульсии на основе неонола и минерального базового масла ВД-3 не обладали высокой седиментационной устойчивостью, т.е. через непродолжительное время, от получаса до суток, происходило расслаивание эмульсии на две части: верхнюю, так называемые сливки, и нижнюю, менее концентрированную эмульсию.

В литературе приводятся составы, которые содержат помимо минеральной составляющей жирные кислоты, природные или синтетические.

Исследования показали, что эмульсии, приготовленные из смеси минерального масла и жирной кислоты, обладают высокой седиментационной устойчивостью. Эмульсия, приготовленная на основе масла ВД-3, неонола и жирной кислоты устойчива в течение более месяца, на поверхности не образуется после отстоя слоя масла, а слой сливок, если и образуется, то небольшой.

В качестве источника жирной кислоты использовались образцы жирных кислот для промышленной переработки ТУ РБ 190239501.035 производства ОАО «Гомельский жировой комбинат» с различной глубиной содержания олеиновой кислоты и влаги (№1- 92,75%, №2- 87,98%, №3 – 85,54%). Жирные кислоты на комбинате получают из soap-стоков и используются для производства хозяйственного мыла. Учитывая небольшую стоимость их, как вторичного продукта, получаемого из отходов основного производства комбината, использование этих жирных кислот в качестве компонента антиадгезионных смазок было бы весьма целесообразно.

На первом этапе для достижения поставленной цели проводилась работа по получению устойчивой эмульсии на основе минерального масла ВД-3 производства Новополюцкого нефтеперерабатывающего завода, неонола АФ9-12 и полученных образцов жирных кислот производства ОАО «Гомельский жировой комбинат».

Установлено, что при смешении указанных компонентов в пропорции 4:1:2 образуется эмульсол, при растворении которого в воде при 10% концентрации образуются устойчивые прямые эмульсии (типа «масло в воде»). На рисунке 3 приведена фотография различных эмульсий, после выдержки в течение 1 месяца.

На рисунке 3 под №1 представлена 10% эмульсия на основе эмульсола ВЛВ, №2 – 10% эмульсия на основе масла ВД-3 и жирных кислот, №3 – 10% эмульсия рапсового масла в воде с триэтаноламином в качестве эмульгатора, №4 – 10% эмульсия рапсового масла в воде с неонолом АФ9-12 в качестве эмульгатора.

Отметим, что в эмульсии на основе эмульсола ВЛВ образуется значительных слой сливок, в то время как в образце эмульсии под №2 этот слой незначителен. Эмульсии под №№3 и 4 неустойчивы, седиментируют и коалесцируют.

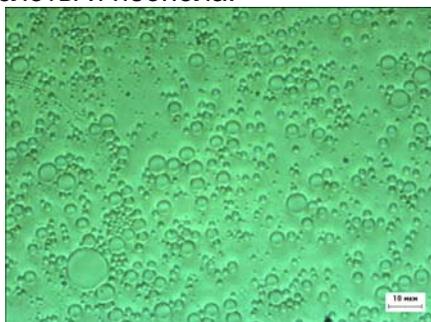
Упомянутые выше образцы эмульсий на основе рапсового масла были получены с целью поиска замены минеральному маслу ВД-3.



Рисунок 3 – 1 – 10% эмульсия на основе эмульсола ВЛВ; 2 - 10% эмульсия на основе масла ВД-3 и жирных кислот; 3 - 10% эмульсия рапсового масла в воде с триэтаноламином в качестве эмульгатора; 4 - 10% эмульсия рапсового масла в воде с неололом АФ9-12 в качестве эмульгатора

Известно, что минеральные масла вызывают множественные проблемы в экологическом плане. Кроме того, в Республике Беларусь есть несколько заводов, производящих рапсовое масло. Замена их на биоразлагаемые продукты была бы желательна, но для эмульсола, используемого для смазки форм при производстве ЖБИ, нет отходов – эмульсия вступает в реакцию с поверхностью бетона. Поэтому, какое масло применяется в экологическом плане не актуально. Также следует отметить, что на данный момент рапсовое масло дороже минерального, и существует его определенный дефицит.

Однако отметим, что полученные отрицательные результаты в отношении эмульсий на основе рапсового масла не означают бесперспективность получения устойчивых эмульсий на его основе, а лишь только то, что для этого требуется разработка другого состава и применение других эмульгаторов. Проведенное испытание 10% эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола в качестве антиадгезионной смазки при производстве бетонных изделий показало, что приготовление ее из эмульсола растворением в воде имеет отрицательную сторону, по сравнению с ВЛВ, так как этот эмульсол хуже растворяется в воде. При недостаточно хорошем перемешивании или при низкой температуре воды образуются хлопья, в результате чего на поверхности изделия образуются жирные пятна. На рисунке 4а показана структура эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола.



а



б

Рисунок 4 – а – 10% эмульсия на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола; б – 10% эмульсия на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола. Концентрат эмульсола подвергнут ультразвуковой обработке по разработанной методике

Известно, что ультразвуковые колебания способны изменять свойства эмульгатора, в частности жирной кислоты. Были проведены дополнительные исследования по влиянию ультразвуковых колебаний на структуру эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола и на качество приготовленной эмульсии. На рисунке 4б показана структура эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола после воздействия ультразвуковыми колебаниями на концентрат.

Была приготовлена опытная партия эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола по разработанной технологии с применением ультразвуковой обработки и проведены производственные испытания эмульсии на заводе крупнопанельного домостроения (г. Витебск). На рисунке 5 приведен образец поверхности бетонной плиты после применения в качестве смазки для разборной опалубки эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола. Сравнивая рисунки 2а и 5 видно, что отечественная эмульсия, полученная на основе нефтехимических продуктов промышленных предприятий Республики Беларусь, не хуже импортной по основным показателям назначения. Таким образом, в результате проведенных исследований получена базовая рецептура устойчивой эмульсии для смазки форм при производстве ЖБИ из сырья предприятий РБ и определены основные технологические подходы для её получения и тем самым заложены основы для производства в РБ ассортимента высокоэффективных эмульсионных смазок на базе отечественного сырья.



Рисунок 5 – Образец поверхности бетонной плиты после применения в качестве смазки для разборной опалубки эмульсии на основе масла ВД-3, жирной кислоты и неолола. Концентрат эмульсола подвергнут ультразвуковой обработке по разработанной методике

#### SUMMARY

The structure of emulsion from petrochemical products of the industrial enterprises of the Republic of Belarus is received. Emulsion is intended for greasing of forms by manufacturing of reinforced-concrete products. The technology of its reception is developed. Emulsion does not concede on the basic indicators of appointment to import analogues.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДНОГО ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*А.С. Ковчур, В.В. Пятов*

Проведенный маркетинговый анализ позволил выявить тип изделий, замена традиционного материала в котором на дешевый осажденный порошок даст заметный экономический эффект без дорогостоящего рафинирования меди. Это облицовочные пластины электроконтактов, используемые в современном транспорте [2]. Отличительной особенностью условий, в которых работают контактные пары этих приборов, является большая частота срабатывания контактов, высокая мощность коммутирующего тока, сильная загрязненность среды, значительные ударные нагрузки.

По этим признакам пластины электроконтактов можно отнести к классу средненагруженных низковольтных аппаратов –  $U_n < 1000 \text{ В}$ ,  $I_n < 1000 \text{ А}$ .

В настоящее время такие пластины изготавливают из сплава, состоящего на 85 % из серебра и на 15 % из окиси кадмия. Вес такой пластины составляет 15-20 г в зависимости от типоразмера, стоимость – около 2 долларов за одну штуку. Срок эксплуатации одной пластины составляет в среднем 2 мес. Однако, в связи с повышающимися требованиями к защите окружающей среды использование окиси кадмия в электроконтактах должно быть ограничено или полностью устранено. Эти контакты, как правило, используются на троллейбусах, трамваях, электричках метрополитена, дизель-электропоездах железной дороги, электропогрузчиках. Они состоят из медного или латунного контактодержателя и напаянной на него электроэрозионной контактной пластины.

Проведенные исследования [1] показывают, что электрические контакты, изготавливаемые из серебра с окисью кадмия, могут быть заменены на контакты, полученные из меди. Медная пластина, изготовленная из осажденного порошка в условиях мелкосерийного производства, обойдется примерно в 50 центов.

Предварительно проведенные испытания показали, что при содержании меди в изделии 95-97 % срок его работы тоже около 2 мес, а сами контакты не уступают стандартно изготовленным из сплава серебра и окиси кадмия.

Не менее целесообразным оказалось применение полученного порошка меди для изготовления контактодержателей облицовочных пластин и электродов (рисунок а) для контактной сварки. Контактдержатели представляют собой прямые или изогнутые платины с центральным отверстием или проточкой соответственно. Они должны обладать хорошей электропроводностью и достаточной для длительной работы контакта прочностью. К контактодержателям припаиваются облицовочные пластины и получаются готовые контакты (рисунок б).



Рисунок – Электроды для контактной сварки (а), контактодержатели с припаянными облицовочными платинами (б)

Как показали испытания, для изготовления контактодержателей вполне пригоден медный порошок, полученный из отходов гальванического производства. Если спекание изделий проводится в восстановительной атмосфере, то можно даже не заботиться о предварительном рафинировании и восстановлении осажденной из отходов меди. Физические свойства медных контактодержателей и электродов соответствуют свойствам аналогичных изделий, полученных методом порошковой металлургии из стандартных медных порошков [2]. Это объясняется высоким содержанием меди в осажденном порошке и незначительном влиянии примесей.

Физические свойства облицовочных пластин приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физические свойства облицовочных пластин

№ образца	Марка	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Электросопротивление, мкОм·м
1	Cu–W	10,4	0,022
2	Cu–Cd	8,7	0,023
3	Cu–C	7,0	0,04
4	Литая медь	8,9	0,017

Несколько неожиданным оказалось повышенное электросопротивление образца № 3, несмотря на то, что оба компонента по отдельности обладают хорошей электропроводностью. Физико-механические свойства контактодержателей и электродов для точечной сварки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства контактодержателей и электродов

Свойство	Контактодержатели из осажденного порошка	Электроды из осажденного порошка	Изделия из литой меди
Плотность	8,7	8,8	8,9
Временное сопротивление, МПа	240	280	260
Относительное удлинение, %	45	40	60
Твердость, НВ	38	41	38
Электросопротивление, мкОм·м	0,020	0,022	0,0174

Как видно из таблицы 2, наибольшую прочность и твердость имеют электроды, полученные из порошка. Это связано с двухпроходной технологией прессования, позволяющей увеличить плотность и механические свойства изделий. Кроме того, некоторое улучшение механических свойств и снижение электропроводности связано с наличием загрязнений (в основном железа), что приближает материал по составу к бронзам.

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА.** Для выяснения эксплуатационных свойств полученные изделия были подвергнуты испытаниям в условиях, максимально приближенных к рабочим. Электроконтакты испытаны на специальном стенде.

Электроды для контактной сварки испытаны в производственных условиях на машине для точечной сварки арматуры марки МТ1613. Испытания проводились до полного износа контактодержателей, каждый из которых выдерживал смену 20-40 облицовочных пластин.

Результаты испытаний облицовочных пластин представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты стендовых испытаний облицовочных пластин

Материал пластины	Количество соединений до разрушения
Cu–W	240000
Cu–Cd	180000
Cu–C	140000
Литая медь	120000

Наилучшую стойкость показали пластины из псевдосплава Cu–W. Именно этот материал будет использован при организации промышленного производства электроконтактов. Вызывает интерес также дешевый заменитель литой меди – псевдосплав Cu–C, который показал более высокие результаты, чем литая медь. Вероятно, доработка технологии изготовления облицовочных пластин из этого материала позволит увеличить его стойкость на 20-30 %. Результаты стендовых испытаний контактодержателей приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний контактодержателей

Материал контактодержателя	Количество соединений до разрушения
Осажденный порошок	2100000
Литая медь	3600000

Контактодержатели, изготовленные из медного проката, показывают стойкость в 1,7 раза большую, чем порошковые изделия (табл.4).

Результаты промышленных испытаний электродов приведены в таблице 5. Для сравнения таким же испытаниям подвергнуты электроды из литой меди, которые традиционно используют для сварки арматуры.

Таблица 5 – Максимальное число контактов порошковых и литых электродов в зависимости от силы рабочего тока и давления, тыс. рабочих циклов

Рабочее давление, кН	Рабочий ток, кА			
	10	12	14	16
Порошковый электрод				
5	140	130	110	80
6	100	90	80	65
7	80	72	66	56
8	70	65	60	48
Литой электрод				
5	140	132	120	100
6	107	94	90	80
7	84	78	75	70
8	75	68	68	56

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что электроды из осажденного порошка не уступают стандартным, а при силе тока (16 кА) электроды из литой меди показывают стойкость, на 20 % большую, чем предлагаемые изделия. По соотношению цена/производительность изготовленные электроды превосходят стандартные в 3-5 раз.

Список использованных источников

1. Набойченко, С. С. Гидрометаллургия меди / С. С. Набойченко, В. И. Смирнов. – М.: Metallurgy, 1974. – с. 272.
2. Горохов, В. М. Ресурсосберегающие технологии производства порошковых электроконтактных материалов для подвижного электротранспорта : сборник статей МНТК «Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение

## SUMMARY

On the base of experimental data the technology of production items of electrotechnical purpose from the besieged powder was worked out and an experimental lot of there items was produced. And only on greater currents (16 кА) electrodes from cast copper show stability, 20 % big, than offered products. On a parity the price/productivity the produced electrodes surpass standard in 3-5 times.

УДК 621.762.4

## ПЕРЕРАБОТКА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИКИ

*А.С. Ковчур, В.В. Пятюк*

В настоящее время из ежегодно образующихся около 16 тыс. т гальванических отходов перерабатывается немногим более 1 тыс. т, из них 79 % от предприятий, расположенных в Минской области. Отходы гальванических производств используются преимущественно в производстве строительных материалов и конструкций, т.е. подвергаются утилизации без переработки.

Современное гальваническое производство имеет на вооружении большое количество технологических процессов, для которых создано более 300 рецептов технологических растворов, соответственно, и методы очистки сточных вод от гальванических установок довольно разнообразны. Эти обстоятельства, а также применение на отдельно взятых предприятиях от 1 до 10 и более гальванических процессов определяет широкое разнообразие составов образующихся шламов. Как правило, шламы от разных процессов собираются совместно и хранятся на территории предприятий в зависимости от класса опасности и объема в металлических контейнерах, герметичных ёмкостях, отстойниках-илоуплотнителях, шламонакопителях и др.

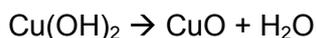
**Переработка медьсодержащих нитратных растворов.** Исходя из анализа отходов меднения, которые содержат нитрат-ионы, наиболее целесообразно осаждают медь [1-3] в виде гидроксида и использовать для этой цели раствор едкого калия:



Произведение растворимости гидроксида меди (II):  $K_{\text{пр}} = 5,6 \cdot 10^{-20}$ . Осадок отделяется центрифугированием, а оставшийся раствор выпаривается и получается кристаллический нитрат калия. По этой технологии осаждается медь и получается побочный продукт, который широко используется в сельском хозяйстве и различных отраслях промышленности.

Для осаждения гидроксида меди используется 40 %-ый раствор щелочи, что позволяет избежать значительного увеличения объема раствора. Для полного протекания реакции и выделения из раствора практически всех ионов меди щелочь берется в избытке от стехиометрически рассчитанного количества. Проведенные экспериментальные исследования показали, что для полного осаждения меди из одного литра раствора необходимо добавить к нему 1,5 литра 40 %-го раствора KOH, что позволяет получить 96,7 грамма гидроксида меди. А остаточная концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в растворе составит  $5 \cdot 10^{-5}$  г/л, что не превышает ПДК.

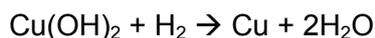
Выделение металлической меди из гидроксида меди (II) осуществляется термическим разложением при температуре 145 °С по схеме:



В результате получается оксид меди, который на второй стадии восстанавливается до металла:



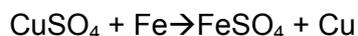
Исследования показали, что оба процесса можно объединить в одну стадию. В результате разработана одностадийная технология получения металлической меди, заключающаяся в одновременном разложении гидроксида в водородной печи:



Аналогично можно перерабатывать и сульфатные отходы. Но, учитывая то, что кроме основного продукта желательнее получить по экологически чистым технологиям и побочные продукты, был разработан новый технологический процесс извлечения меди.

**Переработка сульфатных растворов.** Из сульфатных растворов медь целесообразно извлекать методом цементации [1]. В результате экспериментов в качестве металла-осадителя было выбрано порошковое железо (можно опилки). Выбор обусловлен, во-первых, широкой распространенностью и низкой стоимостью железа, по сравнению с другими металлами, стоящими в электрохимическом ряду напряжений левее меди. Во-вторых, побочным продуктом процесса осаждения является железный купорос, который широко применяется в промышленности и сельском хозяйстве.

Процесс осаждения меди проводится по схеме:



Осадок железа отделяется цементированием, в растворе остается сульфат железа. После выпаривания раствора получается кристаллический железный купорос  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Железо берется с незначительным избытком – на 1 л раствора добавляли 33 грамма железа. В результате образуется 36,5 грамм меди. Однако, из-за избытка железа медь сильно загрязнена им. Поэтому необходима магнитная сепарация осадка.

**Переработка медьсодержащих травильных растворов.** Анализ отработанных травильных растворов показал, что в их составе присутствуют ионы аммония и хлорид-ионы, как и в цинксодержащих отходах. Исходя из этого были проведены экспериментальные исследования, направленные на получение кроме металлической меди еще и побочных продуктов, используемых в народном хозяйстве. В результате удалось получить твердый осадок, содержащий азот и калий, который может быть использован в качестве комплексного удобрения.

Методику осаждения выбрали как и для нитратных отходов, то есть осаждение гидроксида с помощью КОН. Присутствие ионов  $\text{NH}_4^+$  заставило использовать для осаждения менее концентрированный раствор щелочи (20 %), чтобы избежать выделения газообразного аммиака в атмосферу. Химический состав полученного порошка определен методом лазерной масс-спектропии вторичных ионов по стандартной методике. Экспозиция изменялась от  $10^{-9}$  до  $10^{-13}$  Кл.

По технологиям, описанным выше, были получены экспериментальные партии медного порошка объемом по 10 кг. Химический состав порошков представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав полученных образцов

Элемент	Концентрация, мас. %		
	Первый образец	Второй образец	Третий образец
Al	0,16 ± 0,01	–	–
C	–	0,004 ± 0,0001	0,35 ± 0,05
Ca	–	0,005 ± 0,0005	–
Cl	3,00 ± 0,30	0,01 ± 0,002	0,15 ± 0,02
Cr	0,06 ± 0,005	0,008 ± 0,001	–
Cu	87,00 ± 1,5	96,0 ± 1,0	98,2 ± 1,0
Fe	0,18 ± 0,01	3,87 ± 0,40	0,47 ± 0,05
Mn	–	0,026 ± 0,003	–
Na	0,32 ± 0,02	–	0,11 ± 0,01
Ni	–	–	0,22 ± 0,02
O	7,00 ± 0,3	0,05 ± 0,005	0,49 ± 0,05
P	0,44 ± 0,02	0,015 ± 0,002	–
Pb	0,18 ± 0,01	–	–
S	–	0,015 ± 0,002	–
Si	1,27 ± 0,02	–	–
Sn	0,12 ± 0,01	–	0,018 ± 0,001
Zn	0,18 ± 0,01	–	–

Первый образец порошкового материала был получен из нитратных отходов гальванического производства, взятых на ПО «Электроизмеритель» (после гальванопластики). Осаждение проводилось раствором NaOH с концентрацией 40 г/л, сушка полученного порошка осуществлена в водородной атмосфере при температуре 623 К в течение 4 ч. Восстановление в осушенной атмосфере не проводилось. Полученный медный порошок загрязнен хлором, кислородом и кремнием, а также содержит в небольших количествах многие химические элементы, попавшие в электролит при проведении гальванической операции. По своему составу материал соответствует стандарту на черновую медь.

Второй образец получен из отходов травильного производства печатных плат, содержащих ионы Fe<sup>2+</sup>. Порошок восстановлен в атмосфере осушенного водорода (точка росы 233 К). Магнитная сепарация не проводилась (эффективность магнитной сепарации невелика, что объясняется высокой степенью окисленности железа). Осажденный порошок сильно загрязнен железом.

Наиболее чистый порошок получен из сульфатных отходов, образующихся после гальванического меднения (завод «Эвистор»).

Для сравнения в таблице 2 приведен химический состав стандартного электролитического медного порошка (ГОСТ 4960-75).

Таблица 2 – Химический состав электролитического медного порошка

Элемент	Содержание, % мас.	Элемент	Содержание, % мас.
Медь	99,5-99,8	Кислород	0,10-0,30
Вода	0,05	Железо	< 0,02
Свинец	< 0,05	Сурьма	< 0,01
Мышьяк	< 0,05		

Сравнение полученного порошка с высококачественным электролитическим показывает нехватку общего содержания меди примерно на 1,5 % и двух-трехкратное превышение по содержанию кислорода. Однако проведенные маркетинговые исследования позволили выявить большую группу изделий электротехнического назначения, востребованных промышленностью нашей

страны из полученного медного порошка. Применение этого порошка для производства целесообразно, т.к. себестоимость его на порядок ниже, а по эксплуатационным свойствам он практически не уступает стандартному электролитическому.

#### Список использованных источников

1. Ковчур, А. С. Разработка процесса получения медного порошка из отходов гальванического производства и изделий на его основе : автореф. дис. ... канд. тех. наук / А. С. Ковчура. – Минск, 1997. – 16 с.
2. Васильев, И. Д. Новая технология извлечения металлической меди из жидких промышленных отходов и её вторичного использования в производстве / И. Д. Васильев, А. С. Ковчур, А. А. Трутнёв // Современные энергоресурсосберегающие технологии в машиностроении и лёгкой промышленности : сб. науч. трудов, ВГТУ, Витебск, 1998. – С. 11-13.
3. Васильев, И. Д. Оптимизация процесса осаждения медного порошка из отходов гальванического производства / И. Д. Васильев, А. С. Ковчур, А. А. Трутнёв // Современные энергоресурсосберегающие технологии в машиностроении и лёгкой промышленности : сб. науч. трудов, ВГТУ, Витебск, 1998. – С. 47-50.

#### SUMMARY

The investigation of galvanic waste containing copper composition were carried on and the technology for its extraction was worked out. The research physicochemical, mechanical and technological properties of copper powder was done.

Matching of the obtained dust with high-quality electrolytic demonstrates shortage of the common content of copper approximately on 1,5 % and two-triple exceeding on oxygen content. However the carried out researches have allowed to use the obtained copper powder for production of electrotechnical product, and its cost is much less, than that of standard electrolytic one.

УДК 621.798.1

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ПЛЕНКА ДЛЯ УПАКОВКИ ШТУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

***В.В. Копытков***

К середине XX в. упаковка выдвинулась в число приоритетных отраслей экономики индустриально развитых стран. Состояние упаковочной отрасли и потребительские свойства упаковок для промышленных товаров в значительной мере характеризуют культуру товарного производства и торговли. В последние десятилетия интенсивно растет потребность в гибкой полимерной упаковке, которая имеет ряд технико-экономических и эстетических достоинств [1].

Пленочная полимерная упаковка имеет предельно короткий жизненный цикл и после завершения назначенного применения переходит в разряд отходов, требующих утилизации. В результате интенсивного наращивания объемов тароупаковочного производства в конце XX - начале XXI в. в угрожающем для экологии масштабе возросло количество отходов бытового потребления. Внимание к защите окружающей среды от засорения отходами полимерной упаковки стало фундаментальной долговременной тенденцией упаковочной индустрии [2].

В начале XXI века актуальным направлением снижения остроты проблемы, возникшей при утилизации отходов полимерной упаковки, являлось компостирование (способ обезвреживания отбросов с помощью компостов – органических удобрений) и изготовление упаковки из биоразлагаемых и

биоразрушаемых полимерных композитов. Последние чаще всего представляют собой полимерные связующие, наполненные органическими веществами, которые являются питательной средой для бактерий, грибов, дрожжей и др. Такие пластики ускоренно разрушаются под воздействием микроорганизмов и факторов окружающей среды [3,4].

Проведенные ранее эксперименты [5] показали, что при попадании упаковки в почвенный слой, прочность при разрыве, как основной показатель её биоразложения, после упрочнения, длящегося несколько месяцев, экспоненциально снижается вследствие обрастания микроорганизмами, утилизации ими частиц наполнителей и биодеструкции макромолекул [6]. В принципе, за промежуток времени, исчисляемый десятилетиями, биоразрушаемая пленка должна деградировать полностью, превратиться в воду и углекислый газ [5].

В последнее время наметилась тенденция изготовления многослойной упаковки из водорастворимых полимеров [7, 8]. Такая упаковка позволяет пленки в почвенном слое за счет наличия влаги быстро растворяться, а сами водорастворимые полимеры, являясь экологически безопасными, способны удерживать влагу, тем самым, улучшая в засушливых районах водно-воздушный баланс почвы. Изучению водорастворимых полимеров посвящена не одна монография [9, 10]. Но в связи с тем, что физико-механические свойства водорастворимых пленок во многом зависят от времени их выдержки после налива соответствующих растворов на инертные подложки, температуры и влажности окружающей среды, то целью работы являлся сравнительный анализ свойств различных водорастворимых полимеров и их смесей в одинаковых условиях с целью определения оптимального состава для экологически безопасной упаковки.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали поливиниловый спирт (ПВС), натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ), полиакриламид-гель (ПАА) и крахмал картофельный.

Реологические свойства водных растворов изучали с помощью вискозиметра Cap 2000+ в системе цилиндров "конус-плита".

Для измерения концентрации ионов водорода использовали рН-метр рН-150М. Измерения проводили согласно ГОСТ 8.134-98, погрешность измерений составляла  $\pm 0,2$  рН.

Для изучения пленки получали методом налива на полиэтиленовую (инертную) подложку, адгезия к которой минимальна. Время от момента налива водных растворов на инертную подложку до проведения испытаний – 3 суток. Температура окружающей среды  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажность –  $83 \pm 2\%$ .

Поверхность пленок исследовали с помощью оптического микроскопа Intel P1ay.

Изучение структуры пленок проводили методом ИК спектроскопии на спектрофотометре «Nicolet 2400». Оптическую плотность характеризовали интенсивностью поглощения D, определенной методом базовой линии. В качестве характеристических полос использовали полосу  $3350\text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к внутримолекулярным водородным связям, и полосы  $3405$  и  $3305\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к межмолекулярным водородным связям [11].

Полученные результаты обрабатывали методами математической статистики с надежностью 0,95. Повторность опытов – трехкратная.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследований были приготовлены водные растворы ПАА и NaКМЦ, их смеси, а также водные растворы ПВС, отличающиеся между собой концентрациями второго матричного полимера и наполнителя (таблица 1).

Вследствие химического строения и особенности процесса получения водные растворы ПАА и ПВС имеют слабокислую реакцию, а водный раствор NaКМЦ – щелочную, что оказывает заметное влияние на их свойства (таблица 1).

Таблица – Исследуемые водные растворы и их свойства

Соотношение ингредиентов, масс.ч.	pH	Динам. вязкость Па·с (при градиенте сдвига $133 \text{ с}^{-1}$ )	Прочность при разрыве, МПа
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+5крахмал	6,13	341	40
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+5NaКМЦ	7,05	2075	60
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+1,5 ЖС	6,33	80	15
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+5 ПAA	6,76	150	23
100H <sub>2</sub> O+10ПВС	6,30	487	44
100H <sub>2</sub> O+5NaКМЦ	9,60	170	30
100H <sub>2</sub> O+5ПAA	6,50	65	20
100H <sub>2</sub> O+5ПAA+5NaКМЦ	8,48	190	35

Проведенные реологические исследования позволили установить, что вязкость всех растворов с увеличением скорости сдвига монотонно уменьшается. При этом все составы обладают высокой текучестью, за исключением состава на основе смеси ПВС и NaКМЦ. Уже спустя полчаса с момента добавления NaКМЦ в порошкообразной форме в водный раствор ПВС и его набухания состав приобретает гелеобразные свойства, а его реологическая кривая хотя и имеет такую же зависимость, но значения почти на порядок выше (рис. 1).

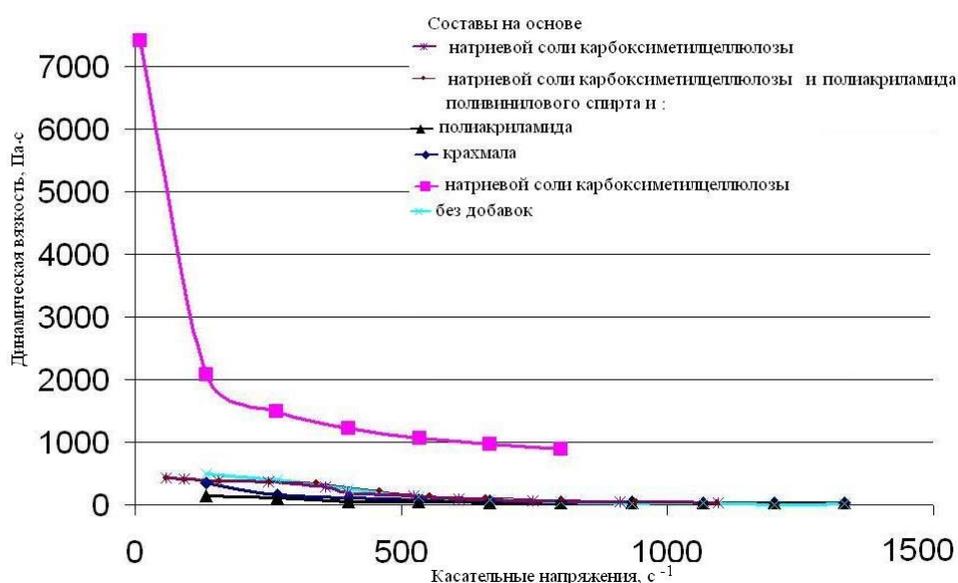


Рисунок 1 – Зависимость динамической вязкости исследуемых составов от приложенных касательных напряжений

Анализ ИК-спектров пленок (рис.2), полученных из выбранных растворов, свидетельствуют об увеличении количества меж- и внутримолекулярных водородных связей при введении в водные растворы полимеров второго матричного полимера. Наибольшее количество меж- и внутримолекулярных водородных связей наблюдается в пленках, полученных на основе ПВС+NaКМЦ. На наш взгляд, это связано с тем, что именно в таком составе суммарно наблюдается наибольшее количество ионов гидроксила и атомов кислорода.

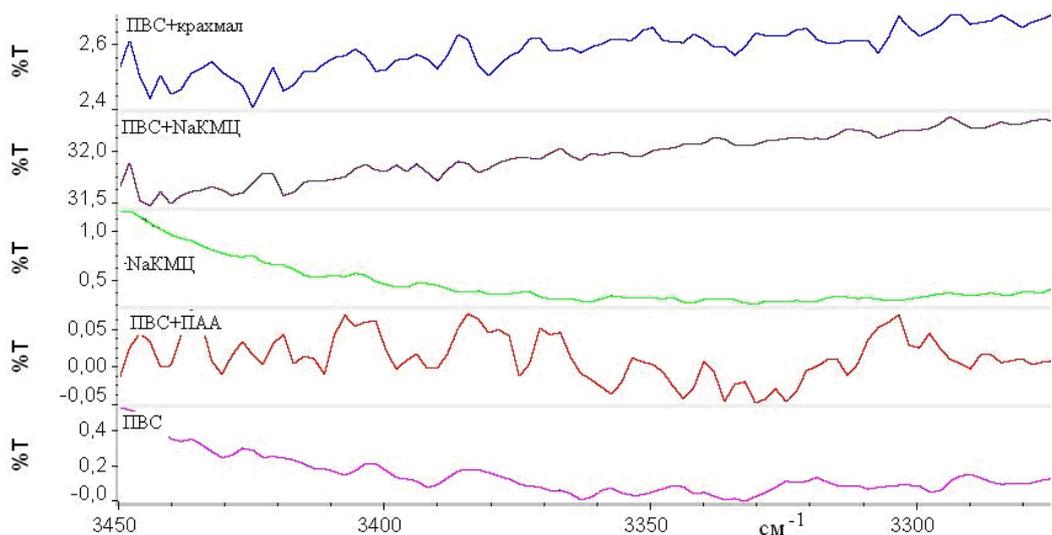


Рисунок 2 – ИК спектры исследуемых пленок

Сравнительный анализ морфологии поверхностей пленок из ПВС, NaКМЦ и их смеси свидетельствует об образовании в водном растворе смеси ПВС+NaКМЦ небольшого количества глобулярных структур, хотя сами пленки имеют фибрилярную структуру (рис. 3). Так как NaКМЦ является жесткоцепным полимером, то образование глобулярных структур в смеси ПВС+NaКМЦ может свидетельствовать о больших значениях сил электростатического отталкивания между макромолекулами.

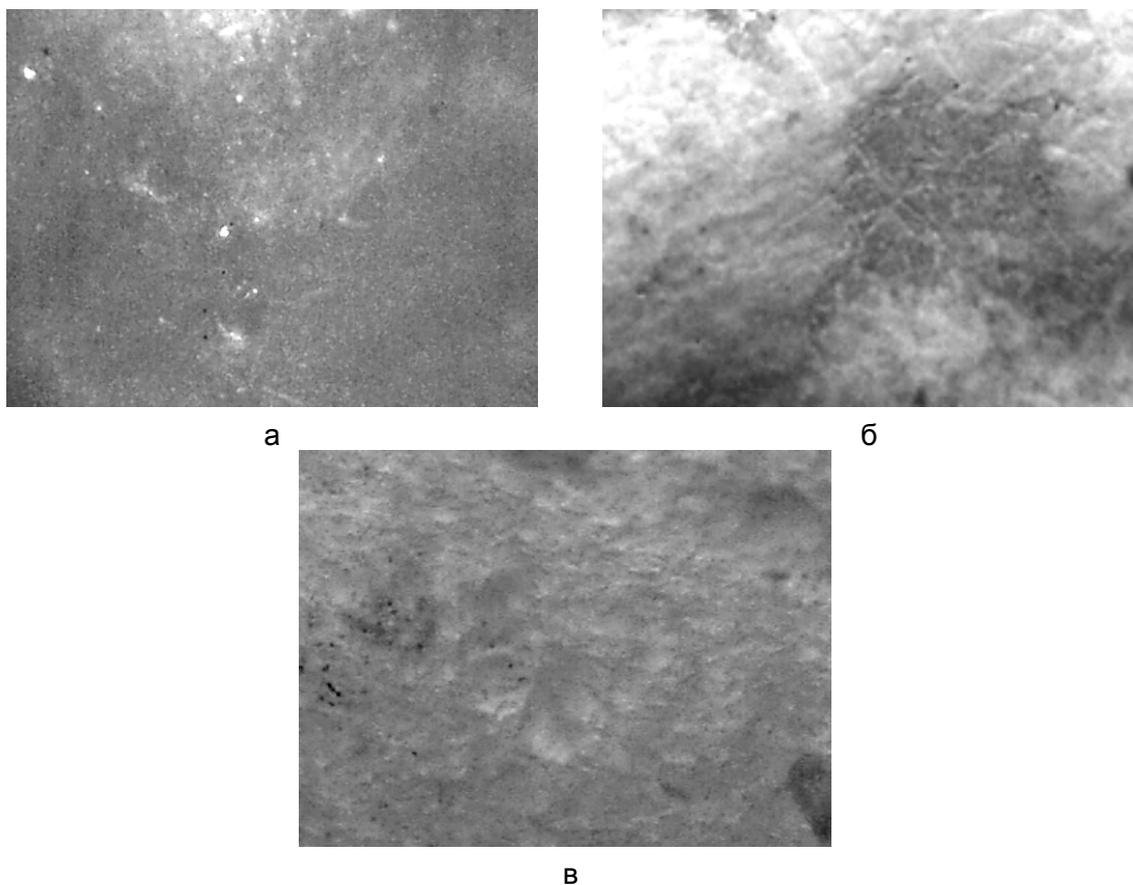


Рисунок 3 – Структура пленок, полученных из водных растворов на основе (×60)  
а – NaКМЦ; б – ПВС; в – смеси NaКМЦ и ПВС(NaКМЦ: ПВС = 1:2)

Сравнительный анализ прочности при разрыве исследуемых пленок свидетельствует, что пленки на основе смеси ПВС+NaКМЦ обладают наибольшей прочностью при разрыве. Сравнивая значения прочности при разрыве исследуемых пленок, можно сделать вывод, что, совмещение любых двух из трех исследуемых полимеров в водной среде для приготовления пленок способствует росту прочности при разрыве.

В то же время введение в качестве наполнителя крахмала не приводит к заметному изменению вязкости и прочности при разрыве. Учитывая то, что использование крахмала в пленке позволяет ей, оказавшись в почвенном слое, привлекать различных насекомых, это благоприятно сказывается на водно-воздушном режиме почвы.

#### ВЫВОД

Установлено, что использование в качестве наполнителя крахмала в водном растворе ПВС не приводит к значительным изменениям реологических свойств раствора и прочности при разрыве образующихся из него пленок. В тоже время, попав в почвенный слой, такая композиция способна одновременно удерживать влагу и привлекать насекомых, улучшая тем самым водно-воздушный режим.

В случае необходимости использования упаковочного материала на основе экологически безопасных водорастворимых полимеров с повышенной прочностью при разрыве целесообразно получать такой материал на основе водного раствора смеси ПВС и NaКМЦ.

Полученные результаты защищены поданными заявками на изобретения.

#### Список использованных источников

1. Смиренный, И. Тенденции упаковочной индустрии / И. Смиренный // Тара и упаковка. – 2001. – № 1. – С. 4–7.
2. Порядин, А. Кризисное положение с отходами упаковки / А. Порядин // Тара и упаковка. – 2001. – № 4. – С. 28–32.
3. Гончарова, Е. П. Современные тенденции создания биоразлагаемых полимерных материалов / Е. П. Гончарова, О. А. Ермолович, Л. С. Пинчук, В. Е. Сыцко // Материаловедение. – 2006. – № 9. – С. 37–44.
4. Гумаргалиева, К. З. Биосовместимость и биодеструкция полиолефинов / К. З. Гумаргалиева // Пластические массы. – 2001. – № 9. – С. 39–43.
5. Гончарова, Е. П. Репелентная биоразрушаемая пленка для упаковывания текстильных и меховых изделий / Е. П. Гончарова // МТИ. – 2009. – № 2. – С. 51–54.
6. Пинчук, Л. С. Полимерные пленки, содержащие ингибиторы коррозии / Л. С. Пинчук, А. С. Неверов. – М.: Химия, 1993, – 176 с.
7. Упаковка для химических препаратов: пат. RU 2129081, МПК7 В 65 В 65/46 / Руо Ямашита и др.; заявитель Новартис АГ. – № а 96101147/13; заявл. 15.06.93; опубл. 20.04.99 // электронный ресурс fips.ru.
8. Water-soluble containers Pat. UK 2374580, МПК7 В 65 D65/46/ D. P. Jonh.; G. Marcus.; заявитель Reckitt Benckiser. – № GB2374580; заявл. 14.01.98; опубл. 23.10.02// эл. ресурс <http://v3.espacenet.com>
9. Полиакриламид в животноводстве / Ф. Г. Фабурляк [и др.] ; под ред. В.П. Кухаря. АН УССР, Инст-т химии высокомолек. соед. – Киев: Наукова думка, 1990. – 255 с.
10. Handbook of Fiber Chemistry / 3 Edition CRS Press 2007. - 1044 p.
11. Тарутина, Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина, Ф. О. Позднякова – Л.: Химия, 1986

#### SUMMARY

Development of package industry is accompanied by continuous growth of household wastes, that became one of global problems of a modern society. One of actual

directions of its decision is manufacturing of ecologically pure biodecomposed polymeric packing, which decompose after use under action of natural factors. Results of researches are submitted, on the basis of their the repellent biodecomposed water solutions films was created.

УДК 543.253

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ КОЖ В МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

*Н.Ю. Михасева, Г.М. Власова, Н.П. Матвейко*

Одним из важнейших факторов безопасности натуральных кож, предназначенных для изготовления обуви, является химическая безопасность, суть которой в отсутствии недопустимого риска, который может быть нанесен токсичными веществами жизни, здоровью и имуществу потребителей.

Токсичные вещества, если они присутствуют в обувном материале, могут мигрировать из него во внутриобувное пространство, а затем в организм человека. Накапливаясь в организме, в течение периода сезонной носки, тяжёлые металлы могут привести к хроническим заболеваниям [1].

Важно отметить, что миграция тяжелых металлов нормируется для жидких сред. Во внутриобувное пространство, соприкасающееся непосредственно со стопой человека, может проникать вода в результате промокания обуви, вследствие этого тяжёлые металлы из обувной кожи способны проникать в организм человека. Кроме того в процессе жизнедеятельности человека происходит непрерывное выделение пота. Как показывают исследования, все части обуви, за исключением союзки, не выводят пот из обуви, а накапливают его во время носки. Выведение пота возможно естественной сушкой, когда обувь снята со стопы [2]. Очевидно, что возможна миграция тяжелых металлов также и в пот.

Миграция тяжелых металлов в модельные среды нормируется СанПиН 2.4.7.-2005 «Гигиенические требования безопасности к детской одежде и обуви». Для жидкой модельной среды миграция химических веществ не должна превышать: для Cu – 50 мг/дм<sup>3</sup>, Pb – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, Cd – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Цель работы – определение миграции тяжелых металлов из натуральных кож для верха обуви в модельные среды (воду и пот) методом инверсионной вольтамперометрии.

Для анализа были взяты натуральные кожи для верха обуви производства Минского производственного кожевенного объединения, характеристика которых представлены в таблице 1.

Отбор проб был произведен в соответствии с ГОСТ 938.0-75. Вещества для исследования взяты в следующей пропорции: 1гр кожи на 10 мл модельной среды. Образцы выдерживали в модельных средах 24 часа при температуре 37<sup>o</sup>C (в поте) и 18<sup>o</sup>C (в воде). После этого образцы извлекали и осуществляли выпаривание растворов (модельных сред) до получения влажного остатка с целью удаления из них органических веществ. Затем остаток растворяли в бидистилляте и снова выпаривали. Последнюю операцию проводили три раза. После этого остаток растворяли в фоновом электролите (0,1 М муравьиной кислоты).

Анализ полученного раствора на содержание Zn, Cd, Cu и Pb проводили методом добавок, используя стандартный раствор этих металлов. Для этого регистрировали три серии вольтамперограмм. При этом были использованы следующие основные параметры методики измерений: 1) УФ-подготовка – 20 с; 2) потенциал накопления – -1,500 В; 3) время накопления – 30 с; 4) потенциал

успокоения – - 1,250 В; 5) потенциал конца развертки – 0,150 В; 6) скорость развертки потенциала - 70 мВ/с; 7) потенциал начала развертки – -1,250 В; 8) уровень вибрации – 6.

Относительная погрешность результатов измерений не превышает 25%.

На рисунке приведены вольтамперограммы для кожи «Каррара».

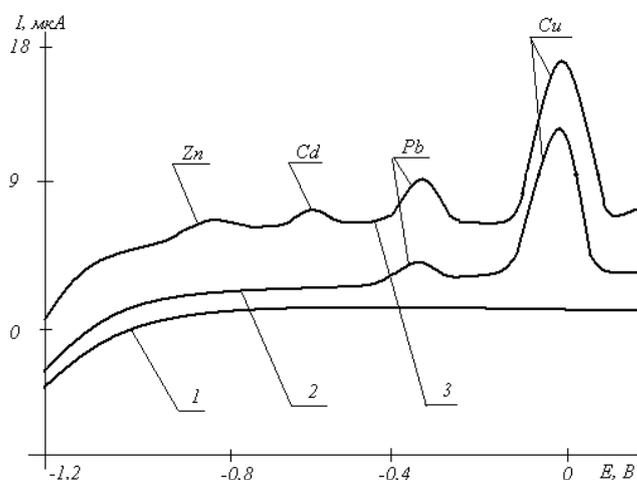


Рисунок – Вольтамперограммы фона (1), пробы (2) и пробы с добавкой (3) для кожи «Каррара»

Таблица 1 – Характеристика исследуемых материалов

Наименование кожи	Назначение кожи	Вид кожевенного сырья	Метод дубления	Способ крашения	Характер отделки	Вид покрытия	Толщина	Дополнительные данные
Каррара	кожа для верха обуви	КРС	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной подшлифованной лицевой поверхностью	полиуретановое	1,4-1,6	эластичная, с разбивкой в барабане
Свитязь	кожа для верха обуви	КРС	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной нешлифованной лицевой поверхностью	эмульсионное	0,9-1,2	эластичная, тисненая, с разбивкой в барабане, с мягким грифом лица
Мара	кожа для верха обуви	КРС	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной нешлифованной лицевой поверхностью	анилиновое	2,2-2,4	эластичная, предварительно тисненая, с разбивкой в барабане, с гидрофобной обработкой
Стивали	кожа для верха обуви	КРС	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной нешлифованной лицевой поверхностью, эластичная	полуанилиновое	1,4-1,6	гладкая, мягкая и шелковистая на ощупь, полублестящая
-	подкладочная кожа	свиная кожа	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной нешлифованной лицевой поверхностью	анилиновое	0,4-0,5	гладкая, без разбивки в барабане
-	подкладочная кожа	свиная кожа	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной нешлифованной лицевой поверхностью	эмульсионное	0,2-0,4	гладкая, без разбивки в барабане
Спилок	подкладочная кожа	КРС	хромовое	барабанное крашение	с естественной нешлифованной лицевой поверхностью	-	0,3-0,4	мягкая на ощупь
Тулип	бесподкладочная кожа	КРС	хромовое	барабанное и покрывное крашение	с естественной подшлифованной лицевой поверхностью	эмульсионное	1,4-1,6	эластичная, тисненая, полублестящая

Из рисунка видно, что на кривой пробы (кривая 2) имеется два максимума тока при  $E = -0,4 - -0,2$  В и  $E = -0,1 - +0,1$  В, которые отвечают растворению Pb и Cu соответственно. На кривой пробы с добавкой (кривая 3) имеются четыре максимума тока, которые соответствуют Zn, Cd, Cu и Pb.

Аналогичные вольтамперные кривые получены для всех исследованных образцов кож.

С помощью специальной компьютерной программы рассчитана миграция тяжелых металлов из кож в модельные среды.

Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Миграция тяжелых металлов

Наименование кожтовара	Миграция тяжелых металлов (мг/дм <sup>3</sup> )			
	Zn (цинк)	Cu (медь)	Pb (свинец)	Cd (кадмий)
	Модельная среда – вода			
Каррара	-	0,0029	0,00046	-
Свитязь	-	0,0043	0,00011	-
Мара	-	0,021	0,00018	-
Стивали	-	0,0028	-	-
Подкладочная кожа с анилиновым покрытием	-	0,0054	0,0025	-
Подкладочная кожа с эмульсионным покрытием	0,0011	0,079	0,001	0,0000016
Спиллок	-	0,0033	0,000081	-
Тулип	-	0,0019		-
	Модельная среда – пот			
Каррара	-	0,0089	-	-
Свитязь	-	0,018	0,00016	-
Мара	-	0,0028	-	-
Стивали	-	0,021	-	-
Подкладочная кожа с анилиновым покрытием	-	0,017	0,0044	-
Подкладочная кожа с эмульсионным покрытием	-	0,049	0,0016	-
Спиллок	-	0,014	0,00026	-
Тулип	-	0,039	0,00029	0,0000062

Видно, что во всех случаях наблюдается миграция тяжелых металлов как в воду, так и пот. При этом медь (Cu) мигрирует и в воду, и в пот из всех кож, отобранных для анализа. Миграция металлов в пот выше, чем в воду, приблизительно в 1,5-3,2 раза. Это обусловлено тем, что пот является более агрессивной средой, чем вода.

Миграция цинка (Zn) наблюдается только для свиной подкладочной кожи с эмульсионным покрытием и только в модельную среду – вода. Для этой же кожи выявлена миграция меди и свинца, причем в пот меди мигрировало на 38% меньше, чем в воду. Для этой же кожи и кожи «Тулип» в незначительных количествах выявлена миграция кадмия.

Наибольшее количество меди мигрировало из свиной подкладочной кожи с эмульсионным покрытием в воду, а свинца – из свиной подкладочной кожи с анилиновым покрытием – в пот.

Однако миграция Cd, Cu и Pb не превышает норм СанПиН 2.4.7.-2005. Это значит, что процесс производства кож обеспечивает ее безопасность при эксплуатации в соответствии с требованиями по миграции тяжелых металлов.

#### Список использованных источников

1. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие. В 3 ч. Ч.2. Система выживания населения и защита территорий в чрезвычайных ситуациях / С. В. Дорожко, В. Т. Пустовит, Г. И. Морзак, В. Ф. Мурашко. – Минск: Дикта, 2007. – 400 с.
2. Конструирование изделий из кожи : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальн. «Конструиров. изд. из кожи», «Техн. изд. из кожи» / Ю. П. Зыбин, В. М. Ключникова, Т. С. Кочеткова, В. А. Фукин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.

#### SUMMARY

The technique of definition of migration of zinc, cadmium, lead and copper from natural skin for footwear upper in modelling environment by the method of stripping voltammetry is offered.

УДК 544

### НАБУХАНИЕ ИОНИТОВ В РАСТВОРАХ СИЛЬНЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ

*А.П. Платонов, С.Г. Ковчур*

Исследование набухания ионитов в растворах полиэлектролитов необходимо для построения зависимости сорбции воды низкосетчатыми ионитами от её активности в области, близкой к насыщению, что найдёт применение для практических расчётов в термодинамике ионообменных процессов [1]. В этой области чрезвычайно трудно получить достоверные экспериментальные данные с помощью изопиестики. Знание этой зависимости необходимо для расчёта коэффициентов активности моноионных форм ионитов. Применение полиэлектролитов для исследования сорбции воды низкосетчатыми ионитами оправдано тем, что полиэлектролиты, полиион которых заряжен одноименно с матрицей ионитов, практически ими не поглощаются [2].

В работе использовались следующие полиэлектролиты: полистиролсульфокислота (НР) и хлорид поливинилбензилтриметиламмония (СIP).

Полистиролсульфокислота получена сульфированием полистирола с мольными массами 80000, 120000, 200000. Степень сульфирования составила 98 %. Очистка НР осуществлялась с помощью диализа через целлофановую мембрану, а также пропусканием через катионит КРС-4п в  $H^+$ -форме. При хранении вязкость раствора НР уменьшается, что обусловлено её частичной деструкцией. Вискозиметрические определения растворов полиэлектролитов не дают возможности точно определить их мольную массу, поскольку для таких растворов отсутствуют калибровочные кривые. Поэтому в качестве характеристики НР целесообразно использовать её вязкость. Вязкость стабилизированной НР не меняется со временем. Полиэлектролит СIP получен хлорметилированием полистирола монохлорметилловым эфиром и аминированием водным раствором триметиламина. Степень аминирования составила 97 %. Мольные массы полистирола: 80000, 120000, 200000. Очистка и стабилизация СIP осуществлялась так же, как и НР. Концентрирование растворов полиэлектролитов проводилось их упариванием при 50 °С.

Методика исследования набухания ионитов в воде заключается в следующем. В мерный цилиндр, установленный строго вертикально, с ценой деления  $5 \cdot 10^{-5}$  л, насыпается слой сухого ионита, занимающий объём  $V_1$ , и заливается избытком дистиллированной воды. После достижения равновесия, при  $25^\circ\text{C}$ , определяется объём слоя набухшего ионита  $V_2$  и рассчитывается коэффициент набухания:

$$K = \frac{V_2}{V_1}. \quad (1)$$

Весовая сорбция воды  $g$  ионитом предварительно определялась с помощью центрифугирования. Метод центрифугирования для определения набухания ионитов в растворах полиэлектролитов применить нельзя, так как растворы обладают высокой вязкостью и при центрифугировании не достигается полнота разделения фаз раствора и ионита.

Для определения величины сорбции воды из раствора полиэлектролита коэффициент набухания  $K$  определялся как описано выше. Для этого навеска сухого ионита заливается точно отмеренным объёмом раствора  $V_{p1}$  известной концентрации  $C_{p1}$  полиэлектролита. После достижения равновесия измеряется объём слоя набухшего ионита  $V_{p2}$  и определяется величина  $K$ . По графику  $K = f(g)$  с помощью интерполяции определялось набухание ионитов в растворе полиэлектролита, полагая, что связь между величиной весовой сорбции и коэффициентом набухания ионита в воде и в растворах полиэлектролитов идентична. Установлено, что набухание ионитов из растворов полиэлектролита относительно высоких концентраций (0,4-0,5 н.) происходит медленно. При набухании ионита в 0,05-0,08 н. растворе полиэлектролита, как и в случае набухания ионита в воде, равновесие устанавливается в течение 8-10 минут, без перемешивания ионита. В более концентрированных растворах на границе полиэлектролит-ионит образуется промежуточный слой, препятствующий проникновению воды в ионит. Например, при набухании ионита КРСx1 в 0,4 н. растворе НР даже через час не было достигнуто состояние равновесия. Поэтому для получения достоверных результатов в этих случаях необходимо перемешивание.

Между весовой сорбцией ионитов в растворах полиэлектролита и её концентрацией существует прямолинейная зависимость (рис. 1, 2).

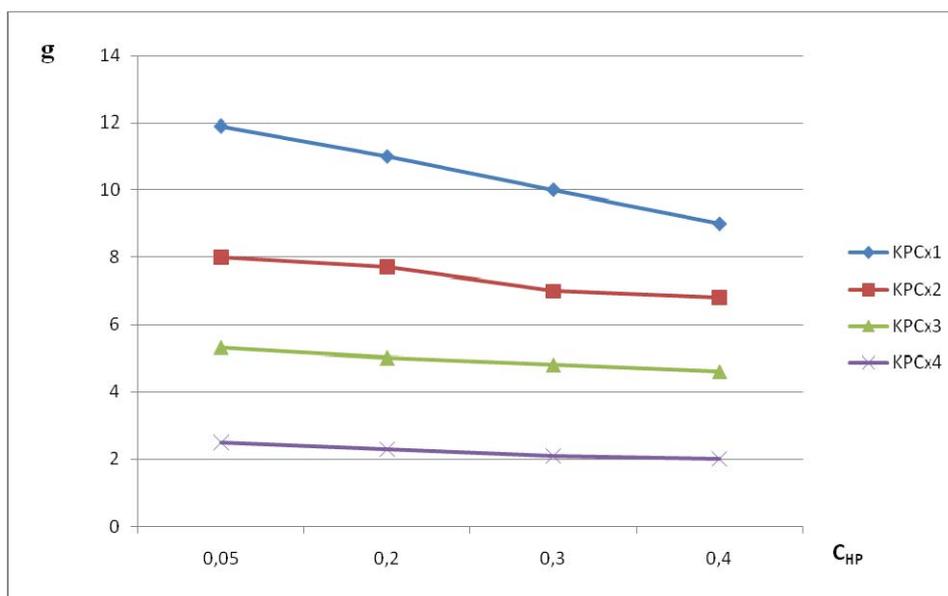


Рисунок 1 – Зависимость весовой сорбции ионитов КРС от концентрации НР

Между весовой сорбцией ионов в растворах полиэлектролита и его концентрацией существует прямолинейная зависимость, причём сорбция ионов со степенью сшивки в 4 % дивинилбензола и выше в растворах полиэлектролита практически равна сорбции этих ионов в воде. Угол наклона сильно уменьшается с ростом сетчатости иона и при 4 % дивинилбензола зависимость набухания от концентрации практически не наблюдается. Набухание низкосетчатых ионов сильно зависит от концентрации полиэлектролита. Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при расчёте концентрационных констант обмена из растворов полиэлектролитов.

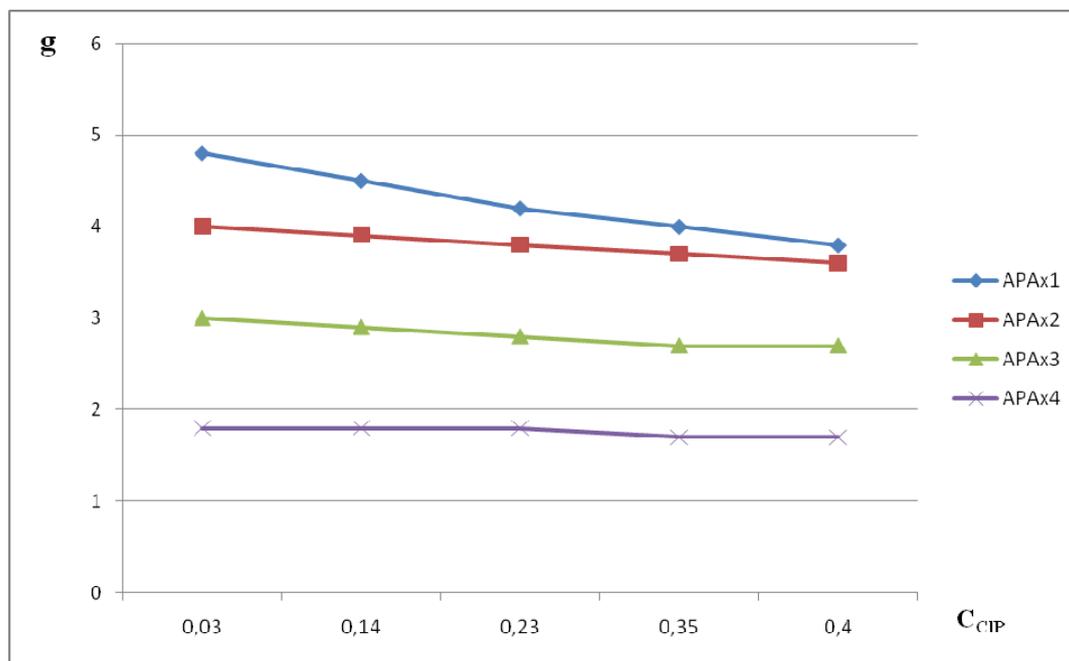


Рисунок 2 – Зависимость весовой сорбции ионов APA от концентрации C<sub>HP</sub>

Найдены эмпирические уравнения, связывающие величины весовой сорбции воды от концентрации полиэлектролита и сетчатости ионов. Из рис. 1 следует, что угол наклона к зависимости набухания ионов от концентрации HP является функцией степени сшивки, а следовательно, и сорбции воды ионами при C<sub>HP</sub> = 0. Эта функция описывается эмпирическим уравнением

$$k = -0,442 \cdot g_0^{1,406} \quad (2)$$

С другой стороны, зависимость  $g = g(C_{HP})$  выражается уравнением прямой

$$g_C = g_0 + k \cdot C_{HP} \quad (3)$$

После подстановки (2) в (3) получаем уравнение, описывающее зависимость сорбции воды в растворах HP для всего семейства сульфостирольных ионов

$$g_C = g_0 - 0,442 \cdot g_0^{1,406} \cdot C_{HP} \quad (4)$$

Уравнение (4) описывает экспериментальные данные с погрешностью, не превышающей погрешность эксперимента.

Принято считать, что полиэлектролиты практически не поглощаются ионами. Это полагается справедливым для сорбции полиэлектролитов, полиион которых заряжен одноимённо с матрицей иона, что вызывает эффект доннановского исключения. Однако, есть две причины, которые могут привести к существенной сорбции полиэлектролита ионом: низкая осмотическая активность полииона и наличие в ионите полостей макроскопических размеров, заполненных

равновесным раствором. Для определения возможной сорбции полиэлектролитов ионитами проводился следующий эксперимент. Навеска ионита приводилась в контакт с раствором полиэлектролита известной концентрации и её набухание определялось, как описано выше, по увеличению объёма слоя ионита. В результате набухания ионита концентрация полиэлектролита в растворе может изменяться за счёт ухода части воды в ионит и ухода части полиэлектролита в ионит. Уравнение массообмена

$$V_{P1} \cdot C_{P1} = V_{P2} \cdot C_{P2} + V_n \cdot C_n, \quad (5)$$

где  $C_{P1}$  и  $C_{P2}$  – концентрация полиэлектролита до и после установления равновесия;  $V_{P1}$  – объём раствора полиэлектролита с концентрацией  $C_{P1}$ ;  $V_{P2}$  – объём слоя набухшего ионита;  $C_n$  – концентрация полиэлектролита в воде набухания ионита;  $V_n$  – объём раствора, находящийся в ионите:

$$V_n = g \cdot p \quad (6)$$

$$V_{P2} = V_{P1} - V_n, \quad (7)$$

где  $p$  – навеска сухого ионита.

Следовательно,

$$C_n = \frac{V_{P1} \cdot C_{P1} - V_{P2} \cdot C_{P2}}{V_n}. \quad (8)$$

Достоверные данные о концентрации полиэлектролита в фазе ионита оказалось возможным получить только для слабосетчатых ионитов с 1-3 % дивинилбензола. В табл. 1 и 2 приведены концентрации полиэлектролитов в воде набухания ионитов.

Таблица 1 – Концентрация НР в воде набухания ионита  $\left(\frac{\text{моль}}{\text{кг воды}}\right)$

Ионит	$C_{P2} = 0,055$			$C_{P2} = 0,168$			$C_{P2} = 0,396$		
	$C_n$	$\Delta C_n$	$m_{H^+}$	$C_n$	$\Delta C_n$	$m_{H^+}$	$C_n$	$\Delta C_n$	$m_{H^+}$
КРСx1	0,014	0,003	0,381	0,041	0,008	0,425	0,043	0,016	0,724
КРСx2	0,013	0,004	0,587	0,023	0,008	0,671	0,034	0,017	0,886
КРСx3	0,010	0,005	1,093	0,014	0,009	1,171	0,020	0,019	1,577

При изучении зависимости концентрации полиэлектролита в ионите от активности растворителя необходимо учитывать величины сорбции полистиролсульфокислоты низкосетчатыми ионитами, поскольку они составляют 5-10 % от концентрации сетчатого полиэлектролита  $(m_{H^+})$ .

Таблица 2 – Концентрация СР в воде набухания ионита  $\left(\frac{\text{моль}}{\text{кг воды}}\right)$

Ионит	$C_{P2} = 0,030$			$C_{P2} = 0,138$			$C_{P2} = 0,286$			$C_{P2} = 0,450$		
	$C_n$	$\Delta C_n$	$m_{Cl^-}$									
АРАx2	0,006	0,003	1,057	0,018	0,006	1,138	0,030	0,010	1,256	0,041	0,015	1,421
АРАx3	0,005	0,004	1,381	0,012	0,007	1,447	0,026	0,012	1,546	0,032	0,016	1,632

Из данных таблицы 2 следует, что  $C_n$  является поправкой к величине  $m_{Cl^-}$ , не превышающей 2-3 %. Следовательно, основной причиной уменьшения набухания ионитов с ростом концентрации ClP является уменьшение активности растворителя в растворе. Последняя величина может быть рассчитана из осмотического коэффициента  $\varphi$  растворов полиэлектролитов [3]:

$$\lg a_w = -0,00782 \cdot \varphi \cdot m,$$

где  $m$  – моляльность равновесного раствора полиэлектролита.

Определив величину весовой сорбции воды низкосетчатым ионитом в растворах полиэлектролита, можно построить зависимость  $g = f(a_w)$  в области  $a_w \rightarrow 1$ , где чрезвычайно трудно получить достоверные экспериментальные данные для слабосшитых ионитов. Знание этой зависимости необходимо для расчёта коэффициентов активности моноионных форм ионитов.

#### Список использованных источников

1. Солдатов, В. С. Простые ионообменные равновесия / В. С. Солдатов. – Минск : Наука и техника, 1972. – 224 с.
2. Полянский, Н. Г. Методы исследования ионитов / Н. Г. Полянский, Г. В. Горбунов, Н. Л. Полянская. – Москва : Химия, 1976. – 208 с.
3. Платонов, А. П. Исследование ионообменных процессов в растворах полиэлектролитов / А. П. Платонов, С. Г. Ковчур. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 117 с.

#### SUMMARY

Water weight sorption and swelling of ion-exchange resins in aqueous solutions of polystyrene sulphonic acid and polybenzyltrimethylammonium chloride of different concentrations as a function of cross-linkage of the resins has been studied. Water weight sorption as a function of water activity can easily be determined with the data obtained.

УДК 547.1-39

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТЕРМОЛИЗА НЕПРЕДЕЛЬНЫХ КЕТОГИДРОПЕРОКСИДОВ

*С.Г. Стёпин, Л.С. Новиков*

Органические пероксиды используются в промышленном производстве полимерных материалов в качестве инициаторов полимеризации виниловых мономеров, ускорителей отверждения ненасыщенных полиэфирных смол, вулканизирующих агентов для производства сшитого полиэтилена [1].

Важнейшими характеристиками инициаторов, знание которых необходимо для их практического использования, являются кинетические параметры термического распада. Если известны кинетические параметры термического распада, то можно целенаправленно регулировать процессы полимеризации и модифицирования полимерных материалов, проводить их в оптимальных режимах, а также обеспечивать безопасное хранение, производство и транспортировку инициаторов. Поэтому ведущие фирмы – производители инициаторов, например нидерландская фирма «Akzo Nobel», приводят наряду с традиционными физико-химическими показателями, характеризующими качество инициаторов, ряд кинетических параметров (периоды полураспада, константы скорости, энергии активации и предэкспоненциальные множители). Кинетические параметры термического разложения инициаторов косвенно связаны с их иницирующей активностью в



Установлено, что скорость распада гидропероксидов I,II описывается кинетическим уравнением первого порядка

$$C_t = C_0 \exp(-kt),$$

где  $k$  – константа скорости реакции первого порядка ( $c^{-1}$ ),

$t$  – время (с),

$C_0$  – начальная концентрация пероксидов,

$C_t$  – концентрация пероксидов в момент времени  $t$ .

Обработкой кинетических данных методами математической статистики рассчитаны значения констант скоростей. Используя значения констант скоростей при различных температурах, по уравнению Аррениуса рассчитаны значения энергий активации и предэкспоненциальных множителей:  $k = A \exp(-E/RT)$ , где  $A$  – предэкспоненциальный множитель ( $c^{-1}$ ),  $E$  – энергия активации (Дж/моль),  $R$  – универсальная газовая постоянная (Дж/К · моль),  $T$  – температура (К).

Кинетические параметры уравнения Аррениуса для термоллиза гидропероксидов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Кинетические параметры термоллиза гидропероксидов

№	Инициатор	$t, ^\circ C$	$k \cdot 10^5, c^{-1}$	$A \cdot 10^{-18}, c^{-1}$	$E, \text{кДж/моль}$
1	I	100	1,38±0,01	2,13	165,7±4,1
2		110	5,12±0,01		
3		120	20,90±0,04		
4	II	100	0,81±0,01	1,81	166,9±4,5
5		110	2,59±0,01		
6		115	3,16±0,01		
7		120	12,51±0,08		

Энтальпия активации ( $\Delta H^\ddagger$ ) рассчитана по формуле  $\Delta H^\ddagger = E - RT$ . Энтропия активации ( $\Delta S^\ddagger$ ) рассчитана по методике [5] исходя из уравнения  $k = \kappa T/h \exp(-\Delta S^\ddagger/R) \exp(-\Delta H^\ddagger/RT)$ , где  $\kappa$  – постоянная Больцмана (Дж/К),  $h$  – постоянная Планка (Дж · с). Стандартная свободная энергия Гиббса ( $\Delta G^\ddagger$ ) рассчитана по формуле  $\Delta G^\ddagger = \Delta H^\ddagger - T \Delta S^\ddagger$ .

Активационные параметры термоллиза пероксидов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Активационные параметры распада гидропероксидов

№	Инициатор	$t, ^\circ C$	$\Delta S^\ddagger, \text{Дж/моль}$	$\Delta H^\ddagger, \text{Дж/моль}$	$\Delta G^\ddagger, \text{Дж/моль}$
1	I	100	104,1	162600	123800
2		110	103,9	162500	122700
3		120	103,7	162400	121700
4	II	100	102,7	163800	125500
5		110	102,5	163700	124400
6		115	102,4	163700	123900
7		120	102,3	163600	123400

Как видно из данных таблиц, гидропероксиды I и II имеют близкие значения энтропий активации, энтальпий активации и стандартной свободной энергии Гиббса. Предэкспоненциальный множитель для гидропероксида I несколько выше, чем для гидропероксида II, а энергия активации и  $\Delta G^\ddagger$  несколько ниже. Гидропероксид I превосходит по иницирующей активности гидропероксид II приблизительно в 1,7 раз. Сравнение иницирующей активности гидропероксидов I,II с активностью известных промышленных инициаторов гидропероксида кумила и гидропероксида трет-бутила (проспект фирмы «Akzo Nobel») указывает на более высокую активность гидропероксидов I,II. Скорость распада гидропероксидов I,II в

40-70 раз выше чем для гидропероксида кумила и в в 2000-3000 раз выше по сравнению с гидропероксидом трет-бутила.

В проведенной работе синтезированы новые инициаторы полимеризации – неопределенные кетогидропероксиды. Установлено, что кинетика разложения описывается кинетическим уравнением первого порядка. Рассчитаны кинетические параметры термолиза.

#### Список использованных источников

1. Антоновский, В. Л. Органические перекисные инициаторы/ В. Л. Антоновский. – Москва: Химия, 1972. – 448 с.
2. Антоновский, В. Л. Термолиз органических пероксидов в растворе / В. Л. Антоновский, С. Л.Хурсан // Усп. химии. – 2003. – Т. 72. – №11. – С. 1055 – 1080.
3. Рахимов, А. И. Химия и технология органических перекисных соединений / А. И. Рахимов. – Москва : Химия, 1979. – 392 с.
4. Михайлова, И. П. Исследование гидроперекисных продуктов автоокисления третичных ацетиленовых спиртов методами ИК и ПМР-спектроскопии / И. П. Михайлова, И. А. Шингель, А. И.Чирко, И. Г. Тищенко // Изв. АН БССР, сер. хим. наук. – 1976. – №1. – С.89 – 93.
5. Чанг, Р. Физическая химия с приложениями к биологическим системам / Р. Чанг . – Москва : Мир, 1980. – 662 с.

#### SUMMARY

The thermal decomposition unsaturated ketohydroperoxides has been studied. The kinetic parameters of thermal decomposition have been determined.

## ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Т.В. Касаева, П.Ю. Локтев*

Государственная поддержка субъектов хозяйствования, в том числе относимых к местной промышленности, является одной из важнейших составляющих государственной экономической политики и формирования социально-ориентированной модели рыночной экономики. Она имеет разнообразные проявления, которые только в совокупности дают комплексный результат управления, приносящий тот или иной эффект. Логично, что для определения результата государственной поддержки и оценки приносимого эффекта нужны определенные критерии, на основании которых можно было бы высказывать по поводу нее достоверные и обоснованные суждения.

Существуют различные подходы к формированию критериев и показателей оценки эффективности государственной поддержки. Так, большинством авторов рекомендуется оценивать ее эффективность по общеизвестным критериям социальной экономической и бюджетной эффективности. При этом, на наш взгляд, может возникнуть ряд противоречий. Например, реализация социальных программ государственной поддержки, скорее всего, не принесет ожидаемого экономического эффекта. Рассчитывать на получение бюджетного эффекта в данной ситуации также не приходится, так как в основном вложение бюджетных средств на социальные мероприятия не отразится на увеличении поступлений в бюджет. Другое дело, когда речь идет о государственной поддержке не социального характера, а инвестиционного – ориентированного на достижение высоких экономических и бюджетных результатов. И при этом совершенно не отрицается достижение определенного социального эффекта.

К основным показателям, достижение которых является условием оказания государственной поддержки, относятся темпы роста объемов производства товаров (работ, услуг) и рентабельность реализованных товаров (работ, услуг).

Представляет интерес анализ эффективности государственной поддержки предприятий местной промышленности Витебской области на основании данных критериев. Учитывая, что наибольший объем государственной поддержки был оказан в виде реструктуризации задолженности, которая была предоставлена предприятиям в 2006 году и действует на сегодняшний момент, для оценки ее эффективности использованы показатели: темп роста объема производства в 2008 году к уровню 2006 года и средний уровень рентабельности продукции, сложившийся за этот период. Рассмотрим соответствие доведенных значений целевых показателей их достигнутому уровню.

По данным таблицы можно отметить, что практически все предприятия в среднем за период 2006 – 2008 год на прибыльную работу не вышли. Помимо этого, половина организаций не выполнила план по темпам роста объемов производства.

Причиной невыполнения организациями доведенных показателей развития может стать тот факт, что величина установленных показателей не связана с оказываемым видом и суммой государственной поддержки. Применение приемов корреляционно-регрессионного анализа и расчет коэффициентов корреляции между суммами оказанной государственной поддержки и значениями темпов роста объема производства и рентабельности продукции указали на слабую связь этих

показателей, оцениваемую коэффициентами корреляции 0,371 и 0,104 соответственно.

Государственная поддержка предприятий характерна практически всем государствам с рыночной экономикой. Однако, при этом различны цели и процедуры ее оказания. Так, можно выделить два аспекта государственной поддержки предприятий в Республике Беларусь: экономический и социальный. Рассмотрим эти аспекты применительно к предприятиям местной промышленности Витебской области.

Изначально, в процессе создания предприятий местной промышленности, ключевым термином являлось слово «местный». На эти предприятия возлагались функции по развитию именно местных рынков и регионов. Это касалось использования местного сырья, обеспечение занятости местного населения, насыщение местных рынков товарами народного потребления.

Таблица 1 – Анализ выполнения показателей, доведенных предприятиям местной промышленности вышестоящей организацией на 2006-2008 годы

Предприятие	Объем предоставленной господдержки, млн. руб. (2006-2008 г.г.)	Темп роста объема производства (средний за 2006-2008 годы), %		Рентабельность продукции (средняя за 2006-2008 годы), %	
		доведенный	фактический	доведенная	фактическая
КУПП «Витпласт»	271,4	102,02	116,3	3,7	-2,8
КУПП «Виттекс»	1813,0	107	63,7	-12,8	-47,7
КУВОШПП «Витебчанка»	672,1	103	91,0	-8,5	-0,5
ОАО «Воропаевский ДОК»	2010,2	111	105,7	-6,1	-2,8
ОАО «Поставы-мебель»	799,3	109	171,9	1,6	8,2
ОАО «Оршанский КСМ»	482,0	456,2	1653,3	-21,6	-43,7
ОАО «Лепель-промшвей-мебель»	1631,1	104,8	53,2	-4,6	-6,5

В условиях довольно продолжительного периода командно-административной экономики экономическая составляющая деятельности данных организаций находилась на втором плане. Это зачастую становилось причиной того, что предприятия использовали не самое качественное сырье, им поставлялось оборудование, которое было списано с более крупных предприятий.

Вхождение в рыночную экономику еще ярче продемонстрировало низкую экономическую эффективность деятельности данных предприятий. Этот период ознаменовался падением объема производства, сокращением численности, увеличением убытков. Государство в данном случае несомненно вмешивается в ситуацию, преследуя две концептуальные цели: экономическую (вывод предприятий на безубыточную работу) и социальную (сохранение рабочих мест и уровня оплаты труда). Ведь особенностью данных предприятий в современных условиях хозяйствования уже является не то, что они – предприятия местной

промышленности, а совершенно иные позиции: во-первых, большая часть этих предприятий расположена в малых городах, тем самым, их развитие критически важно для развития этих городов, а во-вторых, они чаще всего по ряду параметров могут быть отнесены к малым и средним предприятиям, значит, им присущи проблемы развития и функционирования, присущие малым и средним предприятиям.

Несмотря на тот факт, что большинство этих предприятий являются убыточными, вызывает сомнение принятие решения об их ликвидации. Решая экономическую задачу, сформулированную Президентом Республики Беларусь и Правительством – сокращение убыточных производств – в данном случае можно вызвать социальную напряженность в регионе и безусловное увеличение числа безработных.

Таким образом, возникает дилемма: какой из аспектов государственной поддержки предприятий местной промышленности первичен – экономический или социальный. Логично предположить, что точка зрения местных органов власти и работников этих предприятий может не совпадать в выборе приоритетов. В данном исследовании для получения ответа на этот вопрос проведено анкетирование работников комитета экономики Витебского областного исполнительного комитета и сотрудников коммунального научно-консалтингового унитарного предприятия «Витебский центр региональных исследований и разработок» (группа респондентов А), с одной стороны, и руководителей и специалистов предприятий местной промышленности (группа респондентов Б), с другой стороны.

Прежде всего, представляет интерес отношение респондентов к определенным видам государственной поддержки. Так, по мнению специалистов предприятий (таблица 2), наиболее предпочтительными является понижение тарифов на энергоносители, выделение бюджетных субсидий и реструктуризация задолженности. Наименьший интерес предприятия проявили к таким видам государственной поддержки, как освобождение от обязательной продажи валюты и от перечисления в бюджет доходов от аренды. Это связано в первую очередь с высокой энергоемкостью производства и постоянным ростом цен на энергоносители. Низкий интерес к освобождению от обязательной продажи валюты обусловлен незначительными объемами расчетов в валюте.

Таблица 2 – Распределение видов государственной поддержки по значимости с точки зрения респондентов

Виды господдержки	Весомость по мнению респондентов	
	группы А	группы Б
понижение тарифов на энергоносители	0,218	0,236
бюджетные субсидии	0,100	0,129
отсрочка налоговых платежей	0,146	0,125
отсрочка платежей за энергоресурсы	0,125	0,103
бюджетные займы	0,074	0,077
нормативное распределение выручки	0,066	0,077
дополнительное отнесение затрат	0,058	0,076
возмещение процентов по кредитам	0,094	0,068
освобожд. от переч. в бюджет доходов от аренды	0,066	0,065
освобождение от обязательной продажи валюты	0,053	0,045

В результате можно отметить, что первые пять наиболее привлекательных варианта совпали с мнением специалистов предприятий. Эксперты группы А более предпочтительными считают реструктуризацию задолженности, нежели выделение прямых бюджетных субсидий. Это связано с отсутствием необходимости прямого выделения средств из бюджета и является более «рыночной» мерой.

Реструктуризация задолженности позволяет предприятиям возобновить экономический цикл и провести финансовое оздоровление.

В целом, и одна и другая сторона на первые места выдвигает такие виды государственной поддержки, которые представляют собой не только прямые денежные поступления (бюджетные субсидии и займы), но и косвенные (понижение тарифов на энергоносители, реструктуризация задолженности и др.). Достижение каких показателей может свидетельствовать об эффективности господдержки?

Рассмотрим мнение респондентов по этому вопросу (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение показателей оценки эффективности государственной поддержки по значимости с точки зрения респондентов

Показатели эффективности	Весомость по мнению респондентов	
	группы А	группы Б
прирост рентабельности продукции	0,151	0,215
темп роста средней заработной платы	0,127	0,165
темп роста объема производства	0,123	0,154
рентабельность продукции	0,218	0,124
количество вновь созданных рабочих мест	0,091	0,105
темп роста выручки от реализации продукции	0,106	0,087
прирост (изменение) рентабельности продаж	0,082	0,076
рентабельность продаж	0,101	0,075

Специалисты предприятий считают, что основными показателями, по которым целесообразно оценивать эффективность оказанной государственной поддержки, являются: прирост рентабельности продукции, темп роста средней заработной платы и объема производства, а также сама рентабельность продукции. Применение в качестве критерия эффективности мер государственной поддержки не показателя рентабельности, а прироста рентабельности, действительно значимо для предприятий, так как по многим из них наблюдается положительная динамика этого показателя, хотя сам абсолютный его уровень все еще достаточно низкий. Использование для этих же целей темпа роста заработной платы также целесообразно в рамках действующей тарифной системы и планомерного увеличения средней заработной платы в стране.

Необходимо отметить, что по сравнению с классической системой критериев оценки эффективности мероприятий государственной поддержки – рентабельность продукции и темп роста объема производства – респонденты выделяют три дополнительных показателя: прирост рентабельности продукции, темп роста заработной платы и количество вновь созданных рабочих мест. Подобное распределение мнений показывает, что подходы к набору критериев оценки эффективности государственной поддержки могут быть различны.

На наш взгляд, критерии оценки эффективности могут зависеть от сущности оказываемого вида государственной поддержки. Речь идет о том, если предприятие получило прямые денежные поступления (бюджетный займ или субсидию), то вполне резонно полагать, что, используя эти средства на техническое перевооружение, можно ожидать увеличения объемов производства и, возможно, увеличение рентабельности. Хотя в первые годы реализации мероприятий по техническому перевооружению показатель рентабельности может даже несколько снизиться. Но это – экономическая сторона государственной поддержки. Учитывая социальный аспект, можно рассчитывать, что при таком виде государственной поддержки предприятия создадут новые рабочие места и повысят уровень оплаты труда.

Если говорить о таком блоке видов государственной поддержки, как реструктуризация задолженности (отсрочка (рассрочка) платежей по налогам,

пошлинам, за энергоносители), то, оказывая данный вид государственной поддержки, ожидать увеличения объема производства и рентабельности вряд ли стоит. Подобный вид государственной поддержки оказывается именно тем предприятиям, у которых значительная величина просроченной кредиторской задолженности. Ее реструктуризация в корне ситуацию не изменит, хотя позволит предприятию начать действовать менее скованно. Оценить эффективность данного вида можно: с экономической стороны – по коэффициенту ликвидности, коэффициенту обеспеченности собственными оборотными средствами, а с социальной – сохранением рабочих мест и уровня оплаты труда. В связи с этим предлагается дифференциация критериев оценки эффективности государственной поддержки в зависимости от вида оказанной поддержки (таблица 4).

Таблица 4 – Дифференциация критериев оценки эффективности государственной поддержки в зависимости от вида оказанной поддержки

Вид государственной поддержки	Экономический аспект	Социальный аспект
- отсрочка (рассрочка) налоговых платежей - отсрочка (рассрочка) платежей за использованные энергоресурсы	Улучшение показателей финансового состояния: рост коэффициента ликвидности, коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами	Сохранение рабочих мест, сохранение уровня заработной платы
- бюджетные субсидии - бюджетные займы - возмещение процентов по кредитам	Техническое перевооружение, пополнение оборотных средств: рост объемов производства, рост рентабельности продукции	Создание новых рабочих мест, увеличение заработной платы
- понижение тарифов на энергоносители - освобождение от продажи валюты - освобождение от перечисления в бюджет доходов от аренды	Пополнение оборотных средств: Сохранение объемов производства и сохранение уровня рентабельности	Сохранение рабочих мест, сохранение уровня заработной платы

Для повышения эффективности оказываемой государственной поддержки, в рамках действующей системы автор предлагает проводить постоянный мониторинг эффективности государственной поддержки. При установлении неэффективности оказанного вида государственной поддержки принимать решение о применении другого, возможно более уместного в данной ситуации.

#### Список использованных источников

1. Барановский, К. С. Государственная поддержка как способ решения основных проблем малого предпринимательства в Республике Беларусь / К. С. Барановский // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. Экономические науки. – 2006. – Вып. 13. – С. 65-68.
2. Герман, А. Н. Зарубежный опыт государственной поддержки малого бизнеса / А. Н. Герман // Опыт и перспективы создания субъектов инновационной инфраструктуры в Республике Беларусь: материалы научно-практического семинара, Могилев, 20 июня 2006 года / Гос. комитет по науке и технологиям Республики Беларусь. – Могилев, 2006. – С. 100-103.

3. Дрозд, Д. Н. Границы эффективности и критерии выбора видов государственной поддержки промышленности / Д. Н. Дрозд // Проблемы управления. – 2008. – N 1 (26). – С. 160-163.
4. Независимая Беларусь - наш достойный и надежный дом: Послание Президента Респ. Беларусь А. Г. Лукашенко белорусскому народу и Нац. собр. Респ. Беларусь // Советская Белоруссия. – 2007. – 25 апр. – С 3-4.
5. О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 28 марта 2006 г. № 182: Постановление Совета министров Республики Беларусь, 28 июля 2006 г. № 950 // зарегистрировано Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь 9 августа 2006 г. N 5/22698
6. О мерах по финансовому оздоровлению убыточных акционерных обществ: Указ Президента Республики Беларусь, 28 августа 2006 г. N 538 // зарегистрировано Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь 31 августа 2006 г. N 1/7879
7. О порядке оказания государственной поддержки юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям: Решение Витебского областного Совета депутатов, 29 июня 2006 г. № 186 // зарегистрировано Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь 7 августа 2006 г. N 9/5339
8. О реструктуризации задолженности и некоторых иных мерах по финансовому оздоровлению убыточных государственных организаций: Указ Президента Республики Беларусь, 13 января 2006 г. N 27 // зарегистрировано Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь 17 января 2006 г. N 1/7164
9. О совершенствовании правового регулирования порядка оказания государственной поддержки юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям: Указ Президента Республики Беларусь, 28 марта 2006 г. № 182 // зарегистрировано Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь 30 марта 2006 г. N 1/7392

#### SUMMARY

Approaches to the state support of enterprises are considered in this article. The authors have substantiated the necessity of the state support. The estimation criteria of the state support efficiency are being investigated in the article. The differentiated approach to the estimation criteria of the state support efficiency depending on the type of rendered support is suggested.

УДК 332.1 (476.5)

### СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**З.А. Королева**

Социально-экономическое развитие Витебской области определяется макроэкономическими тенденциями развития Республики Беларусь, внешними факторами и географическим положением региона, его климатическими особенностями, наличием ресурсного, производственного и трудового потенциала. Здесь работают свыше 300 крупных и средних промышленных предприятий, которые производят 17% республиканского объема промышленной продукции, более половины которой (а это около полутора тысяч наименований), экспортируется в 80 государств мира. Только у нас выпускаются льняные ткани, полиэтилен, промышленные швейные машины. Производится практически весь объем доломитовой муки, половина продуктов нефтепереработки, электроэнергии,

металлорежущих станков, 60% ковров и ковровых изделий, 40% обуви и чулочно-носочных изделий, 75% растительного масла. В структуре промышленности доминируют нефтепереработка и нефтехимия, машиностроение, легкая и пищевая промышленность. Флагманами нашей индустрии являются ОАО «Нафтан», «Полимир», «Полоцк-Стекловолокно», унитарные предприятия «Витязь» и «Оршанский льнокомбинат», которые занимают почти 80% в областном объеме промышленного производства. Размещение на территории области таких крупных современных производств гарантирует стабильность ее экономического положения, так как они являются крупнейшими налогоплательщиками и обеспечивают почти 40% общего объема налоговых поступлений. Существенный вклад в развитие промышленного комплекса вносят также субъекты предпринимательской деятельности. Стабильно работают в этом направлении совместные общества «Марко», «Сан Марко», «Имельда», «Грация» и многие, многие другие.

Усилия органов исполнительной власти всех уровней направлены на сохранение положительной динамики в развитии народнохозяйственного комплекса и в конечном итоге на повышение социального и жизненного уровня населения области.

#### ДИНАМИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

За 2006-2008 г.г. выпуск промышленной продукции и потребительских товаров увеличился на 40% при прогнозируемом приросте на 2006-2010 годы соответственно 60% и 50%, валовой продукции сельского хозяйства – 20%. По сравнению с 2005 годом экспорт товаров возрос почти в 2 раза и составил за 3 года 8 млрд долл. Инвестиции в основной капитал увеличились в 1,8 раза. В экономику области за этот период привлечено свыше 7 трлн руб. капитальных вложений, более 60% из них направлено на объекты производственного назначения. Ежегодно в области создается не менее 15 тысяч новых рабочих мест (только за 9 месяцев текущего года создано 17926 мест), что позволило в значительной степени снять напряжение на рынке труда и довести уровень безработицы на 1 октября текущего года до 1,2% экономически активного населения. Номинальная заработная плата увеличилась с 2000г. с 79 тыс. руб. (или 68 долларов в эквиваленте) до 515 тыс. руб. (или 239 долларов) в декабре 2005 года и до 837,5 тыс.руб. (или 396 долларов) в сентябре 2008 года. С ростом благосостояния увеличилась покупательная способность населения, изменилась структура потребительских расходов, все большим спросом пользуются дорогостоящие товары длительного пользования: автомобили, телевизоры, стиральные машины, холодильники, морозильники и другая сложная бытовая техника. У людей появилась возможность вкладывать часть заработанных денег в строительство жилья. Обеспеченность жильем в расчете на одного жителя составляет 23,5 кв. метра, для сравнения в 1995 году – 20,3.

Развитие промышленного комплекса области сопровождается реализацией мероприятий по техническому перевооружению и модернизации, внедрению новых видов продукции и технологий, обновлению ассортимента. Удельный вес новой продукции в объеме промышленного производства в январе-сентябре 2008 года увеличился на 14% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил 23%. Доля сертифицированной продукции в общем объеме промышленного производства области сложилась на уровне 67%. В настоящее время на 150 предприятиях области действуют системы менеджмента качества на базе международных стандартов ИСО серии 9000, на 11 – системы управления окружающей средой на базе международных стандартов ИСО серии 14000, на 22 – системы управления качеством и безопасностью пищевых продуктов.

Продукция многих наших предприятий заслуженно лидирует в престижных номинациях как в республике, так и за рубежом. Область поддерживает торговые отношения с 97 государствами мира. Основные торговые партнеры – Россия,

Нидерланды, Соединенное Королевство, Украина, Латвия, Литва, Эстония, Польша, Венгрия, Германия. Во внешней торговле в течение последних лет сохраняется положительное сальдо, за 8 месяцев текущего года – 183 миллиона долларов. В январе-августе 2008г. объем продаж за рубеж возрос практически по всем основным товарным группам, в целом по области он составил 949,2 млн. долларов или 121,9 % при задании 117%.

Достаточно высокие показатели по производству потребительских товаров обеспечивают стабильную ситуацию на внутреннем потребительском рынке. Прирост объемов розничного товарооборота составил за 9 месяцев 2008г. 25,3% при задании 13%.

#### ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Несмотря на общую позитивную социально-экономическую динамику Витебской области, нельзя не отметить существующие проблемы. Во-первых, 199 организаций области (6,2% от учтенных) имеют заработную плату ниже 200 долларов, в том числе коммунальной собственности - 126 организаций (8,8%). Во-вторых, на 1 сентября 2008г. число убыточных предприятий по области составило 91 или 6,8% от учтенных. Среди организаций коммунальной собственности убыточен 51 субъект хозяйствования (8%). Убытки в целом по области составили 42,2 млрд. рублей (8 месяцев 2007 года – 62,5 млрд. рублей), в том числе по коммунальной собственности - 17,5 млрд. рублей (34 млрд. рублей). Наибольший удельный вес убыточных организаций в Городокском (10,3%), Поставском (10,2%), Бешенковичском (8,6%), Сенненском (8,1%) районах, городах Витебск (9,8%) и Новополоцк (9,2%). В промышленном комплексе с убытками сработало 54 предприятия (19,8%), в том числе 34 (35,8%) – коммунальной собственности. С отрицательным финансовым результатом сработали за восемь месяцев текущего года более 80% льнозаводов, две трети предприятий местной промышленности, каждое третье предприятие пищевой промышленности, каждое пятое – торговли.

В-третьих, следует отметить, что в январе-сентябре 2008 года в целом по области не обеспечены прогнозные показатели по производству промышленной продукции в сопоставимых ценах, валовой продукции сельского хозяйства во всех категориях хозяйств, экспорту услуг, ограничению импорта товаров и услуг, сальдо внешней торговли товарами.

В-четвертых, 29 предприятий области в 2008г. допустили снижение объемов производства промышленной продукции, 32 предприятия – снижение объема производства потребительских товаров.

В-пятых, несмотря на большое внимание, которое уделяется развитию малых городов, остается много нерешенных проблем и в них. Не выполнено годовое задание по уровню заработной платы в 2 городских поселках области: Оболь (99,5% от задания на конец года) и Видзы (89,7%), причем в последнем горпоселении уровень заработной платы лишь немногим превысил 200 долларов США (435,2 тыс. рублей). Объемы промышленного производства к аналогичному периоду 2007 года снижены в 5 малых горпоселениях: Бешенковичи, Подсвилье, Освея, Сенно, Сураж. Уровень безработицы выше среднего по малым городам (1,2%) в 16 горпоселениях (40% от общего количества), в том числе Поставы (2,6%), Барань (1,8%), Видзы (1,8%), Болбасово (1,7%), Лынтупы (1,7%), Лепель (1,7%), Коханово (1,6%), Руба (1,6%), Дубровно (1,4%), Бегомль (1,3%), Воропаево (1,3%), Освея (1,3%), Шумилино (1,3%), Толочин (1,3%), Ореховск (1,3%), Новолукомль (1,3%). По-прежнему крайне недостаточна инвестиционная активность в малых городах. Освоение инвестиций, предусмотренных сметой, по малым горпоселениям составляет около 66%. В 19 из 40 горпоселений освоено менее половины запланированных инвестиций. Ниже всего процент выполнения годового задания в Освее (21,9%), Ореховске (26,7%), Барани (29%), Болбасово (18,8%), Сенно (32,9%), Чашниках (33,1%), Воропаево (35,3%), Дубровно (36,2%), Лепеле (37,2%), Бигосово (39%), по г.п. Езерище нет освоения.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Перспективы развития Витебской области связаны с повышением инновационной и инвестиционной активности, ростом эффективности производственно-хозяйственной деятельности субъектов хозяйствования, усилением социальной ориентации экономики. С начала года на развитие экономики и социальной сферы направлено 2,6 триллиона рублей инвестиций, что на треть больше, чем в аналогичном периоде 2007 года.

Устойчивое поступательное развитие зависит от работы не только промышленных гигантов, но и от малых предприятий. Расположенные зачастую в небольших населенных пунктах, они в значительной мере определяют социальный портрет своего региона, качество жизни и благосостояние граждан. Поэтому подъем экономики малых городов определен на текущую пятилетку как приоритетный.

В нашей области статус малого городского поселения имеют 40 населенных пунктов. В них проживает 263 тысячи человек или пятая часть всего населения Витебщины. Более 160 с половиной тысяч – это люди в трудоспособном возрасте, которых, прежде всего, необходимо обеспечить стабильной работой, достойной заработной платой. С учетом природного, производственного и трудового потенциала развиваются как:

- моноотраслевые промышленные городские поселения - города Барань и Новолукомль, городские поселки Руба, Болбасово и Оболь, деревня Бигосово;
- многоотраслевой промышленный город - Поставы;
- агропромышленные городские поселения - города Верхнедвинск, Глубокое, Городок, Докшицы, Дубровно, Лепель, Миоры, Сенно, Толочин, Чашники, городские поселки Бешенковичи, Лиозно, Шарковщина и Шумилино;
- аграрные городские поселения – городские поселки Видзы, Сураж, Яновичи, Ореховск, Освея, Подсвилье, Езерище, Ветрино, Воропаево, Лынтупы, Богушевск, Коханово (большинство из которых вошли в Программу возрождения и развития села, как агрогородки).

В 2008 году на развитие малых городов и горпоселков освоено более 300 миллиардов рублей капитальных вложений. Создано 3985 новых рабочих мест, снижен уровень безработицы. Начата реализация 238 инвестиционных проектов и мероприятий, по 28 из них предусмотрена организация новых производств. Создаваемые и реконструируемые в области производства, в основном, ориентированы на местное сырье. И здесь мы не делаем ставку на предприятия-гиганты. Усилия направляются, прежде всего, на то, чтобы эффективно работала перерабатывающая промышленность, продукция которой пользуется повседневным спросом у населения. Проведена реконструкция цеха по производству сыров на филиале акционерного общества «Молоко» в городском поселке Шумилино, на Новолукомльском филиале введена в эксплуатацию линия по производству зерненого творога. На Лепельском молочно-консервном комбинате организовано производство мороженого, на его филиале в городе Толочин – сыра. Завершается строительство маслосырзавода в Верхнедвинске. Продолжается модернизация производства молочно-консервного комбината и техперевооружение консервного завода в городе Глубокое, завода пищевых продуктов в городском поселке Подсвилье.

Серьезным импульсом в возрождении малых городов и поселков является частный сектор. Сегодня здесь работает более 8 тысяч предпринимателей, около 850 малых предприятий. В сфере малого бизнеса реализуется ряд современных, высокоэффективных проектов. Например, частным предприятием «Нова Керамика» на площадях, арендуемых у акционерного общества «Доломит», в городском поселке Руба организовано производство экспортоориентированных декоративных керамических изделий, создано более 30 рабочих мест. В городском поселке Яновичи с привлечением частного капитала организовано производство по переработке пластмассы, создано 34 рабочих места, в городском поселке

Болбасово ОДО «Тарком» – тары из гофрокартона, в городском поселке Коханово ОДО «Игваюр-Строй» – изделий из вспененного бетона.

Сегодня предприниматели активно вкладывают деньги не только в производство, но и в социальную сферу. Так, частным предприятием «Владимир и Данила» в городском поселке Россоны организовано производство по переработке плодоовощной и дикорастущей продукции методом заморозки и расфасовки, на котором с прошлого года создано около 100 новых рабочих мест. Одновременно предприятием ведется строительство столовой для рабочих, функционирует мини-спортзал и другие объекты соцкультбыта.

Заслуживает внимания частное предприятие «Поставский мебельный центр», которое продолжает наращивать производство дверных и оконных блоков, ориентируясь на передовые технологии и реализацию продукции на экспорт. Предприятие работает прибыльно, причем прибыль реинвестирует не только в расширении производства, но и направляет на строительство объектов социальной сферы. Ведется строительство физкультурно-спортивной базы. Создана детская спортивная школа, где занимается 120 детей, и другие объекты. Указанное частное предприятие выступило инициатором создания еще одного предприятия – ООО «Производственно-мебельный центр» на 200 новых рабочих мест. При этом использовались нормы Указа Президента Республики Беларусь от 27.02.07г. №108 «О некоторых мерах по вовлечению в хозяйственный оборот неиспользуемого государственного имущества» – под конкретный инвестиционный проект были переданы неиспользуемые объекты недвижимости учреждения образования «Поставский государственный профессионально-технический колледж».

При определении перспектив развития конкретных населенных пунктов учтен их ресурсный и природный потенциал регионов. К примеру, организационно-практическая работа сегодня направлена на создание туристско-рекреационных центров на базе городов Браслав и Дисна, городских поселков – Бегомль, Копысь, Боровуха, Россоны и Ушачи. В области функционируют 100 объектов агротуризма, в том числе 72 сельские усадьбы, 22 из которых приступили к деятельности в текущем году. Туристам предлагаются охота, рыбалка, конные прогулки, маршруты на байдарках, веломаршруты, сдаются на прокат моторные лодки, катамараны, оказываются и другие услуги.

В социальной сфере ведется реконструкция учреждений образования, здравоохранения и культуры. Это позволяет сделать привлекательным проживание в малых городских поселениях, обеспечить людям социально-значимые услуги и комфортабельный досуг. Успешно организует новые рабочие места и снимает вопросы женской безработицы в малых городских поселениях предприятие «КИМ» (открыт участок в г.п. Оболь, 26 рабочих мест). В Ореховске на базе ОАО «Лантан» завершена организация нового производства по изготовлению керамической посуды. Серийный выпуск керамических глазурированных изделий (бальзамные бутылки и штофы) уже начат. В хозяйственный оборот вовлечено более 1 тысячи квадратных метров неиспользуемых площадей ОАО «Лантан». Передано в оперативное управление Могилевскому заводу лифтового машиностроения предприятие «Ветразь», расположенное в городском поселке Бегомль.

Указом Президента Республики Беларусь от 07.06.2007г. №265 определена гибкая система льготного налогообложения для субъектов хозяйствования, осуществляющих деятельность в малых и средних горпоселениях. В 2008 году этим правом воспользовалось 96 субъектов хозяйствования области на сумму 10,4 миллиарда рублей. Кроме этого, данным Указом предоставлено право Советам депутатов базового уровня устанавливать дополнительные льготы по местным налогам организациям, реализующих инвестиционные проекты в малых горпоселениях. В 2008 году 13 предприятий области получили преференции (порядка 500 млн. руб.) по платежам в местные бюджеты (налог на недвижимость, земельный, экологический). Высвобождаемые финансовые ресурсы направляются

на техническое перевооружение предприятий. Следует отметить, что в 2007-2008 годах государством предприняты весьма существенные шаги в сторону создания благоприятной среды для хозяйственной деятельности субъектов хозяйствования малого бизнеса в малых городских поселениях. Благодаря Указу Президента Республики Беларусь от 9.03.2007г. №119 «Об упрощенной системе налогообложения» и внесенных в него изменений (Указом №281 от 19.05.2008г.) во всех малых горпоселениях существенно снижена налоговая нагрузка для предприятий и организаций, применяющих упрощенную систему налогообложения. Ощутимо снижено налоговое бремя для субъектов хозяйствования, создаваемых в малых городах и в сельской местности, – это принятие Декретов Президента Республики Беларусь №9 и №1, которые направлены на предоставление льгот создаваемым в данной местности организациям и индивидуальным предпринимателям. В течение пяти лет данные субъекты хозяйствования освобождены от уплаты ряда налогов, ввозных пошлин.

Теперь во многих случаях выгоднее разместить предприятие в малом городе на условиях льготного налогообложения и на безвозмездно переданных в пользование площадях, чем нести арендные и прочие дополнительные издержки в крупном городе. Производство, таким образом, становится более рентабельным и кредитоспособным, а регион получает дополнительные рабочие места и поступления в местный бюджет.

#### SUMMARY

This article contents the main thesis of the report «Social – economic development of Vitebsk region: State and Perspectives» delivered at the International seminar «Economic growth in the conditions of the transformation», read at the EE. «WSTY» on the 23. October 2008.

УДК 657.4:687

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО УЧЕТА КОСВЕННЫХ ЗАТРАТ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

***М.В. Линник***

#### ВВЕДЕНИЕ

Трансформация экономики Республики Беларусь требует адекватных корректировок, а в некоторых случаях – пересмотра применяемых в учетной практике организаций методик бухгалтерского учета. Необходимым условием реформирования отечественной учетной системы является переосмысление ее концепции, а именно четкое определение видов учета, их функций и места в общей системе, а также пересмотр значения отдельных объектов учета и методологических подходов к их оценке. Все это относится и к такому объекту бухгалтерского учета, как незавершенное производство (НЗП).

В настоящее время многие швейные предприятия Республики Беларусь работают не на полную мощность, что обусловлено различными факторами, в частности: снижением спроса на отдельные виды продукции в условиях мирового экономического кризиса, нехваткой материальных и финансовых ресурсов, невыгодными условиями привлечения заемного капитала. Однако, несмотря на изменившиеся условия хозяйствования, а также вопреки требованиям современных экономических отношений организации продолжают использовать в своей учетной практике такие методы и способы оценки незавершенного

производства, которые не учитывают особенности их хозяйственной деятельности и не соответствуют рекомендациям международных стандартов бухгалтерского учета. Данное обстоятельство обусловлено не только стремлением руководства организации предельно снизить трудоемкость учетного процесса, но и недостаточной разработкой методик учета и оценки незавершенного производства. Необходимо отметить, что регламентирование правил оценки незавершенного производства необходимо для внедрения в практику научно обоснованных методов, а также для предотвращения произвольных оценок с целью регулирования показателей работы организации.

#### НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО УЧЕТА КОСВЕННЫХ ЗАТРАТ ОРГАНИЗАЦИЙ ШВЕЙНОЙ ПОДОТРАСЛИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В результате неэффективности используемых методик учета затрат в незавершенном производстве и формализации подходов к оценке его стоимости можно говорить об отсутствии на большинстве предприятий швейной промышленности условий для достоверного определения величины незавершенного производства. В то же время, необходимо отметить, что ориентация бухгалтерского учета на получение информации о незавершенном производстве в стоимостном выражении привела к значительному повышению роли оценочных процессов в учетных системах, обеспечивающих экономически обоснованное формирование величин отдельных объектов учета, а также отчетных показателей. Задача создания информации об исследуемых объектах с повышенной качественной характеристикой определяет необходимость разработки такой методики определения стоимости незавершенного производства, которая позволит получать достоверные, полезные и соответствующие международным стандартам бухгалтерского учета (МСБУ) показатели.

Согласно последней редакции МСБУ 2 «Запасы» (по состоянию на 31 января 2008 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 [53, с.36]. Таким образом, кроме сырья и материалов запасы включают в себя готовую продукцию и незавершенное производство.

Международным стандартом бухгалтерского учета 2 «Запасы» при оценке стоимости запасов рекомендовано использование метода «полного поглощения затрат». 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). В МСБУ 2 «Запасы» не предусмотрено использование метода «директ-костинг» при составлении финансовой отчетности. На западных предприятиях директ-костинг применяется только для составления управленческой отчетности. Согласно МСБУ 2, независимо от применяемого метода оценки запасов (метод «полного поглощения затрат» или директ-костинг), «из себестоимости запасов исключаются и признаются в качестве расходов в период их возникновения следующие затраты:

- сверхнормативные потери сырья или прочих производственных затрат;
- затраты на хранение, если только они не необходимы в производственном процессе для перехода к следующему этапу;
- административные накладные расходы, которые не связаны с доведением запасов до их настоящего местоположения и состояния;
- расходы на реализацию» [1].

С целью разработки соответствующей рекомендациям МСБУ методики учета косвенных производственных затрат, подлежащих включению в стоимость НЗП, приведем терминологию, применяемую в МСБУ 2 «Запасы». Для обозначения

прогнозного объема производства продукции при работе в нормальных условиях в МСБУ 2 «Запасы» применяется термин «нормальная мощность».

В МСБУ 2 «Запасы» приводится следующее определение данного термина: «нормальная производственная мощность – ожидаемый объем производства, рассчитываемый на основе средних показателей за несколько периодов или сезонов работы при нормальном ходе дел, с учетом потери мощности в результате планового технического обслуживания» [1]. Выбор показателя нормальной мощности в качестве основы для распределения постоянных косвенных затрат между стоимостью НЗП и себестоимостью готовой продукции оказывает влияние на финансовый результат деятельности организации через отклонение величины данных затрат, которая будет включена в стоимость запасов, от их фактической величины. Если объем производства снижен по сравнению с прогнозируемым на основе нормальной мощности, то вызванные этим обстоятельством отклонения (нераспределяемые постоянные производственные косвенные затраты) согласно п.13 МСБУ 2 «Запасы» списываются на расходы периода в периоде их возникновения без распределения между стоимостью запасов [1].

Для успешного применения описанной в МСБУ методики оценки незавершенного производства считаем необходимым рекомендовать организациям швейной промышленности произвести классификацию косвенных производственных затрат на постоянные и переменные. С целью дифференциации затрат по критерию их зависимости от объемов производства целесообразно использовать один из альтернативных методов, описанных в экономической литературе по управленческому учету и анализу (алгебраический, селективный, графический, статистический либо смешанный).

Для организации отдельного учета постоянных и переменных косвенных затрат целесообразно осуществить следующую модификацию отдельных балансовых счетов и субсчетов. Счет 25 «Общепроизводственные расходы» предлагаем переименовать в «Косвенные затраты на производство» и использовать для учета косвенных затрат, которые должны распределяться между отдельными видами продукции а также между себестоимостью готовой продукции и стоимостью незавершенного производства на основе показателей «фактический объем производства» и «нормальная производственная мощность». К счету 25 «Косвенные затраты на производство» рекомендуем открыть два субсчета первого порядка: 25-1 «Переменные косвенные затраты на производство» и 25-2 «Постоянные косвенные затраты на производство» и два субсчета второго порядка: 25-21 «Фактические постоянные косвенные затраты на производство» и 25-22 «Распределяемые постоянные косвенные затраты на производство». В течение отчетного периода переменные косвенные затраты на производство будут собираться по дебету счета 25-1 «Переменные косвенные затраты на производство», а постоянные косвенные затраты – по дебету счета 25-21 «Фактические постоянные косвенные затраты на производство». По окончании отчетного периода переменные и постоянные производственные косвенные затраты будут распределяться между стоимостью НЗП и себестоимостью готовых изделий и списываться бухгалтерскими записями, приведенными в таблице 1. Необходимо отметить, что согласно МСБУ 2 административные накладные затраты не включаются в стоимость запасов, а признаются расходами периода. Для учета таких затрат в отечественной учетной практике применяется счет 26 «Общехозяйственные расходы», который, на наш взгляд, целесообразно переименовать в счет 26 «Административные накладные затраты». Термин «затраты» рекомендуется потому, что несмотря на то, что издержки административного характера предлагается признавать расходами в период их возникновения, пока они числятся по дебету счета 26, включенного в раздел III «Затраты на производство» Типового плана счетов, они являются именно затратами, расходами же такие издержки становятся в момент их списания в дебет счета 90-2 «Себестоимость реализации».

Таблица 1 – Корреспонденция счетов при использовании предлагаемой методики учета и оценки незавершенного производства

Содержание хозяйственной операции	Корреспонденция счетов	
	дебет	кредит
<b>В ТЕЧЕНИЕ МЕСЯЦА</b>		
Отражены фактические переменные косвенные затраты на производство	25-1 «Переменные косвенные затраты на производство»	10 «Материалы», 70 «Расчеты с персоналом по оплате труда», 69 «Расчеты по социальному страхованию и обеспечению» и др.
Отражены фактические постоянные косвенные затраты на производство	25-21 «Фактические постоянные косвенные затраты на производство»	02 «Амортизация основных средств», 10 «Материалы», 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками», 70 «Расчеты с персоналом по оплате труда», 69 «Расчеты по социальному страхованию и обеспечению» и др.
Отражены административные накладные затраты	26 «Административные накладные затраты»	02 «Амортизация основных средств», 05 «Амортизация нематериальных активов», 10 «Материалы», 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками», 70 «Расчеты с персоналом по оплате труда» и др.
<b>ПО ОКОНЧАНИИ МЕСЯЦА</b>		
Суммарная величина распределенных между стоимостью НЗП и себестоимостью готовой продукции переменных производственных косвенных затрат отнесены на затраты основного производства	20 «Основное производство»	25-1 «Переменные косвенные затраты на производство»
Одновременно: Суммарная величина распределяемых постоянных производственных косвенных затрат отнесена на затраты производства Списана величина распределяемых постоянных косвенных затрат (внутренняя бухгалтерская запись по закрытию субсчета 25-22 «Распределяемые постоянные косвенные затраты на производство»)	20 «Основное производство»	25-22 «Распределяемые постоянные косвенные затраты на производство»
	25-22 «Распределяемые постоянные косвенные затраты на производство»	25-21 «Фактические постоянные косвенные затраты на производство»
Отнесены на расходы периода административные накладные затраты	90-2 «Себестоимость реализации»	26 «Административные накладные затраты»

Примечание – Составлено автором

Для учета затрат, которые не подлежат включению в стоимость НЗП, целесообразно открыть отдельный счет, например счет 24 «Сверхнормативные и непроизводительные затраты, не включаемые в себестоимость запасов». К данному счету рекомендуется открыть три субсчета первого порядка: 24-1 «Сверхнормативные затраты материальных ресурсов», 24-2 «Сверхнормативные затраты трудовых ресурсов» и 24-3 «Непроизводительные затраты». На швейных

предприятиях учет фактического расхода основных материалов (материалы верха, ткань подкладки, прокладочные материалы, материалы утеплителя и отделки, фурнитура и нитки) и расход вспомогательных материалов (сантиметровые ленты, отпарки, мелки, упаковочные материалы) осуществляется по нормам и отклонениям от норм [2]. Порядок разработки и состава норм расхода материалов на производство единицы продукции установлен «Инструкцией по нормированию расхода материалов в массовом производстве швейных изделий», утвержденной концерном «Беллепром» [3].

В картах кроя указывается количество поданного к рабочему месту материала, количество деталей, изготовленных из него, а также количество полученных отходов и неиспользованного материала, возвращенного обратно. Экономии или перерасход отражают непосредственно в картах кроя сопоставлением фактически израсходованного материала с расходом по нормам. Затраты на основные материалы по нормам их расхода списываются в дебет счета 20 «Основное производство». Затраты на вспомогательные материалы относятся в дебет счета 20 «Основное производство» в соответствии с нормами расхода вспомогательных материалов и ценами на материалы. Затраты на топливо и электроэнергию для технологических целей учитываются по дебету счета 20 «Основное производство» исходя из норм их расхода и тарифов, утвержденных в установленном порядке. Сверхнормативные затраты основных и вспомогательных материалов согласно предложенной автором методике должны учитываться по дебету счета 24-1 «Сверхнормативные затраты материальных ресурсов». Затраты, собранные по дебету данного субсчета, в конце отчетного периода списываются бухгалтерской записью Д-т сч. 90-2 «Себестоимость реализации» К-т сч. 24-1 «Сверхнормативные затраты материальных ресурсов».

В соответствии с Методическими рекомендациями по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях легкой промышленности, утвержденными концерном «Беллепром», производственные затраты на оплату труда также должны учитываться по нормам и отклонениям от норм [2]. Под затратами в пределах норм понимается оплата работ, предусмотренных установленной технологией и действующими расценками. К отклонениям от норм (сверхнормативным затратам трудовых ресурсов) относятся выплаты за работы, не предусмотренные технологическим процессом (обусловленные несоответствием качества материалов техническим условиям, недостатками в подготовке производства, доплаты за сверхурочные работы, доплаты за работы, выполненные в ночное время и др.). Затраты на оплату труда сверх норм согласно предложенной автором методике должны учитываться по дебету счета 24-2 «Сверхнормативные затраты трудовых ресурсов». Затраты, собранные по дебету данного субсчета, в конце отчетного периода списываются бухгалтерской записью Д-т сч. 90-2 «Себестоимость реализации» К-т сч. 24-2 «Сверхнормативные затраты трудовых ресурсов». Такой порядок учета сверхнормативных затрат обеспечит соответствие разработанной методики оценки НЗП рекомендациям МСБУ 2 «Запасы». П. 16 данного стандарта содержит положение о том, что сверхнормативные потери производственных ресурсов должны исключаться из себестоимости запасов и признаваться расходами в периоде их возникновения [1].

К непроизводительным затратам в соответствии с Методическими рекомендациями концерна «Беллепром» относятся потери от простоев (затраты на оплату труда рабочих за время простоя; доплата рабочим, которые за время простоя были использованы на работах, требующих применения менее квалифицированного труда; отчисления на социальные нужды от вышеперечисленных сумм; стоимость топлива и энергии, непроизводительно затраченных в период простоя), а также суммы недостач и потери материальных ценностей (стоимость испорченных материалов, полуфабрикатов и изделий при хранении в цеховых кладовых в пределах норм естественной убыли, списываемых

в установленном порядке; убыль ценностей в пределах установленных норм, выявленных при инвентаризации в цеховых кладовых и подлежащих списанию в установленном порядке) [2]. Согласно разработанной автором методике такие затраты в течение месяца собираются по дебету счета 24-3 «Непроизводительные затраты», а по окончании месяца списываются бухгалтерской записью Д-т сч. 90-2 «Себестоимость реализации» К-т сч. 24-3 «Непроизводительные затраты».

Схема предлагаемой для использования в организациях швейной промышленности методики распределения производственных косвенных затрат представлена на рисунке 1.

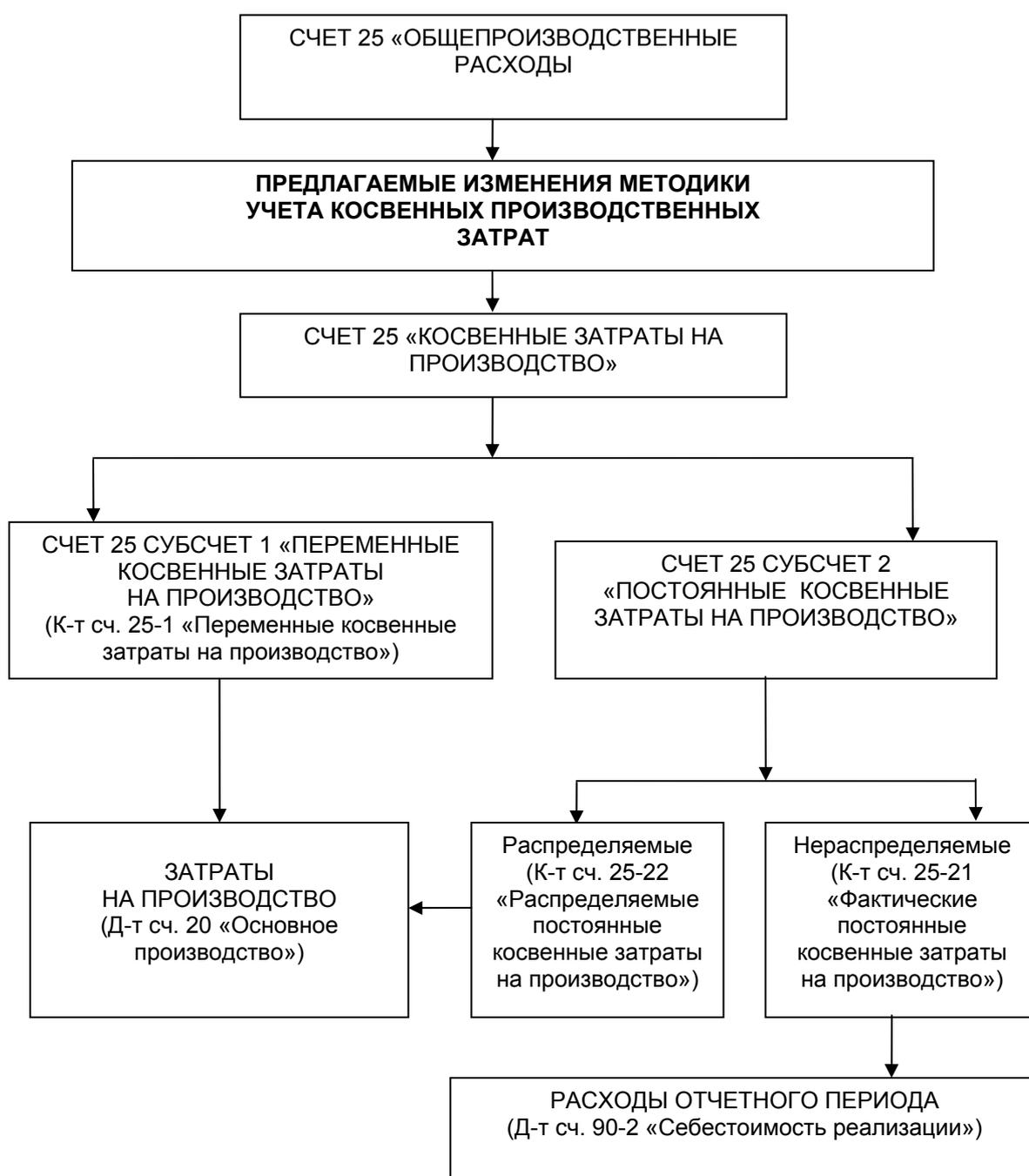


Рисунок 1 – Предлагаемая методика учета косвенных затрат на производство

Примечание – Составлено автором

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разработанной автором методики синтетического учета косвенных затрат на производство, новизна которой состоит в модификации балансовых счетов с использованием дополнительных субсчетов, обеспечит возможность внедрения в учетную практику организаций швейной промышленности методики оценки незавершенного производства, соответствующей рекомендациям международных стандартов бухгалтерского учета и учитывающей специфику деятельности предприятий исследуемой подотрасли. Предлагаемая методика, в отличие от существующей методики синтетического учета косвенных затрат на производство, позволит упростить порядок получения учетных данных с требуемой степенью детализации (по виду и местам возникновения косвенных затрат) с целью повышения эффективности управления производственным процессом.

### Список использованных источников

1. Международные стандарты финансовой отчетности 2007: издание на русском языке. Москва: Аскери-Асса, 2007. – 1060 с.
2. Методические рекомендации по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях легкой промышленности, утв. концерном «Беллегпром» 28.10.05.
3. Инструкция по нормированию расхода материалов в массовом производстве швейных изделий, утв. концерном «Беллегпром» 12.01.04.

## SUMMARY

The article is devoted to research of the problems of accounting and allocation of variable and fixed production overheads for perfection of the work-in-progress evaluation in sewing-industry enterprises. New accounting and evaluating methods for work-in-progress which take into account IAS recommendations and characteristics of sewing-industry have been worked out.

УДК 657.4:687

## РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К УЧЕТУ И ОЦЕНКЕ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*М.В. Линник*

### ВВЕДЕНИЕ

Хозяйствование организаций в условиях рыночных отношений объективно обуславливает необходимость особого внимания к затратам на производство не законченной обработкой продукции. Бухгалтерский учет незавершенного производства (НЗП) представляет собой необходимое условие управления затратами и себестоимостью продукции. Организация учета незавершенного производства должна обеспечивать достоверное распределение производственных затрат между продукцией, выпущенной в отчетном периоде, и продукцией следующих отчетных периодов.

Среди отечественных и зарубежных ученых, которые с различной степенью детализации затрагивали в своих исследованиях вопросы учета, инвентаризации и оценки незавершенного производства, можно отметить С.Н. Абдуллину, И.А. Басманова, П.С. Безруких, Н.А. Блатова, А.С. Бородкина, В.А. Бунимовича, М.А. Вахрушину, К. Друри, А.А. Ефремову, А.Г. Завьялкова, В.Р. Захарьина, В.Б. Ивашкевича, Т.П. Карпову, В.Э. Керимова, Н.И. Ладутько, А.Ш. Маргулиса, Т.И. Матвееву, П.П. Новиченко, В.Ф. Палия, П.Я. Папковскую, М.В. Радиевского, П.И. Савичева, В.И. Сидорова, А.Ю. Соколова, С.А. Стукова, Н.Г. Чумаченко.

Не умаляя важности работы, проделанной как отечественными, так и зарубежными учеными, необходимо отметить отсутствие комплексных исследований по совершенствованию методологических аспектов учета и оценки незавершенного производства.

#### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА И ОЦЕКИ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Исследование трудов отечественных и зарубежных ученых, занимавшихся проблемами учета и оценки незавершенного производства, показало, что большинство авторов приводят в своих работах схожие дефиниции термина «незавершенное производство», которые не раскрывают полностью его сущности как объекта бухгалтерского учета. Рассмотрим некоторые из них.

Согласно трактовке П.И. Савичева и Т.И. Матвеевой, «к промышленному незавершенному производству относится продукция частичной готовности, то есть не прошедшая всех операций обработки, установленных производственным процессом, а также изделия, хотя и полностью изготовленные, но не прошедшие всех испытаний (если такие испытания предусмотрены технологией) и технической приемки» [1, 2]. М.В. Радиевский дает следующее определение незавершенного производства: «незавершенное производство представляет собой часть оборотных средств и включает в себя большое количество разнообразных предметов труда, расположенных на определенных этапах производственного процесса в различной степени готовности и находящихся: на рабочих местах, в процессе перемещения и транспортировки, в процессе технического контроля» [3]. Е.Н. Ладутько придерживается следующей трактовки незавершенного производства: «незавершенное производство – это продукция (заготовки, детали, узлы, изделия и т. п.), не прошедшая всех стадий (фаз, переделов) обработки, предусмотренных технологическим процессом, а также изделия неукomплектованные, не прошедшие испытания и технической приемки. Также относятся к НЗП изделия полностью законченные, принятые контрольным аппаратом и упакованные, но по каким-либо причинам не сданные на склад готовой продукции до 24 часов последнего дня месяца при односменной и двухсменной работе организации, а при трехсменной – до 8 часов утра первого числа месяца, следующего за отчетным» [4]. Аналогичную трактовку НЗП приводит в своих работах В.Ф. Палий: «к незавершенному производству относятся продукция, работы и услуги, не прошедшие всех стадий (переделов), предусмотренных технологическим процессом, а также изделия неукomплектованные, не прошедшие испытания и технической приемки» [5]. М.А. Вахрушина под незавершенным производством понимает продукцию частичной готовности, материалы и полуфабрикаты, поступившие в производство, а также готовую продукцию, не прошедшую через отдел технического контроля [6]. Данное определение требует уточнений, так как согласно инструктивным методическим документам к незавершенному производству относятся не все материалы и полуфабрикаты, поступившие в производство, а лишь начатые обработкой.

В Методических рекомендациях по прогнозированию, учету и калькулированию себестоимости продукции, товаров (работ, услуг) в промышленных организациях, утвержденных приказом Министерства промышленности Республики Беларусь № 250 от 01.04.2004 г. (далее – Методические рекомендации Министерства промышленности), дается следующее определение незавершенного производства: «незавершенное производство – это продукция, не прошедшая всех стадий обработки по технологическому процессу. К незавершенному производству относятся:

- детали собственного изготовления, законченные и не законченные обработкой;
- детали покупные и полуфабрикаты, прошедшие обработку на соответствующих технологических операциях;
- узлы, находящиеся на различных стадиях сборки;

- изделия, сборка которых еще не закончена и изделия, полностью законченные, принятые контрольным аппаратом и упакованные, но по каким-либо причинам не сданные на склад готовой продукции до 24 часов последнего месяца при односменной и двухсменной работе, при трехсменной работе предприятия – до 8 часов утра первого числа месяца, следующего за отчетным» [7].

В Методических рекомендациях по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях легкой промышленности, утвержденных концерном «Беллегпром» 28.10.2005 г. (далее – Методические рекомендации концерна «Беллегпром»), содержится следующая трактовка незавершенного производства: «незавершенное производство – это продукция, не прошедшая всех стадий обработки, предусмотренных технологическим процессом, 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; окончательно забракованные детали, полуфабрикаты и изделия» [8]. Необходимо отметить, что в трактовке термина «незавершенное производство», данной в Методических рекомендациях концерна «Беллегпром», имеются некоторые расхождения с определением НЗП, которое содержится в Методических рекомендациях Министерства промышленности, так как в Методических рекомендациях концерна «Беллегпром» не указано, что к незавершенному производству относится также и готовая продукция, принятая отделом технического контроля, но не сданная на склад готовой продукции до 24 часов последнего месяца при односменной и двухсменной работе, при трехсменной работе предприятия – до 8 часов утра первого числа месяца, следующего за отчетным.

Так как определения термина «незавершенное производство», используемые в экономической литературе, а также в инструктивных методических документах, регулирующих вопросы учета производственных затрат, не позволяют раскрыть сущность НЗП как объекта бухгалтерского учета, который ведется в стоимостном выражении, трактовку данного термина с точки зрения бухгалтерского учета, на наш взгляд, целесообразно формулировать следующим образом. Незавершенное производство – это затраты на производство продукции (выполнение работ, оказание услуг промышленного характера), которые в результате специфики технологического процесса, а также в соответствии с избранной организацией методикой оценки отдельных категорий запасов на отчетную дату не вошли в состав себестоимости готовой продукции и подлежат признанию в качестве запасов в части изделий или полуфабрикатов, обработка которых к концу отчетного периода не завершена, либо продукции, не принятой отделом технического контроля.

Сформулированное автором определение раскрывает двойственный характер незавершенного производства как объекта бухгалтерского учета: с одной стороны, это продукция различной степени готовности, то есть запасы организации, с другой – затраты, которые возникают в процессе производства и на отчетную дату не включаются в себестоимость готовой продукции.

В связи с тем, что информацию о незавершенном производстве используют различные структурные подразделения предприятия, по нашему мнению, при трактовке данного термина, безусловно, следует применять системный подход, который предполагает использование комплекса определений НЗП, характеризующих его с разных сторон в зависимости от запросов служб, нуждающихся в соответствующей информации. Для реализации системного подхода к трактовке термина «незавершенное производство» предлагаем уточнить, развить и дополнить комплекс определений НЗП. В зависимости от

информационных запросов пользователей незавершенное производство целесообразно трактовать следующим образом:

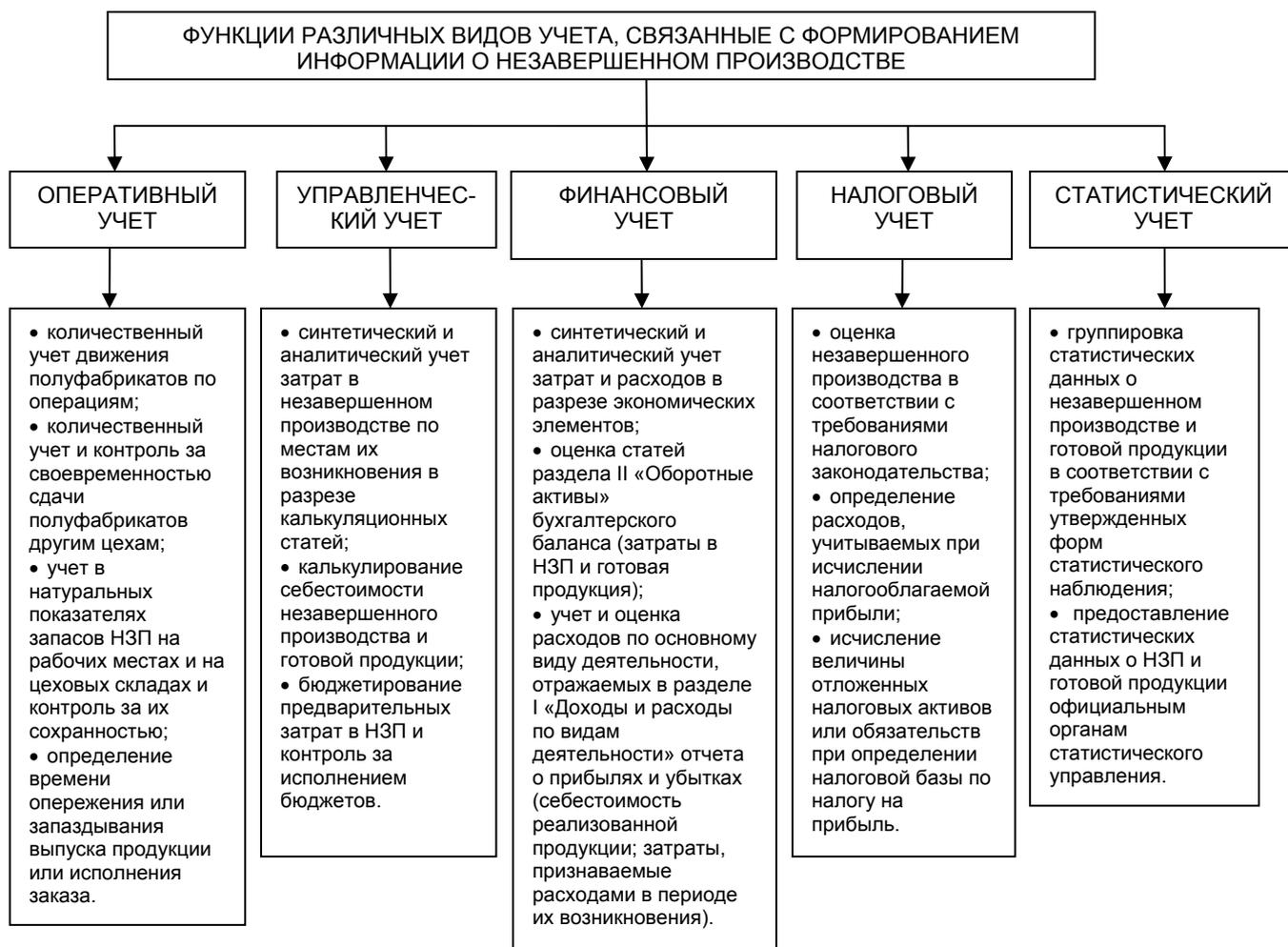
- с экономической точки зрения НЗП – это оборотные средства, находящиеся на производственной стадии кругооборота средств предприятия и обеспечивающие его бесперебойную работу (схожие трактовки приводятся в работах М.В. Радиевского и И.И. Бочкаревой);

- с юридической точки зрения незавершенное производство – это товарно-материальные ценности, находящиеся на материальной ответственности у администрации цехов (из состава ТМЦ, находящихся на материальной ответственности у администрации цехов, необходимо исключить предметы труда в составе оборотных средств; материалы, принятые в цех, но не начатые обработкой; полученные со стороны и находящиеся в цехе полуфабрикаты и комплектующие изделия, не начатые обработкой; окончательно забракованные детали, полуфабрикаты и изделия);

- с точки зрения оперативного учета НЗП – это продукция, не прошедшая всех стадий обработки, предусмотренных технологическим процессом, а также изделия неукomплектованные, не прошедшие испытания и технической приемки (данное определение без ссылки на то, что в нем раскрыт лишь технологический аспект НЗП, приводится в исследованиях таких авторов, как М.А. Вахрушина, Е.Н. Ладутько, В.Ф. Палий и др.).

- с точки зрения бухгалтерского учета (финансового и управленческого) НЗП – это затраты на производство продукции (выполнение работ, оказание услуг промышленного характера), которые в результате специфики технологического процесса, а также в соответствии с избранной организацией методикой оценки отдельных категорий запасов на отчетную дату не вошли в состав себестоимости готовой продукции и подлежат признанию в качестве запасов в части изделий или полуфабрикатов, обработка которых к концу отчетного периода не завершена, либо продукции, не принятой отделом технического контроля.

Далее обратимся к проблеме разграничения функций различных видов учета, связанных с формированием информации о незавершенном производстве. Данная проблема актуальна в связи с тем, что для определения затрат, которые формирует стоимость активов, и затрат, признаваемых расходами периода, необходимо применять специфические учетные, оценочные и калькуляционные процедуры, которые могут существенно дифференцироваться в зависимости от поставленных целей. Среди ученых, занимающихся исследованием проблем учета и оценки НЗП, существуют разногласия по вопросу классификации функций различных видов учета в части оценочных, учетных и калькуляционных процедур, связанных с формированием информации о данном объекте. М.А. Вахрушина, А.Ю. Соколов учет и оценку НЗП относят к процедурам управленческого учета [6, 9]. Другие ученые (В.Г. Широбоков, Л.А. Купчина) придерживаются мнения, что учет и оценка незавершенного производства являются процессами, осуществляемыми в рамках финансового учета [10, 11]. На наш взгляд, ни одна из этих позиций не дает исчерпывающего ответа на вопрос, в рамках какого из видов учета должны осуществляться учетные, калькуляционные и оценочные процедуры, связанные с формированием информации о НЗП. Происходит это потому, что дефиниции незавершенного производства, широко используемые в отечественной учетной практике, не позволяют полностью раскрыть сущность данного термина с точки зрения бухгалтерского учета. По нашему мнению, реализация функций, позволяющих получить информацию о НЗП, должна осуществляться в рамках различных видов учета. На основе исследования зарубежного опыта организации учетной работы автором предложена классификация функций различных видов учета в части оценочных, калькуляционных, учетных процедур, а также прочих процедур, позволяющих получить информацию о незавершенном производстве, схематически представленная на рисунке 1.



Примечание – Составлено автором

Рисунок 1 – Систематизация функций, связанных с формированием информации о незавершенном производстве, на основе зарубежного опыта организации учетной работы

С точки зрения национальных учетных традиций и практики организации учетного процесса на отечественных предприятиях предложенную выше классификацию по функциональному критерию можно модифицировать, объединив блоки «финансовый учет» и «управленческий учет» в общий блок «бухгалтерский учет» и ограничив количество функций данного вида учета следующим набором: синтетический и аналитический учет затрат в незавершенном производстве, калькулирование себестоимости не законченной обработкой продукции, а также оценка отдельных статей оборотных активов (НЗП, готовая продукция) и затрат, не включаемых в стоимость активов и признаваемых расходами периода.

Для разработки научно обоснованных методик оценки и учета незавершенного производства считаем необходимым сформулировать и систематизировать методологические принципы бухгалтерского учета НЗП.

К основным принципам, на которых базируется учет незавершенного производства, на наш взгляд, относятся следующие:

- принцип признания на отчетную дату незавершенного производства активом, который обладает следующими характеристиками:

1) данный актив с большой степенью вероятности обеспечит поступление экономических выгод в будущем;

- 2) данный актив является материальным (вещественным);
- 3) относится к собственным активам организации (в случае производства изделий из давальческого сырья в стоимость НЗП не включается стоимость материалов, принадлежащих заказчику);
- 4) по характеру обслуживания деятельности предприятия данный актив относится к сфере производства и наличие его обусловлено необходимостью обеспечить бесперебойность и ритмичность производственного процесса;
- 5) данный актив является слаболиквидным, так как НЗП может быть конверсировано в денежные средства без потерь своей стоимости по истечении значительного периода времени;
  - принцип неизменности применяемой методики учета и оценки незавершенного производства в течение года (принцип вытекает из декларированного Законом Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» положения о последовательности применения учетной политики);
  - принцип одновариантности методики оценки НЗП для организаций одной подотрасли (обусловлен необходимостью обеспечить сравнимость показателей эффективности функционирования организаций одной подотрасли);
  - принцип ограничения стоимости незавершенного производства затратами, связанными с осуществлением производственной деятельности организации (принцип предполагает исключение из стоимости НЗП административных издержек, а также затрат, связанных с реализацией, и признание их расходами отчетного периода);
  - принцип оценки НЗП по производственной себестоимости в случае, когда не выполняется хотя бы одно из двух условий:
    - 1) величина незавершенного производства стабильна, и его удельный вес в структуре оборотных активов составляет не более 1–2 %;
    - 2) стоимость сырья и материалов составляет не менее 70 % от себестоимости готовой продукции;
  - принцип исключения из состава затрат, включаемых в стоимость НЗП, сверхнормативных и непроизводительных издержек (обусловлен необходимостью получить оценку активов в соответствии с международной практикой учета);
  - принцип раздельного синтетического и аналитического учета постоянных и переменных косвенных затрат в незавершенном производстве (данный принцип также обусловлен необходимостью получить оценку активов в соответствии рекомендациями МСБУ 2 «Запасы»);
  - принцип балансирования (данный принцип положен в основу отчетов о движении деталей и полуфабрикатов по цеху, а также сличительных ведомостей результатов инвентаризации незавершенного производства).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование теоретических и методологических основ учета и оценки НЗП позволили автору сделать вывод о том, что большинство отечественных и зарубежных ученых придерживаются трактовки незавершенного производства, которую можно назвать исчерпывающей только с точки зрения оперативного учета, либо раскрывают сущность НЗП как экономической категории, но не как объекта бухгалтерского учета. Авторская трактовка незавершенного производства как объекта бухгалтерского учета, приведенная в статье, раскрывает двойственный характер НЗП: с одной стороны, это продукция различной степени готовности, то есть запасы организации, с другой – затраты, которые возникают в процессе производства и на отчетную дату не включаются в себестоимость готовой продукции.

Предложенная автором классификация функций различных видов учета НЗП позволит организациям в зависимости от поставленных целей и задач, которые должны быть решены, разграничивать сферы ответственности структурных подразделений и координировать потоки информации о незавершенном

производстве таким образом, чтобы иметь возможность качественно и своевременно управлять запасами не законченной обработкой продукции.

Сформулированные и систематизированные методологические принципы бухгалтерского учета незавершенного производства будут способствовать разработке новых учетных методик формирования информации, способствующих повышению надежности финансовой отчетности.

#### Список использованных источников

1. Савичев, П. И. Учет и инвентаризация незавершенного производства в промышленных предприятиях / П. И. Савичев. – Москва : Госфиниздат, 1954. – 142 с.
2. Матвеева, Т. И. Учет незавершенного производства / Т. И. Матвеева. – Москва : Финансы и статистика, 1983. – 187 с.
3. Радиевский, М. В. Планирование и учет незавершенного производства и отчетность на производственных участках машиностроительных заводов / М. В. Радиевский. – Москва : Машиздат, 1971. – 122 с.
4. Ладутько, Е. Н. Управленческий учет в системе контроля себестоимости и прибыли / Е. Н. Ладутько. – Минск : Бел. навука, 2003. – 112 с.
5. Палий, В. Ф. Финансовый учет: учеб. пособие в 2 ч. / В. Ф. Палий, В. В. Палий. – Ч. 1 – Москва : ФБК-ПРЕСС, 1998. — 304 с.
6. Вахрушина, М. А. Бухгалтерский управленческий учет: учеб. пособие / М. А. Вахрушина. – Москва : ЗАО «Финстатинформ», 1999. – 359 с.
7. Методические рекомендации по прогнозированию, учету и калькулированию себестоимости продукции, товаров (работ, услуг) в промышленных организациях, утв. М-вом промышленности Респ. Беларусь 01.04.04.
8. Методические рекомендации по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях легкой промышленности, утв. концерном «Беллепром» 28.10.05.
9. Соколов, А. Ю. Управленческий учет накладных расходов / А. Ю. Соколов. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 448 с.
10. Ширококов, В. Г. Бухгалтерский финансовый учет: учеб. пособие / В. Г. Ширококов. – Москва : КноРус, 2007. – 672 с.
11. Купчина, Л. А. Отражение затрат в производственном учете / Л. А. Купчина // Консультант.— 1998.—№13.— С. 67–69.

УДК 338.246.027.2

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СФЕРЕ НОВЫХ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*В.А. Мироненко, И.В. Кривенкова*

Республика Беларусь выбрала в качестве приоритетного направления развития инновационный путь, предполагающий создание экономики, основанной, в первую очередь, на знаниях. В связи с этим ключевое место в экономике знаний занимает сфера новых и высоких технологий, которую необходимо развивать в рамках национальных границ, совершенствуя ее базу за счет импортной составляющей. Прибыль от реализации высокотехнологичной наукоемкой продукции во всем мире на несколько порядков превышает затраты на ее создание. В этом и состоит смысл переориентации экономики с сырьевой на инновационную, что стало особо очевидным в связи с настигшим весь мир глобальным финансово-экономическим

кризисом, который взял старт только как финансовый, а по прогнозам многих экономистов и аналитиков, завершится в виде экономического, выйти из которого с наименьшими потерями как для государства, так и для отдельного домохозяйства возможно только развивая сферу новых и высоких технологий. Поэтому определенный интерес представляет изучение тенденций экспортно-импортных потоков наукоемкой продукции Республики Беларусь, как основы для дальнейших научных исследований и технических разработок.

Проследим в обобщенном виде изменение экспортно-импортных процессов. В динамике экспортно-импортных операций Республики Беларусь прослеживается тенденция не пропорционального роста в стоимостном выражении экспортно-импортных потоков как в целом по стране, так и относительно новых и высоких технологий (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика экспортно-импортных операций Республики Беларусь в сфере новых и высоких технологий, млн. долл. США

Показатель	Экспорт				Импорт			
	2005	2006	2007	2008 <sup>1</sup>	2005	2006	2007	2008 <sup>2</sup>
Всего по Республике Беларусь	15 979	19 734	24 339	32 571	16 708	22 351	28 674	39 381
в том числе высокие технологии	177,8	233,7	308,1	356,7	689,8	965,6	1 124	1012,6
Удельный вес в общем объеме, %	1,11	1,18	1,27	1,1	4,13	4,32	3,92	2,57
Коэффициент покрытия экспорта импортом (товары)								
	0,956	0,883	0,849	0,827				
Коэффициент покрытия экспорта импортом (высокие технологии)								
	0,258	0,242	0,274	0,352				

Источник: рассчитано на основе [10].

Удельный вес последних в общем объеме продукции по экспорту имеет тенденцию роста, однако даже в 2008 г. не достиг уровня 2005 г. В отношении импорта на протяжении всего исследуемого периода прослеживаются колебания показателя в обе стороны.

Коэффициент покрытия экспорта импортом в целом по республике в 3,7 (2005 г.), 3,6 (2006 г.), 3,1 (2007 г.) и в 2,3 раза (2008 г.) превышает аналогичный показатель относительно высоких технологий, что вызывает определенные опасения по поводу ярко выраженной зависимости отечественного народного хозяйства от зарубежных поступлений, хотя разрыв между указанными показателями в динамике сокращается.

Более подробный анализ экспортно-импортных операций в отраслевом разрезе в сфере новых и высоких технологий представлен в таблицах 2 и 3.

<sup>1</sup> В связи с принятием в 2007 г. новой редакции Гармонизированной системы описания и кодирования товаров (ГС) – Harmonized System classification (HS) на национальном уровне с 2008 г. вступила в силу новая редакция ТН ВЭД РБ согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 25.06.2007 № 829.

Поскольку редакция ГС 2007 г. имеет расхождения с предыдущей редакцией 2002 г., касающиеся изменения некоторых кодов наименований позиций, введения новых кодированных описаний товаров, исключения отдельных позиций, частичного поглощения старых позиций новыми, в ТН ВЭД РБ с 2008 г. произошли существенные изменения, затрагивающие первые 6 знаков десятизначного кода. Это, в первую очередь, коснулось товаров, произведенных на основе новых и высоких технологий.

Таким образом, для корректного определения объемов и динамики международной торговли высокотехнологичной продукцией необходима разработка корреляционных таблиц, увязывающих коды высокотехнологичных товаров двух последних редакций ТН ВЭД РБ в соответствии с изменениями в ГС.

<sup>2</sup> То же: здесь и далее относительно статистических данных за 2008 год.

Таблица 2 – Сальдо экспорта-импорта новых и высоких технологий Республики Беларусь, тыс. долл. США

Отрасли	Экспорт				Импорт				Сальдо			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Химические продукты	38764,7	73906,9	75420,6	76872,6	113213,0	158525,0	152470,0	34810,4	-74448,3	-84618,1	-77049,4	+42062,2
Электрические машины, их части и принадлежности	9277,4	11373,2	15923,7	14293,1	15450,4	16394,8	29265,2	18061,0	-6173,0	-5021,6	-13341,5	-3767,9
Научные принадлежности	63380,0	81983,1	105690,0	137595,7	138736,0	193014,0	252899,0	337378,2	-75356,0	-111030,9	-147209,0	-199782,5
Неэлектрическая техника	12182,4	11865,0	20490,2	24072,0	63107,0	65201,9	111037,0	106058,7	-50924,6	-53336,9	-90546,8	-81986,7
Фармацевтическая продукция	14175,5	12907,5	14295,2	18511,1	87868,5	112799,0	138248,0	188885,2	-73693,0	-99891,5	-123952,8	-170374,1
Аэрокосмическая техника	5348,5	2270,3	5670,2	1383,8	6128,4	438,6	7375,1	14516,1	-779,9	+1831,7	-1704,9	-13132,3
Компьютерная и офисная техника	10479,1	1832,8	2298,5	2466,0	38801,5	83451,5	112200,0	137222,6	-28322,4	-81618,7	-109901,5	-134756,6
Электроника и телекоммуникации	24235,9	37541,3	68350,7	81524,4	226527,0	335762,0	320529,0	175705,9	-202291,1	-298220,7	-252178,3	-94181,5
Всего высокие технологии	177843,5	233680,1	308139,1	356718,7	689831,8	965586,8	1124023,3	1012638,1	-511988,3	-731906,7	-815884,2	-655919,4

Источник: рассчитано на основе [10].

Таблица 3 – Структура экспорта-импорта новых и высоких технологий Республики Беларусь, %

Отрасли	Экспорт				Импорт			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Химические продукты	21,80	31,63	24,48	21,55	16,41	16,42	13,56	3,44
Электрические машины, их части и принадлежности	5,22	4,87	5,17	4,01	2,24	1,70	2,60	1,78
Научные принадлежности	35,64	35,08	34,30	38,57	20,11	19,99	22,50	33,32
Неэлектрическая техника	6,85	5,08	6,65	6,75	9,15	6,75	9,88	10,47
Фармацевтическая продукция	7,97	5,52	4,64	5,19	12,74	11,68	12,30	18,65
Аэрокосмическая техника	3,01	0,97	1,84	0,39	0,89	0,05	0,66	1,43
Компьютерная и офисная техника	5,89	0,78	0,75	0,69	5,62	8,64	9,98	13,55
Электроника и телекоммуникации	13,63	16,07	22,18	22,85	32,84	34,77	28,52	17,35
Всего высокие технологии	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Источник: рассчитано на основе данных таблицы 2.

Анализ показывает, что республика экспортирует, в основном, научные принадлежности и электронику и телекоммуникации, стоимостное выражение которых колеблется в пределах от 63 380,0 до 137 595,7 тыс. долл. США и от 24 235,9 до 81 524,4 тыс. долл. США (таблица 2) в течение исследуемых четырех лет, а удельный вес в совокупном объеме составляет от 34,3 до 38,57 % и от 13,63 до 22,85 % соответственно (таблица 3).

Из-за рубежа в преобладающем объеме ввозятся научные принадлежности, а также фармацевтическая продукция. Однако сальдо торговых операций по всем товарным позициям остается стабильно отрицательным (за исключением

аэрокосмической техники в 2006 г. (+ 1 831,7 тыс. долл. США) и химических продуктов в 2008 г. (+ 42 062,2 тыс. долл. США) и в динамике растет в среднем на 11,6 % в год.

Вместе с тем, экспорт высоких технологий растет в среднем на 26,3 % в год, а импорт – на 15,5 %.

Сальдо высоких технологий повышается в отрицательном стоимостном выражении из года в год за счет опережающего роста импортируемых наукоемких товаров над экспортируемыми. Это объективная особенность, характерная не только для Республики Беларусь и связанная, прежде всего, с необходимостью иностранных заимствований в целях поддержания и развития национальной триады «наука–образование–производство». Однако необходимо сокращать разрыв между импортно-экспортными потоками как в целом по всем товарам, так и по высокоинновационной продукции.

Основной инструмент воздействия на рост экспортного потенциала страны – стимулирование развития отечественной сферы новых и высоких технологий, в том числе с использованием импортной составляющей, осуществляемое, в первую очередь, за счет создания гибкой, отвечающей требованиям своего времени правовой среды функционирования субъектов хозяйствования, ориентированных на производство и реализацию наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

Указ Президента Республики Беларусь от 25.03.2008 г. № 174 «О совершенствовании деятельности белорусского инновационного фонда» [8], предусматривает оптимизацию финансирования научных проектов и работ.

Указ Президента Республики Беларусь от 23.01.2009 № 48 «О стимулировании в 2009 году развития промышленного производства» [9] предусматривает освобождение от уплаты в бюджет суммы превышения налога на прибыль, сбора в республиканский фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции, продовольствия и аграрной науки, подлежащих уплате в соответствующий период 2009 года, по сравнению с суммой налогов, подлежавших уплате в соответствующий период 2008 года, скорректированных с учетом изменений налогового законодательства в 2009 году и увеличенных на коэффициент, учитывающий прогнозный индекс цен производителей промышленной продукции на 2009 год и установленное соответствующим органом государственного управления индивидуальное задание по росту объема производства продукции.

В целях создания условий для технического переоснащения производств, основанных на новых и высоких технологиях Указом Президента Республики Беларусь от 04.12.2008 № 662 «О налогообложении высокотехнологичных организаций» [3] утвержден перечень высокотехнологичных организаций, включенных в Реестр высокотехнологичных производств и предприятий, прибыль которых, полученная от реализации высокотехнологичных товаров (работ, услуг) собственного производства, облагается налогом на прибыль по ставке, уменьшенной на 50 процентов.

В целях активизации инновационной деятельности, стимулирования производства высокотехнологичных товаров (работ, услуг) в Республике Беларусь Указом Президента Республики Беларусь от 09.03.2009 № 123 «О некоторых мерах по стимулированию инновационной деятельности в Республике Беларусь» [6] предусмотрено создание научными организациями унитарных предприятий за счет превышения остающихся в их распоряжении от осуществления данной деятельности доходов над расходами.

Юридические лица при осуществлении на территории Республики Беларусь научной, научно-технической деятельности, хозяйственной деятельности по производству высокотехнологичных товаров собственного производства и их реализации без привлечения средств республиканского и местных бюджетов вправе самостоятельно в течение двух лет со дня начала их производства:

- определять условия, объемы, виды закупаемого сырья, комплектующих и материалов, а также условия, объемы и виды реализации этих товаров;
- устанавливать и применять свободные цены (тарифы) на данные товары;
- определять поставщиков и покупателей высокотехнологичных товаров.

Также указом предусмотрены налоговые льготы для юридических лиц, осуществляющих производство и реализацию высокотехнологичной продукции.

Постановлением Совета Министров № 1555 утверждена Государственная программа по охране интеллектуальной собственности на 2008-2010 гг. [1], предусматривающая механизм охраны интеллектуальной собственности и повышения конкурентоспособности национальной экономики в сфере высокотехнологичного производства и экспорта.

В целях дальнейшего развития малого предпринимательства и повышения эффективности оказания ему государственной поддержки принят Указ Президента Республики Беларусь от 21.05.2009 г. № 255 «О некоторых мерах государственной поддержки малого предпринимательства» [5].

Указ Президента Республики Беларусь от 31.08.2009 г. № 432 «О некоторых вопросах приобретения имущественных прав на результаты научно-технической деятельности и распоряжения этими правами» [4] имеет целью совершенствование порядка использования результатов НТД, а также распоряжения имущественными правами на эти результаты.

Указ Президента Республики Беларусь от 07.09.2009 г. № 441 «О дополнительных мерах по стимулированию научной, научно-технической и инновационной деятельности» [2] юридически закрепил право на высокий уровень оплаты труда работников, обеспечивающих реализацию НИОКР и опытно-технологических работ, научно-технической продукции на экспорт, не ограниченный максимальными размерами, а также право на выплату вознаграждений авторам объектов промышленной собственности.

Национальная программа развития экспорта на 2006-2010 гг. [7] в части стимулирования производства и экспорта высоких технологий предусматривает:

- опережающее развитие корпоративной и фирменной науки в целях обеспечения более тесной связи науки с производством;
- создание инновационно-активных организаций, осваивающих выпуск новой конкурентоспособной продукции, в том числе бизнес-инкубаторов, технопарков, технополисов, центров трансфера технологий;
- заключение соглашений с другими странами по экспорту технологий и инноваций;
- стимулирование экспорта технологий и наукоемкой продукции посредством соответствующего совершенствования налоговой, амортизационной, антимонопольной, таможенно-тарифной политики;
- отбор и поддержка прорывных исследований и технологий по секторальным (космические исследования, биотехнологии, оптоэлектроника, атомные технологии и др.) и функциональным приоритетам (нанотехнологии, информационные технологии, приборостроение);
- развитие системы целевого финансирования экспортоориентированных научных приоритетов через специальные фонды;
- стимулирование участия в работах на прорывных экспортных направлениях корпоративной науки и научно-технических подразделений крупных промышленных предприятий и объединений;
- создание при головных организациях-исполнителях работ по государственным, республиканским, отраслевым научно-техническим программам при институтах НАН Беларуси и других организациях, выполняющих НИОК(Т)Р, филиалов Республиканского центра трансфера технологий (РЦТТ);

- создание баз данных инновационных (инвестиционных) проектов, виртуальной выставки, раздела «Продукция» головных организаций и институтов на Интернет-портале РЦТТ (<http://icct.by>);

- размещение запросов головных организаций и институтов на поиск партнеров и технологий на Интернет-портале РЦТТ (<http://icct.by>) и следующих международных сетях трансфера технологий, членом которых является РЦТТ: Международной сети поддержки инновационной деятельности и трансфера технологий UNIDO Exchange; Российской сети трансфера технологий RTTN; Сети американского коммерческого центра трансфера технологий yet2.com Inc.;

- вхождение РЦТТ в другие международные и национальные сети трансфера технологий, в том числе в Европейскую сеть трансфера технологий IRC;

- сохранение и дальнейшее развитие системы базовых институтов и научной среды, необходимых для генерации знаний посредством увеличения доли ресурсов, выделяемых на поддержку научной среды в общем объеме финансирования экспортоориентированной научно-технической сферы.

Дальнейшие шаги по стимулированию наращивания экспорта должны быть связаны, основываясь на опыте зарубежных стран, с подготовкой и реализацией следующих мер:

- создание необлагаемых налогом денежных фондов развития экспорта высокотехнологичных и наукоемких товаров;

- предоставление целевых кредитов под экспортные операции с выплатой процентов в размере половины учетной ставки;

- страхование экспортных кредитов с целью обеспечения защиты экспортеров от коммерческих и политических рисков. (Страхование экспорта может осуществляться через предоставление государственных гарантий на экспортные кредиты. Гарантии выдаются банкам, предоставляющим экспортные кредиты. Страхование покрывает не только коммерческие, но и политические риски);

- льготное налогообложение экспортеров наукоемких и высокотехнологичных товаров (целесообразно ввести на определенный период мораторий налогообложения для субъектов малого предпринимательства);

- свободная амортизационная политика хозяйствующих субъектов (упразднить для высокотехнологичных производств нормы амортизации основных средств);

- возврат импортных пошлин за сырье и материалы, ввезенные для производства высокотехнологичных товаров на экспорт.

Таким образом, система мер, заложенных в нормативно-правовой базе, позволяет повысить рост наукоемкого и высокотехнологического экспорта товаров. Однако она не создает единого механизма регулирования этих процессов, в связи с чем требуется дальнейшая проработка проблемы стимулирования как в направлении повышения рыночной активности субъектов хозяйствования, так и в направлении выравнивания сальдо экспорта-импорта наукоемких и высокотехнологичных товаров.

#### Список использованных источников

1. Государственная программа по охране интеллектуальной собственности на 2008-2010 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 21 ноябр. 2007 г., № 1555 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – № 287. – 5/26199.
2. О дополнительных мерах по стимулированию научной, научно-технической и инновационной деятельности: Указ Президента Республики Беларусь, 07 сент. 2009 г., № 441 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 222. – 1/10958.

3. О налогообложении высокотехнологичных организаций: Указ Президента Республики Беларусь, 04 дек. 2008 г., № 662 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 292. – 1/10282.
4. О некоторых вопросах приобретения имущественных прав на результаты научно-технической деятельности и распоряжения этими правами: Указ Президента Республики Беларусь, 31 авг. 2009 г., № 432 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 211. – 1/10947.
5. О некоторых мерах государственной поддержки малого предпринимательства: Указ Президента Республики Беларусь, 21 мая 2009 г., № 255 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 131. – 1/10713.
6. О некоторых мерах по стимулированию инновационной деятельности в Республике Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь, 09 март. 2009 г., № 123 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 66. – 1/10522.
7. О плане мероприятий на 2009 год по реализации Национальной программы развития экспорта на 2006-2010 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 05 февр. 2009 г., № 152 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 41. – 5/29266.
8. О совершенствовании деятельности белорусского инновационного фонда: Указ Президента Республики Беларусь, 25 март. 2008 г., № 174 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 79. – 1/9570.
9. О стимулировании в 2009 году развития промышленного производства: Указ Президента Республики Беларусь, 23 янв. 2009 г., № 48 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 27. – 1/10427.
10. Текущий архив данных Национального статистического комитета Республики Беларусь.

#### SUMMARY

The condition analysis is carried out, the features of development of export-import potential of the Republic of Belarus in sphere of new and high technologies are revealed in dynamics.

Detailed research of export-import transactions in a branch cut in sphere of new and high technologies is carried out, the basic tool of influence on growth of an export potential of the country is defined, recommendations regarding stimulation of growth of export of high technology and hi-tech production are given.

УДК 338.24(476)

### **МЕТОДИКА СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФАКТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

***Н.Н. Олешкевич***

В современном мире экономических отношений важно не столько наличие производственных факторов, сколько умение их эффективно использовать. С этой точки зрения особую значимость приобретает труд руководителей всех уровней управления, их предпринимательские способности, субъективные взгляды и цели.

Еще в начале XIX в. знаменитый французский экономист Жан-Батист Сэй в своем «Трактате по политической экономии» представил предпринимателя как «ось, вокруг которой все вращается».

Современная экономическая теория среди совокупности факторов производства выделяет предприимчивость и информацию, которые имеют право претендовать на присвоение доходов особой разновидностью.

Предприимчивость выступает как одна из функций высококвалифицированного труда и реализует себя через принятие управленческих решений. Объектом управленческого труда являются производственные факторы, предметом такого труда служит информация. Оценка пригодности информации к использованию в процессе управления предприятием и формы вовлечения ее в производственный процесс определяются непосредственно руководителем. Сама по себе информация не представляет никакого интереса до тех пор, пока управленец не переработает ее и не определит ее полезность для предприятия. Следовательно, факторы производства «предприимчивость» и «информация» необходимо рассматривать во взаимосвязи и взаимодействии, а в стоимости произведенного товара целесообразно выделять объединенный элемент – часть, израсходованную на вовлечение предприимчивости, информации и обеспечение их взаимодействия. Тогда совокупность элементов цены производства товара может быть представлена следующим образом:

$$I + g + c + ipr + p, \quad (1)$$

где  $I$  – денежная сумма, израсходованная на привлечение фактора «труд»;  
 $g$  – денежная сумма, израсходованная на привлечение фактора «земля»;  
 $c$  – денежная сумма, израсходованная на привлечение фактора «капитал»;  
 $ipr$  – денежная сумма, израсходованная на вовлечение факторов «предприимчивость», «информация» и обеспечение их взаимодействия;  
 $p$  – прибыль.

Следует отметить, что «труд», «земля», «капитал» сами по себе не могут обеспечить собственнику иного дохода, кроме банковского процента по вкладу эквивалентных денежных средств. Для их организации и использования необходимо управление, т.е. вовлечение в процесс кругооборота ресурсов фактора производства «предприимчивость» в совокупности с фактором производства «информация». Наличие именно этих факторов обеспечивает кругооборот средств и способствует формированию предпринимательского дохода. Таким образом, в прибыли ( $p$ ) можно выделить доли, созданные каждым элементом в отдельности.

Для этого проанализируем сумму средств, вложенных в стоимость произведенного и реализованного продукта. Денежная сумма, израсходованная на привлечение труда ( $I$ ), земли ( $g$ ) и капитала ( $c$ ), представляет собой себестоимость реализованной продукции, произведенной в течение одного производственного цикла. Сумма дохода, приносимого этими факторами производства, рассчитывается умножением себестоимости произведенных и реализованных товаров, продукции, работ, услуг, включая управленческие расходы и расходы на реализацию, за соответствующий период на ставку банковского процента по вкладам (либо ставку рефинансирования).

Теперь, вычитая из прибыли  $p$  доход, формируемый собственно набором факторов «труд-земля-капитал», получаем величину дохода, приносимого совокупностью предприимчивости и информации  $ipr$ :

$$p [ipr] = p - p [I ; g ; c] \quad (2)$$

Таким образом, часть прибыли  $p$ , приносимая совокупностью предприимчивости и информации  $ipr$ , представляет собой синергичный эффект от использования двух факторов производства «предприимчивость» и «информация» (СЭПИ), который имеет стоимостное выражение.

Схема стоимости произведенного товара модифицируется до следующего вида:

$$I + g + c + ipr + p [I ; g ; c] + p [ipr], \quad (3)$$

где

$p [I ; g ; c]$  – доход по банковскому проценту от средств, эквивалентных вложенным в набор факторов производства «труд-земля-капитал»;

$p [ipr]$  – предпринимательский доход, сформированный взаимодействием предприимчивости и информации (СЭПИ).

Источником информации для расчета дохода, приносимого капиталом, вложенным в факторы производства труд, земля и капитал, является форма № 2 годовой бухгалтерской отчетности «Отчет о прибылях и убытках». При необходимости детального факторного анализа источником информации служат соответствующие отчеты планово-экономического отдела предприятия.

Необходимо отметить, что реальная стоимость средств, вложенных в факторы производства, не соответствует балансовой, т.к. возникает необходимость их предварительной (условной) оценки. В зависимости от длительности производственного цикла и периода, предусмотренного для условной реализации, на стоимость активов предприятия могут оказывать влияние несколько факторов:

- инфляция – представляет собой обесценивание денег, вызванное превышением количества денег, находящихся в обращении, над их товарным покрытием. Согласно Международным стандартам финансовой отчетности в мировой практике при условии совокупного роста инфляции свыше 100% за последние три года общепринято производить переоценку основных фондов. При этом производится пересчет не только стоимости основных фондов, но и начисленной амортизации. К тому же переоценка ведет к увеличению годовой суммы амортизационных отчислений. Для оценки реальной стоимости произведенной и реализованной продукции необходимо проводить корректировку ее расчетной стоимости в части затрат на амортизационные отчисления, учитывающую индекс цен. Что касается оборотных фондов, то рыночная среда обеспечивает их автоматическую переоценку;

- ликвидность – рассматривается как способность превращения активов предприятия в наличные деньги. В зависимости от степени ликвидности, т.е. скорости превращения в денежные средства, активы предприятия разделяются на несколько групп. При оценке ликвидности каждую группу активов рассматривают с точки зрения сроков поступления средств. Реализованная продукция относится к группе быстро реализуемых активов, которая имеет коэффициент реальности своевременного поступления денег равный 0,9. Таким образом, в целях определения реальной стоимости средств, формирующих себестоимость продукции, произведенной за один производственный цикл и реализованной, их величина уменьшится в соответствии с корректировкой на коэффициент реальности своевременного поступления денег для соответствующей группы;

- время. Влияние фактора времени необходимо учитывать, прежде всего, с позиции морального устаревания внеоборотных активов и выпускаемого товара. С течением времени в результате развития и внедрения новой техники и технологий имеющиеся фонды в целом (а в рассматриваемом случае – это готовая продукция) не отвечают запросам потребителей и не обеспечивают современный уровень эффективности. Это отрицательно сказывается на цене таких активов. С другой стороны, если речь ведется об условной реализации высокотехнологичного, а, следовательно, дорогого продукта, то в этом случае продажа в течение короткого периода времени может быть невозможна ввиду отсутствия покупателей, способных уплатить высокую цену за данный продукт. То есть собственник становится перед выбором: снизить цену на продукт, чтобы осуществить моментную условную реализацию (когда за срочность сделки, уменьшается ее цена), либо увеличить период условной реализации, в течении которого повышается вероятность появления покупателя, способного обеспечить собственнику продукта его номинальную стоимость. Для принятия управленческого решения можно пользоваться показателем продолжительности пребывания оборотных средств на стадии дебиторской задолженности;

- предпочтения покупателей. Если потребительские свойства продукта не отвечают требованиям покупателей, то равновесная цена может значительно снизиться. Или, наоборот, при наличии неудовлетворенного спроса равновесная цена может быть увеличена.

Влияние последних двух факторов – время и предпочтение покупателей – целесообразно оценивать, используя экспертную оценку, основанную на изучении конъюнктуры рынка. В результате реальная стоимость средств, формирующих себестоимость произведенной и реализованной продукции, будет рассчитываться следующим образом:

$$\text{Реал.}[l + g + c] = \left\{ (l + g + c) - \left( AO_{\text{РАСЧ}}^{\text{ПЕР}} - \frac{AO_{\text{РАСЧ}}^{\text{ПЕР}}}{I_{\text{ИНФЛ}}^{\text{ПЕР}}} \right) \right\} * 0,9 * u, \quad (4)$$

где Реал. [l + g + c] – реальная стоимость средств, формирующих себестоимость произведенной и реализованной продукции; (l + g + c) – себестоимость произведенной и реализованной продукции, отраженная в бухгалтерских документах;  $AO_{\text{РАСЧ}}^{\text{ПЕР}}$  – сумма затрат на амортизационные отчисления в составе стоимости готовой продукции, выпущенной и реализованной за анализируемый период (производственный цикл, год);  $I_{\text{ИНФЛ}}^{\text{ПЕР}}$  – индекс цен за анализируемый период (производственный цикл, год); u – экспертная оценка, учитывающая влияние времени и предпочтений покупателей.

Тогда реальная стоимость части прибыли, созданной факторами производства труд, земля и капитала, (Реал. p [l; g; c]) рассчитывается по формуле:

$$\text{Реал. p [l; g; c]} = \text{Реал. [l + g + c]} * r, \quad (5)$$

где r – ставка процента по депозиту (или ставка рефинансирования).

Следовательно, реальная стоимость части прибыли, приносимой совокупностью факторов производства «предприимчивость» и «информация»  $irg$ , или синергичный эффект, (Реал. p [irg]) будет определяться расчетом:

$$\text{Реал. p [irg]} = p - \text{Реал. p [l; g; c]}. \quad (6)$$

Руководящий состав предприятия проводит совокупность мероприятий, направленных на увеличение синергичного эффекта предприимчивости и информации, оперируя инструментами внутренней среды; инструменты внешней среды не подвластны управленческому влиянию. Результатом таких мероприятий может быть увеличение положительного значения или уменьшение отрицательного значения СЭПИ. Важно отметить, что рост синергичного эффекта происходит в результате больших затрат умственных и психологических сил менеджеров при постоянном уровне прочих затрат предприятия. Результатом деятельности управленческого звена может быть одна из следующих базовых ситуаций:

Оптимистическая ситуация. Положительное значение СЭПИ и прибыли предприятия. В этом случае эффективность управления факторами производства на предприятии оценивается высоко.

Пограничная ситуация. Предприятие получает прибыль, значение СЭПИ отрицательное, но имеет место его рост за анализируемый период (см. рис. 1).

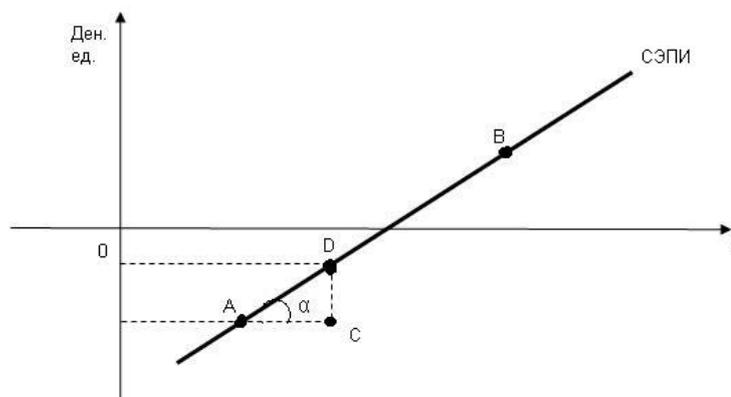


Рисунок 1 – Положительная динамика СЭПИ

Ист.: разработка автора.

То есть в течение анализируемого периода СЭПИ меняет знак с «-» на «+» (отрезок АВ), либо отрицательная сумма СЭПИ уменьшается (отрезок AD). Такая ситуация говорит об эффективности проводимых управленческих мероприятий. Оценить степень эффективности можно при помощи расчета крутизны линии роста СЭПИ – тангенс угла  $\alpha$ . Если тангенс угла  $\alpha$  принимает значение от нуля до единицы, то делают вывод о недостаточной эффективности проводимых управленческих мероприятий и проводят анализ с целью выявления резервов роста СЭПИ. Если значение тангенса угла  $\alpha$  больше единицы, то можно говорить о высокоэффективной работе управленческого звена.

Пессимистическая ситуация. Предприятие несет убытки, и величина СЭПИ уменьшается (см. рис. 2). Это значит, что ресурсы предприятия используются неэффективно. В этом случае часто наблюдается сокращение средств предприятия, отражаемое в балансе: в пассиве – это уменьшение собственных источников средств (вследствие возникновения / роста убытков), в активе – уменьшение элемента денежных средств и смещение структуры оборотных активов в сторону готовой продукции на складах и дебиторской задолженности.

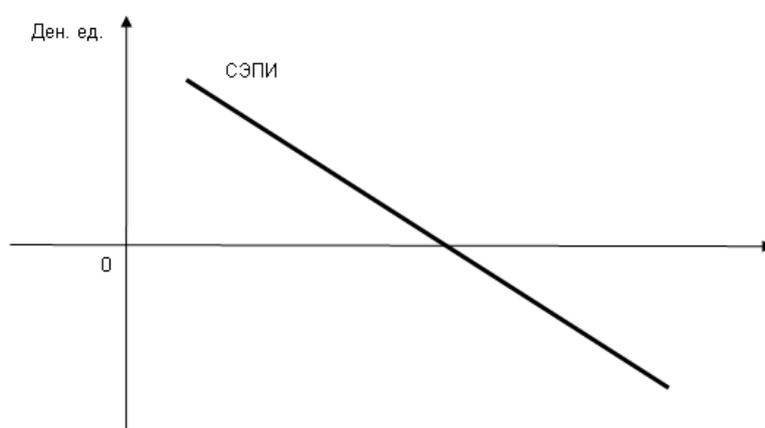


Рисунок 2 – Отрицательная динамика СЭПИ

Ист.: разработка автора.

В качестве резервов повышения СЭПИ могут выступать: внедрение новых технологий; оптимизация организации труда; использование альтернативных источников финансирования активов; развитие эффективной маркетинговой политики.

Поскольку синергичный эффект возникает в результате взаимодействия двух производственных факторов: информации и предприимчивости как функции высококвалифицированного труда, – важно разработать мероприятия, ориентированные на повышение эффективности их использования. Приоритетными здесь являются: совершенствование системы мотивации работников, совершенствование координационных механизмов, улучшение качества взаимосвязей факторов производства с учетом их взаимного влияния. Повышение качества использования предприимчивости оказывает косвенное положительное воздействие на качество использования фактора «информация».

#### ВЫВОДЫ

В формировании совокупности факторов производства на предприятии важную роль играет раскрытие предпринимательских способностей управленцев. Факторы производства «предприимчивость» и «информация» могут реализовать себя только во взаимосвязи и взаимодействии, тем самым, обеспечивая кругооборот средств предприятия. Улучшение использования фактора производства «предприимчивость» оказывает положительное влияние на эффективность использования и других факторов производства. Путем вовлечения в предпринимательский процесс качественной и полезной информации

руководитель, пользуясь предприимчивостью (собственной и управленцев среднего звена), направляет деятельность субъекта хозяйствования на повышение предпринимательского дохода. Автор предлагает методику стоимостной оценки эффективности управления факторами производства через определение дохода, приносимого предприимчивостью и информацией.

#### Список использованных источников

1. Ли, Ченг Ф. Финансы корпораций: теория, методы и практика : пер. с англ. / Ченг Ф. Ли, Джозеф И. Финнерти. – М.: ИНФРА-М, 2000.–XVIII,686 с.
2. Мэнкью, Н. Г. Принципы экономики / Н. Г. Манкью – СПб: Питер Ком, 1999. – 784 с.
3. Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. Индексы цен по отдельным отраслям экономики [Электронный ресурс] / Министерство статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2008. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/prices.php>. - Дата доступа: 28.01.2008.
4. Национальный банк Республики Беларусь. Ставка рефинансирования [Электронный ресурс] / Национальный банк РБ. – Минск, 2008. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/statistics/sref.asp>. - Дата доступа: 28.01.2008.

#### SUMMARY

The concept of the synergy effect from interaction of factors of manufacture "enterprise" and "information" is given. The structure of cost of goods in view of factors "enterprise" and "information" is presented. The technique of a cost estimation of management efficiency by factors of manufacture on the basis of revealed synergy effect is offered. Three basic situations of change of the synergy effect as a result of a various degree of interaction of enterprise and the information are considered. Il. 2. Bibl. 4.

УДК 657. 922

### ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА МАКРОУРОВНЕ

*С. Рябова*

В Республике Беларусь существуют разные подходы к учету и оценке компонентов недвижимости. Учет и оценка земельного участка как составляющего недвижимости производится на макроуровне, а недвижимости в составе основных средств (капитальных зданий и сооружений) предполагает микроэкономический подход [1].

Различие в подходах является страновой особенностью Республики Беларусь и осталось в качестве наследия от планово-административной экономики, при которой не предполагалось на предприятиях бухгалтерского учета земли. При появлении рыночных отношений возникла необходимость включения земли как ресурса в гражданский оборот, а так как предприятию не были даны полномочия самостоятельно оценивать земельные участки и учитывать их на балансе по рыночной стоимости, то возникла необходимость создания институциональных структур, которые бы осуществляли данные функции управления [2; 3]. При этом учет и оценка объектов недвижимости в составе основных средств как и при планово-административной экономике осуществляется самостоятельно предприятием, а данные о стоимости отражаются в балансе предприятия [4].

Однако, с точки зрения государственного регулирования, все компоненты недвижимости имеют равную значимость для государства, информация об их оценке необходима для принятия управленческих решений, поэтому является целесообразным осуществление государственного регулирования вопросов учета

и оценки на макроуровне не только земельных участков, но и объектов недвижимости, числящиеся в составе основных средств.

Объекты недвижимости в составе основных средств функционирующего предприятия являются материальной базой для ведения бизнеса, поэтому имеет смысл рассмотреть зарубежный опыт оценки промышленной недвижимости.

Оценочная стоимость объектов промышленной недвижимости в Швеции определяется на основе рыночных подходов. Вся территория Швеции разделена на оценочные зоны, объекты промышленной недвижимости в зависимости от места расположения попадают в определенную зону.

В Законе об общей оценке Швеции определен приоритетный порядок использования подходов, который представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Порядок использования подходов

Источник: Sundquist, A. Valuation and mass valuation of industrial real property in Sweden – some reflections / Материалы конференции «Кадастровая оценка промышленных и внеселибных земель» / Минск, 9-10 июля 2007

Для объектов промышленной недвижимости нет достаточной информации по ценам аналогов. Поэтому доходный подход и сравнительный подход комбинируются.

Доходный подход используется на первой стадии определения стоимости, а затем полученный результат сравнивается и при необходимости корректируется с учетом цен объектов-аналогов (если таковые имеются).

При оценке основным является доходный подход, при котором используется следующая формула [5]:

$$V = I * GRM, \quad (1)$$

где  $V$  – рыночная оценка для налогообложения;

$I$  – ежегодная валовая аренда;

$GRM$  – валовый мультипликатор.

Валовый мультипликатор – величина, обратная коэффициенту капитализации, и приводящая доход в текущую стоимость, определяется по формуле [5]:

$$GRM = 1 / R, \quad (2)$$

где  $GRM$  – валовый мультипликатор;

$R$  – коэффициент капитализации.

Для того чтобы найти валовый мультипликатор, анализируются все сделки, относящиеся к оценочной зоне, в которой находится объект промышленной недвижимости.

Валовый мультипликатор определяется следующим уравнением [5]:

$$GRM = P / I, \quad (3)$$

где  $GRM$  – валовый мультипликатор;

$P$  – продажные цены объектов-аналогов;

$I$  – ежегодная валовая аренда.

Цены объектов-аналогов для формулы (3) определяются из общественного Регистра цен, а ежегодная валовая аренда – либо из декларационной анкеты, посылаемой собственнику, либо из статистического справочника «Обзор общей оценки рынка коммерческой аренды», издаваемого специально для целей оценки.

Для каждой оценочной зоны определяется индивидуальный валовый мультипликатор и применяется по всем объектам промышленной недвижимости внутри данной оценочной зоны. Валовый мультипликатор отражает месторасположение объектов промышленной недвижимости и экономическую ситуацию в Швеции в целом. Динамика валового мультипликатора для объектов промышленной недвижимости меняется от 8-12% в высокодоходных областях Швеции, до 1,5-2% – в удаленных и низкодоходных областях [5].

Данные о ежегодной валовой аренде по объектам промышленной недвижимости из-за отсутствия данных об аренде (поскольку объекты используются для производственных целей) для формулы (3) определяются из статистического справочника «Обзор рынка оценки промышленной аренды», где аккумулируются данные об аренде объектов промышленной недвижимости. Полученная при помощи вышеуказанных формул расчетная рыночная оценка производится в государственных интересах для анализа экономического потенциала страны, рационального и эффективного использования недвижимостью, для целей инвестирования, страхования и налогообложения. Владельцы промышленной недвижимости уведомляются о величине рыночной оценки, проведенной в государственных интересах. Оценка делается в централизованном порядке Национальной земельной службой Швеции по мере необходимости, последняя производилась в 2007 году [5].

Основными трудностями, с которыми связано применение системы оценки развитых стран в странах с трансформационной экономикой, являются следующие:

- 1) получение качественных и надежных исходных данных, особенно в отношении реальных цен сделок, а также других важных факторов;
- 2) отсутствие развитого функционирующего рынка недвижимости и достаточной статистической выборки для исследования;
- 3) отсутствие программного обеспечения статистической обработки данных, необходимого для анализа выборки и построения приемлемой модели [6].

В Республике Беларусь, в условиях развивающегося рынка недвижимости, отсутствия кадастра объектов недвижимости и статистических справочников по аренде недвижимости, применение шведской модели рыночной оценки недвижимости для целей государственного регулирования достаточно затруднительно. Поэтому для Республики Беларусь необходимо не прямое копирование западной модели оценки недвижимости, а создание собственной модели, удовлетворяющей условиям развития рынка и особенностям институциональной среды в стране с учетом международных стандартов оценки.

При оценке объектов недвижимости в составе основных средств функционирующего предприятия необходим оптимальный подход, который сочетал бы в себе два свойства: минимальные издержки со стороны государства на проведение переоценки и максимальную отдачу, вложенных в переоценку недвижимости государственных средств в виде налоговых доходов [7].

Для обеспечения процесса оценки объектов недвижимости функционирующего предприятия в Республике Беларусь необходимо решение ряда задач:

- 1) организация учета объектов недвижимости функционирующего предприятия на макроуровне;

- 2) определение органа управления, в полномочии которого будет входить оценка объектов недвижимости функционирующего предприятия;
- 3) организация системы движения информации об оценке объектов недвижимости функционирующего предприятия для заинтересованных субъектов управления;
- 4) обеспечение нормативно-правовой и законодательной базой по оценке объектов недвижимости функционирующего предприятия.

Институциональное обеспечение оценки объектов недвижимости функционирующего предприятия для целей государственного регулирования предполагает наличие правового, организационного и информационного блоков.

Организационный и информационный блок можно рассмотреть в совокупности, как решение первых трех вышеуказанных задач.

1) В соответствии с существующим порядком в Республике Беларусь учет объектов недвижимости функционирующего предприятия на макроуровне происходит по заявительному принципу в Едином государственном реестре недвижимого имущества (далее – ЕГРНИ). Процедура государственной регистрации, введенная с 2002 года, достаточно дорогостоящая, а предприятия не всегда имеют финансовые возможности зарегистрировать в установленном порядке все объекты недвижимости, числящиеся в бухгалтерском учете в составе основных средств, особенно если не предполагается вовлечение их в хозяйственный оборот (отчуждение, залог, аренда) [2]. Такой подход к учету объектов недвижимости привел к ситуации, когда не все объекты недвижимости, числящиеся у предприятия на балансе в составе основных средств, зарегистрированы в ЕГРНИ, а, следовательно, в соответствии с законодательством не относятся к объектам недвижимости и не могут управляться на макроуровне. Наличие финансовых затруднений у предприятий, как проявление кризисных явлений в экономике, будет способствовать замедлению процесса государственной регистрации объектов недвижимости. В силу этого управленческие решения в области управления недвижимостью и экономикой в целом не могут быть объективными, так как отсутствует главная экономическая составляющая – стоимость всех объектов недвижимости, зарегистрированных в установленном порядке.

Для возможности учета объектов недвижимости функционирующего предприятия на макроуровне целесообразно создание реестра объектов недвижимости для оценки в целях государственного регулирования, в том числе налогообложения. В реестр требуется включение всех объектов недвижимости, которые впоследствии будут объектом налога на недвижимость. В случае если в реестр попадут не все объекты недвижимости, то часть потенциального дохода не будет собрана. Включение в реестр всех объектов недвижимости также имеет большое значение для обеспечения беспристрастия и справедливости, благодаря чему налоговое бремя раскладывается справедливым образом на все предприятия.

Формирование реестра объектов недвижимости функционирующего предприятия для оценки в целях государственного регулирования целесообразно осуществлять по принципу обязательного декларирования объектов недвижимости, числящихся в составе основных средств для каждого предприятия.

2) В соответствии с решением первой задачи встает вопрос о решении задачи, связанной с определением органа управления, в ведении которого будет находиться оценка объектов недвижимости функционирующего предприятия в целях государственного регулирования, в том числе налогообложения.

Опыт проведения оценки земли на основе рыночных подходов имеет подведомственная организация Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь - НИРУП «Национальное кадастровое агентство». Уполномоченной организацией по оценке объектов недвижимости может быть, по аналогии с оценкой земли, организация, подведомственная Государственному

комитету по имуществу Республики Беларусь, специализирующаяся на оценке объектов недвижимости рыночными методами и имеющая опыт в сфере оценочной деятельности. Уполномоченной организацией может быть и негосударственная организация, имеющая необходимое программное обеспечение и получающая государственный заказ на работы по оценке, как это практикуется в Швеции.

Реестр объектов недвижимости функционирующего предприятия оценки в целях государственного регулирования целесообразно вести в Государственном комитете по имуществу Республики Беларусь, что позволит получить данные о фактическом наличии объектов недвижимости, числящихся у предприятий и учреждений Республики Беларусь и сравнить их с зарегистрированными в ЕГРНИ.

3) Система движения информации для оценки объектов недвижимости функционирующего предприятия в целях государственного регулирования должна учитывать условия всех заинтересованных сторон.

Например, оценка объектов недвижимости в составе основных средств необходима прежде всего для налогообложения. В этом случае базы данных о стоимости в реестре, используя электронный ресурс, передаются налоговым органам для определения налогооблагаемой базы по объектам недвижимости, исходя из реестра стоимости объектов недвижимости и системы льгот, предусмотренных действующим законодательством.

Местным органам управления и Министерству финансов Республики Беларусь базы данных о стоимости в реестре необходимы для определения дохода от налога на недвижимость при формировании бюджета. Органы государственного управления определяют ставки по налогу на недвижимость, исходя из потребностей бюджета и предлагаемой налогооблагаемой базой, за основу которой принята стоимость в реестре.

Налоговые органы, учитывая имеющийся механизм взаимодействия их с налогоплательщиками, могут взять на себя функцию уведомления налогоплательщиков о налоге на недвижимость объектов исходя их налогооблагаемой стоимости, налоговых льгот и ставках налога. Налогоплательщик может опротестовать результаты налоговой оценки, для чего может быть предусмотрен период подачи апелляций.

Стоимости объектов недвижимости из реестра могут быть запрошены органами государственного управления, в ведомстве которых находятся предприятия, имеющие на балансе объекты недвижимости, с целью принятия управленческих решений в области инвестирования.

В целях кредитования информация о стоимости объектов недвижимости может быть востребована банками, а в целях страхования – страховыми организациями.

Схема движения информации по оценке объектов недвижимости функционирующего предприятия в целях государственного регулирования должна обеспечивать:

- единообразие к методологии оценки объектов недвижимости, что способствует объективности при принятии управленческих решений;
- отделение стоимости в реестре объектов недвижимости от стоимости в бухгалтерском учете, что позволяет проводить оценку и определение налогооблагаемой базы по налогу на недвижимость на макроуровне, не прибегая в переоценке основных средств, способствующей повышению цен на продукцию за счет увеличения амортизационных отчислений и, как следствие, роста инфляционных процессов;
- возможность учета и оценки всех объектов недвижимости на макроуровне, в том числе не зарегистрированных в ЕГРНИ, что улучшает информационную обеспеченность об объектах недвижимости, находящихся на территории страны;
- доступность всех заинтересованных органов управления к информации о стоимости в реестре объектов недвижимости функционирующего предприятия в

целях государственного регулирования, и как следствие – принятие экономически обоснованных управленческих решений.

4) Для возможности организации учета и оценки объектов недвижимости на макроуровне необходимо создание нового и уточнение действующего законодательства по учету, оценке и налогообложению объектов недвижимости.

Реестр объектов недвижимости функционирующего предприятия для целей государственного регулирования позволит реализовать фискальную, учетную и информационную функции.

Фискальная функция происходит за счет проведения оценки недвижимости функционирующего предприятия для целей государственного регулирования и может использоваться для целей налогообложения.

Учетная функция включает сбор данных, необходимых для проведения оценки и государственный учет объектов недвижимости в реестре объектов недвижимости функционирующего предприятия для целей государственного регулирования, в том числе для налогообложения.

Информационная функция заключается в информировании:

- заинтересованных структур о стоимости в реестре объектов недвижимости: налоговых органов – об определении налоговой базы, местных органов управления и Министерства финансов Республики Беларусь – для прогнозирования поступлений в бюджет, министерств и ведомств – для принятия экономически обоснованных решений в области инвестирования, банков – для решения вопроса о кредитовании предприятий, страховых организаций – для страхования имущества.

- предприятий об оценке недвижимости функционирующего предприятия для целей государственного регулирования и соответствующем налоге на недвижимость.

Экономические условия, сложившиеся в Республике Беларусь, способствуют созданию модели учета и оценки объектов недвижимости в составе основных средств функционирующего предприятия на макроуровне по аналогии с моделью учета и оценки земельных участков. Учитывая, что в Республике Беларусь существуют особенности институциональной среды и неустоявшиеся рыночные отношения, то копирование моделей оценки стран с развитой рыночной экономикой (например, Швеции) является затруднительным по причинам отсутствия качественных и надежных исходных данных, достаточной статистической выборки и необходимого программного обеспечения для построения модели.

В условиях развивающегося рынка недвижимости Республики Беларусь предлагается организация процесса оценки объектов недвижимости функционирующего предприятия на основе действующих в республике институциональных структур. Организация процесса оценки предполагает создание реестра объектов недвижимости, позволяющего учесть все объекты недвижимости, числящиеся у предприятий в составе основных средств по стоимости, рассчитанной по единой методике оценки на макроуровне. Результаты оценки объектов недвижимости на макроуровне могут быть востребованы органами государственного управления для определения суммарных активов страны и оценки её инвестиционных возможностей, финансовыми органами и органами местного управления совместно с налоговыми органами для целей определения налогооблагаемой базы по налогу на недвижимость и определения налоговых ставок в соответствии с потребностями бюджета. В получение информации об оценке объектов недвижимости могут быть заинтересованы банки как институты кредитования, а также страховые организации при дальнейшем развитии рынка страховых услуг в Республике Беларусь.

#### Список используемых источников

1. Закон Республики Беларусь от 22 июля 2002 г. № 133-З О государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним в ред. Законов Республики Беларусь от 04.01.2003 N 177-З, от 16.05.2006 N 115-З, от 20.10.2006 N 170-З, от 07.05.2007 N 212-З). // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2008.
2. Инструкция по кадастровой оценке земель населенных пунктов Республики Беларусь: утв. Постановлением Комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь 30.05.03: текст по состоянию на 1 сентября 2007 г. // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2007.
3. Программа системы государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ними на 2009-2013 годы, утвержденной постановления Совета Министров Республики Беларусь 9 марта 2009 г. № 294. // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2009.
4. Инструкция по применению Типового плана счетов бухгалтерского учета, утвержденная постановлением Министерства финансов Республики Беларусь 30.05.2003 № 89. // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2007.
5. Sundquist, A. Valuation and mass valuation of industrial real property in Sweden – some reflections / Материалы конференции « Кадастровая оценка промышленных и внеселибных земель» / Минск, 9-10 июля 2007.
6. Эккерт, Дж. К. Организация оценки и налогообложение недвижимости / под общ. ред. Дж. К. Эккерта. Т.1 – Москва : Стар Интер, 1997. - 382 с.
7. Березин, М.Ю. Налогообложение недвижимости / М.Ю. Березин. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 367с.

#### SUMMARY

Aspects of process of organization for the valuation of the real estate objects on the macrolevel.

Market approaches by the registration and valuation of the ground areas are. The system for registration of industrial real estate in Sweden is given for a comparison.

The process of organization for valuation of the real estate objects as a part of the fixed assets is suggested.

УДК 658.3.011.1

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

***И.П. Сысоев***

Нормирование труда строго регламентирует все существующие технологические и организационные связи во времени, служит основой расчета длительности производственного цикла. Создание благоприятных условий труда, чередование периодов работы и отдыха обеспечивают высокую работоспособность человека и продуктивность труда. Все эти и многие другие

трудовые факторы создают надежную основу не только рациональной организации труда, но и эффективной организации производства [1].

В современных условиях хозяйствования существенную роль в повышении конкурентоспособности предприятий играет организация нормирования труда, качество и своевременность пересмотра норм выработки.

Однако, в прошедшем десятилетии на предприятиях сформировалась тенденция сокращения числа нормировщиков, в практике применяются трудовые нормы прошлого столетия, система пересмотра и обновления норм от факта и (по отчету) доминирует или используются классические методы нормирования (хронометраж, фотография производственного процесса, использование устаревших нормокарт).

Так на ОАО «Витебские ковры», РУП «БПХО» на одного нормировщика приходится свыше 200 рабочих основного производства, при рациональном соотношении 1:100.

Поскольку в прядильных и ткацких производствах широко используется форма организации труда рабочих с многостаночным обслуживанием оборудования, по нашему мнению, наиболее эффективным и целесообразным является применение теории массового обслуживания в системе организации труда и установления, упорядочения норм обслуживания и выработки. К сожалению, данный метод не нашел широкого распространения в практике. В настоящей статье нами сделана попытка доказать эффективность использования этой теории в рыночных условиях хозяйствования на отечественных предприятиях.

Комплекс текстильных машин или станков и рабочих, обслуживающих их, можно рассматривать как систему массового обслуживания. Данная система позволяет определить функциональную зависимость параметров, характеризующих качество работы всей системы, от характеристик входящего потока требований, количества обслуживающего персонала и способа организации труда [2].

Рассмотрим комплект ткацких станков, обслуживаемых ткачом .

Пусть зона обслуживания ткача  $H_0$  включает  $m$  ткацких станков. Считаем, что возникающие в течение рабочей смены самоостановы станков являются случайными и распределяются по закону Пуассона, а ликвидация самоостановов соответствует экспоненциальному закону распределения. Возникновение самоостановов характеризуется параметром  $\lambda$  для каждого станка, а ликвидация самоостанова определяется параметром  $\mu$ .

Коэффициент обслуживания оборудования  $\psi$  представляет собой отношение параметра  $\lambda$  к параметру  $\mu$ :

$$\psi = \lambda : \mu \quad (1)$$

Численное значение коэффициента обслуживания  $\psi$  должно находиться в пределах  $0 < \psi < 1$ ; при значении  $\psi \geq 1$  система обслуживания нарушится и рабочий будет не в состоянии выполнять все требования в обслуживаемой им системе. В системе обслуживания возможны два случая: все ткацкие станки работают ( $n = 0$ ) или же ликвидируется самоостанов одного станка, а  $n - 1$  ожидают ликвидации самоостанова, т. е.  $m \geq n \geq 1$ .

При наличии нескольких каналов обслуживания ( $r$ ), как правило, в общем случае:

$$m = \sum_{i=1}^r H_0 i, \text{ где } i = 1, 2, \dots, r \quad (2)$$

можно наблюдать также две ситуации. При  $r \geq n \geq 0$  имеем  $r - n$  незанятых рабочих-ткачей, а при  $m \geq n \geq r$  на  $n$  самоостановов станков будет происходить ликвидация остановов, а  $n - r$  будет характеризовать самоостановы, ожидаемые обслуживания.

При числе каналов обслуживания  $r > 1$  допускается  $\psi > 1$ , поскольку перенасыщение системы обслуживания произойдет лишь в случае  $\psi > r$ .

Вероятность  $P_n$  нахождения  $n$  простаивающих станков в системе обслуживания может быть определена из следующих выражений:

пусть

$$P_n = a_n \times P_0 \text{ при } n = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

тогда

$$a_n = P_n : P_0 . \quad (4)$$

Величина  $a_n$  (количество станков) в пределах от  $n = 0$  до  $n = r - 1$  (при  $a_0 = 1$ ) определяют по формуле

$$a_n = (m - n + 1) \times \psi : n \times a_{n-1} , \quad (5)$$

а в пределах от  $n = r$  до  $n = m$  используется формула:

$$a_n = (m - n + 1) \times \psi : r \times a_{n-1} , \quad (6)$$

при всех работающих станках, вероятность  $P_0$  равна

$$P_0 = 1 : (1 + \sum_{n=1}^m a_n) . \quad (7)$$

Качество загрузки обслуживаемой системы (рабочий – оборудование) определяется средними значениями параметров  $V_{cp}$  и  $\Pi_{cp}$ , средним числом незанятых ткачей  $r_{cp}$ , а также средним временем ожидания обслуживания станка  $t_{cp}$  и временем (или коэффициентом) совпадения операций  $t_c$ .

Средние значения перечисленных выше параметров равны:

$$r_{cp} = \sum_{n=0}^r (r - n) \times P_n . \quad (8)$$

$$V_{cp} = \sum_{n=k+1}^r (r - n) \times P_n . \quad (9)$$

$$\Pi_{cp} = r + V_{cp} - r_{cp} . \quad (10)$$

$$t_{cp} = ( \sum_{n=k+1}^r (r - n) \times P_n ) : [ \lambda \times (m - \Pi_{cp}) ] . \quad (11)$$

$$t_c = c \times t_{cp} , \quad (12)$$

где  $c$  – число самоостановов станка на 1 метр ткани.

Для решения задачи необходимо определение параметров  $\lambda$  и  $\mu$ . В нашем случае параметр  $\lambda$ , который определяет число самоостановов станка в минуту, находится из выражения:

$$\lambda = c \times H_M \times H_0 : 60 , \quad (13)$$

где  $H_M$  – норма производительности ткацкого станка;

$H_0$  – норма обслуживания ткацких станков.

Параметр  $\mu$ , который характеризует длительность ликвидации самоостанова станка, определяется по формуле

$$\mu = 60 : b_{cp} , \quad (14)$$

где  $b_{cp}$  – средняя продолжительность ликвидации самоостанова, сек.

Также необходимо определить коэффициент простоя рабочего из-за недостаточности объема работ  $K_{зr}$ :

$$K_{зr} = r_{cp} : r \quad (15)$$

Предложенный метод исследования эффективности форм организации труда рассмотрим на примере исходных данных ткацкой фабрики РУП Барановического производственного хлопчатобумажного объединения.

Необходимо найти наиболее рациональную форму обслуживания ткацких станков СТБ, заправленных тканью арт. 25036, определив нормы

производительности станка при обслуживании одним ткачом четырех станков и двумя ткачами восьми станков.

По данным предприятия технические и технологические параметры работы станков представлены в таблице 1.

Используя формулы (13) и (14), определим численные значения параметров  $\lambda$  и  $\mu$ :  $\lambda = 0,698$  останова в минуту;  $\mu = 2,372$  ликвидируемых остановов в минуту.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Показатели	Ед. изм.	Значение показателя
1. Теоретическая производительность станка ( $A$ )	м/час	8,73
2. Коэффициент интенсивности использования станка ( $K_a$ )	-	0,768
3. Коэффициент использования станка во времени ( $K_b$ )	-	0,951
4. Норма обслуживания станков работницей ( $H_o$ )	ст.	4
5. Основное машинное время наработки 1 пог. метра ткани ( $t_m$ )	мин	6,9
6. Вспомогательное технологическое время на 1 пог. метр ( $t_{вн}$ )	мин	1,3
7. Затраты времени на совпадения остановов на 1 пог. метр ( $t_c$ )	мин	0,62
8. Число самоостановов станка на 1 пог. метр ( $c$ )	раз	1,64
9. Средняя продолжительность самоостановов ( $b_{cp}$ )	сек	25,3

Коэффициент обслуживания  $\psi$  находим из выражения (1):  $\psi = 0,294$ .

По формулам (3 – 7) определим значения  $P_n$  для варианта А (с одним ткачом, обслуживающим 4 ткацких станка) и варианта Б (с двумя ткачами, обслуживающими 8 ткацких станков (таблица 2).

Таблица 2 – Вероятность нахождения станков в простаивании по вариантам

Число неработающих ткацких станков $n$	0	1	3	4	5	6	7	8	9
Вариант (А) ( $r=1; m=4$ )	0,163	0,213	0,172	0,096	0,012	—	—	—	—
Вариант (Б) ( $r=2; m=8$ )	0,051	0,131	0,119	0,155	0,060	0,039	0,020	0,008	0,002

Определим средние значения параметров  $v_{cp}$ ,  $r_{cp}$ ,  $p_{cp}$ ,  $r_{cp}$ ,  $t_c$ ,  $t_{cp}$  и  $K_{зr}$  по формулам (8 – 12) и (15), характеризующие загрузку двух сравниваемых систем обслуживания, таблица 3 по двум вариантам.

Таблица 3 – Расчет параметров по вариантам

Вариант	$r_{cp}$	$v_{cp}$	$p_c$	$t_{cp}$	$K_{зr}$	$t_c$
Вариант (А) ( $r=1, m=4$ )	0,163	0,906	1,743	0,576	43,0	0,945
Вариант (А) в пересчете на восемь станков	0,324	1,812	3,486	0,576	43,0	0,945
Вариант (Б) ( $r=2, m=8$ )	0,231	1,443	3,190	0,437	30,7	0,717

Данные таблицы 3 показывают, что эффективнее организация работы по обслуживанию ткацких станков в варианте Б.

Необходимо отметить совпадение операций простоя ( $t_c$ ), полученное для варианта (А), значение которого составляет 0,945 мин (на 1 м ткани) с величиной  $t_c$ , равной 0,945 мин, определенной по результатам хронометражных наблюдений.

Определим по формуле коэффициент  $K_a$ , характеризующий интенсивное использование станков при различных вариантах обслуживания, и сравним их:

$$K_a = t_M : (t_M + t_{\text{вн}} + t_c) \quad (16)$$

при варианте (А)  $K_a = 0,755$ ; при варианте (Б)  $K_a = 0,774$ .

Рассчитанный для варианта (А) коэффициент  $K_a$  (интенсивного использования оборудования) имеет незначительное отклонение от аналогичного коэффициента, определенного экспериментально, причем фактическое отклонение составляет +1,7%.

Коэффициент полезного времени работы станка ( $K_{\text{пв}}$ ) и норму производительности станка ( $H_M$ ) при двух вариантах можно определить по следующим формулам:

$$K_{\text{пв}} = K_a \times K_b. \quad (17)$$

$$H_M = A \times K_{\text{пв}}. \quad (18)$$

Расчеты показывают, что при варианте (А)  $H_M = 6,29$  м/ч; при варианте (Б)  $H_M = 6,43$  м/ч, что на 2,2% больше по сравнению с вариантом (А).

Дополнительная выработка при одинаковых затратах труда в течение рабочей смены ( $T = 480$  мин) в варианте (Б) составит 8,96 м ткани на восемь станков.

Анализ показывает, что вариант (Б) ( $m = 8$ ;  $r = 2$ ) более эффективен и предпочтителен по сравнению с вариантом (А) ( $m = 4$ ;  $r = 1$ ). Рассмотренный метод может быть использован в нормировании работ на всех участках в цехах текстильного и трикотажного производств.

#### Список использованных источников

1. Сысоев, И. П. Рациональная организация нормирования труда – резерв повышения эффективности производства / И. П. Сысоев // Социально-экономические проблемы и перспективы развития организаций и регионов Беларуси в условиях европейской интеграции : сборник научных статей международной научно-практической конференции, Витебск, 23 – 24 октября 2007 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2007. – С.270 – 272.
2. Бездудный, Ф. Ф. Математические методы в организации текстильного производства / Ф. Ф. Бездудный. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – 288 с.

#### SUMMARY

The questions of perfection of the organization of work quota setting promoting an effective utilization of labour potential of the enterprise at the expense of working hours rational expenses, of optimization of work intensity on the basis of mass service system are stated in the article. The offered method can be used in rationing of works on sites and shops of textile and knitwear manufacture.

УДК 658.1

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КЛАСТЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОМОДЕЛИРОВАНИЯ

*Г.А. Яшева, Е.Ю. Вардомацкая*

Кластерная концепция повышения конкурентоспособности предприятий, регионов и национальной экономики принята во многих зарубежных странах. Она

основана на организации кластеров товаропроизводителей<sup>3</sup>, что создает ряд преимуществ для активизации инноваций, повышения качества продукции, роста производительности труда, снижения себестоимости, расширения экспорта. Теоретико-методологические вопросы формирования кластеров рассмотрены в работе автора [1]. Принятие органами государственного управления в Беларуси кластерной концепции зависит от убедительного обоснования ее экономической эффективности. Изучение зарубежного опыта кластеризации экономики свидетельствует об отсутствии научных и практических исследований этого вопроса. Поэтому целью настоящей статьи явилось обоснование методического подхода к оценке эффективности организации кластеров на примере предприятий легкой промышленности Республики Беларусь. Для ее достижения были решены следующие задачи: определение критерия экономического эффекта кластеризации; выбор метода прогнозирования эффекта; обоснование прогнозного периода; построение прогноза.

В качестве критерия экономического эффекта реализации кластерного механизма на микроуровне предлагается использовать оценку конкурентоспособности предприятий, что обосновывается их ролью в повышении конкурентоспособности экономических систем более высокого порядка (отрасли, региона, национальной экономики). Кластеры создают стратегические конкурентные преимущества для предприятий за счет получения синергетического эффекта от сетевого сотрудничества предприятий и организаций.

Следующей методологической задачей является определение методов прогнозирования. Поскольку в белорусской экономике нет опыта функционирования реальных кластеров, то статистические методы прогноза последствий кластеризации не подходят. Учитывая множественность связей и факторов, влияющих на уровень конкурентоспособности предприятия, для прогнозирования наиболее целесообразно использование метода моделирования – построение нейронной сети. Нейромоделирование целесообразно применять для задач, в которых необходима имитация человеческого мышления. Этот метод до настоящего времени не применялся в планировании конкурентоспособности экономических систем. Его преимущества по сравнению с методами линейного и нелинейного моделирования состоят в следующем: он позволяет моделировать зависимости любого вида в случае большого числа переменных; простота в использовании, поскольку нейронные сети *учатся на примерах*. Пользователь нейронной сети подбирает представительные данные, а затем запускает *алгоритм обучения*, который автоматически воспринимает структуру данных; нейронная сеть используется тогда, когда неизвестен точный вид связей между входами и выходами, зависимость между входом и выходом находится в процессе обучения сети; он позволяет получить наиболее точные результаты прогноза [2].

С учетом решения этих методологических вопросов, предлагается следующий алгоритм прогнозирования экономического эффекта кластеризации.

*1 этап. Определение признаков-факторов конкурентоспособности.* Они обоснованы в [1, с. 108] и представлены следующими показателями:  $X_1$  – средневзвешенная конкурентоспособность товара;  $X_2$  – превышение допустимого уровня запасов готовой продукции;  $X_3$  – темп роста объема продаж;  $X_4$  – затраты на 1 руб. реализации продукции;  $X_5$  – рентабельность совокупных активов;  $X_6$  – коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами;  $X_7$  – коэффициент текущей ликвидности;  $X_8$  – коэффициент использования производственных мощностей;  $X_9$  – производительность труда работающих;  $X_{10}$  –

---

<sup>3</sup> *Кластер товаропроизводителей* рассматривается как сетевая организация комплементарных, территориально взаимосвязанных отношениями сотрудничества предприятий и организаций (включая специализированных поставщиков, в т.ч. услуг, а также производителей и покупателей), объединенных вокруг научно-образовательного центра, которая связана отношениями партнерства с местными учреждениями и органами государственного управления с целью повышения конкурентоспособности предприятий, регионов и национальной экономики.

износ основных средств;  $X_{11}$  – снижение уровня материалоемкости;  $X_{12}$  – материалотдача;  $X_{13}$  – доля инновационных товаров;  $X_{14}$  – затраты на инновации;  $X_{15}$  – коэффициент опережения производительности труда по сравнению с ростом заработной платы;  $X_{16}$  – коэффициент текучести кадров.

*2 этап. Выбор наиболее значимых показателей для включения в нейромодель.* Для этого был проведен корреляционно-регрессионный анализ зависимости конкурентоспособности предприятий ( $Y$ ) от признаков-факторов ( $X_1 - X_{16}$ ). Для построения модели использована выборка по 69 предприятиям легкой промышленности, сформированная на основе статистической отчетности за 2007 год. В результате выявлены следующие значимые факторы:  $X_1$  ( $r_{x_1y} = 0,65$ );  $X_4$  ( $r_{x_4y} = -0,49$ );  $X_7$  ( $r_{x_7y} = 0,52$ );  $X_9$  ( $r_{x_9y} = 0,54$ );  $X_{10}$  ( $r_{x_{10}y} = 0,54$ ).

*3 этап. Построение математической нейромодели,* которая должна отражать связь между показателями  $X_1 - X_{16}$  (входы модели) и конкурентоспособности предприятий  $Y$ . Для построения модели предлагается использовать надстройку STATISTICA Neural Networks (SNN), которая позволяет при помощи встроенных в нее процедур определить вид функции. Были выполнены следующие процедуры:

*Первая процедура* – понижение размерности проектируемой сети для выделения наиболее значимых факторов. Эта процедура выполнена с помощью модуля Feature Selection надстройки SNN. В результате выделены наиболее значимые факторы конкурентоспособности:  $X_1$  – средневзвешенная конкурентоспособность товара;  $X_4$  – затраты на 1 руб. реализации продукции;  $X_9$  – производительность труда работающих (см. таблицу 1). Ошибка выборки составляет менее 5%, что является допустимой для прогноза.

Таблица 1 – Результаты работы процедуры понижения размерности

Forwards Selection (Таблица1)				
	Error	x1	x4	x9
<b>Final</b>	0,048888	Y	Y	Y

*Вторая процедура* – обучение сети. Для обучения алгоритм поиска сети самостоятельно разбивает все множество наблюдений на обучающее (Training), контрольное (Selection) и тестовое (Test). Методика обучения сети подробно изложена в [2, с.84].

*Третья процедура* – анализ сетей разной топологии, построенных с помощью модуля Intelligent Problem Solver и выбор наилучшей из них.

В результате была выбрана нейросеть трехслойный перцептрон с пятью нейронами на скрытом слое, производительностью S.D. Ratio = 0,23 и минимальной абсолютной ошибкой измерений Abs E. Main = 4,69%. Характеристики и иллюстрация этой сети представлены на рисунке 1.

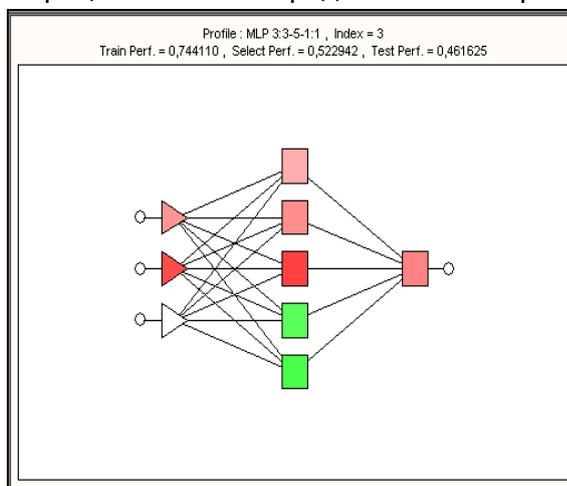


Рисунок 1 – Иллюстрация сети

Графической иллюстрацией качества работы нейронной сети является график зависимости наблюдаемых значений выходной переменной  $Y$  ( $Y$ -Observed) от предсказанных значений  $Y.3$  ( $Y$ -Predicted) (см. рисунок 2).

Точки этого графика расположены достаточно близко к прямой, лежащей под углом 45 градусов к осям координат, следовательно, модель построена хорошо.

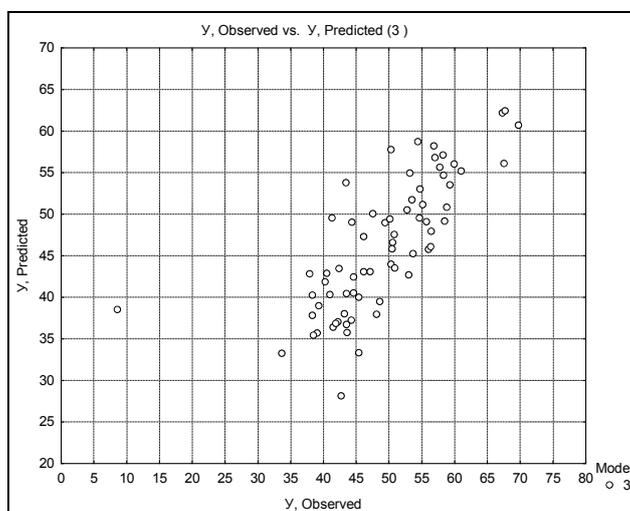


Рисунок 2 – Графическая иллюстрация качества работы сети

Таким образом, эту модель можно использовать для прогноза конкурентоспособности предприятий.

*4 этап. Прогноз изменения факторов экономического эффекта кластеров* (затрат на 1 руб. реализации продукции, средневзвешенной оценки конкурентоспособности продукции, производительности труда). Для этого был использован экспертный метод, на основе которого были получены значения прогнозируемых показателей: снижение затрат на 1 руб. продукции ( $X_1$ ) – 21,7%; повышение конкурентоспособности продукции ( $X_4$ ) – 26,2%; рост производительности труда ( $X_9$ ) – 27,8%. Период прогноза определен на основе эмпирических данных по зарубежному опыту кластеризации и составил 7 лет.

*5 этап. Прогноз уровня конкурентоспособности предприятий.*

Результаты нейромоделирования хорошо аппроксимируют фактические данные, общая квадратичная ошибка составляет 3,6%. Это позволяет сделать вывод, что смоделированная нейросеть будет чувствительна к вариации входных параметров и, следовательно, может быть использована для прогноза экономического эффекта от организации кластеров в легкой промышленности республики Беларусь. Результаты сводного анализа и прогноза конкурентоспособности представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Прогноз уровня конкурентоспособности предприятий легкой промышленности

Отрасли	Уровень конкурентоспособности предприятий в 2007г., %		Прогноз уровня конкурентоспособности предприятий на 2014 г., %		Отклонение, проц. пункты
	колич. оценка	качеств. оценка	колич. оценка	качеств. оценка	
1	2	3	4	5	6
Швейная	51,18	низкий	60,68	средний	9,5
Обувная	49,29	низкий	60,63	средний	11,34

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Текстильная	45,92	низкий	58,4	средний	12,43
Трикотажная	49,1	низкий	64,65	средний	15,52
Итого по легкой промышленности	48,87	низкий	61,08	средний	13,11

Качественная оценка конкурентоспособности предприятий произведена в соответствии со шкалой [1, с. 112]. Таким образом, с вероятностью не ниже 90% можно утверждать, что в результате организации кластеров и развития сетевого сотрудничества и ГЧП в легкой промышленности Республики Беларусь уровень конкурентоспособности предприятий легкой промышленности через 7 лет повысится в 1,25, что по шкале качественной оценки соответствует среднему уровню, в то время как сейчас уровень конкурентоспособности предприятий отрасли является низким.

#### Список использованных источников

1. Яшева, Г. А. Кластерный подход в повышении конкурентоспособности предприятий / Г. А. Яшева. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 301 с.: ил.
2. Шарстнев, В. Л. Анализ возможностей нейронных сетей для прогнозирования работы предприятий легкой промышленности / В. Л. Шарстнев, Е. Ю. Вардомацкая // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Развитие научных концепций и технологий управления экономическими системами». – Киров, 2007. – С.80–86.

#### SUMMARY

The article substantiates the criterion of economic effect of the formation of manufacturer clusters on the county's economy where competitive capacity of enterprise serves as such criterion. Forecasting period and method of forecasting of the effect is the formation of neural network. The algorithm of forecasting economic effect of clusterization is developed which includes the following stages: the determination of characteristics-factors of competitiveness; the choice of the most significant factors for inclusion into neuromodel; the definition of mathematical neuromodel; the forecast of changes of factors of enterprise competitiveness on the basis of expert method; the forecast of the level of competitive capacity of enterprises in light industry in the Republic of Belarus which has proven that the formation of clusters in the sector will be effective.

## РЕФЕРАТЫ

---

УДК 677.024.83

Башметов, А. В. О параметрах зевообразования на ткацких станках / А. В. Башметов, В. С. Башметов. // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 6

Проведен анализ влияния вида зева на величину деформации основных нитей от зевообразования при различном числе ремизок в заправке ткацкого станка. Полученные результаты позволяют определять оптимальные параметры зевообразования для обеспечения минимальной разности деформаций основных нитей.

УДК 677.022.6

Бодяло, Н. Н. Расчет натяжения прикручиваемой стренги в канале полого веретена прядильно-крутильной машины / Н. Н. Бодяло, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 9

В результате теоретических исследований получена формула, позволяющая определить натяжение прикручиваемой стренги в канале полого веретена прядильно-крутильной машины. Это позволит продолжить исследования процессов, протекающих на полых веретенах прядильно-крутильной машины при формировании крученых комбинированных нитей, с целью определения их натяжения на выходе из полого веретена.

УДК [687.022:744.426.5]:004.4

Бодяло, Н. Н. Автоматизация операции сочетания размеров и ростов в раскладках лекал швейных изделий / П. Г. Деркаченко, Н. Н. Бодяло // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 14

Разработана программа, позволяющая составлять сочетания размеров и ростов в раскладке по принципу последовательного возрастания площадей лекал швейных изделий. Программа написана для операционной системы Windows на языке программирования java 1.6, позволяющего разрабатывать электронные приложения практически любой сложности.

УДК 677.022.484.4

Дягилев, А. С. Прогнозирование разрывной нагрузки комбинированной высокоэластичной пряжи пневмомеханического способа прядения / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 19

Статья посвящена прогнозированию относительной разрывной нагрузки комбинированной высокоэластичной пряжи пневмомеханического способа прядения. При прогнозировании используются формула А. Г. Когана для расчета относительной разрывной нагрузки комбинированной пряжи и формулы К. И. Корицкого для расчета относительной разрывной нагрузки и относительного разрывного удлинения хлопчатобумажной пневмомеханической пряжи. Также при прогнозировании учитывается относительная растягивающая нагрузка, прилагаемая к эластомерной нити при формировании комбинированной пряжи.

УДК 677.024.3

Казарновская, Г. В. Проектирование столового комплекта по белорусским мотивам / Г. В. Казарновская, А. В. Попова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 23

В работе решена задача по созданию столового комплекта, разработанного с применением льняных пряж, в жаккардовом рисунке которого использованы мотивы белорусского народного орнамента и белорусской природы. Спроектирована структура скатерти, сочетающая в себе однослойное и полутораслойное строение, что позволило создать в ткани рельефный рисунок каймы. Для выработки комплекта разработана унифицированная заправка жаккардовой машины.

УДК 677.022.4

Катович, О. М. Технология полугребенной пряжи малой линейной плотности / О. М. Катович, С. С. Медвецкий, А. Г. Коган, Е. Н. Лешакова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 28

Статья посвящена разработке новой технологии получения полугребенной хлопчатобумажной пряжи из средне- и длинноволокнистого хлопка. Целью проводимых исследований является получение полугребенной хлопчатобумажной пряжи по сокращенной системе прядения хлопка с физико-механическими свойствами, приближенными к гребенной пряже.

УДК 677.052.484.4

Киселев, Р. В. Исследование аэродинамических характеристик воздушного потока в питающем канале модернизированной пневмомеханической прядильной машины / Р. В. Киселев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 34

Разработана технология получения комбинированных хлопкополиэфирных нитей на модернизированной пневмомеханической прядильной машине. Установлен характер воздушного потока в питающем канале в зависимости от заправочных параметров – частоты вращения прядильных камер и диаметра питающего канала. Определен минимальный диаметр питающего канала, обеспечивающий стабильную работу модернизированной машины.

УДК 687.02:687.053.173

Краснер, С. Ю. Исследование процесса резания швейных ниток / С. Ю. Краснер, Б. С. Сункуев, А. В. Радкевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 39

В статье рассмотрен процесс резания швейных ниток в механизмах цикловой обрезки. Получены уравнения для определения сил, действующих на подвижный нож, механизма обрезки, при резании швейных ниток.

УДК 687.053 1/.5

Краснер, С. Ю. Оптимизация параметров процесса обрезки швейных ниток / С. Ю. Краснер, А. В. Радкевич, Б. С. Сункуев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 45

В статье рассмотрена установка для исследования процесса резания швейных ниток в механизмах обрезки на швейных машинах. Описан процесс планирования и проведения эксперимента. Получены модели зависимости вероятности обрезки ниток от параметров технологического процесса.

УДК 677.025.3/.6:687.14

Кукушкин, М. Л. Трикотажное фиксирующее изделие для занятий спортом / М. Л. Кукушкин, В. А. Борисович // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 49

В статье рассматривается возможность создания класса спортивных фиксирующих изделий для предупреждения травм спортсменов. Трикотажное оборудование позволяет создавать изделия, фиксирующие мышцы ног, без продольного шва, что упрощает конструкцию и задает уровень сдавливания мышц. Подобная технология была реализована при создании трикотажного набедренника. По основным функциональным свойствам полученные изделия сопоставимы с импортными аналогами и могут использоваться спортсменами и любителями на тренировках.

УДК 677.026.4: 677.021.17

Локтионов, А. В. Оценка методов расчета кинематических параметров исполнительных механизмов при переработке текстильных отходов / А. В. Локтионов, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 53

В работе дана оценка методов расчета кинематических параметров исполнительных механизмов при переработке текстильных отходов, исследована динамика взаимодействия

игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания, предложен расчет кинематических параметров исполнительного механизма с использованием преобразований Лапласа. Применение обобщенной  $\delta$ -функции при рассмотрении доверительного интервала численных значений кинематических параметров исполнительных механизмов позволяет заменить силы их импульсными аналогами, что упрощает расчетную схему и решение системы дифференциальных уравнений второго порядка.

УДК 677.494.676.766.5

Михайлова, М. П. Отечественные замасливатели для комплексной арамидной нити / М. П. Михайлова, Л. В. Ткачева, И. В. Слугин, А. И. Каширин, Г. Б. Складорова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 58

Технология получения комплексных нитей серии Русар предусматривает стадию финишной обработки нитей замасливателями. Для исследований были выбраны отечественные замасливающие и антистатические препараты предприятия ОАО "Пигмент", которое является крупнотоннажным изготовителем и поставщиком текстильно-вспомогательных веществ.

Полученные показатели комплексной нити до и после обработки предложенными замасливателями свидетельствуют о том, что после обработки замасливателями прочность нити при разрыве не снижается, наблюдается незначительное возрастание этого показателя (4.3-8.3%); после нагрузки 300 циклов зевобразования наблюдается незначительное снижение прочности нити при разрыве и составляет (-7.5) - (-7.4) %; изменение прочности при разрыве после 600 циклов истирания в петле составляет (-37.3)-(-38%); снижение удельного электрического сопротивления после нанесения замасливателя составляет два- три порядка, что является типичным для синтетических нитей; значение коэффициента трения находится в рекомендуемых пределах и составляет 0.3-0.32 для В/В и 0.25 для В/Ме.

Показана возможность снижения продолжительности отделочных операций суровых тканей в 2 раза.

Установлена возможность применения нового отечественного замасливателя на существующем на отечественных предприятиях оборудовании без нарушения разработанных технологических режимов.

УДК 677.05.002.56

Науменко, А. А. Устройство для определения показателей фрикционных свойств пряжи и нитей, применяемых в трикотажном производстве / А. А. Науменко // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 63

Статья посвящена количественной оценке фрикционных свойств пряжи и нитей, применяемых в легкой промышленности. В ней представлено трехканальное устройство для определения коэффициента тангенциального сопротивления и коэффициента трения и их статистических характеристик. В работе отмечено, что устройство используется в условиях предприятий, и стоимость его значительно ниже зарубежных аналогов.

УДК 677.023.001.5 : 677.521

Невских, В. В. Экспериментальные исследования влияния процесса замасливания утка на качество стеклоткани / В. В. Невских, Н. В. Дубко, Д. И. Кветковский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 67

В статье рассматриваются вопросы оптимизации технологии подготовки уточного ровинга ЕС 14 600 ЗОА. Проведены исследования процессов замасливания и высушивания стеклянного ровинга большой линейной плотности. В результате анализа диаграмм распределения пороков определены оптимальные режимы, обеспечивающие значимое снижение порока «сеченая нить» утка и повышение качества стеклоткани. По результатам исследований разработана технология подготовки стеклянного ровинга линейной плотности 600 текс для выработки армирующей стеклосетки СПА-260.

УДК 677.11.022.484.4

Рыклин, Д. Б. Анализ факторов, оказывающих влияние на прочность льняной пряжи пневмомеханического способа прядения / Д. Б. Рыклин, Р. А. Васильев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 73

Для выявления факторов, оказывающих влияние на прочность льняной пряжи, предложено использовать разработанную методику прогнозирования относительной разрывной нагрузки пряжи пневмомеханического способа прядения. Сопоставление результатов прогнозирования относительной разрывной нагрузки льняной пряжи пневмомеханического способа формирования и производственных данных подтвердило возможность использования разработанной методики для определения причин снижения прочности пряжи. На основании моделирования определены пути повышения прочности пряжи: уменьшение линейной плотности волокна при максимальном сохранении его прочности и снижение неровноты пряжи по линейной плотности.

УДК 531.3

Сакевич, В. Н. Исследование режимов стационарного движения гибкой нерастяжимой нити на вращающемся шкиве / В. Н. Сакевич, А. В. Щелкунов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 78

В работе решается теоретически задача о стационарном контурном движении гибкой нерастяжимой замкнутой нити, переброшенной через вращающийся шкив. Рассчитаны области существования таких режимов движения. Показано, что при контурном движении замкнутой гибкой нити в вертикальной плоскости положение шкива относительно замкнутого контура нити, т.е. петля нити, находится над шкивом или под шкивом и не влияет на устойчивость движения нити. Экспериментально обнаружено дестабилизирующее воздействие вибраций на устойчивость стационарных режимов. Источником вибраций являются удары утолщенных участков нити о прижимной ролик. Основные теоретические выводы подтверждены экспериментально.

УДК 677.017.31

Силич, Т. В. Прогнозирование распределения волокон в поперечных сечениях хлопкополипропиленовой пряжи / Т. В. Силич, Д. Б. Рыклин // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 83

Проведены теоретический расчет распределения разнородных волокон по сечению хлопкополипропиленовой пряжи с использованием специально разработанной методики. Результаты исследования позволили сделать вывод о внешней миграции полипропиленовых волокон. Преобладание полипропиленовых волокон во внешнем слое хлопкополипропиленовой пряжи подтверждено в результате анализа ее поперечных срезов с использованием статистического метода Н.И. Ратиани.

УДК 677.21:021.164

Скобова, Н. В. Исследование процесса формирования гребенной пряжи на пневмомеханической прядильной машине ППМ-120А1М / Н. В. Скобова, О. М. Катович // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 88

Статья посвящена экспериментальным исследованиям влияния частоты вращения дискретизирующего барабанчика на повреждаемость длиноволокнистого хлопка при его переработке на пневмомеханической прядильной машине ППМ – 120А1М.

УДК 685.34.017

Томашева, Р. Н. Методика расчета приформовываемости верха обуви к стопе / Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 93

Статья посвящена разработке расчетного метода оценки приформовываемости верха обуви к стопе на стадии конструкторско-технологической подготовки производства. С этой целью определены относительные комплексные показатели упруго-пластических свойств систем материалов для верха обуви с различным сочетанием упруго-пластичных до и после технологической обработки и многократного растяжения и установлены математические зависимости между обозначенными показателями. Установлена взаимосвязь между

приформовываемостью верха готовой обуви и упруго-пластическими свойствами систем материалов после многократного растяжения. Разработана методика расчета приформовываемости верха обуви к стопе с учетом особенностей упруго-пластических свойства материалов заготовки, позволяющая оценить степень влияния технологических и эксплуатационных факторов на величину данного показателя качества, а также осуществлять рациональный подбор комплектующих заготовки с целью выпуска продукции повышенной комфортности.

УДК 685.34.017.82

Фурашова, С. Л. Исследование влияния способов фиксации формы верха обуви на показатель формоустойчивости / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 98

Статья посвящена исследованию влияния различных способов фиксации формы верха обуви на формоустойчивость изделия. Установлено, что выбор способа фиксации формы верха обуви целесообразно осуществлять с учетом жесткости кожи верха обуви. Для систем материалов из мягкой кожи максимальная формоустойчивость достигается при увлажнении 18%–20% и фиксации формы методом влажно-тепловой обработки в течение 4 мин при температуре 120<sup>0</sup>С–125<sup>0</sup>С. Максимальный уровень формоустойчивости систем материалов из кожи повышенной жесткости соответствует влажности 29%–34% с фиксацией формы методом основной сушки в течение 25 мин при температуре 55<sup>0</sup>С–70<sup>0</sup>С.

УДК 677.025.64

Чарковский, А. В. Разработка заправочных характеристик и исследование свойств эластомерного трикотажного полотна / А. В. Чарковский, Н. Л. Надёжная, В. П. Шелепова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 103

Статья посвящена разработке эластомерного трикотажного полотна для компрессионных изделий. Разработаны заправочные характеристики эластомерных трикотажных полотен. Представлены результаты исследования свойств полотен: прочности, растяжимости, поверхностной плотности, процентного содержания сырья по видам нитей, числа петельных рядов и петельных столбиков на 100 мм, растяжимости, поверхностной плотности, толщины, изменения линейных размеров после мокрых обработок, остаточной деформации.

УДК 535.341:621.373:621.375.826

Аршинов, М. К. Лазерная поверхностная модификация оксидной керамики ZrO<sub>2</sub>:CO/Ni И Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:CO / М. К. Аршинов, М. Н. Сарасеко, К. И. Аршинов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 108

Равномерное введение стабилизирующих добавок Co, Ni в керамические порошки ZrO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> путем химического осаждения Co, Ni на частицах порошка позволяет осуществить локальное лазерное поверхностное оплавление предварительно спрессованных порошковых компактов ZrO<sub>2</sub>:Co/Ni и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Co, что может быть использовано для улучшения эксплуатационных характеристик изделий из оксидной керамики и, в частности, для снижения газопроницаемости теплозащитных покрытий и повышения их долговечности.

УДК 658.51:621.81

Беляков, Н. В. Информационная модель объекта производства в задаче компьютерного проектирования технологических процессов изготовления нетипизированных деталей / Н. В. Беляков, Н. Н. Попок // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 111

Предложен метод синтеза информационной конструкторско- технологической модели нетипизированной детали и ее заготовки из параметризованных комплексных функциональных модулей, структуры размерных и угловых связей между главными поверхностями модулей, а также технологических регламентов обработки, позволяющий представить заготовку в задаче определения порядка обработки и смены баз, синтеза комплектов баз.

УДК 693.547

Иваненко, В. В. Разработка технологии получения и рецептуры эмульсионных смазок на основе нефтехимических продуктов промышленных предприятий республики беларусь для опалубки при производстве сборного железобетона / В. В. Иваненко, В. Н. Сакевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 118

Разработан состав эмульсии из нефтехимических продуктов промышленных предприятий Республики Беларусь. Эмульсия предназначена для смазки форм при производстве железобетонных изделий. Разработана технология её получения. Эмульсия не уступает по основным показателям назначения импортным аналогам.

УДК 621.762.4

Ковчур, А. С. Использование медного порошка, полученного из отходов гальванического производства для изготовления изделий электротехнического назначения / А. С. Ковчур, В. В. Пятов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 124

В результате проведённых экспериментальных исследований установлено, что на малых и средних токах электроды из осажденного порошка практически не уступают стандартным. И лишь на больших токах (16 кА) электроды из литой меди показывают стойкость, на 20 % большую, чем предлагаемые изделия. По соотношению цена/производительность изготовленные электроды превосходят стандартные в 3-5 раз.

УДК 621.762.4

Ковчур, А. С. Переработка медьсодержащих отходов гальваники / А. С. Ковчур, В. В. Пятов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 127

Исследованы физико-химические, механические и технологические свойства медного порошка, полученного из отходов гальваники.

Сравнение полученного порошка с высококачественным электролитическим показывает нехватку общего содержания меди примерно на 1,5 % и двух-трехкратное превышение по содержанию кислорода. Однако проведенные исследования позволили из полученного медного порошка применить его для производства изделий электротехнического назначения, причем себестоимость его на порядок меньше, чем у стандартного электролитического.

УДК 621.798.1

Копытков, В. В. Экологически безопасная пленка для упаковки штучных изделий / В. В. Копытков // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 130

Развитие тароупаковочного хозяйства сопровождается непрерывным ростом объема отходов бытового потребления, что стало одной из глобальных проблем современного общества. Одним из актуальных направлений ее решения становится производство экологически чистой упаковки, которая после использования в течение короткого времени деформируется под действием природных факторов. Приведены результаты исследований, на базе которых созданы рецептуры экологически безопасных пленок на основе водорастворимых полимеров.

УДК 543.253

Михасева, Н. Ю. Определение миграции тяжёлых металлов из натуральных кож в модельные среды методом инверсионной вольтамперометрии / Н. Ю. Михасева, Г. М. Власова, Н. П. Матвейко // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 135

На основании исследований по определению содержания тяжелых металлов в жидких модельных средах методом инверсионной вольтамперометрии доказано, что процесс миграции тяжелых металлов в модельную среду «вода» менее интенсивный, чем в модельную среду «пот», и эта зависимость характерна практически для всех видов исследованных натуральных кож для верха обуви.

УДК 544

Платонов, А. П. Набухание ионитов в растворах сильных полиэлектролитов / А. П. Платонов, С. Г. Ковчур // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 138

Изучена сорбция воды слабосшитыми ионитами из растворов полистиролсульфокислоты и хлорида поливинилбензилтриметиламмония. Из полученных данных можно определить набухание ионитов как функцию активности воды. Разработана методика исследования набухания ионитов в воде.

УДК 547.1-39

Стёпин, С. Г. Исследование кинетики термоллиза непредельных кетогидропероксидов / С. Г. Стёпин, Л. С. Новиков // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 142

Исследована кинетика распада непредельных кетогидропероксидов: 5-метил-1-фенил-4-гидропероксипентен-2-он-1 (I) и 5-метил-1-(2,4-диметилфенил)-4-гидропероксипентен-2-он-1 (II) в растворе о-дихлорбензола при 100 – 120 °С. Определены кинетические параметры термоллиза гидропероксидов. Температурная зависимость констант скоростей распада (K) описывается уравнениями:  $K_I = 2,13 \cdot 10^{18} \exp(-165700/RT)$ ,  $K_{II} = 1,81 \cdot 10^{18} \exp(-166900/RT)$ .

УДК 338.242.4

Касаева, Т. В. Дифференциация критериев оценки эффективности государственной поддержки предприятий местной промышленности / Т. В. Касаева, П. Ю. Локтев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С.146

В статье рассматриваются подходы к государственной поддержке предприятий. Авторы обосновали необходимость государственной поддержки. В статье исследуются критерии оценки эффективности государственной поддержки. В результате предложен дифференцированный подход к критериям оценки эффективности государственной поддержки в зависимости от вида оказанной поддержки.

УДК 332.1 (476.5)

Королева, З. А. Социально-экономическое развитие витебской области: состояние и перспективы / З. А. Королева // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 151

Статья содержит основные положения доклада «Социально-экономическое развитие Витебской области: состояние и перспективы», сделанного на Международном семинаре «Экономический рост в условиях трансформации», который состоялся в УО «ВГТУ» 23 октября 2008г.

УДК 657.4:687

Линник, М. В. Совершенствование синтетического учета косвенных затрат как направление повышения достоверности оценки незавершенного производства швейных предприятий / М. В. Линник // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 156

В статье описана разработанная автором методика синтетического учета косвенных затрат, новизна которой состоит в модификации балансовых счетов с использованием дополнительных субсчетов. Предлагаемая методика позволит упростить порядок получения учетных данных с требуемой степенью детализации (по виду и местам возникновения косвенных производственных затрат) и рекомендуется для внедрения в учетный процесс организаций швейной промышленности для повышения точности оценки незавершенного производства. Разработанная методика соответствует рекомендациям международных стандартов бухгалтерского учета.

УДК 657.4:687

Линник, М. В. Развитие методологических подходов к учету и оценке незавершенного производства / М. В. Линник // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 162

Статья посвящена исследованию методологических проблем учета и оценки незавершенного производства. Автором предложены следующие направления

совершенствования методологических основ учета и оценки НЗП: сформулировано определение незавершенного производства как объекта бухгалтерского учета, на основе функционального подхода разработана классификация учетных, оценочных, калькуляционных процедур, связанных с формированием информации о незавершенном производстве, а также выделены и систематизированы принципы бухгалтерского учета не законченной обработкой продукции.

УДК 338.246.027.2

Мироненко, В. А. Анализ состояния и особенности развития экспортно-импортного потенциала республики беларусь в сфере новых и высоких технологий / В. А. Мироненко, И. В. Кривенкова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 168

Осуществлен анализ состояния, выявлены в динамике особенности развития экспортно-импортного потенциала Республики Беларусь в сфере новых и высоких технологий.

Проведено подробное исследование экспортно-импортных операций в отраслевом разрезе в сфере новых и высоких технологий, определен основной инструмент воздействия на рост экспортного потенциала страны, на основе чего даны рекомендации в части стимулирования роста экспорта наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

УДК 338.24(476)

Олешкевич, Н. Н. Методика стоимостной оценки эффективности управления факторами производства на предприятии / Н. Н. Олешкевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 174

Приведено понятие синергичного эффекта от взаимодействия факторов производства «предприимчивость» и «информация». Представлен состав стоимости товара с учетом факторов «предприимчивость» и «информация». Предложена методика стоимостной оценки эффективности управления факторами производства на основании выявленного синергичного эффекта. Рассмотрены три базовые ситуации изменения синергичного эффекта в результате различной степени взаимодействия предприимчивости и информации. Ил. 2. Библ. 4.

УДК 657. 922

Рябова, С. Институциональные аспекты организации процесса оценки объектов недвижимости на макроуровне / С. Рябова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 179

В представленной статье анализируются подходы в учете и оценке таких составляющих недвижимости, как земельный участок и капитальные здания и сооружения. Практика учета и оценки капитальных зданий и сооружений как объектов основных средств предприятия осталась от планово-административной экономики. При учете и оценке земельных участков используются рыночные подходы. Для сравнения приводится система оценки промышленной недвижимости в Швеции. Предлагается организация процесса оценки объектов недвижимости в составе основных средств.

УДК 658.3.011.1

Сысоев, И. П. Совершенствование организации и нормирования труда с применением теории массового обслуживания / И. П. Сысоев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 185

В статье рассмотрены вопросы совершенствования организации нормирования труда, способствующие эффективному использованию трудового потенциала предприятия за счет рациональных затрат рабочего времени, оптимизации напряженности труда, на базе системы массового обслуживания. Предложенный метод может быть использован в нормировании работ на участках и цехах текстильного и трикотажного производства.

УДК 658.1

Яшева, Г. А. Экономическое обоснование кластерной концепции повышения конкурентоспособности предприятий на основе нейромоделирования / Г. А. Яшева, Е. Ю. Вардомацкая // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2009. — № 17. — С. 189

В статье обоснованы: критерий экономического эффекта организации кластеров товаропроизводителей в экономике страны, в качестве которого предложен уровень конкурентоспособности предприятий; прогнозный период и метод прогнозирования эффекта – построение нейронной сети. Разработан алгоритм прогнозирования экономического эффекта кластеризации, включающий следующие этапы: определение признаков-факторов конкурентоспособности; выбор наиболее значимых факторов для включения в нейромодель; построение математической нейромодели; прогноз изменения признаков-факторов конкурентоспособности предприятий на основе экспертного метода; прогноз уровня конкурентоспособности предприятий легкой промышленности Республики Беларусь, который показал, что организация кластеров в отрасли будет эффективной.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

- Аршинов**  
Константин Иванович – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией физики диэлектриков института технической акустики НАН Беларуси
- Аршинов**  
Максим Константинович – младший научный сотрудник института технической акустики НАН Беларуси
- Башметов**  
Андрей Валерьевич – кандидат технических наук, заместитель начальника Витебского управления фонда социальной защиты населения
- Башметов**  
Валерий Степанович – доктор технических наук, профессор, ректор УО «ВГТУ»
- Беляков**  
Николай Владимирович – старший преподаватель кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
- Бодяло**  
Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология одежды» УО «ВГТУ»
- Вардомацкая**  
Елена Юрьевна – старший преподаватель кафедры «Информатика» УО «ВГТУ»
- Васильев**  
Руслан Александрович – инженер НИСа УО «ВГТУ»
- Власова**  
Галина Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения непродовольственных товаров УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Горбачик**  
Владимир Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
- Деркаченко**  
Павел Григорьевич – ассистент кафедры «Информатика» УО «ВГТУ»
- Дубко**  
Николай Владимирович – инженер-технолог РУП «Смиловичская валяльно-войлочная фабрика»
- Дягилев**  
Андрей Степанович – старший преподаватель кафедры информатики УО «ВГТУ»
- Жерносек**  
Сергей Васильевич – студент гр. То-4 УО «ВГТУ»
- Иваненко**  
Владимир Васильевич – ведущий инженер института технической акустики НАН Беларуси
- Казарновская**  
Галина Васильевна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Дизайн» УО «ВГТУ»
- Касаева**  
Тамара Васильевна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой экономики УО «ВГТУ»
- Катович**  
Оксана Михайловна – инженер НИСа, аспирант УО «ВГТУ»
- Каширин**  
Александр Иванович – начальник производства ПБВ ОАО «Каменскволокно»
- Кветковский**  
Дмитрий Игоревич – ассистент кафедры «Ткачество» УО «ВГТУ»
- Киселев**  
Руслан Васильевич – мастер ПО, младший научный сотрудник кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Ковчур**  
Андрей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
- Ковчур**  
Сергей Григорьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Охрана труда и промышленная экология» УО «ВГТУ»

<b>Коган</b> Александр Григорьевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Копытко</b> Владимир Владимирович	– кандидат технических наук, старший научный сотрудник ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Балого» НАН Беларуси
<b>Королева</b> Зинаида Александровна	– заместитель Председателя Комитета экономики Витебского областного исполнительного комитета
<b>Краснер</b> Стас Юрьевич	– ассистент кафедры «Теоретическая механика и ТММ» УО «ВГТУ»
<b>Кривенкова</b> Ирина Викторовна	– аспирант кафедры маркетинга УО «Белорусский государственный экономический университет»
<b>Кукушкин</b> Максим Леонидович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Лешакова</b> Екатерина Николаевна	– студент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Линник</b> Маргарита Владимировна	– старший преподаватель кафедры экономики УО «ВГТУ»
<b>Локтев</b> Павел Юрьевич	– магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики УО «ВГТУ», специалист в области государственного регулирования экономики и калькулирования себестоимости продукции, статистики
<b>Локтионов</b> Анатолий Васильевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики и ТММ УО «ВГТУ»
<b>Матвейко</b> Николай Петрович	– доктор химических наук, зав. кафедрой физикохимии материалов, профессор УО «Белорусский государственный экономический университет»
<b>Медвецкий</b> Сергей Сергеевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Мироненко</b> Виктор Анатольевич	– кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экономической информатики УО «Белорусский государственный экономический университет»
<b>Михайлова</b> Марина Петровна	– кандидат технических наук, заведующая лабораторией ткачества ЦНИХБИ
<b>Михасёва</b> Наталья Юрьевна	– студентка 5 курса; гр. ДГТ УО «Белорусский государственный экономический университет»
<b>Надежная</b> Наталья Леонидовна	– ассистент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «ВГТУ»
<b>Науменко</b> Александр Александрович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация» УО «ВГТУ»
<b>Невских</b> Виктория Владимировна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Ткачество» УО «ВГТУ»
<b>Новиков</b> Леонид Семенович	– кандидат химических наук, доцент кафедры химии УО «БГПУ им. М. Танка»
<b>Олешкевич</b> Наталья Николаевна	– аспирант, ассистент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита УО «БрГТУ»
<b>Ольшанский</b> Валерий Иосифович	– кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
<b>Платонов</b> Александр Петрович	– кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Химия» УО «ВГТУ»
<b>Попова</b> Александра Владимировна	– ассистент кафедры «Дизайн» УО «ВГТУ»

<b>Попок</b> Николай Николаевич	– доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «Полоцкий государственный университет»
<b>Пятов</b> Владислав Владимирович	– доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе УО «ВГТУ»
<b>Радкевич</b> Анатолий Васильевич	– старший преподаватель кафедры «МАЛП» УО «ВГТУ»
<b>Рыклин</b> Дмитрий Борисович	– доктор технических наук, профессор кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Рябова</b> Светлана	– аспирант Академии управления при Президенте Республики Беларусь
<b>Сакевич</b> Валерий Николаевич	– доктор технических наук, заведующий лабораторией ИТА НАН Беларуси, профессор кафедры «СМ и ДМ» УО «ВГТУ»
<b>Сарасеко</b> Мария Николаевна	– ученый секретарь, кандидат технических наук, институт технической акустики НАН Беларуси,
<b>Силич</b> Татьяна Владимировна	– главный специалист – зав. лабораторией технологии трикотажного производства РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»
<b>Склярова</b> Галина Борисовна	– кандидат химических наук, заместитель технического директора по развитию ОАО «Каменскволокно»
<b>Скобова</b> Наталья Викторовна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Слугин</b> Иван Васильевич	– кандидат химических наук, директор ООО «Арамид»
<b>Степин</b> Святослав Генрихович	– кандидат химических наук, доцент кафедры химии УО «ВГУ им. П.М. Машерова»
<b>Сункуев</b> Борис Семенович	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «МАЛП» УО «ВГТУ»
<b>Сысоев</b> Иван Павлович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» УО «ВГТУ»
<b>Ткачева</b> Любовь Викторовна	– начальник отдела по развитию ОАО «Каменскволокно»
<b>Томашева</b> Рита Николаевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Фурашова</b> Светлана Леонидовна	– ассистент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Чарковский</b> Александр Владимирович	– кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Шелепова</b> Влентина Перовна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Щелкунов</b> Александр Владимирович	– студент гр. ТМ-19
<b>Яшева</b> Галина Артемовна	– кандидат экономических наук, доцент кафедры «Коммерческая деятельность» УО «ВГТУ»

# Памятка авторам

1. Научно-технический журнал «Вестник Витебского государственного технологического университета» выходит два раза в год. К печати допускаются статьи по четырем тематическим направлениям:
  - технология и оборудование легкой и текстильной промышленности;
  - технология и оборудование машиностроительного производства;
  - химия, химическая технология и экология;
  - экономика легкой промышленности.
2. К рукописи статьи необходимо приложить следующие материалы:
  - заявку с названием статьи, тематическим направлением (из п.1), по которому она подается, списком авторов и их личными подписями;
  - реферат на языке оригинала (до 0,25 стр.);
  - резюме (summary), название статьи, фамилии и инициалы авторов, название организации - на английском языке;
  - акт о возможности опубликования представленных материалов;
  - справку, содержащую сведения об авторах (место работы, должность, ученая степень, адрес, телефон, e-mail);
  - электронный вариант статьи, реферата и summary.
3. Структура принимаемых к опубликованию статей следующая: индекс УДК; название статьи; фамилии и инициалы авторов; текст статьи; список использованных источников.
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.
5. Список использованных источников оформляется по ГОСТ 7.1 – 2003 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 должен составлять от 14 000 до 16 000 печатных знаков (4-5 страниц), набранных шрифтом Arial 11, с полями по 20 мм на сторону и одинарным межстрочным интервалом. В файлах не должно быть макросов, колонтитулов и других сложных элементов форматирования. Распечатка статьи должна полностью соответствовать приложенному файлу. При оформлении статьи, реферата и summary рекомендуется ориентироваться на оформление публикаций в предыдущем выпуске журнала.
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 принимается на заседании редакционной коллегии.
8. Рукописи статей авторам не возвращаются.
9. Статьи представляются в редакцию по адресу: 210035, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72, Скробовой АLINE Сергеевне.

**Редакция «Вестника ВГТУ»**

Научное издание

# ВЕСТНИК

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

С е м н а д ц а т ы й      в ы п у с к

---

---

Ответственный за выпуск: Иванова О.С.

Подписано в печать 30.12.2009 г. Печать ризографическая. Гарнитура Arial.  
Усл. печ. листов. 25.9. Уч.-изд. листов 19.4. Формат 60x90 1/8. Тираж 75экз.  
Заказ № 532

---

Выпущено издательским отделом ЦИТ ВГТУ  
УО "Витебский государственный  
технологический университет"  
210035, Республика Беларусь,  
г. Витебск, Московский пр-т, 72  
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

Журнал зарегистрирован в  
Министерстве информации  
Республики Беларусь  
№ 2554 от 31 мая 2005 г.