

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

В Е С Т Н И К

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В О С Е М Н А Д Ц А Т Ы Й В Ы П У С К

ВИТЕБСК
2010

УДК 67/68
ББК 37.2
В 38

Вестник Витебского государственного технологического университета. Вып. 18 / УО «ВГТУ»; гл. ред. В. С. Башметов. – Витебск, 2010. – 182 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. (МГТУ им. А.Н. Косыгина)
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., профессор 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 978-985-481-190-1

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 978-985-481-190-1

© УО "Витебский государственный технологический университет", 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ ВИДАМИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ

В.В. Базеко, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган 9

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ПЯТОЧНОЙ ЧАСТИ ОБУВИ

А.Н. Буркин, П.Г. Деркаченко, А.П. Дмитриев 13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАПРАВКИ ОЧИСТИТЕЛЕЙ UNiflex V60, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ЛИНИИ КОТОНИЗАЦИИ

Р.А. Васильев 19

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКОН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ

О.В. Звёздочкина, Д.Б. Рыклин, К.Н. Рунейский 25

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СОЕДИНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТРУИ ЖИДКОСТИ

А.Г. Иванов, Д.Р. Амирханов, А.А. Угольников 29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ СВЯЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОМПОЗИЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ МЯГКИХ СВП-М

А.М. Карпеня 33

РАСЧЕТ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ КОМБИНИРОВАННОЙ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНОЙ НИТИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ

Р.В. Киселев 37

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ

Р.В. Киселев, А.С. Дягилев 43

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИМИ НИТЯМИ

П.А. Костин, Е.Г. Замостоцкий (под руководством А.Г. Когана) 47

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО РЕЦИКЛИНГА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

К.С. Матвеев, В.В. Пятков 53

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КРУЧЕНИЯ ОГНЕТЕРМОСТОЙКИХ НИТЕЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНА АРСЕЛОН-С

М.Н. Михалко, В.В. Садовский, В.Н. Докучаев 58

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ГЕОТЕКСТИЛЯ И ГЕОСИНТЕТИКИ: ОСОБЕННОСТИ, МАСШТАБЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Г.К. Мухамеджанов, Ю.Я. Тюменев, О.Г. Мухамеджанова, Ю.В. Назарова 63

РАЗРАБОТКА ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОПКОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

А.М. Науменко, Д.Б. Рыклин, А.А. Джежора 69

МЕТОД РАСЧЕТА СРЕДНЕИНТЕГРАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЛАЖНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ

А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский 74

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ ВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРНОГО РЕЖИМА	
<i>А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский</i>	80
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЯЖИ ИЗ ЛЬНЯНОГО ОЧЕСА	
<i>М.М. Паневкина, С.С. Гришанова, Е.А. Конопатов</i> <i>(под руководством А.Г. Когана)</i>	86
ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ НА ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА	
<i>Т.В. Силич</i>	91
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ КРУЧЕНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НИТЕЙ	
<i>Н.В. Скобова, М.Ф. Шаркова, Е.А. Берашевич</i>	96
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков</i>	100
ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	
<i>Е.В. Чукасова-Ильющкина, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган</i>	105
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НИТЕЙ В ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА	
<i>М.В. Шаркова, Н.В. Скобова, О.Е. Рубаник</i>	109

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ТЭЦ В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	
<i>А.В. Гречаников, А.П. Платонов, С.Г. Ковчур</i>	114
УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫМИ ПОТОКАМИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ ОТ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ	
<i>Т.И. Королёва, О.Н. Широкова</i>	119
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФЛОКУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ СУСПЕНЗИИ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ	
<i>В.Н. Марцуль, И.Э. Головнев</i>	124
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРА В НЕРУДНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ИОНОМЕТРИИ	
<i>Н.П. Матвейко</i>	129
ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНАТА СВИНЦА	
<i>А.В. Мясоедов, А.А. Сушинская</i>	132
МЕТОДОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	
<i>В.Е. Савенок</i>	136

ЭКОНОМИКА

ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ	
<i>А.О. Блинов, Г.А. Яшева</i>	142

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ОРГАНИЗАЦИИ	
<i>И.И. Корзун</i>	147
КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА	
<i>Л.В. Прудникова</i>	152
МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ	
<i>В.А. Скворцов, П.А. Ткаченко</i>	159
ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И СЕГМЕНТИРОВАНИЕ ПОКУПАТЕЛЕЙ ЖЕНСКОЙ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ НА ПРИМЕРЕ РЫНКА Г. МИНСКА	
<i>М.А. Слонимская, Т.В. Кузнецова</i>	164
РЕФЕРАТЫ	171
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	178

CONTENT

RESEARCHES OF PHYSIC MECHANICAL PROPERTIES OF FABRICS WITH SPECIAL KINDS OF FINAL FURNISH	
<i>Bazeko V.V., Jasinskaja N.N., Kogan A.G.</i>	9
METHOD OF TESTS OF SHAPE RETENTION OF STIFFENERS	
<i>Burkin A. N.,Derkachenko P. G., Dmitriev A. P.</i>	13
DETERMINATION OF RATIONAL SETTING OF CLEANERS UNIFLEX B60 IN COTTONIZATION LINE	
<i>Vasiliev R.A.</i>	19
RESEARCH OF MIXING PROCESS FOR MULTICOMPONENT FLAX CONTAINED YARN PRODUCTION	
<i>Zvezdochkina O.V., Ryklin D.B., Rineyskiy K.N.</i>	25
ANALYSIS OF MATERIALS CONNECTION PROCESS BY USING HIGH-SPEED LIQUID JET	
<i>Amirkhanov D.P., Ugolnikov A.A., Ivanov A.G.</i>	29
THE DETERMING OF OPTIMAL PERCENTAGE OF BOUNDING ELEMENTS IN SOFT SYNTHETIC FIBRE PLATS COMPOSITION	
<i>Karpenja A.M.</i>	33
THE PREDICTING OF TENACITY OF COTTON-POLYESTER OPEN END CORE YARN	
<i>Kiselev R.V.</i>	37
THE MODERNIZATION OF OPEN END SPINNING FRAME FOR PRODUSING HIGH ELASTISITY CORE YARN	
<i>Kiselev R. V., Dyagilev A.S.</i>	43
THE COMPLEX ANALYSIS OF SHIELDING EFFICIENCY OF FABRICS FOR SPECIAL PURPOSES WITH THE COMBINED ELECTRO CONDUCTIVE YARNS IN STRUCTURE	
<i>Kostin P.A., Zamastotsky Y.G., Kogan A.G.</i>	47
INFLUENCE OF THERMO-MECHANICAL RECYCLING ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF MATERIALS FORMED FROM WASTE FOAMED POLYURETHANE	
<i>Matveev K.S., Pyatov V.V.</i>	53
THE OPTIMIZATION THE PROCESS OF TWISTING FIRE-THERMO-RESISTANT THREADS ON THE BASIS OF ARSELON-C FIBRE	
<i>M.N. Mikhalko, V.V. Sadovsky, V.N. Dokuchaev</i>	58
RUSSIA MARKET GEOTEXTILE AND GEOSYNTHETICS: FEATURES, SCOPE, PROBLEMS, PROSPECTS	
<i>Mukhamejanov G.K., Tyumenev U.Y., Mukhamedzhanova O.G., Nazarova Y.V.</i>	63
DEVELOPING OF DIELECTROMETRICAL METHOD FOR EVALUATION OF MIXING EFFECTIVENESS FOR COTTON/FLAX YARN MANUFACTURING	
<i>Navumenko A. M., Ryklin D. B., Jezhora A. A.</i>	69
CALCULATION METHOD OF AVERAGE INTEGRAL TEMPERATURE OF MOISTURE MATERIAL IN THE PROCESS OF CONVECTIONAL DRYING	
<i>Olshansky A.L., Olshansky W.L.</i>	74

CALCULATION OF DRYING KINETICS FOR MOISTURE FLAT MATERIALS USING METHOD OF REGULAR REGIME	
<i>Olshansky A.L., Olshansky W.L.</i>	80
THE NEW TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF YARNS FROM FLAX TOW	
<i>Panevkina M.M., Grishanova S.S., Konopatov E.A., Kogan A.G.</i>	86
THE IMPACT OF PROPERTIES OF COTTON-POLYPROPYLENE YARN PARAMETERS ON THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MAKING KNITTED FABRIC	
<i>Silich T.V.</i>	91
THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF MANUFACTURING COMBINED TWISTED CARBON YARNS	
<i>Skobova N.V., Sharkova M.F., Berashevich E.A.</i>	96
FORECASTING РЕЛАКСАЦИОННОЙ OF ABILITY SYSTEMS OF SHOE MATERIALS	
<i>Furashova S.L., Gorbachik V.E., Skokov P.I.</i>	100
PERSPECTIVE TECHNOLOGIES USING TEXTILE SECONDARY MATERIAL RESOURCES	
<i>Chukasova-Ilyushkina E.V., Yasinskaya N.N., Kogan A.G.</i>	105
THE TECHNOLOGY OF PROCESSING OF COMBINE CARBON YARN INTO ASSORTMENT OF ELECTRIC HEATER WIRE	
<i>Sharkova M.F., Skobova N.V., Rubanik O.E.</i>	109
USE OF INORGANIC WASTE OF THERMAL POWER STATION IN STRUCTURE OF ASPHALT MIXTURES	
<i>Grechanikov A.V., Platonov A.P., Kovchur S.G.</i>	114
CONTROL OF CONVECTIVE STREAMS FOR REMOVAL HARMFULNESS FROM SOURCES HEAT & GAS EMANATING	
<i>Koroleva T.I., Shirokova O.N.</i>	119
USE OF ULTRASONIC PROCESSING FOR INCREASE FLOCCULANT OF PROPERTIES OF SUSPENSION OF ACTIVE SILT OF SEWAGE DISPOSAL PLANTS OF THE WATER DRAIN	
<i>Martsul V.N., Golovnev I.E.</i>	124
DETERMINATION OF CHLORINE IN THE NON-METALLIC MATERIALS BY IONOMETRY	
<i>Matveiko N.P.</i>	129
GROWTH OF CRISTALS GERMANATE LEAD	
<i>Mjasoedov A.W., Sushinskaja A.A.</i>	132
METHODOLOGY OF APPLICATION OF WAYS AND TECHNICAL DEVICES OF PROTECTION OF WATER OBJECTS FROM OIL POLLUTION	
<i>Savenok V.E.</i>	136
FORMING OF INSTITUTIONAL STRUCTURES FOR DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL	
<i>Blinov A.O., Yashava H. A.</i>	142

IMPROVEMENT OF INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM IN ORGANIZATION <i>Korzoun I.I.</i>	147
AN INTEGRATED MODEL OF REGION INNOVATION ACTIVITY ASSESSMENT <i>Prudnikova L.V.</i>	152
METHODS FOR IDENTIFYING RESERVES OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL IMPROVEMENT OF PRODUCTION LINES <i>Skvortsov V.A., Tkachenok P.A.</i>	159
PREFERENCES RESEARCH AND SEGMENTATION OF FEMALE OVERCOAT BUYERS BY THE EXAMPLE OF MINSK CITY MARKET <i>Slonimska M.A., Kuznetsova T.V.</i>	164

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 677.027.6

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ ВИДАМИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ

В.В. Базеко, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган

Текстильные обои ведут свое происхождение от тканевых и гобеленовых стеновых обивок. Как и их благородные предки, текстильные обои экологически безупречны и, следовательно, дороги. Это тканевая основа (шелк, лен, джут, вискоза), дублированная с изнанки бумагой, флизелином или имеющая на оборотной стороне пленку, представляющую собой слой полимерного покрытия. Такие обои можно чистить пылесосом, они хорошо поглощают звук, являются хорошими теплоизоляторами, не выгорают. Их поверхность представляет собой различные текстильные фактуры, матовые или блестящие, чаще однотонные либо с традиционными полосками.

На кафедре ПНХВ Витебского государственного технологического университета разработаны текстильные обои различных видов: полученных способом аэродинамического напыления различного вида волокон на основу (бумагу или флизелин), непосредственным наклеиванием тканого полотна на основу, а также способом нанесения нитей различной окраски, длины и состава на основу с помощью специальных щеток в хаотичном порядке.

Установлено, что текстильные обои на базе натуральных волокон льна, джута, хлопка обеспечивают высокий уровень медико-биологических характеристик воздушной среды: постоянство влажностно-температурного режима, снижение статического электричества, экологическую чистоту, светостойкость, способность отталкивать воду и грязь при специальных видах заключительной отделки [1].

С целью сокращения технологического процесса и создания новых видов текстильных материалов в настоящее время на кафедре ведется разработка нового вида текстильных настенных покрытий с улучшенными физико-механическими и потребительскими свойствами за счет полного исключения бумажной основы и использования в качестве тканого материала экологически чистых льняных тканей. Отсутствие бумажной основы и замена ее специальной отделкой требует особого изучения следующих свойств: жесткость структуры, грязе- водо- и маслоотталкивание, антистатические свойства. Для улучшения эксплуатационных свойств, придания текстильным обоям ряда важных физико-механических и физико-химических свойств, технологичности и легкости при наклеивании, клее- и водонепроницаемости в процессе оклеивания интерьера, на изнаночную сторону полотна наносится экологически чистое полимерное покрытие.

Процесс получения текстильных обоев представлен на рис. 1 и состоит из следующих этапов:

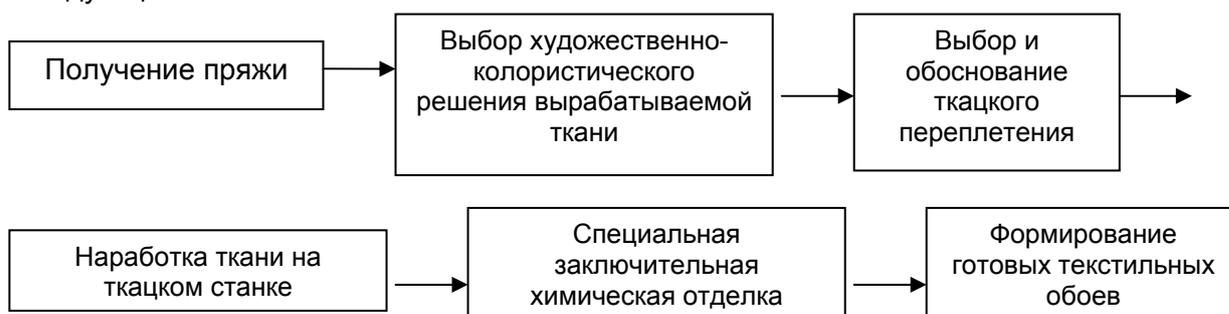


Рисунок 1 – Процесс получения текстильных обоев

Технология получения разрабатывается с учетом существующего на предприятиях оборудования и с использованием отечественного сырья.

Основные исследования по разработке данного вида материалов включают: выбор технологических конструкций текстильных обоев и их составляющих (сырье и основа); разработку рецептур и концентраций композиционных проклеивающих составов для покрытий с заданными свойствами; изучение изменения потребительских свойств материалов при варьировании рецептуры и технологии проклеивания специальными составами; изготовление и испытание опытных образцов обоев в соответствии с разработанными методиками; разработку необходимой документации на выпуск опытно-производственной партии текстильных обоев на основе льносодержащих тканей; проведение испытаний различных вариантов текстильных обоев по ряду физико-механических, гигиенических, санитарно-химических, микробиологических, технологических и эксплуатационных качеств.

Разрабатываемые текстильные обои представляют собой многослойный материал, лицевой стороной которого являются льносодержащие ткани определенного волокнистого состава, структуры и поверхностной плотности, изнаночной стороной – экологически чистое полимерное покрытие [2].

С целью определения оптимального состава полимерной композиции проведен эксперимент по следующим этапам:

- подбор оптимальных концентраций для придания жесткости текстильному полотну при помощи препарата Appretan (фирма Clariant);

- подбор оптимальных концентраций для придания текстильным полотнам маслоотталкивающих, грязеотталкивающих и водоотталкивающих свойств для улучшения их потребительских свойств при помощи препарата Nuva (фирма Clariant);

- выбор оптимального соотношения используемых химических препаратов Appretan N, Nuva HPU:

- а) На 50 мл полученного состава: 44 мл воды, 1,5 мл Nuva HPU, 5 мл Appretan N.

- б) На 50 мл полученного состава: 25 мл воды, 15 мл Appretan N, 10 мл Nuva HPU.

- в) На 50 мл полученного состава: 15 мл воды, 10 мл Nuva HPU, 25 мл Appretan N.

- выбор оптимальной температуры и длительности тепловой обработки экспериментальных образцов тканого полотна;

Сушка образцов производилась при следующих температурах – 100, 150 и 170⁰ С в течение 5-10 минут.

- исследование физико-механических показателей полученных экспериментальных образцов.

Для проведения испытаний были отобраны образцы 100% льняной жаккардовой ткани: линейная плотность по основе и утку – 110 текс; плотность ткани по основе – 142 н/10см, по утку – 98 н/10см; поверхностная плотность – 270 г/м².

В результате проведенных испытаний, образцы ткани были испытаны на жесткость при изгибе.

Относительный прогиб определен по формуле

$$f_o = \frac{f}{l}, \quad (1)$$

где f - среднее арифметическое замеров прогиба проб по шкале;

l - длина свешивающейся части пробы.

$$l = \frac{(L - 2)}{2}. \quad (2)$$

Величину жёсткости ткани определили по формуле

$$E = \frac{42046 \cdot m}{A} \quad [\text{мкН} \cdot \text{см}^2], \quad (3)$$

где m – масса образца, г.

Коэффициент A определили по табличным данным в зависимости от f_0 [3].

Таким образом, были произведены расчеты и определена величина жесткости для каждого образца. Полученные данные представлены в таблице 1.

Также для данных образцов ткани были проведены испытания на способность материала отталкивать масло, воду и грязь.

Способность материала отталкивать воду была проверена методикой «Спрей-теста». Распылитель, необходимый для проведения данного теста на водоотталкивание, изображен на рис. 2.



Рисунок 2 – Распылитель для проведения «Спрей-теста»

Оценка способности материала отталкивать влагу, нанесенную при помощи струй воды, определяется по стандартным оценкам «Спрей-теста», представленным на рис. 3.

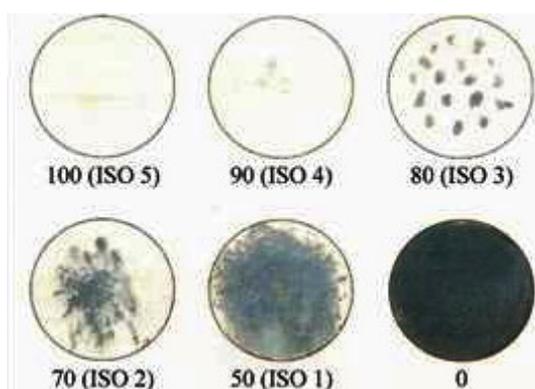


Рисунок 3 – Стандартные оценки «Спрей-тест» (струи воды)

Стойкость к влаге по данной методике оценивается в интервале от 0 до 100 баллов.

Полученные данные представлены в таблице 1.

Также было проведено испытание по определению степени маслоотталкивания ткани.

Уровень оценки: труднопроходимость (четкая обтекаемая капля), начало проходимости (закругленная капля и потемнение), «провал» (очевидное растекание и/или полное смачивание), «провал» (очевидное смачивание).

Полученные данные представлены в таблице 1.

Заключительным этапом проведения эксперимента было определение способности материала отталкивать сухую грязь.

Целью данного испытания является определение устойчивости к загрязнению ткани в процессе ее эксплуатации, к воздействию сухой грязи и/или ее микрочастиц.

Образцы размещаются на гладкой горизонтальной поверхности и сравниваются с оценочной таблицей устойчивости к грязи.

По результатам испытаний была определена степень жесткости материала, его способность отталкивать воду, масло и грязь. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытания ткани в зависимости от концентрации раствора и температуры сушки

Концентрация раствора, мл	Температура сушки, °С	Время сушки, мин	Коэффициент жесткости, мкН·см ²	Степень водоотталкивания, баллов	Степень маслоотталкивания	Коэффициент степени загрязнения
H ₂ O – 44	100	5	11625	50	D	4,0
Nuva – 1,5	150		23838	70	C	4,0
Appretan - 5	170		64383	80	B	4,0
H ₂ O – 25	100	5	49601	70	C	4,0
Nuva – 10	150		55035	70	C	4,0
Appretan - 15	170		108006	80	B	4,0
H ₂ O – 15	100	5	139628	90	B	4,0
Nuva – 10	150		206288	90	B	4,0
Appretan - 25	170		114050	100	A	5,0

В результате проведенных испытаний был определен оптимальный состав и концентрация используемых химических препаратов, оптимальная температура и время сушки. Для получения ткани, соответствующей высоким показателям качества, потребительским свойствам, подходящим показателям жесткости (необходимой для текстильных обоев) и соответствующих параметров маслоотталкивания, грязеотталкивания и водоотталкивания были установлены следующие режимы заключительной отделки: обработка ткани химическими препаратами при концентрации 15 мл- H₂O, 10 мл – Nuva, 25 мл – Appretan на 50 мл исходного раствора; сушка ткани проводится при температуре 100-120⁰ С в течение 3 минут с последующей термообработкой при температуре 170⁰ С в течение 2 минут. В процессе термообработки при температуре 170⁰ С происходит реакция поликонденсации с образованием на поверхности ткани сетчатого полимера. Полученная ткань для текстильных обоев обладает наилучшими показателями по всем параметрам физико-механических свойств ткани декоративного назначения.

Заключительная отделка текстильных настенных покрытий специальными химическими композициями проводилась в условиях предприятия РУПТП «Оршанский льнокомбинат» на стабилизационной сушильно-ширильной машине «Текстима». Технология получения текстильных обоев прошла апробацию и внедрена на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» и ОАО «Белорусские обои» (г.Минск). Нарботана опытно-промышленная партия данного вида текстильных обоев в объеме 10.000 условных кусков. Однако следует отметить, что разработанный новый вид отделочного материала является дорогостоящим и

эсклюзивным, поэтому может выпускаться по индивидуальному заказу в соответствии с пожеланиями потребителя.

Список использованных источников

1. Козлов, С. Н. Текстильные обои – это комфорт и гигиена среды обитания человека / С. Н. Козлов [и др.] // Материалы международной научно-практической конференции. – Вологда, 2001. – С. 92-93.
2. Козлов, С. Н. Создание экологически чистых льносодержащих обоев / С.Н. Козлов, Л. А. Смирнова, О. М. Ольшанская, В. А. Грищенко // Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева . – 2002 . – №2. – С. 25-30.
3. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение / Г. Н.Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – Москва : Легпромиздат, 1989. – С. 218-222.

Статья поступила в редакцию 16.04.2010 г.

SUMMARY

It is established that textile wall-paper on the basis of natural fibres provides high level of medical and biologic characteristics of the air environment at use of special kinds of final furnish.

For the purpose of creation of textile materials of a special purpose working out of a new kind of textile wall coverings with the improved physicomechanical and consumer properties at the expense of a complete elimination of a paper basis is conducted. Absence of a paper basis and replacement with its special furnish demands special studying of following properties: rigidity of structure, mud-, water- and oilrepelling, antistatic properties.

УДК: 677.017.82:620.178.16

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ПЯТОЧНОЙ ЧАСТИ ОБУВИ

А.Н. Буркин, П.Г. Деркаченко, А.П. Дмитриев

Важным качеством обуви является формоустойчивость, под которой понимают способность обуви сохранять приданную ей в процессе изготовления форму. Различают два вида формоустойчивости: статическую и динамическую [1]. Под статической формоустойчивостью понимают способность обуви сохранять форму в период после снятия ее с колодки и до начала эксплуатации. Динамическая формоустойчивость характеризует способность обуви сохранять форму уже в период эксплуатации. Существенным критерием формоустойчивости является остаточная деформация, характеризующая способность изделия восстанавливать форму после прекращения действия на него внешней силы. Как показал анализ методов определения формоустойчивости обуви, исследования данного показателя проводятся в основном для пучковой ее части. Большое количество научно-исследовательских работ посвящены исследованию проблемы формоустойчивости носочной части обуви в процессе носки. Акулова Т.Е. и Зыбин Ю. П. в работе [2] исследовали характер деформации союзок в обуви с верхом из текстильных материалов при хранении и носке путём регистрации деформаций с помощью осциллографа. Согласно методике ЦНИИКП [3], формоустойчивость определяется путем многократных изгибов в пучках и продавливания сферическим сегментом носочной части обуви. Буркиным А. Н., Шевцовой, М. В., Матвеевым К. С. разработана методика для определения формоустойчивости носочной части

обуви в статике и в динамике [4]. В работе [5] Горбачиком В. Е. и Томашевой Р. Н. предложена методика испытаний материалов и систем материалов обуви при многократном растяжении, моделирующая процессы деформации носочно-пучковой части обуви при ходьбе.

В литературных источниках вопросу формоустойчивости пяточной части обуви уделяется гораздо меньше внимания. Основным документом, регламентирующим данный показатель, является ГОСТ 9135-2004 «Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника» [6], которым руководствуются на всех обувных предприятиях и испытательных лабораториях Республики Беларусь. Для испытаний применяют прибор ЖНЗО-2, конструкция которого имеет ряд недостатков. Так, устройство для закрепления образцов на плите прибора располагается слишком низко, и оно чересчур велико для надежной фиксации детской дошкольной обуви вследствие малых размеров образцов. В сапогах наличие голенищ в ряде случаев не позволяет расположить образец на плите прибора так, чтобы обеспечить приложение нагрузки в точку, определенную ГОСТом. Из-за высоких голенищ сапоги нельзя прочно зафиксировать в устройстве для закрепления обуви, поэтому происходит смещение полупары под действием нагрузки. Конструкция вкладышей, которыми комплектуется прибор ЖНЗО-2, также непродуманна: под точку приложения нагрузки часто попадает не отверстие вкладыша, а его металлическая стенка. Для обуви современных моделей характерно большое разнообразие внутренних форм пяточной части, из-за чего вкладыши часто неплотно прилегают к внутренней стенке задника. Чтобы компенсировать этот недостаток, используют специальные прижимы, однако в обуви с голенищами или высокими берцами их применение невозможно. Подставка, надеваемая на каблук испытываемой полупары, предназначена для закрепления в ней каблука определенной формы и не позволяет жестко закреплять каблуки других форм, отличающихся в настоящее время большим разнообразием. Несовершенство конструкции подставки и самого приспособления для закрепления обуви при испытании задников нередко приводит к смещению образца под действием нагрузки. Все вышеизложенное влечет за собой искажение результатов испытаний. Кроме того, рекомендуемая этим стандартом методика позволяет оценивать формоустойчивость пяточной части обуви лишь в статике и не учитывает условия носки обуви. В связи с этим, является актуальной разработка новой методики, позволяющей исследовать формоустойчивость в статике и в динамике, имитируя процесс эксплуатации обуви. Такая методика разработана на кафедре «Стандартизация» УО ВГТУ. Согласно ей, образец располагается на плите прибора ходовой поверхностью вниз, а не вбок. Это расположение является более естественным для обуви в процессе эксплуатации, позволяет ее лучше закрепить и избавляет от необходимости надевать на каблук подставку. Кроме того, нагружение на образец происходит без применения вкладыша, что позволяет избежать связанных с ним недостатков испытаний. Для проведения испытаний по разработанной методике был модифицирован существующий прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви [4] таким образом, чтобы он стал пригодным также для испытаний пяточной части. Схема прибора для исследования пяточной и носочной части обуви при статическом и многоцикловом нагружении (ППНМО) изображена на рисунке 1.

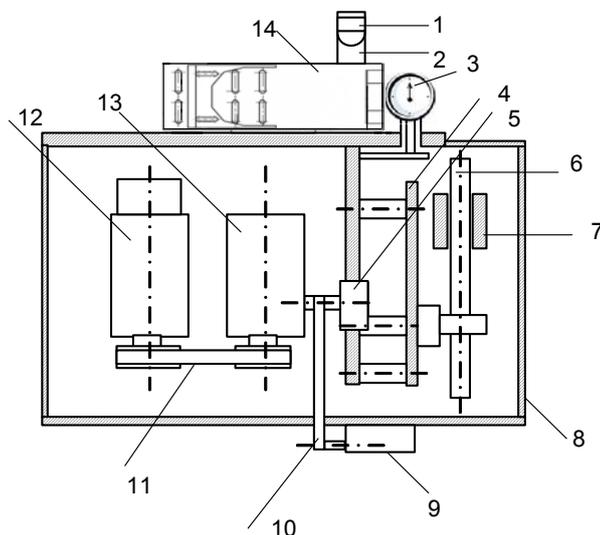


Рисунок 1 – Схема прибора ППНМО

Принцип работы прибора заключается в следующем: на корпусе 8 закрепляется плита 14. В зависимости от вида обуви выбирается пуансон 1 нужного диаметра и закрепляется на измерительном штоке 2. При испытании мужской, женской, мальчиковой и девичьей обуви используется пуансон диаметром 24,5 мм, а при испытании малодетской, дошкольной обуви и обуви для школьников – 14 мм. Испытуемый образец закрепляется на плите и пуансон приводится в контакт с образцом. С помощью груза 7, перемещаемого по грузовому штоку 6, устанавливается требуемая нагрузка: для испытаний мужской, женской, мальчиковой, девичьей, обуви для школьников – 8 кг, для малодетской и дошкольной – 5 кг. Включается питание электродвигателя 12, вращение от которого передается посредством ременной передачи 11 к быстроходному валу редуктора 13 и далее к тихоходному валу с эксцентриком 5. Эксцентрик контактирует с закрепленным на корпусе счетчиком циклов 9 при помощи ременной передачи 10. Измерительный шток с пуансоном контактирует с параллелограммным механизмом 4, что позволяет ему совершать возвратно-поступательное осевое движение. С измерительным штоком входит в контакт индикатор часового типа 3, показывающий величину деформации образца [7].

Отбор образцов для испытаний статической формоустойчивости пяточной части обуви производится в соответствии с ГОСТ 9289-78 «Обувь. Правила приемки». На образце отмечают точку приложения нагрузки О, находящуюся на пересечении линий FG и JK, как показано на рисунке 2.

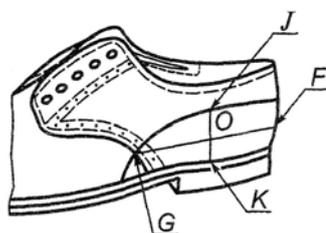


Рисунок 2 – Точка приложения нагрузки при испытании пяточной части обуви

Согласно разработанной методики, нагрузка в точку О подается сбоку, при жестко зафиксированной подошве. Таким образом, деформация образца происходит прежде всего за счет изгиба по консоли, в отличие от стандартной методики, по которой нагружение осуществляется сверху, в отверстие вкладыша, т. е. имеет место деформация при двухосном растяжении.

Перед началом испытаний испытуемую полупару закрепляют в приборе. Индикатор часового типа и счетчик циклов выставляются в нулевое положение. Пуансон завинчивается до соприкосновения с образцом (рисунок 3).



Рисунок 3 – Внешний вид прибора ППНМО с закрепленным образцом

Замеряется расстояние h между выступом измерительного штока 2 и сферическим наконечником пуансона 1. Через $30 \pm 3c$ после трех полных циклов нагружения пуансон подвигается до соприкосновения сферического наконечника с пяточной частью испытуемого образца. Замеряется расстояние h_1 между выступом измерительного штока 2 и сферическим наконечником пуансона 1. Остаточная деформация пяточной части обуви $h_{ост}$ определяется по формуле: $h_{ост} = h_1 - h$. Если остаточная деформация не превышает 1 мм, то формоустойчивость считается удовлетворительной.

Для проведения сравнительного анализа результатов оценки формоустойчивости пяточной части обуви определялись значения остаточных деформаций на приборе ППНМО ($h_{ост1}$) и на приборе ЖНЗО-2 ($h_{ост2}$). Испытаниям были подвергнуты 15 полупар мужских полуботинок повседневных осенне-весеннего периода носки, клеевого метода крепления. Исследуемая обувь имела верх и подкладку в пяточной части из натуральной кожи и картонный задник.

Таблица 1 – Остаточная деформация пяточной части мужской обуви

№ образца	Остаточная деформация, мм	
	$h_{ост1}$	$h_{ост2}$
1	2	3
1	0,32	0,36
2	0,60	0,60
3	0,45	0,49
4	0,56	0,54
5	0,35	0,34
6	0,20	0,17
7	0,30	0,24
8	0,54	0,56
9	0,32	0,34
10	0,63	0,65
11	0,26	0,30
12	0,23	0,21
13	0,37	0,40
14	0,42	0,40
15	0,28	0,25
Среднее	0,39	0,39

Статистическая обработка результатов испытаний на двух приборах (таблица 1) показала, что линейный коэффициент парной корреляции [8] $r_{h_{ост1}h_{ост2}} = 0,97$. Это доказывает достаточную близость полученных значений остаточных деформаций.

Для проверки объективности определения формоустойчивости на приборах ППНМО и ЖНЗО-2 также были получены величины остаточных деформаций пяточной части женской (40 полупар) и детской (25 полупар) обуви с верхом и подкладкой из натуральной кожи и задником из картона. Пронумерованные образцы были разбиты на группы по сходству размеров и моделей. Женскую обувь разделили на следующие три группы: женские сапоги на высоком каблуке, осенне-весеннего периода носки, клеевого метода крепления, женские туфли повседневные на низком и среднем каблуке, осенне-весеннего и летнего периода носки, клеевого метода крепления, женские туфли-лодочки модельные на высоком каблуке, летнего периода носки, клеевого метода крепления. Результаты испытаний женской обуви сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Остаточная деформация пяточной части женской обуви

Женские сапоги			Женские туфли на низком и среднем каблуке			Женские туфли на высоком каблуке		
№ образца	Остаточная деформация, мм		№ образца	Остаточная деформация, мм		№ образца	Остаточная деформация, мм	
	$h_{ост1}$	$h_{ост2}$		$h_{ост1}$	$h_{ост2}$		$h_{ост1}$	$h_{ост2}$
7	0,76	0,79	3	0,75	0,77	9	0,64	0,67
8	0,53	0,56	14	0,59	0,60	10	0,71	0,72
33	0,84	0,85	15	0,55	0,57	11	0,84	0,85
38	0,50	0,51	17	0,79	0,81	12	0,79	0,80
Среднее	0,66	0,68	18	0,54	0,55	13	0,77	0,76
			19	0,70	0,73	20	0,86	0,88
			21	0,85	0,87	26	0,45	0,46
			23	0,47	0,50	29	0,74	0,73
			24	0,62	0,64	31	0,90	0,93
			25	0,55	0,52	32	0,85	0,86
			27	0,98	0,99	34	0,60	0,59
			28	0,52	0,53	35	0,83	0,84
			30	0,71	0,71	36	0,82	0,85
			37	0,61	0,60	39	0,69	0,70
			40	0,70	0,72	Среднее	0,75	0,76
			Среднее	0,66	0,67			

При испытании некоторых образцов женской обуви на приборе ЖНЗО-2 обнаружилось, что форма вкладышей не соответствовала внутренней форме пяточной части обуви. Кроме того, в трех образцах сапог голенище не позволило правильно расположить испытуемую полупару на плите прибора, а в двух образцах туфель высокие каблуки помешали их надежно закрепить. Поэтому указанные образцы были исключены из выборки. Значения формоустойчивости пяточной части остальных полупар женской обуви получились схожими, что подтверждают коэффициенты парной корреляции: для женских туфель на низком и среднем каблуке коэффициент корреляции получился равным 0,93, а для женских туфель на высоком каблуке – 0,92. Для женских сапог коэффициент парной корреляции не рассчитывался ввиду малой выборки.

Детская обувь также была разделена на три группы: дошкольная обувь – ботинки повседневные, клеевого метода крепления, школьная обувь для мальчиков – ботинки повседневные, клеевого метода крепления, школьная обувь

для девочек – полусапожки на низком каблуке, клеевого метода крепления. Результаты исследований по каждой группе детской обуви приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Остаточная деформация пяточной части детской обуви

Дошкольная обувь			Школьная обувь для мальчиков			Школьная обувь для девочек		
№ образца	Остаточная деформация, мм		№ образца	Остаточная деформация, мм		№ образца	Остаточная деформация, мм	
	h _{ост1}	h _{ост2}		h _{ост1}	h _{ост2}		h _{ост1}	h _{ост2}
16	0,69	0,68	2	0,62	0,62	8	0,87	0,91
21	0,60	0,61	3	0,65	0,64	23	0,83	0,85
22	0,88	0,81	7	0,81	0,82	24	0,80	0,89
Среднее	0,72	0,70	9	0,81	0,86	Среднее	0,83	0,88
			11	0,90	0,89			
			Среднее	0,76	0,77			

При испытании на приборе ЖНЗО-2 полусапожек их не удалось должным образом расположить на плите прибора из-за высоких голенищ. Испытания дошкольной обуви удалось должным образом провести только для трех полупар. В остальных случаях хода штока прибора не хватило для подачи нагрузки. В некоторых образцах школьной обуви для мальчиков вкладыши неплотно прилегали к внутренней стороне пяточной части. Все указанные образцы были исключены из выборки. Результаты испытаний оставшихся образцов на приборе ЖНЗО-2 тесно сопоставимы с результатами их испытаний на приборе ППНМО, что хорошо видно из таблицы 3.

Таким образом, значения остаточных деформаций, полученные по стандартной методике на приборе ЖНЗО-2 и по разработанной методике на приборе ППНМО, для всех образцов обуви оказались весьма схожи, однако, вследствие описанных выше недостатков прибора ЖНЗО-2, большое количество полупар по стандартной методике испытать не удалось, что доказывает ограниченность ее применения. В приборе ППНМО указанные недостатки выявлены не были, при этом возможности прибора позволяют надежно фиксировать практически любой испытуемый образец так, чтобы он не смещался под действием нагрузки, и его нагружение происходило точно в точке О. Это позволяет утверждать, что предлагаемую методику целесообразно применять для испытаний формоустойчивости пяточной части обуви в статике. В дальнейшем планируется исследовать формоустойчивость пяточной части обуви согласно разработанной методике также в динамических условиях.

Список использованных источников

1. Буркин, А. Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви / А. Н. Буркин. – Витебск : ВГТУ, 2007. – 220 с.
2. Акулова, Т. Е. Исследование деформации верха обуви при носке / Т. Е. Акулова, Ю. П. Зыбин // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1985. – № 5. – С. 90-100.
3. Ушакова, Н. С., Метод оценки формоустойчивости носочной части обуви / Н. С. Ушакова, Л. С. Беляев, Т. С. Горнецкая, Е. Я. Михеева // Совершенствование технологических процессов и исследование свойств новых материалов в производстве обуви: сб. тр. – М. : ЦНИИлегпрома, 1985. – С. 31-38.
4. Пат. на полезную модель ВУ 960 У 2003.04.01. Прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова, К. С. Матвеев. – № 960 ; заявл. 09.17.2002.

5. Томашева, Р. Н. Методика испытаний систем материалов обуви при многократном растяжении / Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник УО «ВГТУ». – 2009. – № 16. – С. 93–97.
6. ГОСТ 9135-2004. Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника: – Введ. 01.10.06. – Белстандарт, 2006. – 5 с.
7. Пат. на полезную модель ВУ 5524 У 2009.08.30. Прибор для оценки формоустойчивости носочной и пяточной части обуви / А. Н. Буркин, П. Г. Деркаченко, М. В. Шевцова . – № 5524 ; заявл. 17.02.2009.
8. Венецкий, И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая . – Москва: Статистика, 1979 . – .447 с.

Статья поступила в редакцию 28.04.2010 г.

SUMMARY

The article describes the new method for tests of shape retention of stiffeners. Also the comparative analysis of tests on new and on existing (regulated by GOST 9135-2004) methods is given.

УДК 677.051.164

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАПРАВКИ ОЧИСТИТЕЛЕЙ UNIFlex B60, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ЛИНИИ КОТОНИЗАЦИИ

Р.А. Васильев

На сегодняшнем этапе развития отечественной текстильной промышленности лен по праву является одним из символов Республики Беларусь. Наша страна по объемам производства льна и размерам его экспорта занимает достойное положение на мировом рынке. Белорусский лен – это бренд, которым можно и нужно гордиться.

Области применения льна обширны и разнообразны. Привлекают своей особой красотой и практичностью изготовленные из льняных тканей скатерти, покрывала, белье, одежда, портьеры. Уникальные свойства льна создают приятное ощущение при соприкосновении изделий с телом человека и делают льняные ткани незаменимыми при создании комфортной летней одежды.

Одним из наиболее актуальных направлений расширения ассортимента текстильных изделий с использованием отечественного сырья является разработка новых технологий производства льняной и льносодержащей пряжи по системам прядения хлопка. Для подготовки льняного волокна к переработке по системам прядения хлопка используется процесс котонизации льняного волокна.

Совместно с сотрудниками РУПТП «Оршанский льнокомбинат», на котором установлены линии котонизации льняного волокна фирм «Темафа» и «Rieter», разрабатывается технология переработки короткого льняного волокна. Котонизированное льняное волокно, получаемое на этой линии, имеет большую неравномерность как по длине, так и по массе, что ведет к снижению качественных показателей пряжи и повышенной обрывности на пневмомеханической прядильной машине. В связи с этим было принято решение о проведении экспериментальных исследований, направленных на определение оптимальных параметров работы машин линии котонизации фирм «Темафа» и «Rieter» для подготовки короткого льняного волокна.

В ходе предварительных экспериментов выявлено, что наибольшее влияние на расщепление льняного волокна на линии котонизации фирмы «Rieter», как

обнаружено из предварительных экспериментов, оказывают параметры работы двух последовательно установленных очистителей UNiflex B60.

Оптимизация работы очистителя UNiflex B60 в зависимости от вида и засоренности волокна осуществляется с использованием общей автоматизированной системы разрыхлительного агрегата Vario Set путем изменения угла расположения колосников и частоты вращения разрыхляющих барабанов. С помощью Vario Set задаются интенсивность очистки и относительное количество отходов. Эти величины могут быть заданы прямо с панели управления машины или с помощью дистанционного управления "ABC-CONTROL". Система Vario Set обеспечивает высокую гибкость и простоту обслуживания.

При выборе режима работы машины оператор (или мастер) может с пульта управления устанавливать не значения частоты вращения барабана и угла поворота колосников, а значения таких параметров, как интенсивность очистки (изменяется в диапазоне 0 – 1) и относительная масса отходов (изменяется в диапазоне 1 – 10). Кроме того, оператор задает штапельную длину волокна. В зависимости от штапельной длины волокна и интенсивности очистки устанавливается разводка между питающим цилиндром и питающим лотком.

Выбор заправочных параметров работы машины UNiflex B60 осуществляется по диаграмме, разработанной для хлопкового волокна, но в случае переработки льна заправочные параметры работы очистителей UNiflex B60 нуждаются в корректировке.

При выборе параметров работы очистителей необходимо обратить внимание на особенности конструкции колосников, которые на них установлены. В отличие от отечественных очистительных машин на колосники очистителя UNiflex B60 при необходимости может устанавливаться гарнитура, показанная на рисунке 1. В зависимости от направления зуба различают колосники с направляющей гарнитурой (при направлении зуба в направлении вращения барабана) и с прочесывающей гарнитурой (при направлении зуба навстречу вращению барабана).

В случае переработки льняного волокна колосники с направляющей гарнитурой способствуют приближению волокна к разрыхлительному барабану, а колосники с прочесывающей гарнитурой повышают степень расщепленности волокна.

На очистителях, входящих в состав линии котонизации, установлены чередующиеся колосники с прочесывающей и направляющей гарнитурами. В связи с наличием гарнитуры на колосниках должен изменяться подход к выбору угла их наклона.

Анализируя рисунок 2, можно отметить, что в случае закрытых колосников (относительное количество отходов – 1) разводка между колосниками и разрыхлительным барабаном остается практически постоянной, а при максимально открытых колосниках разводка изменяется в широком диапазоне.

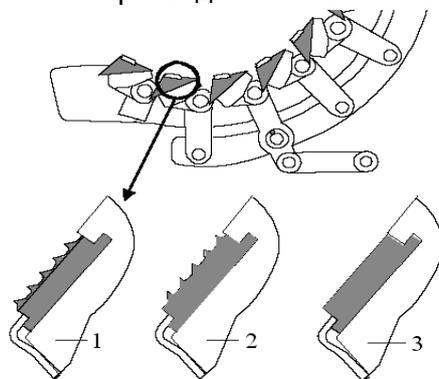


Рисунок 1 – Элементы колосниковой решетки очистителя UNiflex B60:
1 – направляющий элемент; 2 – прочесывающий элемент; 3 – элемент без гарнитуры

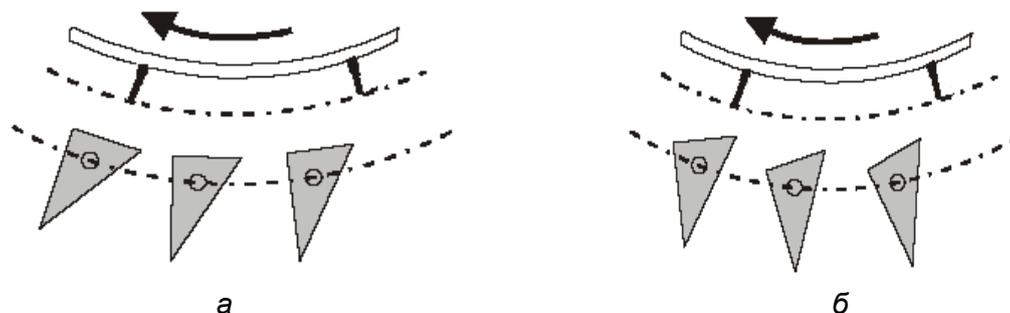


Рисунок 2 – Изменение положения колосников:

- а – колосники закрыты, содержание волокон в отходах минимально;
 б – колосники открыты, содержание волокон в отходах максимально

В случае установки на колосниках прочесывающей гарнитуры имеет место процесс кардочесания, аналогичный процессу, протекающему на шляпочной чесальной машине между главным барабаном и неподвижными кардными элементами.

Из теории кардочесания [1] известно, что длина непрочесываемой части волокна определяется по формуле

$$b \approx \sqrt{2R_b a}, \quad (1)$$

где, R_b – радиус разрыхлительного барабана, мм; a – разводка между барабаном и гарнитурой, мм.

Таким образом, при уменьшении разводки в 2 раза длина непрочесываемой части волокна уменьшается в $\sqrt{2}$ раз. В случае использования очистителя для осуществления процесса котонизации уменьшение разводки позволяет повысить эффект расщепления волокон, то есть более эффективно подготовить их к последующей переработке.

В качестве базового варианта работы очистителей UNiflex B60 выбраны следующие заправочные параметры, соответствующие максимальной очистке льняного волокна:

- интенсивность очистки – 1;
- относительная масса отходов – 10;
- штапельная длина 33,4 мм.

На этапе предварительных исследований установлено, что значительное повышение качества котонизированного волокна достигается при снижении относительной массы отходов на первом очистителе UNiflex B60 (I) с 10 до 6 и ниже. В то же время снижение интенсивности очистки на данном очистителе ниже 0,8 не сопровождается существенным повышением характеристик волокна. Рациональные значения заправочных параметров второго очистителя UNiflex B60 (II) существенно зависят от работы первого очистителя.

В связи с этим при проведении основного эксперимента были выбраны два варианта заправки для первого очистителя UNiflex B60 (I) с диапазоном изменения параметров:

- первый вариант заправки
 - интенсивность очистки на очистителе – 0,8;
 - относительная масса отходов – 6;
- второй вариант заправки
 - интенсивность очистки на очистителе – 0,8;
 - относительная масса отходов – 4.

При проведении эксперимента исследовалась работа второго очистителя UNiflex B60 (II) в следующем диапазоне изменения его параметров:

интенсивность очистки на очистителе – 0,8 – 1;
 относительная масса отходов на очистителе – 4 – 10.

Штапельная длина была установлена на уровне 33,4 мм, как и в базовом варианте, так как при ее уменьшении происходит существенное повышение количества коротких волокон в котонине.

Влияние заправочных параметров работы очистителей UNiflex B60 на свойства котонизированного льняного волокна представлено на рисунке 3.

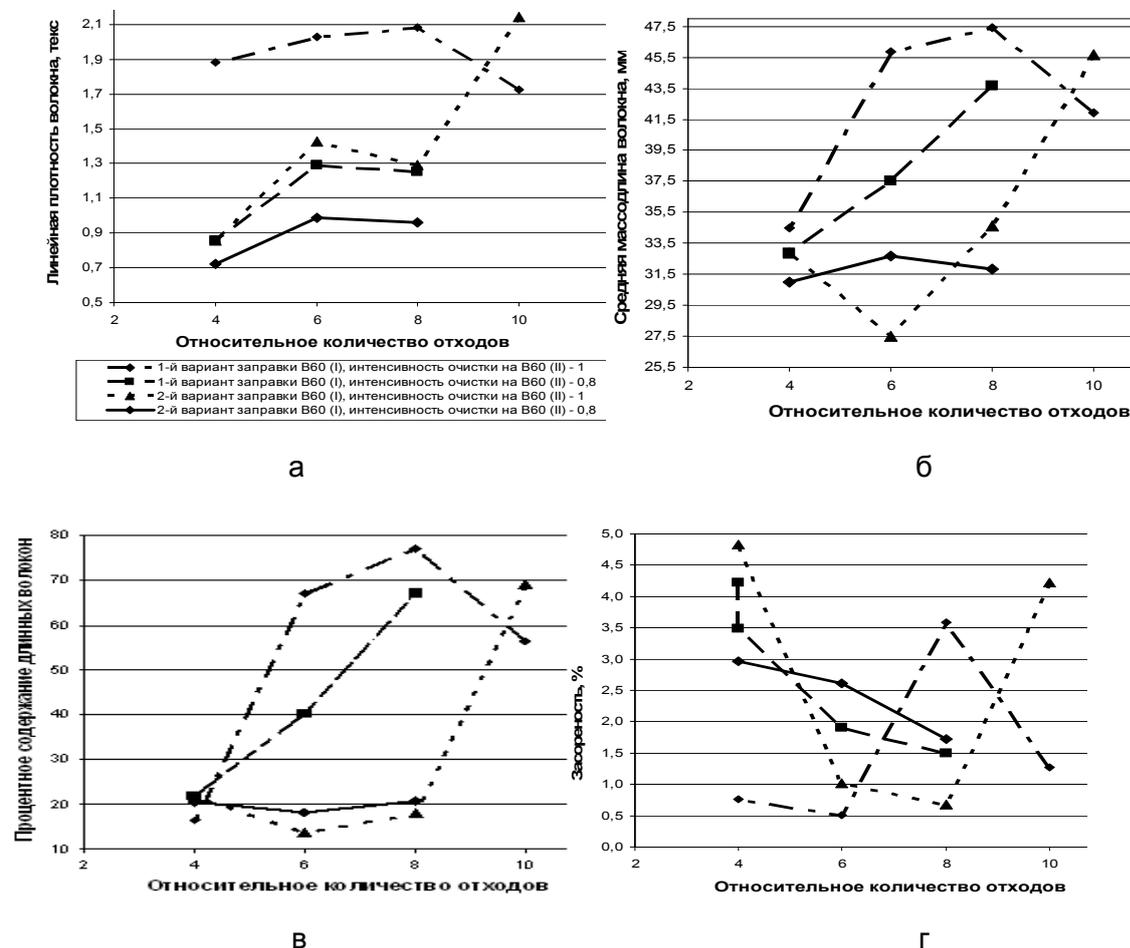


Рисунок 3 – Влияние заправочных параметров работы очистителей UNiflex B60 на свойства котонизированного льняного волокна

Анализируя результаты экспериментальных исследований очистителей UNiflex B60, можно отметить следующее:

- при первом варианте заправки очистителя UNiflex B60 (I) с увеличением относительной массы отходов на UNiflex B60 (II) с 4 до 8 независимо от частоты вращения разрыхлительного барабана в пробе существенно повышается количество длинных волокон, что ведет к увеличению средней массодлины. При втором варианте количество длинных волокон не зависит от параметров работы UNiflex B60 (II), что свидетельствует о более высокой стабильности процесса;
- в большинстве случаев линейная плотность волокна повышается в различной степени с увеличением относительной массы отходов, а также с увеличением интенсивности процесса очистки, что свидетельствует о том, что при интенсивном воздействии на льняное волокно происходит удаление части наиболее тонких фрагментов волокон в отходы;
- минимальная засоренность волокна достигается при относительной массе отходов, составляющей 6 – 8. Однако на данном этапе работы рассматриваемый показатель не является основным критерием оптимизации, так как засоренность

котонизированного волокна в большинстве вариантов не превышает засоренности хлопкового волокна, в то время как другие характеристики котонина необходимо максимально приблизить к свойствам хлопка.

В результате оптимизации достигнуто понижение процентного содержания волокна длиной более 41 миллиметра, почти в 3 раза и снижение линейной плотности волокна более чем на 20 % по сравнению с результатами испытания пробы, полученной при установленном базовом варианте заправки очистителей, физико-механические свойства котонизированного льняного волокна представлены в таблице 1. Диаграммы распределения волокон, полученных при одинаковых заправочных параметрах работы очистителей (интенсивность очистки 0,8; относительная масса отходов 4), представлены на рисунке 4.

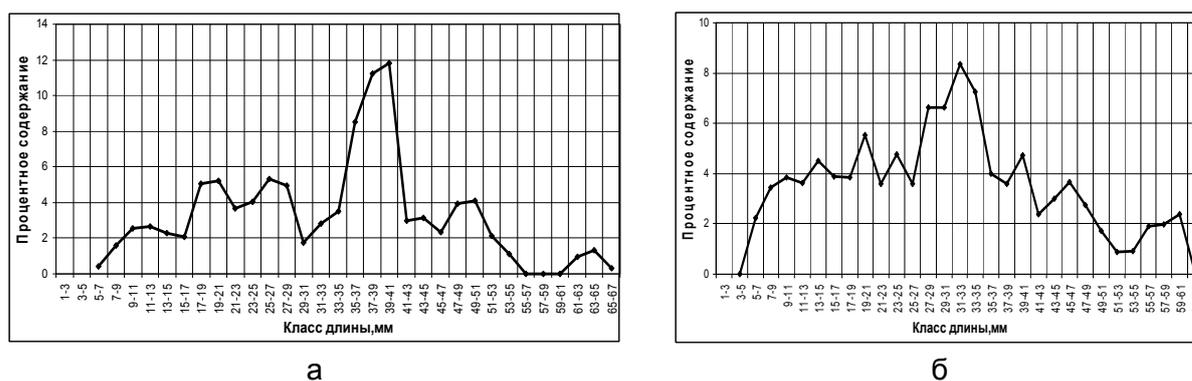


Рисунок 4 – Диаграммы распределения по классам длины волокна на входе и на выходе из второго очистителя: а – на выходе из первого очистителя UNiflex B60; б – на выходе из второго очистителя UNiflex B60

Образцы волокна, полученные при одинаковых заправочных параметрах работы очистителей (интенсивность очистки 0,8; относительная масса отходов 4), характеризуются достаточно близкими значениями средней массодлины и процентного содержания длинных волокон. Линейная плотность волокон, достигнутая в этих вариантах, существенно ниже, чем в остальных вариантах, это свидетельствует о более высокой эффективности процесса котонизации.

Для определения роли первого очистителя UNiflex B60 и причины повышения качественных характеристик волокна на втором очистителе, была изучена структура льняного волокна после каждого из очистителей. Анализируя фотографии, представленные на рисунке 5, можно отметить, что волокно, прошедшее обработку на первом очистителе имеет на поверхности и на концах большое количество разветвлений, что способствует повышению расщепленности волокна.

Таблица 1 – Физико-механические свойства котонизированного льняного волокна

Свойства котонизированного льняного волокна	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Линейная плотность	0,92 – 1,3 текс	0,7 – 0,8 текс
Средняя массодлина	42 – 46 мм	30 – 33 мм
Содержание коротких волокон	2 – 12 %;	4 – 17 %;
Содержание длинных волокон	55 %	18 - 21 %
Максимальная длина волокна	78 мм	63 мм
Засоренность	0,4 - 2 %	2 - 3 %

После обработки на втором очистителе разветвление волокон отсутствует, что свидетельствует о завершении процесса расщепления при снижении относительной массы отходов до 4.

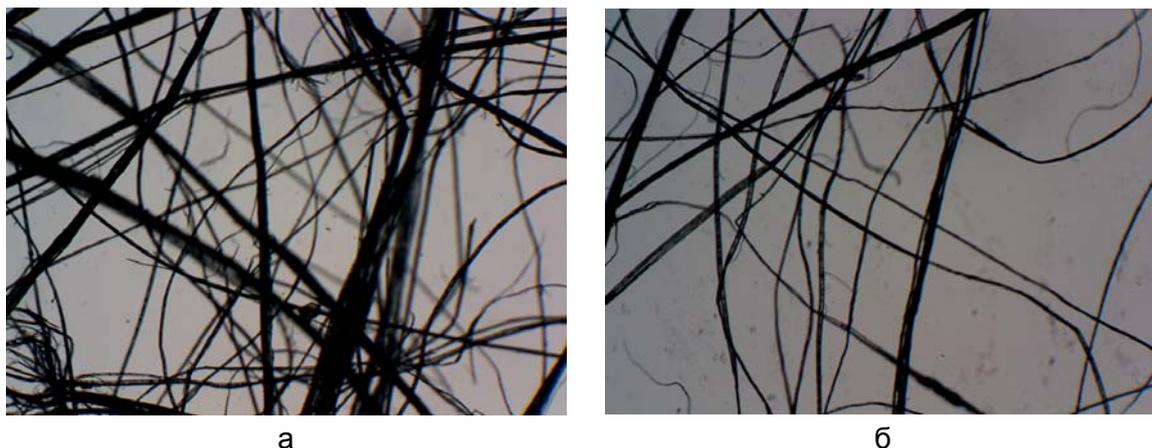


Рисунок 5 – Фотографии льняного волокна после первого а и второго б очистителей UNIflex B60

Таким образом, можно утверждать, что для повышения эффективности котонизации могут быть рекомендованы одинаковые параметры заправки обоих очистителей, включенных в состав линии котонизации:

- интенсивность очистки – 0,8;
- относительное количество отходов – 4;
- штапельная длина волокна – 33,3 мм

Полученные данные в дальнейшем будут использованы при переработке короткого льняного волокна № 3-4 на линии котонизации фирм «Temaфа» и «Rieter».

ВЫВОДЫ

В производственных условиях РУПТП «Оршанского льнобината» проведены экспериментальные исследования работы машин линии котонизации фирмы «Rieter». На основании штапельного анализа котонизированного волокна определены заправочные параметры работы оборудования и значения интенсивности воздействия рабочих органов, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к исходному сырью для получения льняной и льносодержащей пряжи пневмомеханического способа формирования. В результате оптимизации достигнуто уменьшение процентного содержания длинного волокна и снижение линейной плотности волокна, что должно положительно сказаться на процессе производства льносодержащей пряжи пневмомеханическим способом прядения.

Список использованных источников

1. Прядение хлопка и химических волокон (проектирование смесей, приготовление холстов, чесальной и гребенной ленты): учебник для вузов / И. Г. Борзунов [и др.] — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 367 с.

Статья поступила в редакцию 08.06.2010 г.

SUMMARY

Article is devoted to research of process of short flax fibers cottonization in fine cleaners UNIflex B60. The special attention is given to setting of cleaner UNIflex B60, influencing to cottonization process. Optimum working parameters of cleaners UNIflex B60 which allow obtaining cottonization flax fibers of required quality are determined.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКОН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ

О.В. Звёздочкина, Д.Б. Рыклин, К.Н. Ринейский

Одной из важнейших задач теории и практики прядения является выявление причин и закономерностей возникновения неровноты смешивания при производстве многокомпонентной пряжи. Организация процесса смешивания оказывает существенное влияние на качественные характеристики пряжи: ее разрывную нагрузку и неровноту по свойствам. В зависимости от разрабатываемого ассортимента текстильных материалов к составу льносодержащей пряжи могут предъявляться различные требования. Вложение каждого из компонентов в хлопкольнополиэфирную пряжу позволяет изменить в требуемом направлении потребительские свойства текстильных материалов, полученных с ее использованием. Однако совместная переработка волокон, характеризующихся различными свойствами, имеет ряд особенностей по сравнению с переработкой однородных волокнистых материалов.

Прежде чем приступить к смешиванию компоненты льносодержащей пряжи проходят подготовку на приготовительном оборудовании, которая заключается в разрыхлении и удалении сорных примесей.

Полиэфирное волокно из-за отсутствия в нем сорных примесей перед поступлением в камеру смесовой машины пропускается только через разрыхлитель.

Льняное волокно, в свою очередь, проходит линию котонизации, изготовленную немецкой фирмой «Темафа».

Достоинствами современного приготовительного оборудования являются:

- бережное разрыхление и очистка волокна в свободном состоянии, исключающее повреждение волокон и образование узелков;
- предварительная подготовка льняного волокна с использованием линии котонизации фирмы «Темафа» при производстве льносодержащей пряжи совместно с хлопком и химическими волокнами;
- отдельная обработка каждого из компонентов с учетом свойств перерабатываемых волокон;
- точное дозирование компонентов при их смешивании.

Технология многокомпонентной льносодержащей пряжи позволяет вырабатывать пряжу линейной плотности 25-50 текс следующих составов:

1) трехкомпонентная льносодержащая пряжа:

- льняное волокно – 10-25 %;
- химическое волокно (суровое или цветное полиэфирное волокно 0,17 текс, полиэфирное микроволокно 0,082 текс, вискозное волокно 0,17 текс) – 10-40 %;
- хлопок – 40-70 %.

2) двухкомпонентная пряжа:

- льняное волокно – 10-25 %;
- хлопок – 75 – 90 %.

Равномерность смешивания разнородных волокон повышается при переработке многокомпонентных волокнистых продуктов на переходах технологического процесса. Поэтому при разработке технологии было проведено исследование неровноты по составу и линейной плотности лент с чесальных и ленточных машин с использованием прибора UsterTester.

Для исследования неровноты смешивания необходимо правильно выбрать критерий ее оценки. Одним из главных критериев для оценки качества смешивания, предлагаемых А.Г. Севостьяновым, является квадратическая неровнота смешивания, определяемая по следующей формуле [1]:

$$C_{CM}^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k C_{\beta i}^2, \quad (1)$$

где k – количество смешиваемых компонентов.

C_i – квадратическая неровнота по доле i -того компонента.

Формула (2) позволяет определить неровноту смешивания реального многокомпонентного волокнистого продукта, а также может быть использована для сравнения между собой нескольких продуктов с целью выявления рациональной технологии их производства.

Теоретически установлено, что при числе компонентов k для равномерного по составу идеального продукта неровнота смешивания может быть определена следующим образом [2]

$$C_{CM} = \frac{100}{\sqrt{T}} \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^k \frac{1}{\beta_i}}{k} - 1 \right) \sum (\beta_i \bar{T}_{Bi} K_i^2)}, \quad (2)$$

где T – линейная плотность многокомпонентного продукта, текс;

\bar{T}_{Bi} – линейная плотность волокна i -того компонента, текс;

β_i – массовая доля волокон i -того компонента;

K_i – коэффициент, зависящий от неровноты волокон i -того компонента по диаметру, который равен для хлопка 1,06, для льна – 1,3, для полиэфирных волокон – 1,02.

В статье [3] описан емкостной способ определения оценки неровноты смешивания. Однако в случае применения емкостного метода могут быть использованы только критерии, учитывающие различия массы образца и емкости конденсатора. В связи с этим в качестве основных критериев оценки смешивания были предложены следующие:

- отношение коэффициента вариации по изменению емкости конденсатора (C_{VC}) к коэффициенту вариации по массе образца (C_{VM})

$$Y_1 = \frac{C_{VC}}{C_{VM}}, \quad (3)$$

- показатель, характеризующий погрешность, которую вносит неровнота смешивания при оценке массы волокнистого материала емкостным методом

$$Y_2 = \sqrt{C_{VC}^2 - C_{VM}^2}. \quad (4)$$

В соответствии с предложенной методикой, описанной в статье [3], было проведено исследование эффективности смешивания компонентов на ленточных машинах при переработке хлопковополиэфирной ленты (хлопок – 40 %, ПЭ – 40 %, лен – 20 %), полученной на ОАО «Гронитекс».

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований процесса смешивания компонентов льносодержащей смеси

Вид полуфабриката	Чесальная лента	Лента со второго перехода ленточных машин
Коэффициент вариации по массе образца, %	0,81	0,73
Коэффициент вариации по изменению емкости конденсатора, %	15,4	8,3

Расчетные значения критериев для оценки качества смешивания для чесальной ленты составили $Y_1 = 19$, $Y_2 = 15,4$ %; а для ленты со второго перехода ленточных машин $Y_1 = 11,4$, $Y_2 = 8,3$ %.

Таким образом, экспериментально подтверждается смешивающее действие процесса сложения на ленточных машинах.

Предложенный метод позволяет также оценить влияние состава полуфабриката и пряжи на неровноту смешивания волокон. В таблице 2 приведены результаты исследований меланжевых льносодержащих лент со второго перехода ленточных машин, полученных из разных сортировок по одной технологической цепочке. Линейная плотность лент составляет 3250 текс.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований процесса смешивания компонентов в лентах разного состава

Состав	Коэффициент вариации по массе C_{VM} , %	Коэффициент вариации по емкости C_{VC} , %	Значение критериев оценки смешивания		Гипотетическая неровнота смешивания волокон, %
			Y_1	Y_2 , %	
хлопок – 70 %; лен - 15 %; полиэфирное волокно -15 %	1,08	4,14	3,83	4,00	2,14
хлопок – 70 %; лен - 20 %; полиэфирное волокно - 10 %	0,54	4,51	8,35	4,48	2,48

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что с увеличением процентного вложения льняного волокна неровнота смешивания существенно повышается. Другим важным выводом является то, что для исследованных лент значение критерия Y_2 практически пропорциональна гипотетической неровноте смешивания, рассчитанной по формуле (3). Этот факт является подтверждением теоретического обоснования применения данного критерия для оценки неровноты смешивания. В то же время можно отметить более высокую чувствительность критерия Y_1 к изменению неровноты смешивания. В связи с этим критерий Y_1 может быть рекомендован при проведении исследований полуфабрикатов и пряжи, близких по составу, полученных по одной технологии, или при исследованиях продуктов одного состава, перерабатываемых по различным схемам технологического процесса.

Наработка многокомпонентной льносодержащей пряжи производилась на пневмомеханической прядильной машине BD 200 RN. Физико-механические показатели исследуемых составов пряжи представлены в таблице 3.

Для определения потребительских свойств льносодержащей пряжи разного состава в условиях ОАО «Бобруйсктрикотаж» была осуществлена ее переработка в ассортимент трикотажных изделий.

Таблица 3 – Физико-механические показатели пряжи

Наименование показателя	Значение показателя				
	Хлопок – 70 %, лен – 10 %, полиэфирное волокно – 20 %	Хлопок – 70 %, лен – 20 %, полиэфирное волокно – 10 %	Хлопок – 40 %, лен – 20 %, полиэфирное волокно – 40 %	Хлопок – 70 %, лен – 20 %, полиэфирное волокно – 10 %	Хлопок – 70 %, лен – 15 %, полиэфирное волокно – 15 %
Линейная плотность пряжи, текс	29	29	25	29	29
Сорт пряжи	1	1	1	1	1
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	9,7	9,3	10,7	10	9,6
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	9,53	8,94	9,8	7,8	6,5
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	15,42	17,02	15,3	16,35	16,35
Крутка фактическая, кр/м	761	847	818	830	820
Разрывное удлинение, %	5,62	5,8	6,4	6,8	6,6
Коэффициент вариации по разрывному удлинению, %	9	7,4	7,2	7,5	6

Физико-механические показатели пряжи в целом соответствуют требованиям, предъявляемым к льносодержащей пряже трикотажного назначения. Пряжа отличается равномерностью, чистотой и меньшей засоренностью, по сравнению с пряжей того же состава, полученной кольцевым способом формирования. При вязании замечаний не было. Таким образом, опытная переработка новых видов многокомпонентной льносодержащей пряжи в трикотажные изделия показала возможность ее использования для расширения ассортимента текстильных материалов.

Список использованных источников

1. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник для вузов / А. Г. Севостьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
2. Рыклин, Д. Б. Гипотетическая неровнота смешивания волокон в идеальном многокомпонентном продукте / Д. Б. Рыклин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 3. – С. 41 – 44.
3. Рыклин, Д. Б. Обоснование возможности использования емкостного метода для оценки эффективности процесса смешивания волокон / Д. Б. Рыклин, О. В. Звёздочкина, К. Н. Ринейский // Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». – 2008. – № 15. – С. 99 – 102.

SUMMARY

Article deals with the determination of fibers mixing efficiency at various stages of the technological process and comparative evaluation of the blending quality of mixtures from different composition (flax, cotton and man – made fibers).

УДК 687.05

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СОЕДИНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТРУИ ЖИДКОСТИ

А.Г. Иванов, Д.Р. Амирханов, А.А. Угольников

В последнее время в ряде зарубежных стран выполняются исследования и создаются технологии и соответствующее оборудование для реализации принципиально новых способов соединения материалов легкой промышленности (сварка ТВЧ, склеивание, ультразвуковая сварка и др.).

На кафедре «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «Витебский государственный технологический университет» проводятся исследования возможности сшивания материалов заклепочным швом, сущность которого заключается в том, что соединяемые материалы «прошиваются» дозированной струей жидкого полимера под высоким давлением, которое формируется в клепку, переходя при этом в твердое состояние (например, под действием инфракрасного облучения), а процесс формования клепки заканчивается обкаткой роликами механизма транспортирования материала. Образование одной клепки – это единичный фрагмент работы машины. В конце цикла должна получиться эластичная строчка, достаточно устойчивая к механическому воздействию. Особенность предлагаемого способа заключается в том, что связующий полимер вступает в действие с материалом в жидком виде (раствор или расплав).

Разделим процесс образования клепки на два этапа. На первом этапе происходит разрушение («прошивание») материала струей полимера высокого давления. Механизм впрыска имеет камеру впрыска полимера, которая имеет сопло — насадку. Во время впрыска из сопла вырывается тонкая полимерная струя под высоким давлением, предварительно дозированная в объеме, достаточном для образования клепки. Обычно это зависит от толщины сшиваемых материалов. Достигнув материалов, струя разрушает их. Упрощенно этот процесс можно представить в виде цилиндрического тела, проходящего через материал. Вообще, теория прошивания материалов струей жидкости еще недостаточно изучена, однако можно утверждать, что при нагружении материала струей его общая деформация подчиняется закону Гука. Процесс этот протекает последовательно: мгновенно упругая деформация, далее деформация вязкого элемента и упругопластическая. Время взаимодействия струи с материалом составляет $2\div 3 \cdot 10^{-2}$ с.

Второй этап завершает процесс соединения материалов и представляет собой формирование объемной формы клепки. Этап заканчивается, когда полимерный материал отвердевает. Это зависит от полимеризующих свойств, различных добавок – ингибиторов, применения различных облучающих устройств. Вопрос формообразования очень важен, так как от этого зависит прочность и устойчивость клепки в материале, эластичность при изгибе такого шва, целесообразность использования специальных формовочных приспособлений.

В общих чертах процесс образования клепки можно рассмотреть исходя из анализа теории разрушения материала струей жидкости.

Во-первых, представим форму клепки в материале, учитывая только силу действия струи полимера (рис.1). Можно предположить, что в начале контакта струи с материалом, он будет деформироваться в форме конуса, поэтому образуется головка клепки с ножкой диаметра D_1 . Далее также можно утверждать, что диаметр нижней части ножки D_2 будет больше D_1 , то есть клепка будет иметь вид конусообразного штифта. Такая форма клепки будет обеспечивать требования прочности без дополнительных формирующих устройств. Конусообразная форма очевидна, т.к. любая струя жидкости не может быть бесконечно правильной цилиндрической формы и будет расширяться.

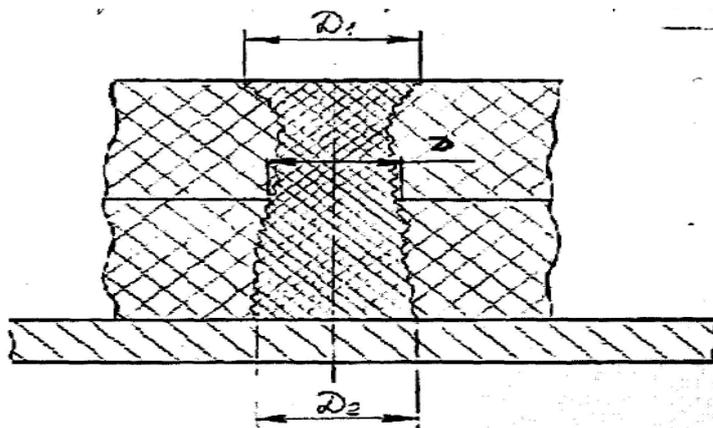


Рисунок 1 – Схема соединения материалов полимерной клепкой

Во-вторых, нетрудно представить форму клепки с учетом сил сопротивления материала, который под действием нагрузки от струи на границе контакта с материалом будет иметь микротрещины. Работа сил сопротивления деформации будет образовывать стенки с неровными краями. Этот фактор еще более увеличит устойчивость клепки в материале и прочность соединения.

Для того чтобы процесс соединения материалов высокоскоростной струей жидкости (ВСЖ) протекал эффективно, производительно и наименьшими затратами, необходимо управлять основными технологическими и конструктивными параметрами: давлением истечения жидкости p , диаметром сопла d , расстоянием L между соплом и поверхностью материала, составом жидкости. Кроме того, процесс соединения зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала и его толщины h .

Несмотря на многогранность и сложность технологического процесса, экспериментальные и теоретические работы [1,5] позволили создать достаточно обоснованную теорию проникновения ВСЖ в различные материалы. Хотя некоторые из полученных моделей, учитывающие протекающие процессы сжатия, растяжения, эрозии, сдвига, растрескивания, кавитационного износа, имеют свои границы применимости.

В работе [2] для упрощения физической модели прошивания материалов ВСЖ процесс условно разделен на две стадии. Первая характеризуется деформацией поверхности и уплотнением материала без потерь массы, вторая отличается образованием и слиянием трещин в зоне пластической деформации и максимальной скоростью уноса материала. При этом обрабатываемая поверхность претерпевает следующие изменения: пластические деформации, деформации сдвига и скалывания.

Установлено, что время t_1 деформирования материала на первой стадии разрушения можно определить по формуле:

$$t_1 = 1,42 h_{yn} / V,$$

где V – скорость струи жидкости непосредственно перед поверхностью материала, м/с;

$h_{\text{уп}}$ – вертикальное упругое перемещение поверхности материала, мм.

Полное время t_2 проникновения струи в материал на второй стадии разрушения:

$$t_2 = HR_3^2(h - h_{\text{уп}})/(p_3 - 0.25 p_1 \lambda_f (h - h_{\text{уп}})/(R_3 - H)) R_c^2 \cdot V 10^{-8},$$

где H – твердость материалов, НВ; R_3 – радиус эффективной струи; H – толщина обрабатываемого материала, мм; P_3 – эффективное динамическое давление струи на выходе из сопла, МПа; λ_f – коэффициент гидравлического сопротивления; R_c – радиус выходного отверстия сопла, мм.

Таким образом, изменяя величину давления рабочей жидкости или периметр сопла, т.е. изменяя величину подаваемой энергии на единицу поверхности материала, можно в каждом конкретном случае рассчитать продолжительность обработки различных материалов, а следовательно, и производительность установки.

Работа разрушения, совершаемая жидкостной струей в микрообластях зоны прошивания, происходит за счет потери ею кинетической энергии при встрече с обрабатываемым материалом.

Сила воздействия может быть определена по уравнению Бернулли:

$$P = mV,$$

где m – масса жидкости; V – скорость истечения струи из сопла.

Так как

$$m = P Q, \text{ то } P = Q \cdot \rho \cdot V,$$

где ρ – плотность жидкости; V – объемный расход жидкости.

Согласно этому уравнению сила воздействия струи на материал прямо пропорциональна скорости истечения струи из сопла.

Скорость струи в зависимости от давления может быть определена по формуле:

$$V = 14 \sqrt{\rho}.$$

Согласно этой формуле, сила воздействия струи на материал находится в прямой зависимости от давления истечения жидкости.

Кроме того, плотность струи жидкости прямо влияет на силу прошивания, т.к. струя должна обладать определенной вязкостью и способностью противостоять интенсивной аэрации струи.

Рассмотрим изменение плотности струи жидкости при прохождении через сопло. Предположим, что движение жидкости однородно по сечению сопла, а скорость направлена практически вдоль оси.

В этих условиях все величины, характеризующие течение, будут функциями только от координат вдоль оси сопла. Линейные размеры сосуда, из которого происходит истечение, предполагаются очень большими по сравнению с диаметром сопла.

Поэтому скорость жидкости в сосуде можно считать равной нулю. Уравнение Бернулли [4] для стационарного движения:

$$\omega + V^2/2 = \text{const},$$

где ω – тепловая функция (функция состояния – термодинамической системы при постоянном давлении), Дж; V – скорость жидкости; const – величина, постоянная вдоль каждой линии тока.

Учитывая, что в сосуде скорость жидкости равна нулю, выясним характер изменения вдоль линии тока плотности потока жидкости $j = \rho V$. Из уравнения Эйлера [3] имеем вдоль линии тока:

$$V dV + dp / \rho = 0,$$

где p – давление жидкости; ρ – плотность жидкости.

Количество жидкости, проходящей в единицу времени через поперечное сечение сопла, или расход:

$$Q = \rho V S,$$

где S – площадь поперечного сечения сопла.

Из закона сохранения массы следует:

$$Q = \rho V S = \text{const} \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что при уменьшении площади поперечного сечения плотность потока $j = \rho V$ увеличивается. Ранее было показано, что плотность потока достигает своего максимального значения. Отсюда следует, что максимальное значение плотности потока достигается в самом узком месте сопла при $S = S_{\min}$ и $Q = j^* S_{\min}$.

Если площадь выходного сечения сопла S_1 , то из уравнения [1] получим:

$$j_1 S_1 = j^* S_{\min},$$

$$j_1 = j^* S_{\min} / S_1,$$

где j_1 – плотность потока на выходе из сопла.

Таким образом, в суживающейся части сопла плотность потока j возрастает, давление падает ($dp = j dV$), скорость возрастает. При расширении потока ($ds > 0$) с начальной скоростью $V \ll c$, будет иметь место уменьшение скорости по потоку с одновременным ростом давления и плотности.

Технологические показатели прошивки, режимы и параметры работы установки находятся в прямой зависимости от качества струи и характера изменения ее гидродинамических параметров по длине, которые главным образом зависят от геометрических особенностей внутреннего профиля сопла.

В более общей постановке вопроса эффективность процесса прошивания является функцией трех групп переменных величин [4].

К первой группе относятся величины, характеризующие энергетические параметры струи – давление истечения, диаметр сопла и расстояние между соплом и обрабатываемым материалом.

Ко второй группе относятся физико-механические свойства обрабатываемого материала, характеризующие сопротивляемость материала разрушению; третья группа величин определяет объем разрушенного в зоне прошивания материала в единицу времени. К ним относятся толщина обрабатываемого материала и форма клепки.

Для практической реализации исследуемого процесса предполагается провести экспериментальные исследования по соединению широкой номенклатуры материалов, применяемых в швейной, обувной и других отраслях промышленности, с целью достижения требуемых качественных, экологических и санитарно-гигиенических показателей.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый способ соединения материалов обладает расширенной областью применения и функционального назначения, например, для соединения материалов с плотной структурой строения и отличается от ниточного улучшенным качеством и надежностью соединительного шва.

Список использованных источников

1. Тихомиров, Р. А. Гидрорезание судостроительных материалов / Р. А. Тихомиров, Е. Н. Петухов. – Ленинград : Судостроение, 1987. – 164 с.
2. Петко, И. В. Моделирование процесса разрушения неметаллических материалов гидроструей высокого давления / И. В. Петко, Б. Г. Кедровский.

- Москва : Известие ВУЗов. Технология легкой промышленности. №4, - 1987.- 131с.
3. Холин, К. М. Основы гидравлики и гидроприводы / К. М. Холин, О. Ф. Никитин. – Москва : Машиностроение, 1989. –420 с.
 4. Степанов, Ю. С. Современные технологические процессы механического и гидроструйного процесса раскроя технических тканей / Ю. С. Степанов, Г. В. Барсуков. – Москва : Машиностроение, 2004. – 239 с.
 5. Тихомиров, Р. А. Гидрорезание неметаллических материалов / Р. А. Тихомиров, В. С. Гуенко. – Киев : Техника, 1980. – 150 с.

Статья поступила в редакцию 28.04.2010 г.

SUMMARY

The process of materials connection by using the high-speed liquid polymer under high pressure is described in this article. The feature of the offered method is that the polymer interacts with the material in the liquid condition.

For the practical realization of the investigated process the experimental investigations of the materials used in the shoe clothing industries are necessary.

УДК 677.08.02.16./022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ СВЯЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОМПОЗИЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ МЯГКИХ СВП-М

А.М. Карпеня

В условиях существующей экологической ситуации в Республике Беларусь перед предприятиями текстильной промышленности остро стоит проблема использования отходов производства. Текстильные отходы создают экологические проблемы, они являются многотоннажными, доля таких отходов на предприятиях составляет до 40% от используемого сырья. Значительная их часть не перерабатывается, а вывозится на свалки и полигоны. Постоянное накапливание текстильных отходов оказывает негативное воздействие на окружающую среду, вследствие их горючести уровень экологической опасности постоянно возрастает.

Внедрение энергосберегающих технологий, рациональное использование местных ресурсов и отходов является важнейшим механизмом обеспечения роста конкурентоспособности выпускаемой продукции и импортозамещения.

Разработка способов формирования новых видов композиционных материалов с использованием коротковолокнистых текстильных отходов позволит значительно расширить ассортимент строительных композиционных материалов.

В отраслевой научно-исследовательской лаборатории кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» совместно с ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев» разработан и запатентован новый способ получения изоляционных синтетических волокнистых плит (СВП-М) [5].

В качестве основного сырьевого компонента приняты отходы стрижки искусственного меха. Кноп стригальный – это вид отхода, образующийся в результате заключительной отделки трикотажного искусственного меха. В процессе производства искусственного меха образуется значительное количество отходов: на подготовительном участке образуется 1,5% от всего используемого сырья; на вязальном количество отходов составляет 12,9%; на швейном – 1%; на

отделочном участке – 34,5%. Такие отходы как лоскут, а также срывы меха, перерабатываются в цехах ширпотреба. Волокно, образованное при изготовлении чесальной ленты, выпады и незакрепленные волокна перерабатываются в нетканые материалы. Кноп стригальный не используется в производстве. В зависимости от ассортимента выпускаемого меха состав смеси волокон в отходе колеблется в таких пределах: 100%-нитрон или 75% нитрон+25% полиэфир [4]. Цветовая гамма коротких волокон зависит от ассортимента искусственного меха.

Синтетические волокнистые мягкие плиты изготавливаются методом горячего плоского прессования по сухому способу производства [2], который состоит из следующих технологических операций:

- 1 Хранение, транспортирование сырья
- 2 Подготовка сырья к производству
- 3 Подготовка проклеивающих составов
- 4 Проклейка волокнистой массы
- 5 Формирование ковра
- 6 Холодное прессование плит (подпрессовка)
- 7 Горячее прессование плит
- 8 Форматный раскрой плит и охлаждение.
- 9 Послепрессовая обработка. Упаковка плит.

Важным этапом в процессе производства СВП-М является выбор проклеивающих компонентов. В ходе формирования плитных материалов применяются различные клеящие составы для соединения волокнистой основы. В технологии получения СВП-М в качестве проклеивающих добавок используются: 6%-ная парафиновая эмульсия и 10%-ный раствор фенолформальдегидной смолы [1,3].

Технологический процесс приготовления парафиновой эмульсии включает следующие операции: дозирование компонентов и загрузка их в эмульгатор; плавление и загрузка парафина; эмульгирование; охлаждение.

СВП-М является принципиально новым видом материала, поставили задачу определить процентное содержание связующих компонентов в составе композиции. Для производства СВП-М с физико-механическими показателями, которые соответствуют требованиям ГОСТа на изоляционные материалы, необходимо оптимальное количество связующих компонентов в составе плиты.

Для определения зависимости основных физико-механических свойств теплоизоляционных плит от технологических параметров формирования был применен метод математического планирования эксперимента. В общем случае модель исследуемого процесса может иметь вид полинома второго порядка.

Объектом исследования являлись синтетические волокнистые плиты мягкие одинаковой толщины. В качестве входных параметров были приняты:

- X1 – содержание смолы, %;
- X2 – содержание парафиновой эмульсии, %.

Выходными параметрами являлись физико-механические показатели комбинированных теплоизоляционных плит, а именно:

- Y1 – плотности материала, кг/м³;
- Y2 – прочность при изгибе, МПа;
- Y3 – разбухание, %.

Эксперимент проводился по плану-матрице Коно для 2-факторного эксперимента, включающий 9 опытов. Для построения плана эксперимента по предварительным исследованиям определены условия его проведения, то есть уровни факторов и интервалы их варьирования, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Факторы	Обозначения	Единицы измерения	Кодированные значения			Интервалы варьирования
			-1	0	1	
Содержание смолы	X_1	%	0,5	1	1,5	0,5
Содержание парафиновой эмульсии	X_2	%	5	10	15	5

В результате обработки были получены значения коэффициентов регрессии полиномиальных моделей, зависимости показателей качества композиционных смесей от входных факторов. А также сделана оценка значимости каждого коэффициента и оценка адекватности полученной модели.

Уравнение зависимости плотности материала от % содержания проклеивающих элементов имеет вид:

$$Y_1 = 403.5 + 2.583 \times X_1 + 0.95 \times X_2 - 0.417 \times X_1^2 - 0.55 \times X_1^2 \times X_2 \quad (1)$$

Анализируя полученную регрессионную модель для показателя плотности материала (1) можно сделать вывод о том, что плотность (Y_1) зависит и от содержания смолы (X_1) и, в меньшей степени, от содержания парафиновой эмульсии (X_2). Коэффициент при факторе X_1 значимый, положительный и указывает на то, что при увеличении %-го содержания фенолформальдегидной смолы имеется тенденция к увеличению плотности, до определённого предела. С другой стороны, формирование СВП-М запланировано определенной плотности (400 кг/м³). Увеличение плотности готового продукта более 5% нежелательно.

Уравнение зависимости прочность при изгибе материала от % содержания проклеивающих элементов имеет вид:

$$Y_2 = 2.067 + 0.288 \times X_1 + 0.062 \times X_2 - 0.06 \times X_1 \times X_2 - 0.238 \times X_1^2 \quad (2)$$

Анализируя данную модель (2), можно сделать вывод о том, что прочность при изгибе (Y_2) в большей степени зависит от процентного содержания фенолформальдегидной смолы (X_1). Коэффициент при факторе X_1 значимый, положительный и указывает на то, что при увеличении %-го содержания смолы в составе композиции имеется тенденция к увеличению прочности при изгибе, т.к. увеличивается количество волокон, связываемых смолой. Однако, при значительном увеличении содержания смолы в составе композиции, прочность при изгибе падает, т.к. увеличение содержания смолы ведет к увеличению неравномерности ее распределения в составе композиции. Вследствие чего увеличивается хрупкость готового материала. Показатель прочности при изгибе регламентируется разработанным проектом технических условий ТУ ВУ 300031282.048-2009.

Уравнение зависимости % разбухания от % содержания проклеивающих элементов имеет вид:

$$Y_3 = 18.444 - 1.667 \times X_1 - 3.333 \times X_2 + 2.333 \times X_1^2 + 3.333 \times X_2^2 \quad (3)$$

Анализируя данную регрессионную модель (3), можно сделать вывод о том, что разбухание (Y_3) в большей степени зависит от % содержания парафиновой эмульсии (X_2) и меньше от % содержания фенолформальдегидной смолы. Коэффициент при факторе X_2 значимый, отрицательный и указывает на то, что при увеличении %-го содержания парафиновой эмульсии имеется тенденция к уменьшению разбухания.

Для получения области рекомендуемых значений выходных параметров на основе физико-механических показателей, ранее используемых изоляционных материалов установлены ограничения на физико-механические свойства формируемой СВП-М, с учетом ТУ ВУ 300031282.048 ВУ:

Таблица 2 – Физико-механические показатели СВП-М

№ п/п	Наименование показателя	Значения для мягких плит марок		
		ПСВ-М1	ПСВ-М2	ПСВ-М3
1	Плотность, кг/м ³	200-400	400-500	500-600
2	Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	0,4	1,1	1,8
5	Разбухание за 2 часа, %, не более	34		

По регрессионным моделям построены графические интерпретации влияния % содержания связующих элементов на физико-механические показатели СВП-М. Используя метод наложения линий равного уровня поверхностей отклика полученных зависимостей, определена область компромиссных решений – ABC (рисунок 1), характеризующая наиболее оптимальные соотношения % содержания связующих элементов на физико-механические показатели композиционных материалов.

Таким образом, в зависимости от требуемых показателей качества СВП-М следует вырабатывать их с определенным сочетанием содержания связующих элементов. Для получения комбинированных СВП-М с наилучшими физико-механическими свойствами ТУ ВУ 300031282.048 ВУ -2009: плотность – 400 кг/м³, прочность при изгибе – 1,8 Мпа, разбухание – 20%, их рекомендуется производить при содержании фенолформальдегидной смолы 1% и содержание парафиновой эмульсии 10-13%.

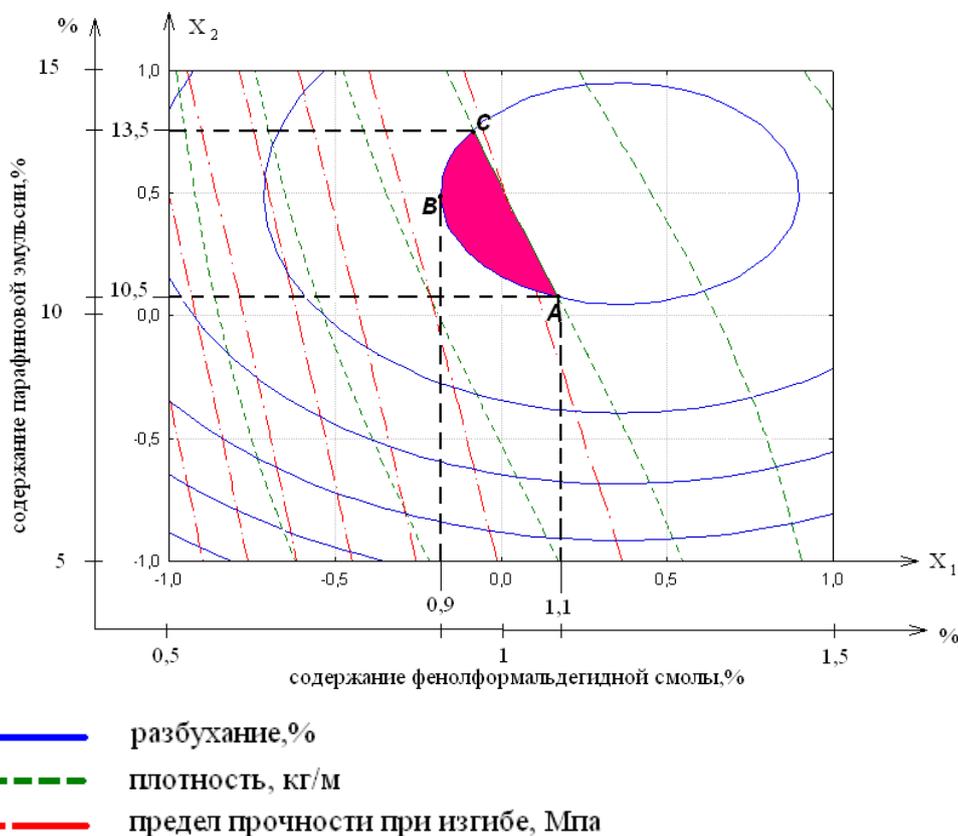


Рисунок 1 – Область оптимальных значений

ВЫВОДЫ

Благодаря данной разработке получен новый ассортимент композиционных строительных материалов, для изоляционной отделки зданий и помещений, с улучшенными эксплуатационными и стоимостными показателями.

Производство композиционных материалов является одним из наиболее перспективных направлений в области рационального использования отходов текстильного производства в результате использования невозвратных отходов при переработке их в высококачественные профильные детали для широкого спектра применений, включая строительство и мебель. Разработан ряд композиционных материалов, которые могут быть использованы в машиностроительной и других отраслях промышленности, в частности, в авто- и вагоностроении, в производстве тары, материалов для облицовки административных и жилых помещений, оконных и дверных блоков.

Список использованных источников

1. Мещерякова, А. А. Современные карбамидомеламиноформальдегидные клеи и смолы в технологии клееных материалов / А. А. Мещерякова. – Москва : Легкая индустрия, 1980 .
2. Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит / А. А. Леонович. – Москва : ХИМИЗДАТ, 2003 .
3. Кондратьев, В. П. Водостойкие клеи в деревообработке / В. П. Кондратьев. – Москва: Лесная промышленность, 1980 . – 216 с.
4. Перепелкин, К. Е. Структура и свойства волокон. / К. Е. Перепелкин. – Москва : Химия, 1985. – 208 с.
5. Коган, А. Г. Технологии получения многослойных материалов из коротковолокнистых отходов текстильной промышленности / А. Г. Коган, Е. В. Чукасова-Ильющкина, Л. В. Козлова // Тезисы докладов XXXIX научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С. М. Литовский. – Витебск, 2006. – С. 105.

Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.

SUMMARY

The important ecological and economic necessity is use of a textile waste as a secondary material.

The manufacturing technology of organo-synthetic fibrous plates using short fibers waste of light industry with fibers length from 0.5 to 25mm is developed.

In research laboratory of chair «Spinning of natural and chemical fibres» of education establishment "Vitebsk state technological university" the new way of reception of synthetic fibrous plates with use of a chemical short waste is developed.

УДК 677.052.484.4

РАСЧЕТ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ КОМБИНИРОВАННОЙ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНОЙ НИТИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ

Р.В. Киселев

На кафедре ПНХВ разработан технологический процесс получения комбинированных хлопкополиэфирных нитей пневмомеханического способа формирования. Данные нити предназначены для использования в тканях для

пошива современной военной формы. В структуре ткани комбинированные нити используются в качестве армирующей решетки, значительно увеличивая ее прочностные характеристики. В отличие от аналогов, высокопрочный полиэфирный сердечник в разработанной комбинированной пневмомеханической нити полностью закрыт хлопковым волокном, что устраняет его отрицательные свойства: блеск, негигроскопичность, электризуемость и т.д.

Прогнозирование разрывной нагрузки позволяет увязать физико-механические свойства исходных волокон и нитей и технологические параметры с ожидаемой разрывной нагрузкой нити, на этапе проектирования. Это дает возможность получить нить, в которой максимально используются прочностные свойства ее компонентов.

Комбинированная пневмомеханическая нить состоит из сердечника – полиэфирной комплексной нити, и хлопкового волокна, плотно оплетающего ее.

На рисунке 1 представлена структура комбинированной нити пневмомеханического способа формирования.

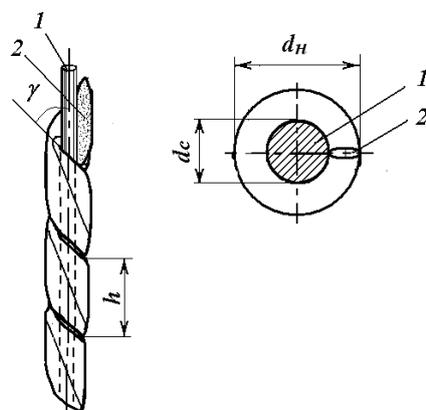


Рисунок 1 – Структура комбинированной нити пневмомеханического способа формирования:

1 - полиэфирный сердечник; 2 – хлопковый компонент

Полиэфирный сердечник при формировании комбинированной нити не получает действительной крутки. Хлопковый компонент при формировании обкручивает сердечник, образуя с его осью угол γ . Величина этого угла определяется из соотношения:

$$\gamma = \frac{h}{\pi d_n}, \quad (1)$$

где h – шаг витка хлопкового компонента, мм; d_n – диаметр нити, мм.

$$h = 1000/K, \quad (2)$$

где K – заправочная крутка на машине, кр/м.

При формировании комбинированной нити за один оборот прядильной камеры хлопковый компонент образует один виток вокруг полиэфирного сердечника. При этом возникают деформации изгиба, которые, распространяясь на выпрядаемый хлопковый компонент, сообщают ему кручения. Число оборотов n , сообщаемое компоненту в точке наматывания за время образования одного витка вокруг сердечника, равно:

$$n = \cos \gamma. \quad (3)$$

Поскольку хлопковый компонент обкручивает полиэфирный сердечник по винтовой линии с диаметром d_n , длина одного витка хлопкового компонента:

$$l = \sqrt{(\pi d_n)^2 + h^2}. \quad (4)$$

Следовательно, за один оборот прядильной камеры виток хлопкового компонента длиной l повернется на n оборотов вокруг своей оси, и его крутка будет равна:

$$K = \frac{n \cdot 1000}{l} = \frac{1000 \cdot n}{(\pi d_n)^2 + h^2}. \quad (5)$$

Необходимо учесть, что при обкручивании хлопковый компонент сминается, и его сечение приобретает форму эллипса, как показано на рисунке 1.

Коэффициент смятия зависит от крутки компонента и ряда других условий. С учетом смятия диаметр нити можно определить по формуле:

$$d_n = d_c + 2 \cdot d_{x.p.} \cdot \eta = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{T_c}{\gamma_c}} + 0,0714 \cdot \sqrt{\frac{T_x}{\gamma_x}} \cdot \eta, \quad (6)$$

где $d_{x.p.}$ – расчетный диаметр хлопкового компонента, мм; T_x , T_c – линейные плотности хлопкового компонента и сердечника, текс; γ_x , γ_c – плотность вещества хлопка и сердечника, г/см³; η – коэффициент смятия, экспериментально установлено, что для комбинированной пневмомеханической нити $\eta = 0,2-0,25$.

Примем допущение, что сердечник деформируется при постоянном объеме. На основании этого примем условный коэффициент Пуассона $\mu = 0,5$.

Обозначаем начальные (до растяжения) геометрические параметры комбинированной нити: угол наклона хлопкового компонента γ_0 , диаметр его винтовой линии d_x , шаг витка h , длина витка l , а после растяжения комбинированной нити на относительную деформацию ε_n величинами γ_1 , d_{x1} , h_1 , l_1 , h_1 соответственно. Учитывая, что при растяжении длина хлопкового компонента увеличивается на ε_x , получаем из соответствующих треугольников развертки одного витка до и после деформирования (рисунок 2):

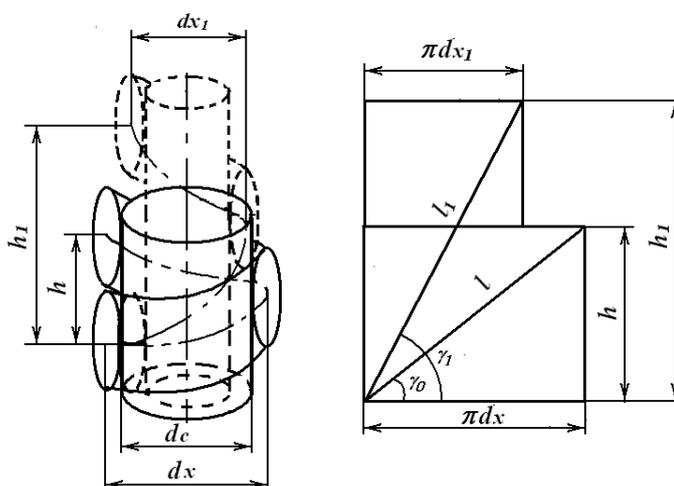


Рисунок 2 – Элемент рассматриваемой нити

$$h_1 = h \cdot (1 + \varepsilon_n). \quad (7)$$

$$l_1 = l \cdot (1 + \varepsilon_x). \quad (8)$$

$$d_{x1} = d_x \cdot (1 - \mu \varepsilon_n). \quad (9)$$

Определим зависимость относительного удлинения комбинированной нити в зависимости от относительного удлинения хлопкового компонента. Из треугольников развертки (рисунок 2) получим:

$$l_1 = \sqrt{(\pi d_{x1} \cdot (1 - \mu \varepsilon_n))^2 + (h \cdot (1 + \varepsilon_n))^2}. \quad (10)$$

Отсюда выразим ε_n :

$$\varepsilon_n = \frac{2\pi^2 d_x^2 \mu - 2h^2 + \sqrt{4\pi^2 d_x^2 (-2h^2 \mu - h^2 \mu^2 + l_1^2 \mu^2 - h^2) + 4h^2 l_1^2}}{2\pi^2 d_x^2 + 2h^2}, \quad (11)$$

где

$$l_1 = l \cdot (1 + \varepsilon_x) = \sqrt{(\pi d_x)^2 + h^2} \cdot (1 + \varepsilon_x). \quad (12)$$

Для определения d_x необходимо учесть, что, как отмечается исследователями [1], благодаря происходящей самоориентации волокон, спиральные витки, образуемые волокнами хлопкового компонента при обкручивании его вокруг сердечника, располагаются на произвольных диаметрах, имеющих значения от d_c до d_n . Пользуясь свойством волокон выравнивать в известной мере возникающие в них напряжения, можно все разнообразие форм спиральной намотки волокон свести как бы к одной, эквивалентной спирали, намотанной по материальному сердечнику такого диаметра d_x , чтобы она делила массу волокон, составляющих хлопковый компонент, на два равновеликих объема, т.е:

$$d_x = \frac{2}{\sqrt{8}} \cdot \sqrt{d_n^2 + d_c^2}, \quad (13)$$

где d_n – диаметр комбинированной нити; d_c – диаметр сердечника.

Такая спираль, отражая усредненное состояние волокна, эквивалентное всем другим волокнам, дает возможность произвести на его базе все расчеты и распространить их затем на всю остальную, эквивалентную этому волокну массу волокон, составляющих тело хлопкового компонента.

График зависимости относительного удлинения ε_n комбинированной нити 65 текс (сердечник – полиэфирная нить 27,7 текс) от относительного удлинения хлопкового компонента ε_x , (ε_n , ε_x - в долях) представлен на рисунке 3.

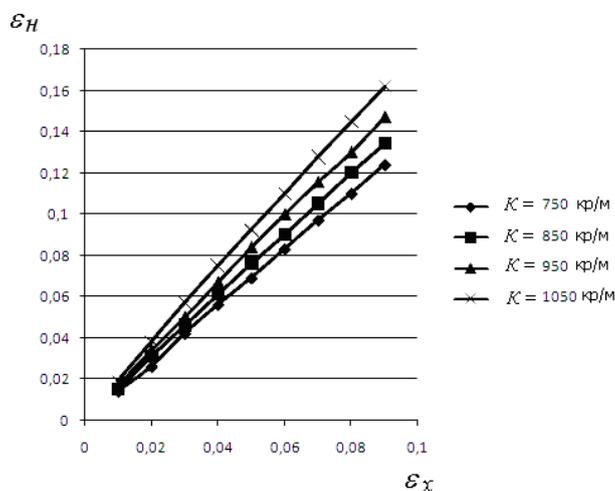


Рисунок 3 – Зависимость относительного удлинения комбинированной нити ε_n от относительного удлинения хлопкового компонента ε_x при различных крутках комбинированной нити

Из графика видно, что при растяжении комбинированной нити относительное удлинение хлопкового компонента ε_x меньше, чем относительное удлинение комбинированной нити ε_n . Так как комплексная полиэфирная нить является сердечником, ее относительное удлинение $\varepsilon_c = \varepsilon_n$.

При растяжении комбинированной нити возможны два случая:

- удлинение хлопкового компонента достигло значения его разрывного удлинения R_x , а величина удлинения сердечника все еще меньше его разрывного удлинения R_c . В этом случае произойдет обрыв хлопкового компонента, причем его

прочностные свойства используются полностью. Так как в этот момент растягивающую силу начинает воспринимать только сердечник, он либо оборвется, если величина растягивающей силы будет больше его прочности, либо продолжит растягиваться. В любом случае это будет считаться обрывом комбинированной нити. Тогда относительная разрывная нагрузка сердечника L_c' в момент обрыва хлопкового компонента будет равна:

$$L_c' = L_c \cdot \frac{\varepsilon_c \cdot 100}{R_c}, \quad (14)$$

где L_c – относительная разрывная нагрузка сердечника, сН/текс; R_c – разрывное удлинение сердечника, %; ε_c – относительное удлинение сердечника, в долях.

- удлинение сердечника достигло величины его разрывного удлинения R_c , а величина удлинения хлопкового компонента все еще меньше его разрывного удлинения R_x . В этом случае произойдет обрыв сердечника. Прочностные свойства сердечника будут использованы полностью, а хлопковой составляющей частично, поскольку обрыв сердечника неизбежно приведет к обрыву всей комбинированной нити. Тогда относительная разрывная нагрузка хлопкового компонента L_x' в момент обрыва сердечника будет равна:

$$L_x' = L_x \cdot \frac{\varepsilon_x \cdot 100}{R_x}, \quad (15)$$

где L_x – относительная разрывная нагрузка хлопкового компонента, сН/текс; R_x – разрывное удлинение хлопкового компонента, %; ε_x – относительное удлинение хлопкового компонента, в долях.

Теперь общую разрывную нагрузку комбинированной нити можно определить по формуле профессора А.Г. Когана [2] как сумму относительных разрывных нагрузок компонентов, с учетом их процентного вложения, вышерассмотренной неодновременности их разрыва, а также коэффициента упрочнения K_{yn} , отражающего увеличение прочности нити при обкручивании сердечника хлопковым компонентом ($K_{yn} = 1,1-1,15$).

В случае если хлопковый компонент обрывается раньше сердечника, относительная разрывная нагрузка будет равна:

$$L_n = \left(L_x \cdot \frac{X}{100} + L_c \cdot (100 - X) \cdot \frac{\varepsilon_c}{R_c} \right) \cdot K_{yn}, \quad (16)$$

где X – процентное удлинение менее растяжимого компонента, %.

$$\varepsilon_c = \frac{2\pi^2 d_x^2 \mu - 2h^2 + \sqrt{4\pi^2 d_x^2 (-2h^2 \mu - h^2 \mu^2 + l_1^2 \mu^2 - h^2) + 4h^2 l_1^2}}{2\pi^2 d_x^2 + 2h^2}. \quad (17)$$

$$l_1 = \sqrt{(\pi d_x)^2 + h^2} \cdot (1 + R_x) \quad (18)$$

Если сердечник обрывается раньше хлопкового компонента, относительная разрывная нагрузка будет равна:

$$L_n = \left(L_x \cdot \frac{\varepsilon_x}{R_x} \cdot X + L_c \cdot \frac{100 - X}{100} \right) \cdot K_{yn}, \quad (19)$$

где из формул 10 и 12 находим:

$$\varepsilon_x = \sqrt{\frac{(\pi d_x \cdot (1 - \mu \cdot R_c))^2 + (h \cdot (1 + R_c))^2}{\pi^2 d_x^2 + h^2}} - 1. \quad (20)$$

Относительную разрывную нагрузку хлопкового компонента L_x можно определить по формуле профессора А.Н. Соловьева.

Разрывное удлинение хлопкового компонента R_x можно определить по эмпирической формуле профессора К.И. Корицкого для пряжи пневмомеханического способа формирования [3]:

$$R_o = R_a(1,35 - 3,4 / \sqrt[3]{\gamma \cdot n_o}) \cdot \eta_o, \quad (21)$$

где R_o – разрывное удлинение хлопкового волокна, %; γ – коэффициент структуры, для пневмомеханической пряжи $\gamma = 0,71-0,73$; n_o – количество волокон в сечении пряжи; η_x – поправочный коэффициент на крутку. Для пневмомеханической пряжи с низкой круткой, как в данном случае, $\eta_k = 0,9-0,92$.

По разработанной формуле была определена разрывная нагрузка комбинированной пряжи линейных плотностей 65 и 40 текс. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета разрывной нагрузки комбинированных нитей пневмомеханического способа формирования

Наименование параметра	Единица измерения	Значение	
		65	40
Линейная плотность нити	текс	65	40
Линейная плотность комплексной нити	текс	27,7	11,3
Сортировка хлопкового волокна		4-I, 4-II	4-I, 4-II
Заправочная крутка	кр/м	880	950
Разрывное удлинение комплексной нити, ϵ_c	%	15	14
Разрывное удлинение хлопковой составляющей, ϵ_x	%	8,57	7,9
Удлинение сердечника при разрыве нити, ϵ_k	%	13,1	10
Относительная разрывная нагрузка комплексной нити	сН/текс	62	66
Относительная разрывная нагрузка хлопкового компонента	сН/текс	8,57	8,64
Коэффициент упрочнения		1,12	1,15
Относительная разрывная нагрузка комбинированной нити по расчету	сН/текс	31,12	24,13
Относительная разрывная нагрузка комбинированной нити, полученная экспериментально	сН/текс	32	25,2
Отклонение теоретического значения от экспериментального	%	2,75	4,2

ВЫВОДЫ

Разработан метод прогнозирования разрывной нагрузки комбинированной хлопкополиэфирной нити пневмомеханического способа формирования с учетом особенностей ее структуры. Данная методика позволяет увязать физико-механические свойства исходных волокон и нитей и технологические параметры с ожидаемой разрывной нагрузкой нити на этапе проектирования.

Список использованных источников:

1. Соколов, Г. В. Вопросы теории кручения волокнистых материалов / Г. В. Соколов – Москва, 1974.
2. Коган, А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити / А. Г. Коган. – Москва, 1981. – 143 с.
3. Корицкий, К. И. Техничко-экономическая оценка и проектирование качества текстильных материалов / К. И. Корицкий. – Москва, 1983.

Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.

SUMMARY

The new method of predicting the tenacity of open end rotor yarn with the polyester core with the taking into account the features of its structure is developed. This method allows to define the tenacity of yarn, using physical-mechanical properties of initial components.

УДК 677.052.484.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ

Р.В. Киселев, А.С. Дягилев

На кафедре ПНХВ разработан новый технологический процесс получения высокоэластичных комбинированных пряж на пневмомеханической прядильной машине.

Пневмомеханический способ получения комбинированной высокоэластичной пряжи позволяет получать пряжу на стандартной пневмомеханической прядильной машине, подвергнутой модернизации. Главное преимущество пневмомеханического способа – высокая производительность машины и большая масса выпускной паковки (до 3 кг.). Это позволяет получать большую длину безузловой пряжи. Эластомерный филамент не подвергается повреждению при переработке и не имеет крутки, что обеспечивает лучшие эластичные и релаксационные свойства.

Технологический процесс получения высокоэластичной комбинированной пряжи представлен на рисунке 1.

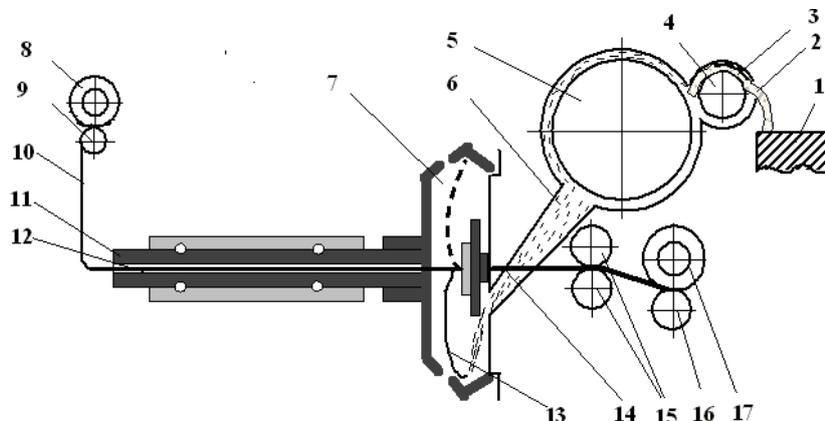


Рисунок 1 – Технологический процесс получения комбинированной высокоэластичной пряжи

Лента 2 из таза 1 с помощью питающего стола 3 и питающего барабанчика 4 подается к дискретизирующему барабанчику 5 с игольчатой или пильчатой гарнитурой. Лента утоняется и разъединяется на отдельные волокна. В камере 7 создается вакуум, и по пневмоканалу дискретный поток 6 подается в камеру 7, затем скользит к желобу камеры, где происходит циклическое сложение дискретного потока.

Свободный конец пряжи вводится через стеклянную трубку и отбрасывается к стенкам камеры. Нить начинает вращаться и прикручивает волокнистую мычку 13, находящуюся в желобе камеры.

Для получения комбинированной высокоэластичной пряжи в рабочую зону прядильной камеры с бобины 8, установленной на подающем валу 9 с постоянным натяжением через трубку и канал 11 ротора 12 подается высокоэластичная эластомерная нить 10, которая скручивается с формирующейся в камере пряжей. Комбинированная пряжа проходит через механизм отключения питания при обрыве, выводится из камеры выпускной парой 15, и с помощью нитераскладчика и мотального барабана 16 наматывается на цилиндрическую паковку 17.

Для подачи комплексной эластомерной нити в верхней части машины необходимо установить специальный узел. С помощью кинематической передачи установленные бобины с эластомерной нитью должны принудительно вращаться. Частота вращения бобин может изменяться с помощью сменных элементов. Растяжимость комбинированной высокоэластичной нити определяется растяжением комплексной высокоэластичной нити, которая должна варьироваться в пределах 2 – 3 раз. Далее комплексная нить в растянутом состоянии поступает в направляющую трубку 11, выполненную в прядильном блоке машины. Трубка 11 обеспечивает подвод комплексной нити к осевому каналу в роторе прядильной камеры. Зазор между трубкой и ротором должен быть минимален.

Для реализации технологического процесса в условиях Барановического РУП «БПХО» была проведена модернизация пневмомеханической прядильной машины ППМ-120-АМ, после чего на ней стало возможным получать высокоэластичные комбинированные пряжи. Модернизация заключалась в следующем. Для модернизации прядильного блока были изготовлены новые роторы прядильных камер с осевым каналом. Для подачи комплексной высокоэластичной нити в прядильную камеру была разработана и изготовлена на машиностроительных заводах стальная трубка, обладающая достаточной жесткостью. Трубка была закреплена внутри вращающегося прядильного ротора в специальной опоре.

Для установки паковок с высокоэластичной нитью использовался каждый второй выпуск машины. Схема устройства подачи представлена на рисунке 2.

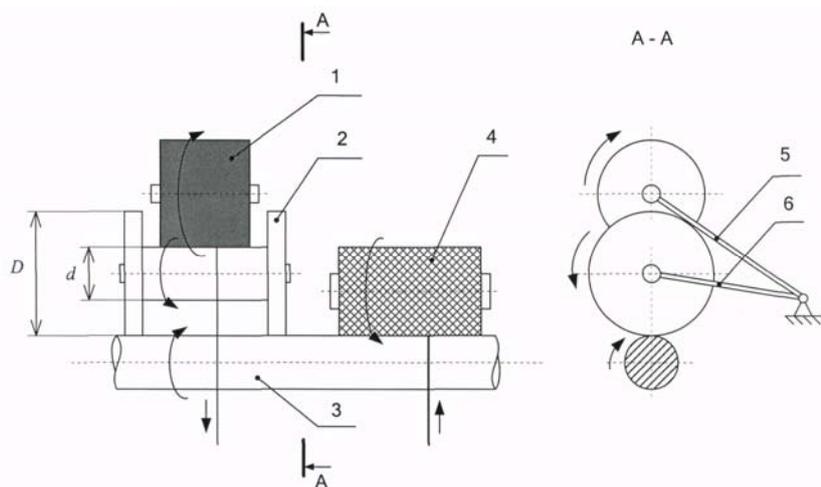


Рисунок 2 – Устройство принудительной подачи комплексной высокоэластичной нити

Устройство принудительной подачи состоит из двухфланцевой катушки 2, на которую устанавливается бобина с эластомерной нитью 1. Устройство принудительной подачи эластомерной нити и устройство формирования паковки с комбинированной пряжей приводятся во вращение одним пряжевыходным валом 3. Для обеспечения сматывания эластомерной нити с бобины 1 необходимо обеспечить вращение бобины в сторону, противоположную вращению паковки с наработываемой комбинированной пряжей 4. Двухфланцевая катушка 2 обеспечивает данное условие. Двухфланцевая катушка и бобина с эластомерной

нитью крепятся с помощью кронштейнов 5 и 5. При поднятии одного из кронштейнов прекращается подача эластомерной нити.

Коэффициент растяжения эластомерной нити при формировании:

$$K_{\text{эл.ф.}} = \frac{D}{d} 100, \%$$

где d и D соответственно внутренний и внешний диаметр двухфланцевой катушки 2. Так для предварительного растяжения эластомерной нити в 3 раза $d = 10$ см, $D = 30$ см.

При использовании устройства позитивной подачи эластомера с использованием двухфланцевых катушек можно менять коэффициент предварительного растяжения эластомерной нити отдельно для каждого прядильного блока, путем смены двухфланцевых катушек с различным соотношением диаметров d и D . Был изготовлен комплект катушек для следующих растяжений комплексной нити – 2,0; 2,2; 2,4; 2,6; 2,9; 3,2 раз.

Преимущество данной системы – простота конструкции, позволяющая подавать комплексную высокорастяжимую нить с минимальными изменениями в схеме пневмомеханической прядильной машины.

Заправка машины осуществляется следующим образом. Комплексная нить с бобины 1, находящейся в верхнем положении, заправляется в питающую трубку 12. При опускании рычага 5 закрепленная на нем бобина 1 прижимается к вращающейся двухфланцевой катушке 2. Бобина начинает вращаться, и комплексная нить подается через питающую трубку 12 в прядильную камеру. Опускание бобины осуществляется одновременно с заправкой волокнистой ленточки, поэтому комплексная нить сразу присучивается к формирующейся волокнистой ленточке. При обрыве комплексной нити рычаг 5 подымается вверх, для обеспечения перезаправки машины. Техническая характеристика модернизированной машины представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика модернизированной пневмомеханической машины ППМ-120-АМ

Наименование параметра	Значение
Линейная плотность вырабатываемой комбинированной высокорастяжимой пряжи, текс	20-50
Длина перерабатываемого волокна, мм	25—40
Вытяжка (расчетная)	35,1—220,2
Число кручений на 1 м	405-1500
Линейная плотность перерабатываемой ленты, ктекс	5—2,2
Наибольшая скорость выпуска пряжи, м/мин	76,5
Частота вращения прядильной камеры, мин ⁻¹ , при ее диаметре 67 мм	40000
Частота вращения дискретизирующих барабанчиков, мин ⁻¹	5000—8000
Шаг прядильных устройств, мм	120
Количество прядильных устройств в секции, шт.	20
Размеры цилиндрической бобины с пряжей, мм при шаге прядильных устройств 120 мм	56x98
Масса пряжи на катушке, кг	1,5-2
Максимальное число прядильных устройств на машине	100
Диаметр камеры прядильного устройства, мм	67
Размер питающей паковки, мм	214X900
Масса ленты в тазу, кг при его диаметре 220 мм без уплотнителей	До 3
Предварительное натяжение высокорастяжимой нити, раз	2,0-3,2

Кроме того, для обеспечения контроля каждого компонента на машину была установлена специальная система контроля обрыва.

В ходе исследований, была проведена оптимизация технологического процесса. За показатели качества высокорастяжимой пряжи были приняты разрывная нагрузка, коэффициент вариации по разрывной нагрузке, коэффициент вариации по линейной плотности. Целью оптимизации было достижение максимальной разрывной нагрузки и минимальной неравноты по разрывной нагрузке и линейной плотности.

По результатам оптимизации была построена область оптимума, представленная на рисунке 3.

Пряжа с наилучшими характеристиками будет формироваться при следующих показателях входных факторов: предварительное растяжение комплексной нити находится в пределах от 2,48 до 2,9 раз; крутка находится в пределах от 535 до 555 кр/м.

На модернизированной пневмомеханической прядильной машине ППМ-12-АМ были наработаны партии высокорастяжимых комбинированных пряж линейных плотностей 20-50 текс с оптимальными заправочными параметрами. Физико-механические свойства нитей 50 текс представлены в таблице 2. В процессе наработки не было выявлено принципиальных недостатков модернизации. Нарботанные высокорастяжимые комбинированные пряжи были проработаны в тканые изделия костюмно-плательного ассортимента. Для отделки нового вида тканей была проведена работа по разработке и оптимизации процесса отделки на оборудовании, имеющемся на Барановическом РУП «БПХО».

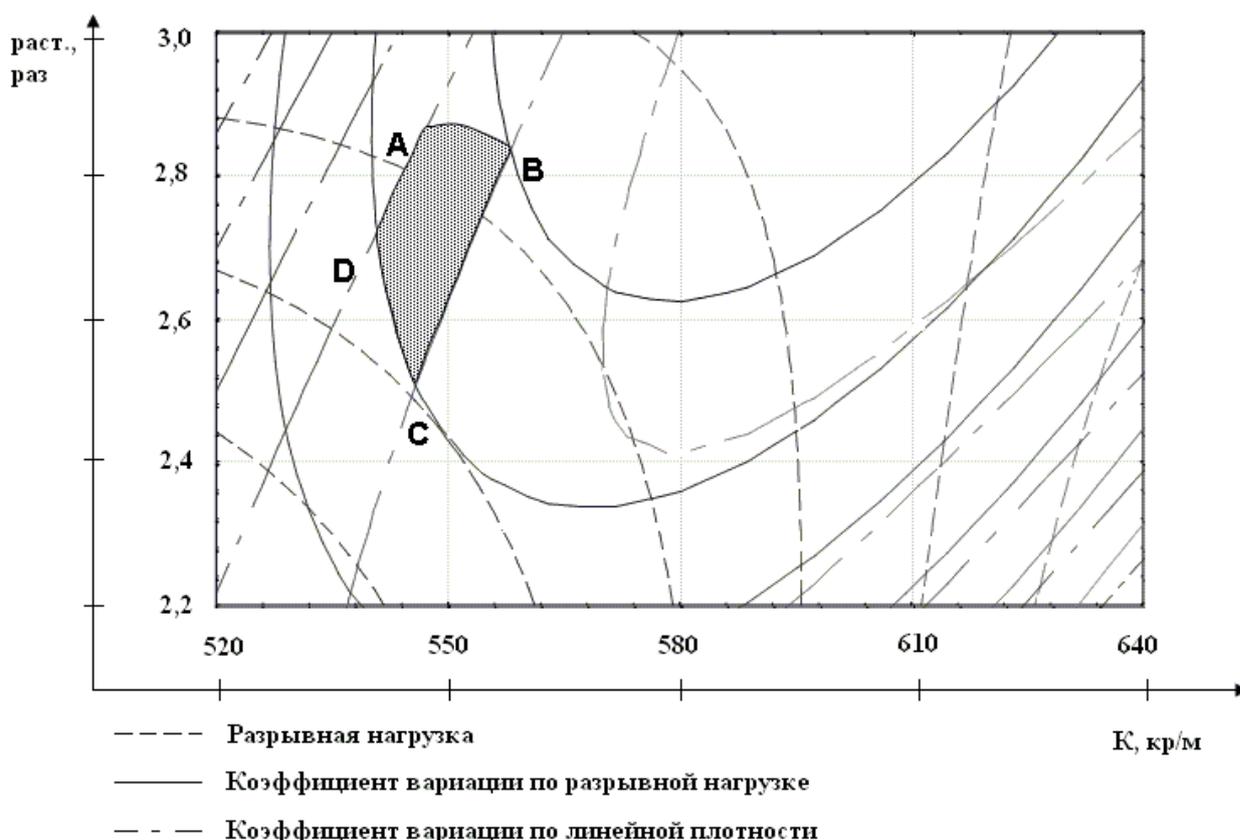


Рисунок 3 – Область оптимума зависимости физико-механических свойств комбинированной высокорастяжимой пряжи от крутки и предварительного растяжения комплексной нити

Таблица 2 – Физико-механические свойства высокоэластичной комбинированной пряжи 50 текс

Параметр	Значение
Разрывная нагрузка, сн/текс	12,2
Разрывное удлинение, %	11
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,8
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	7,4
Разрывное удлинение пряжи при нагрузке, составляющей 80 % от разрывной	4,6
Относительная разрывная нагрузка при удлинении, составляющем 40 % от разрывного	5,4

ВЫВОДЫ

Разработана схема модернизации пневмомеханической прядильной машины для получения высокоэластичной комбинированной пряжи. В условиях Барановического РУП «БПХО» произведена модернизация пневмомеханической прядильной машины ППМ-120-АМ. Проведена комплексная оптимизация технологического процесса, определены оптимальные параметры крутки и предварительного растяжения комплексной нити. Нарботаны опытные партии нитей, переработанных в тканые изделия плательно-костюмного ассортимента.

Статья поступила в редакцию 01.12.2009 г.

SUMMARY

The plan of modernization of open end spinning frame for producing combined high-elasticity yarns was developed. At the RUE "BSCE" enterprise the modernization of serial open end spinning frame PPM-120-AM was made. The optimization of the technological process was carried out and the optimal parameters of twist and elastomer thread draft were defined. The experimental variants of yarns were produced, which were processed later in assortment of cloth.

УДК 677.017:621.3

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИМИ НИТЯМИ

П.А. Костин, Е.Г. Замостоцкий (под руководством А.Г. Когана)

С появлением электрических и электронных устройств во всем мире защита от электромагнитных волн, излучаемых приборами, является одной из главных задач, которую необходимо решить. Среди различных предлагаемых решений, текстильные изделия и основанные на тканях композиционные материалы получили наиболее широкое распространение из-за универсальности этих текстильных материалов. Основным источником электромагнитного излучения – это электрические сигналы, испускаемые различными приборами. Электромагнитное излучение испускают: компоненты катушек индуктивности, цифровые устройства и

высоковольтные провода, несущие большой переменный ток в энергетических частотах, которые способны к испусканию СВЧ волн. Для решения проблемы защиты от электромагнитных волн необходимо экранировать (отражать) эти виды излучений.

Одним из способов экранирования электромагнитного излучения является применение тканей специального назначения с комбинированными электропроводящими нитями в основе и утке.

На кафедре ПНХВ разработана технология производства комбинированных электропроводящих нитей, где в качестве электропроводящего элемента была выбрана медная микропроволока. Этот выбор обусловлен тем, что медная микропроволока обладает высоким поглощением и низким отражением электромагнитной энергии, а также лучшими электрическими свойствами по сравнению с другими металлами. Материалы с высокими потерями за счет поглощения и низкой отражательной потерей очень эффективны для экранирования электромагнитной энергии [1]. Потери за счет поглощения определяются как результат удельной электропроводности (σ) и проницаемости (μ) [4,5].

На основе литературного анализа было установлено, что необходимый уровень экранирования электромагнитного излучения для использования в военных, электронных, бытовых и других отраслях составляет приблизительно 99,8 - 99,99%. Разработка тканей с такой эффективностью экранирования была бы эффективным решением для защиты человека и электронных приборов от излучения и электромагнитных помех.

Для наработки тканей специального назначения с экранирующими свойствами использовались комбинированные электропроводящие нити, содержащие в своей структуре медную микропроволоку диаметром 0,05 и 0,1 мм.

Наработка комбинированных электропроводящих нитей осуществлялась в производственных условиях ОАО «Витебский комбинат шёлковых тканей», РУП «БПХО» г. Барановичи и лаборатории кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ» на модернизированном прядильно-крутильном оборудовании. Сырьевой состав полученных комбинированных электропроводящих нитей представлен в таблице 1.

Образец нити №1 получен на модернизированной прядильно-крутильной машине ПК-100МЗ, образец нити №2 получен на модернизированной пневмомеханической прядильной машине ППМ-120АМ, а образцы комбинированных нитей №3 и №4 получены на модернизированной тростильно-крутильной машине ТК2-160М.

В условиях испытательного центра УО «ВГТУ» в соответствии с ГОСТ 19806—74 проведены испытания по определению электрического сопротивления комбинированных электропроводящих нитей. Физико-механические и электрофизические свойства полученных комбинированных электропроводящих нитей представлены в таблице 2.

В экспериментальной лаборатории кафедры «Ткачество» УО «ВГТУ» и производственных условиях ОАО «Витебский комбинат шёлковых тканей» из предложенных экспериментальных комбинированных электропроводящих нитей были наработаны опытные образцы экранирующих тканей специального назначения следующих переплетений: саржа 3/1, сатин и полотняное переплетение с различной плотностью нитей по основе и утке. Физико-механические свойства экспериментальных образцов тканей специального назначения представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Процентное содержание компонентов комбинированных электропроводящих нитей

№ образца	1		2		3		4	
Компонент	Комбинированная электропроводящая нить T=50 Текс		Комбинированная электропроводящая пряжа T=40 Текс		Комбинированная электропроводящая нить T=43,2 Текс		Комбинированная электропроводящая нить T=61,2 Текс	
	Текс	%	Текс	%	Текс	%	Текс	%
Медная микроволока	18	36	18	45	18	41,6	36	58,8
Комплексная полиэфирная нить	5,2*2	20,8	-	-	5,2	12,1	5,2	8,5
Хлопковая мычка	-	-	22	55	20	46,3	20	32,7
Полиэфирная мычка	21,6	43,2	-	-	-	-	-	-

Таблица 2 – Физико-механические свойства комбинированных электропроводящих нитей различного способа формирования

Компонент	Комбинированная электропроводящая нить T=50 Текс	Комбинированная электропроводящая пряжа T=40 Текс	Комбинированная электропроводящая нить T=43,2 Текс	Комбинированная электропроводящая нить T=61,2 Текс
Абсолютная разрывная нагрузка R_n , сН	700	350	580	614
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке CV_{R_n} , %	4	4,3	4,8	5,5
Разрывное удлинение R_u , %	14-16	4-6	10-14	10-14
Коэффициент вариации по разрывному удлинению CV_{R_u} , %	6,25	4,78	4,24	3,9
Электрическое сопротивление пряжи длиной 1 см R_{1cm} , Ом	$1,2 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$0,9 \cdot 10^2$

Для изучения зависимости эффективности экранирования от плотности тканей различного переплетения изучены удельные объемные электрические сопротивления тканей с медной микроволокой с разными плотностями по основе и утку наряду с различными диаметрами медной микроволоки.

Объемное удельное сопротивление ρ_v и проводимость электропроводящих тканей σ измерялись и вычислялись по следующим формулам [5].

$$\rho_v = R(\text{Ом}) \cdot RCF \cdot t(\text{см}); \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho_V}. \quad (2)$$

где R – сопротивление образца ткани, Ом; t – толщина ткани, см; σ – проводимость ткани 1/Ом*см; RCF – поправочный коэффициент сопротивления тканей.

Таблица 3 – Физико-механические свойства экспериментальных образцов тканей специального назначения

Наименование параметра	Единица измерения	Ткань, полученная с использованием электропроводящей пряжи				
		1	2	2А	3	3А
Номер образца ткани						
переплетение		неправильный шестинитный сатин	Саржа 3/1		полотняное	полотняное
Линейная плотность пряжи	текс	50	40		43,2	61,2
Плотность суровой ткани по основе	н/10см	180	180	210	180	180
Плотность суровой ткани по утку	н/10см	160	160	180	160	160
Разрывная нагрузка полоски ткани 50*200мм -по основе -по утку	Н	1543,1	1153,6	1154,2	1619,5	1595,8
	Н	620,5	480,7	487,3	634,8	632,4

Экранирующие ткани были исследованы в сертифицированной лаборатории РУП «БелГИМ» на диапазонах частот от 1,2 до 11 ГГц. Эффективности экранирования тканей специального назначения различных переплетений представлены на рисунке 1.

На рисунке 1 представлены измерения эффективности экранирования электромагнитного излучения тканями специального назначения с различным переплетением. Результаты измерения электромагнитного излучения представлены в таблице 4. Значение эффективности электромагнитного экранирования достигло максимума на частоте 4 ГГц и снизилось на частоте 5,64ГГц. При анализе ткани саржевого переплетения наблюдается незначительное уменьшение экранирующей способности на частотах 5,64ГГц и 11,5ГГц.

В свою очередь полотняное переплетение экранирующих тканей имеет незначительное снижение экранирующей способности только на частоте 11,5ГГц.

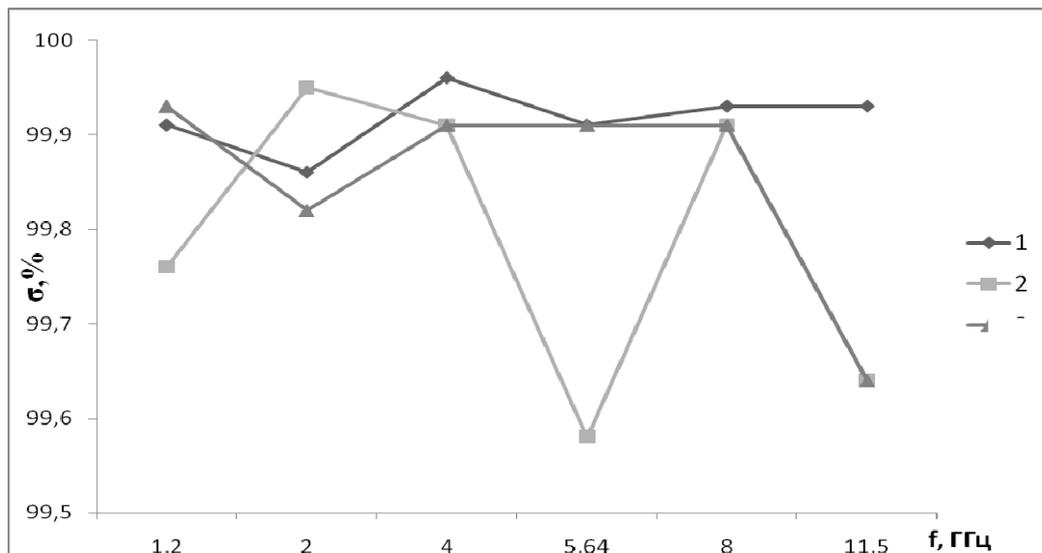


Рисунок 1 – Эффективность экранирования тканей специального назначения: 1 – неправильный шестинитный сатин; 2 – саржа 3/1; 3 – полотно

Установлено, что ткань сатинового переплетения обеспечивает лучшую группировку нитей по сравнению с другими переплетениями, что обуславливает более равномерную экранирующую способность на всём диапазоне исследуемых частот. Данные зависимости обусловлены структурными особенностями выбранных переплетений ткани.

Таблица 4 – Результаты измерения эффективности экранирования электромагнитного излучения тканями специального назначения

Частота f, ГГц	Номера образцов ткани				
	1	2	2А	3	3А
	Эффективность экранирования σ , %				
1,2	99,91	99,76	99,81	99,93	99,94
2	99,86	99,95	99,95	99,82	99,93
4	99,96	99,91	99,92	99,91	99,95
5,64	99,91	99,58	99,72	99,91	99,95
8	99,93	99,91	99,9	99,91	99,95
11,5	99,93	99,64	99,92	99,64	99,79

При анализе влияния плотности по основе и утку на экранирующую эффективность опытных образцов тканей исследовались образцы под номерами 2 и 2А (таблица 3). Результаты исследования представлены на рисунке 2.

Образцы 2 и 2А имеют разную эффективность электромагнитного экранирования. Увеличение эффективности экранирования образца ткани 2А связано с увеличением плотности по основе и утку, что обусловлено наличием повышенного содержания медной микропроволоки на квадратный метр ткани. Кроме того, преимуществом использования тканей саржевого переплетения является то, что они имеют низкую пористость по сравнению с другими переплетениями. С целью изучения влияния диаметра медной микропроволоки в структуре ткани специального назначения были исследованы образцы под номерами 3 и 3А (таблица 3). При определении влияния диаметра медной микропроволоки установлено, что этот показатель имеет значительное влияние на эффективность экранирования ткани. На рисунке 3 показана зависимость влияния диаметра медной микропроволоки на эффективность электромагнитного экранирования при неизменных плотностях ткани 3 и 3А по основе и утку. Из

рисунка видно, что с увеличением диаметра медной микропроволоки наблюдается общее увеличение эффективности экранирования.

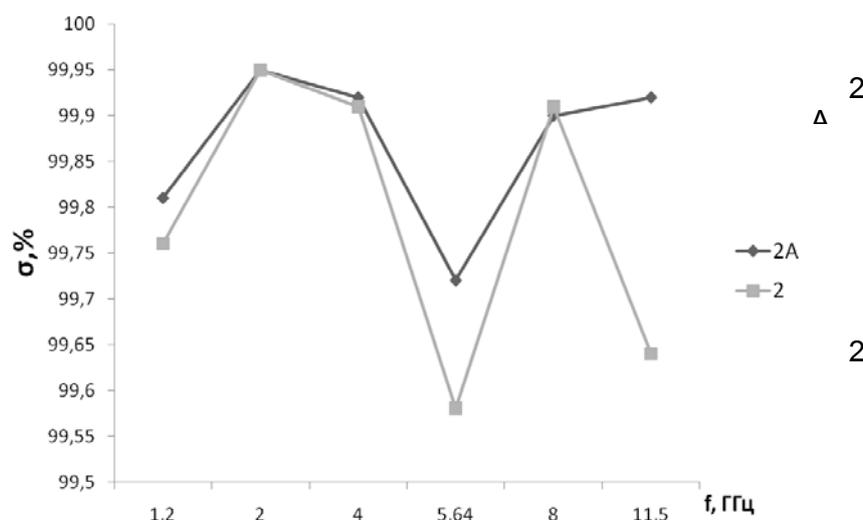


Рисунок 2 – Влияние плотности по основе и утку на эффективность электромагнитного экранирования

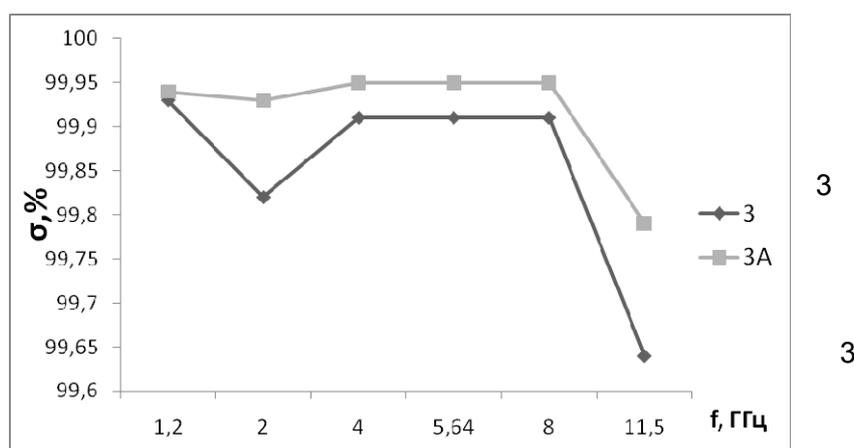


Рисунок 3 – Влияние диаметра медной микропроволоки на эффективность электромагнитного экранирования

Способ получения экранирующих тканей специального назначения успешно доказал свою целесообразность. Было установлено, что эффективностью электромагнитного экранирования тканей специального назначения с использованием медной микропроволоки можно варьировать путем изменения переплетения, плотности ткани по основе и утку, а также диаметра медной микропроволоки.

Установлено, для достижения максимальной экранирующей способности наиболее целесообразно вырабатывать ткани сатинового переплетения с максимально возможной плотностью ткани по основе и утку 1 – неправильный шестинитный сатин; 2 – саржа 3/1; 3 – полотно.

с диаметром медной микропроволоки 0,1 мм.

Дальнейшие исследования по изучению влияния структуры тканей специального назначения на экранирующую способность должны проводиться в целях возможности использования таких тканей в автомобильной промышленности, авиации, строительстве, бытовой электронике, электроприборах и проводящего наполнителя в композитных материалах.

Список использованных источников

1. Сподобаев, Ю. М. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – Москва : Радио и связь 2000. – 240 с.
2. Левит, Р. М. Электропроводящие химические волокна / Р. М. Левит. – Москва : Химия, 1986. – 200 с.
3. Протокол испытаний №76/43 от 30 мая 2008, РУПП «БелГИМ», производственно - исследовательский отдел радиоэлектронных измерений.
4. Electromagnetic Shielding Effectiveness of Stainless of stainless steel/polyester woven fabrics / Cheng, K. B., Lee M. L., Textile research journal– Republic of China, 2001.
5. Effect of stainless steel-containing fabrics on electromagnetic shielding effectiveness / Ching-luan Su, Jin-Tsair Chern – Republic of China, 2004.

Статья поступила в редакцию 21.04.2010 г.

SUMMARY

The scientific article is devoted to the complex analysis of shielding properties of fabrics for special purposes with the combined electro conductive yarns in structure. The values of main physical-mechanical properties of electro conductive yarns and fabrics for special purposes are determined. The results of experiment by defining of influence different weaves and densities of fabrics for special purposes at shielding efficiency are described. It is defined, that for reaching of maximal shielding efficiency the most optimally to manufacture the fabrics of satin переплетений with the maximally possible densities, with the diameter of copper filament – 0,1 mm.

УДК 678.664

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО РЕЦИКЛИНГА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

К.С. Матвеев, В.В. Пятюв

Отходы пенополиуретанов (ППУ), образующиеся при изготовлении обувных подошв методом жидкого формования, относятся к группе реактопластов, плохо поддающихся переработке и утилизации. При захоронении отходов полиуретана образуются вредные продукты, а при его сжигании выделяются токсичные газы, что отравляет окружающую среду.

В то же время, отходы ППУ являются ценным материалом, способным при правильной переработке значительно уменьшить экспорт определенных видов полимеров в Республику Беларусь. Процесс переработки отходов обувных ППУ эффективно реализуется на шнековых экструзионных машинах. Так еще в 1980 году в ФРГ был разработан процесс рециклинга отходов ППУ, который реализовывался на шнековом экструдере специальной конструкции. Продукт переработки в виде гранулированного термопластичного материала использовался для производства подошв специальной обуви, изготовления литой обуви, каблуков, подносок и некоторых видов технических изделий [1].

В СССР и на постсоветском пространстве переработка отходов полиуретана в промышленных масштабах не осуществлялась. Попытки получения вторичного регенерата из отходов ППУ на вальцовых механизмах, ввиду низкой производительности процесса, не принесли существенного экономического эффекта и были приостановлены [2].

Работы в области переработки отходов ППУ ведутся в УО «Витебском государственном технологическом университете» более 20 лет. Разработанный сотрудниками университета процесс рециклинга отходов ППУ осуществляется на шнековом экструдере, специально спроектированном для этих целей. При переработке отходы ППУ подвергаются интенсивной термомеханической обработке, в результате чего происходит частичный переход реактопласта в термопластичное состояние [3]. Такой процесс в отечественной литературе называют термомеханической деструкцией [4], а в зарубежной литературе, применительно к отходам полиуретанов, – процессом линеизации [1].

Действительно, термическая деструкция, которая наиболее интенсивно протекает в шнековых экструзионных машинах, полностью изменяет поперечно-сшитую молекулярную структуру и вызывает сокращение числа связей между макромолекулами полимера. В результате трехмерная пространственная структура частично превращается в линейную и материал приобретает свойства термопласта. При этом в макромолекулах сохраняются короткоцепные аллофанатные и биуретовые группы, которые обеспечивают повышенные прочностные характеристики нового материала.

Ранее было высказано предположение [5] о возможности ускорения реакции термомеханической деструкции (линеизации) путем введения химических реагентов, содержащих активные гидроксигруппы (-ОН). Это полностью подтвердилось на практике [3], что позволило осуществлять ускоренный процесс линеизации, при этом дополнительно снижалась температура процесса деструкции, что значительно повышало эффективность переработки.

Однако эти исследования не дали ответа на вопрос о том, какие именно изменения протекают в структуре материала при многократных циклах термомеханической переработки, и насколько при этом изменяются его физико-механические характеристики.

В представленной статье описаны исследования влияния многократной термомеханической переработки на структуру и физико-механические свойства материала, получаемого из отходов обувных ППУ, которые были предоставлены предприятием СООО «МАРКО». Эти отходы образуются в результате изготовления подошв обуви.

Методика получения образцов следующая. Предварительно измельченные отходы ППУ подвергались уплотнению на шнековом экструдере. Интенсивное термическое и механическое воздействие на термореактивный материал вызывали его термическую деструкцию («линеизацию»), в результате чего он приобретал термопластичные свойства. Полученный термопласт выдавливался через прямоугольную фильеру с выходным отверстием 8×120 мм и сразу же подвергался формованию в закрытой пресс-форме при давлении в 4,5 МПа и температуре 90-95°С.

Из полученных спрессованных пластин отбирали партию образцов для проведения последующих испытаний, а оставшиеся пластины вновь измельчали и подвергали повторной переработке. Таким образом, было получено семь образцов, первый из которых подвергался однократной переработке на шнековом экструдере, а седьмой образец, соответственно, семь раз. В проведенном эксперименте отходы ППУ подвергались многократному термическому воздействию, в результате каждого процесса должен происходить частичный распад молекул полиуретана на исходные компоненты с образованием углекислого газа, олефина и аминов. При этом в самом материале должны значительно ухудшаться физико-механические характеристики, за счет необратимых изменений в структуре.

Например, для поливинилхлоридов подобная многократная термомеханическая переработка приводит к практически полной деструкции и резкому ухудшению физико-механических свойств и, прежде всего, предела прочности при растяжении [6].

Исследование зависимости физико-механических характеристик образцов от кратности переработки проводилось на испытательном комплексе «INSTRON» в отделе «Материаловедение и технология рециклинга полимерных систем» Института механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель) по стандартным методикам в соответствии с действующими ТНПА на изделия из полимерных материалов. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики материала из отходов

Наименование показателей	Кратность переработки, раз			
	1	3	5	7
Предел прочности при растяжении, МПа	6,48	6,31	6,12	5,02
Модуль упругости при растяжении, МПа	6,84	6,92	6,98	6,99
Деформация при разрыве, %	235	230	230	195
Крутящий момент, Н·м	6,8	6,7	6,7	6,7
Ударная вязкость, кДж/м ²	40	39,9	39,8	39,6
Модуль тангенциальный, МПа	3,43	3,42	3,4	3,35
Предел прочности при сжатии, МПа	3,3	3,3	3,3	3,3

Как видно из таблицы, с повышением кратности переработки отходов ППУ в материале действительно происходит падение прочности примерно на 25% и снижение деформации при разрыве на 15%. При этом сами значения остаются на удовлетворительном уровне, что позволяет использовать для изготовления изделий даже материал, прошедший семикратную переработку. Причины изменения прочностных характеристик могут быть связаны либо с уменьшением молекулярной массы полимера (из-за процесса линеизации), либо с изменениями в структуре полимера.

Для определения влияния кратности переработки на структуру вновь полученных термопластичных материалов использовался метод инфракрасной спектроскопии (ИКС), который по наличию полос поглощения в спектре полимера позволяет судить о функциональных группах, входящих в молекулу. Инфракрасная спектроскопия является одним из самых распространенных методов структурного анализа и идентификации органических соединений. ИК-спектр позволяет практически однозначно идентифицировать полимер или, по крайней мере, молекулярные группы, входящие в полимер [7].

ИК-спектры были получены на ИК-спектрофотометре с Фурье преобразованием фирмы *Intertech Trading Corporation* (США). На рисунке 1 приведен ИК-спектр вторичного материала из отходов обувного ППУ, который был подвергнут термомеханическому воздействию один раз.

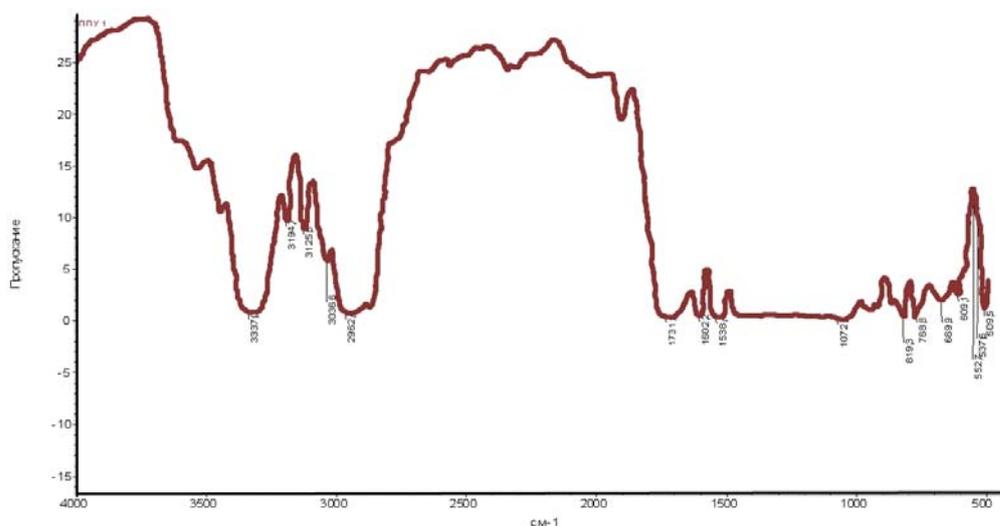


Рисунок 1 – ИК-спектры вторичного материала из отходов обувного ППУ

На рисунке 2 приводятся ИК-спектры семи образцов, соответствующих термомеханической переработке от первой до седьмой.

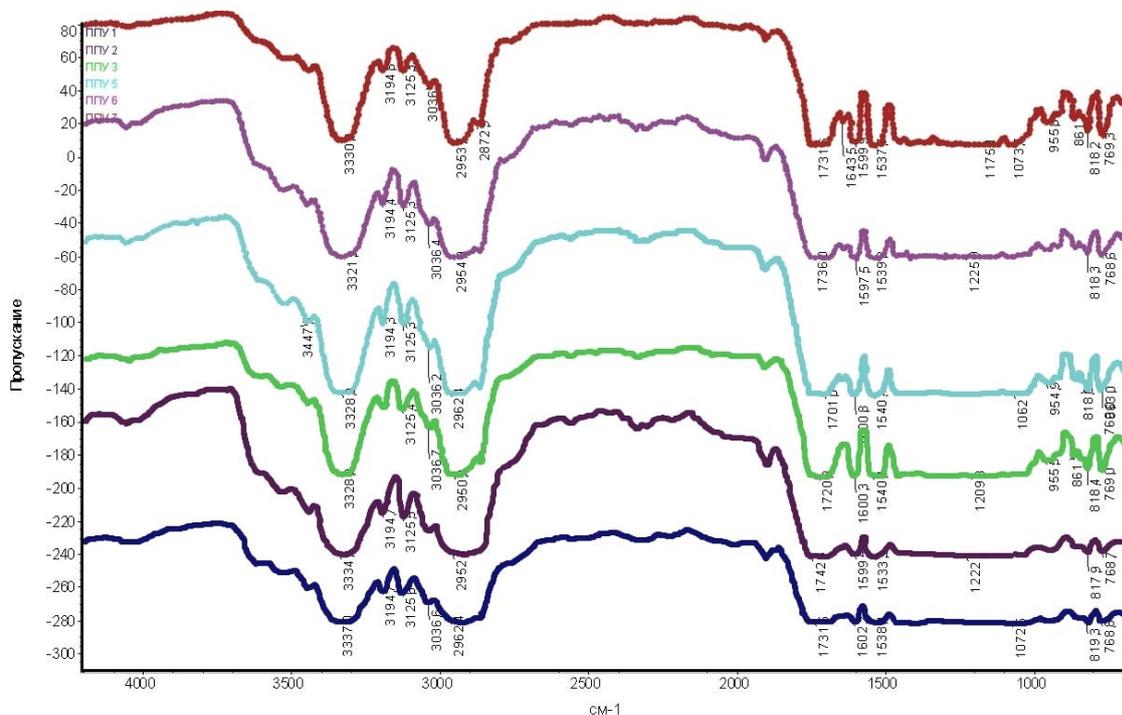


Рисунок 2 – ИК-спектры материала из отходов обувного ППУ в зависимости от кратности переработки

В результате анализа полученных ИК-спектров материалов из отходов ППУ в зависимости от кратности переработки, можно сделать вывод о наличии незначительных изменений, проявляющихся в смещении и перераспределении интенсивности полос исходного полимера.

ИК-спектры имеют полосы поглощения в области 3300 см^{-1} , отвечающие валентным колебаниям NH и NH_2 , а также полосы при 1730 см^{-1} групп CO (Амид I), в области $1520\text{--}1650\text{ см}^{-1}$ (Амид II). Кроме того, проявляются слабо выраженные полосы колебания ($\nu(\text{C-O})$) при 1220 см^{-1} . Полосы поглощения ($\nu_{\text{asym}}(\text{O-C-O})$) при 1120 см^{-1} являются сильными для материала однократной переработки, для последующих переработок несколько смещаются и проявляются с низкой интенсивностью. Характеристические полосы поглощения фенильного фрагмента

проявляются в области 1420-1600 см⁻¹. ИК-спектры в области 2959 см⁻¹ отвечают колебаниям CH₃ групп.

При сравнении полученных ИК-спектров для семи образцов определено, что исследуемые материалы относятся к полиуретанам, при этом серьезных химических изменений в их структуре при многократных переработках не происходит, о чем свидетельствуют совпадения пиков колебания структурных звеньев. Наблюдаемое возрастание интенсивности полос колебаний ароматического скелета при 760 и 820 см⁻¹ указывает на присоединение дополнительного фенильного фрагмента.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать:

- в результате рециклинга отходов сшитого ППУ посредством термомеханического метода получен полимер, который можно отнести к термопластичным полиуретанам и подвергать многократной переработке;
- многократная термомеханическая переработка на шнековых экструдерах практически не оказывает влияния на структуру вторичных материалов, получаемых из отходов обувных ППУ;
- снижение прочностных характеристик в результате многократной переработки связано с уменьшением молекулярной массы полимера.

Список использованных источников

- 1 Claus, M. Aufbereitung von Abfällen aus teilvernetzten Polyurethanintegralschäumen / M. Claus, H. Krell, H.-J. Radasch // Plaste und Kautschuk, 1980. - № 5. - p. 276-278.
- 2 Островский, В. С. Использование производственных полиэфирных отходов в народном хозяйстве / В. С. Островский [и др.] // Кожевенно-обувная промышленность. – 1980. – №11. – С. 31-33
- 3 Солтовец, Г. Н. Исследование влияния деструктирующих факторов на процесс термомеханической переработки отходов полиэфируретанов / Г.Н. Солтовец, А. Н. Буркин, К. С. Матвеев // Вестник ВГТУ. Третий. – 2001. – С. 90-94
- 4 Вейнберг, И. А. Совершенствование технологии производства низа на обуви из полимерных материалов // Кожевенно-обувная промышленность. – 1983. – №8. – С. 29-30
- 5 Матвеев, К. С. Рециклинг интегральных полиуретановых композиций / К. С. Матвеев, Г. Н. Солтовец, А. Н. Буркин // Пластические массы. – 2002. - № 10.
- 6 Лосев, И. П. Химия синтетических полимеров / И. П. Лосев, Е. Б. Тростянская. – Москва : Химия, 1971. – 616 с., ил., табл.
- 7 Тарутина, Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина, Ф. О. Позднякова. – Ленинград : Химия, 1986. – 534 с.

Статья поступила в редакцию 01.04.2010 г.

SUMMARY

In the article, influence of multiply processing on the structure and physical-mechanical properties of material formed from waste pieces of foamed polyurethane soles is investigated.

Test pieces were produced on a screw extruder by means of multiply thermo-mechanical recycling. Then they were finally formed in compression mould under pressure of 4.5 MPa with using temperature at the range of 90 to 95 °C.

Researches were made on «INSTRON» test unit and Fourier-transform infra-red spectrometer of Intertech Trading Corporation, USA.

It is defined, that multiply thermo-mechanical processing on a screw extruder does not influence on the structure of secondary materials formed from waste pieces of foamed

polyurethane soles. Strength properties of material decrease because of reduction of polymer molecular weight.

УДК 677.4.022

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КРУЧЕНИЯ ОГНЕТЕРМОСТОЙКИХ НИТЕЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНА АРСЕЛОН-С

М.Н. Михалко, В.В. Садовский, В.Н. Докучаев

Обзор рынка огнестойких тканей для боевой одежды пожарных-спасателей (БОПС) показал, что в большинстве случаев для их получения применяется пряжа из штапельных волокон номекс, арселон-С, русар и др. [1, 2]. Предпочтение пряже, а не комплексным нитям, отдается в связи с тем, что ткани из пряжи обладают мягкостью, меньшей сминаемостью, хорошо сохраняют тепло. Кроме того, затраты на производство штапельного волокна примерно в 2 раза ниже затрат на выработку того же количества комплексных нитей. Даже с учетом затрат в прядильном производстве пряжа оказывается значительно дешевле комплексных нитей [3].

Вместе с тем известно, что одним из главных требований является стабильность и сохранение формы БОПС в процессе эксплуатационных воздействий [4]. Формоустойчивость — сложная комплексная характеристика, одним из критериев которой является жесткость применяемых материалов. Повышают жесткость и тем самым формоустойчивость тканей обычно путем применения при их выработке комбинированных нитей, состоящих из пряжи и более жестких комплексных нитей (например, комбинированная нить из пряжи арселон-С и комплексной нити русар [5]). Комплексные нити арселон-С в производстве огнестойких тканей ранее не применялись и в связи с этим технологические характеристики их получения исследованы не в полной мере.

Учитывая вышеизложенное, цель работы заключалась в оптимизации процесса кручения комплексных нитей арселон-С, рекомендованных для применения в производстве огнестойких тканей для БОПС.

Объектами исследования являлись крученые нити арселон-С, состоящие из двух комплексных нитей, линейной плотности 29,4 текс х 2. Нарботка нитей и оптимизация процесса их кручения осуществлялась на РУП «Светлогорское производственное объединение «Химволокно». Исследования проведены с использованием математических методов планирования эксперимента [6]. Применен двухфакторный ортогональный центрально-композиционный план, где в качестве факторов были приняты: X_1 — крутка комплексной нити, кр/м; X_2 — крутка крученой нити, состоящей из двух комплексных нитей, кр/м.

Уровни и интервалы варьирования факторов X_1 и X_2 были установлены на основании анализа литературных источников, а также технических возможностей крутильного оборудования (тростильно-крутильной машины ТКД) (таблица 1).

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы		Уровни варьирования			Интервалы варьирования
		-1	0	+1	
Крутка комплексной нити, кр/м	X_1	160	210	260	50
Крутка крученой нити, состоящей из двух комплексных нитей, кр/м	X_2	100	140	180	40

В качестве критериев оптимизации были приняты основные механические и огнезащитные показатели крученых нитей, а также неравномерность показателей разрывных характеристик, которая оценивается коэффициентами вариации по относительной разрывной нагрузке и удлинению при разрыве. Совокупность этих показателей определяет качество огнестойких нитей и обеспечивает выпуск тканей необходимого уровня:

Y_1 — относительная разрывная нагрузка нити, P_o , сН/текс;

Y_2 — коэффициент вариации по относительной разрывной нагрузке, $C(P_o)$, %;

Y_3 — удлинение при разрыве, ρ , %;

Y_4 — коэффициент вариации по удлинению при разрыве, $C(\rho)$, %;

Y_5 — термостойкость, T , %.

Исследуемые показатели определялись в соответствии со стандартными методиками [7, 8]. Термостойкость нитей определяли отношением разрывной нагрузки нитей после прогрева в течение 25 ч при температуре 350 °С к их исходной разрывной нагрузке.

План и результаты эксперимента представлены в таблице 2. Обработка результатов эксперимента проводилась на ЭВМ с использованием прикладных программ.

Получены математические зависимости, с использованием которых можно прогнозировать значение показателей свойств Y_1 - Y_5 крученых нитей арселон-С при различных величинах крутки X_1 и X_2 :

$$Y_1 = 30,17 + 0,92X_1 + 0,66X_2 - 1,15X_1^2, \quad R^2 = 0,97; \quad (1)$$

$$Y_2 = 0,75 - 0,55X_1 - 0,59X_2 + 1,01X_1^2 + 0,62X_2^2, \quad R^2 = 0,98; \quad (2)$$

$$Y_3 = 8,57 - 0,67X_1 + 1,05X_2 + 2,87X_1^2, \quad R^2 = 0,96; \quad (3)$$

$$Y_4 = 6,00 + 2,08X_1 - 3,40X_2 - 3,98X_1X_2 + 7,51X_1^2 + 5,90X_2^2, \quad R^2 = 0,99; \quad (4)$$

$$Y_5 = 61,97 + 7,05X_1 + 7,70X_2 - 3,57X_1X_2 - 6,53X_1^2 + 4,65X_2^2, \quad R^2 = 0,99. \quad (5)$$

На основе уравнений (1)-(5) получены двухмерные сечения поверхностей отклика критериев оптимизации, совмещением которых определена область оптимальных значений крутки крученой нити арселон-С линейной плотности 29,4 текс х 2, ограниченная линиями уровней значений показателей (рисунок 1): X_1 (крутка комплексной нити) — 198-240 кр/м; X_2 (крутка крученой нити, состоящей из двух комплексных нитей) — 166-180 кр/м.

При выборе ограничений исходили из того, что согласно ТУ 00204056.056-1997 [8] Т нити арселон-С линейной плотности 29,4 текс должна быть не менее 25%, P_o — не менее 27,0 сН/текс, ρ — не менее 3,0%. Для получения крученой нити арселон-С линейной плотности 29,4 текс х 2 наиболее высокого качества значения указанных показателей ужесточены (T — не менее 70,07%; P_o — не менее 30,50 сН/текс, ρ — не менее 9,10%) и дополнительно введены следующие показатели: $C(P_o)$ — не более 0,97%; $C(\rho)$ — не более 8,85%.

Таблица 2 — План и результаты эксперимента по исследованию влияния крутки на свойства нитей асрелон-С линейной плотности 29,4 текс х 2

№ опыта	Матрица планирования опытов		Рабочая матрица		Выходные параметры				
	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂	Y ₁ относительная разрывная нагрузка нити, P ₀ , сН/текс	Y ₂ коэффициент вариации по относительной разрывной нагрузке, C (P ₀), %	Y ₃ удлинение при разрыве, P, %	Y ₄ коэффициент вариации по удлинению при разрыве, C (P), %	Y ₅ термостойкость, T, %
1	-1	-1	160	100	27,84	3,68	10,8	17,79	41,11
2	+1	-1	260	100	28,95	2,63	9,2	29,92	61,67
3	-1	+1	160	180	28,33	2,43	12,5	17,58	65,39
4	+1	+1	260	180	30,72	1,06	13,0	13,78	71,68
5	-1	0	160	140	28,13	2,11	13,2	10,75	47,96
6	+1	0	260	140	30,16	1,2	10,6	14,88	63,43
7	0	-1	210	100	29,23	1,65	7,9	13,22	60,93
8	0	+1	210	180	30,92	0,88	8,9	9,18	72,83
9	0	0	210	140	30,36	0,98	8,8	7,41	61,45

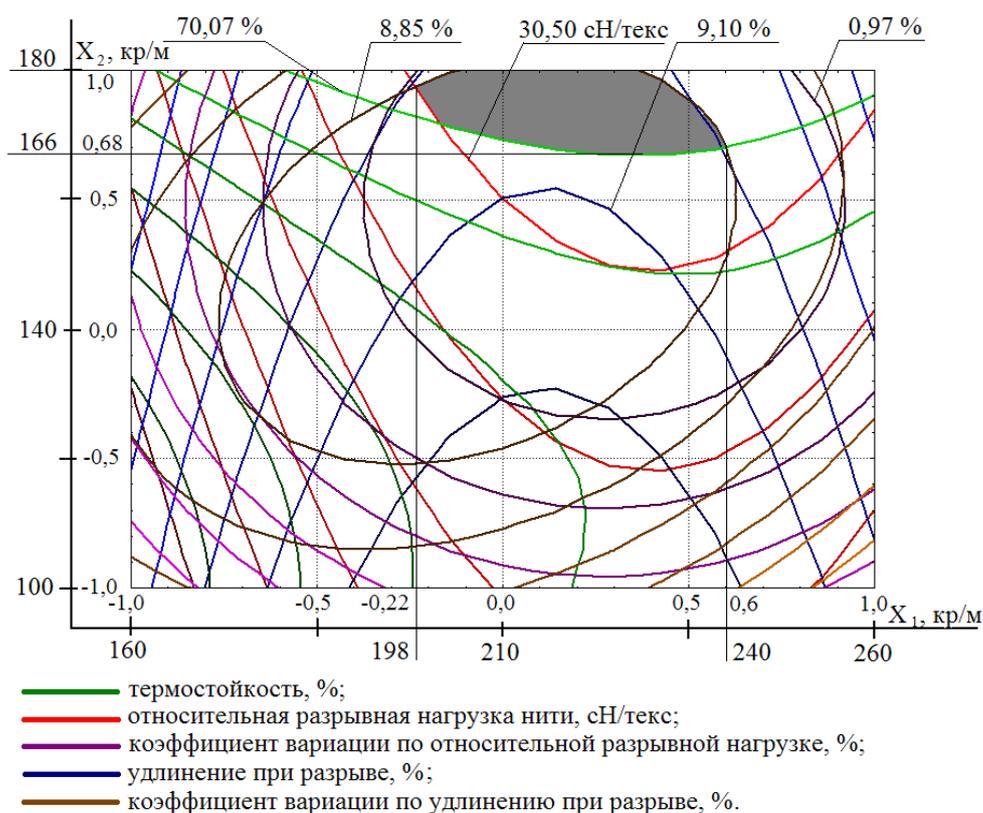


Рисунок 1 — Совмещение двумерных сечений поверхностей отклика критериев оптимизации для выбора оптимальных условий процесса кручения нитей асрелон-С

На рис. 1 видно, что при указанных значениях круток P_o составит не менее 30,5 сН/текс, $C(P_o)$ — не более 0,97%, ρ — не менее 9,1%, $C(\rho)$ — не более 8,9%, T — не менее 70,1%.

При указанных оптимальных значениях входных факторов произведена экспериментальная наработка нити арселон-С линейной плотности 29,4 текс x 2 (таблица 3). Физико-механические свойства полученных нитей: P_o – 30,53 сН/текс, $C(P_o)$ – 0,88%, ρ – 12,4%, $C(\rho)$ – 8,8%, T – 73,8%.

Отклонение фактических и расчетных значений не превышает 5%, что свидетельствует о достоверности полученных математических моделей и возможности применения их на практике. Значения показателей свойств нитей соответствуют предъявляемым требованиям, а процесс кручения не вызывает затруднений.

Таблица 3 — Расчетные и фактические значения свойств выработанной нити арселон-С

Наименование показателя	Значение	
	расчетное	фактическое
Крутка комплексной нити, кр/м	210	212
Крутка крученой нити, состоящей из двух комплексных нитей, кр/м	180	178
Относительная разрывная нагрузка нитей, P_o , сН/текс	30,83	30,53
Коэффициент вариации по относительной разрывной нагрузке нитей, $C(P_o)$, %	0,78	0,88
Удлинение при разрыве, ρ , %	11,82	12,4
Коэффициент вариации по удлинению при разрыве, $C(\rho)$, %	8,5	8,8
Термостойкость, T , %	74,32	73,8

Полученные при рекомендованных значениях крутки нити 29,4 текс x 2 в сочетании с пряжей линейной плотности 29 текс x 2 на основе волокна арселон-С использовались в экспериментальной наработке огнетермостойких тканей трех видов переплетений, а для сравнения набивались ткани из этих же волокон с применением пряжи по основе и по утку (таблица 4).

Таблица 4 – Жесткость экспериментальных огнетермостойких тканей

Вид переплетения	Плотность ткани		Структура нитей		Жесткость, сН·см ²	
	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку
Саржа 2/2	280	189	Пр	Пр	172,2	153,3
			Пр	Н	249,1	462,5
Креповое	280	184	Пр	Пр	215,2	200,7
			Пр	Н	228,8	758,9
Неправильный атлас	280	184	Пр	Пр	343,0	108,8
			Пр	Н	357,8	555,8

Примечание. В таблице приняты следующие сокращения: Пр – пряжа линейной плотности 29 текс x 2 на основе волокна арселон-С, Н – нить линейной плотности 29,4 текс x 2 на основе волокна арселон-С.

Из НПБ 161-97 [9] известно, что жесткость при изгибе материалов, применяемых для производства специальной защитной одежды, должна быть не более 830 сН·см².

Как видно из таблицы 4, жесткость экспериментальных тканей составляет 172,2-357,8 сН·см² по основе и 108,8-555,8 сН·см² по утку, что соответствует предъявляемым требованиям к материалам данного типа. Применение крученых нитей, полученных при рекомендованных режимах, позволило получить ткани с более высокой жесткостью по сравнению с тканями, выработанными по обеим системам из пряжи. Это объясняется большей жесткостью экспериментальных крученых нитей по сравнению с жесткостью пряжи, что позволит повысить формоустойчивость изделий из них.

ВЫВОДЫ

Выявлены зависимости между значениями показателей свойств крученых нитей арселон-С, состоящих из двух комплексных нитей, линейной плотностью 29,4 текс 2 и величинами их первичной и вторичной круток, позволяющие определять значения показателей свойств нитей при различных величинах крутки.

Установлено, что лучшим комплексом потребительских свойств обладают нити, полученные при следующих величинах крутки: комплексной нити — 198-240 кр/м; крученой нити, состоящей из двух комплексных нитей, — 166-180 кр/м.

Огнетермостойкие ткани, выработанные с применением крученых нитей, соответствуют предъявляемым требованиям и имеют большую жесткость, чем ткани, выработанные по обеим системам из пряжи, что позволит повысить формоустойчивость БОПС.

Список использованных источников

1. Русецкий, Ю. Г. Технология получения огнетермостойкой пряжи и тканей специального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. Наук : 05.19.02 / Ю. Г. Русецкий ; ВГТУ. — Витебск, 2002. — 22 с.
2. Медвецкий, С. С. Возможность использования волокна «русар» для боевой одежды пожарных-спасателей / С. С. Медвецкий, М. А. Терентьев // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. тез. докл. IV междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6-8 июня 2007 г.: в 3 т. / НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций ; редкол.: Э. Р. Бариев [и др.]. — Минск, 2007. — Т.2. — С. 311-313.
3. Особенности свойств и переработки химических волокон / под ред. В. А. Пакшвера. — М.: Химия, 1975. — 424 с.
4. Чубарова, З. С. Методы оценки качества специальной одежды / З. С. Чубарова. — М.: Легпромбытиздат, 1988. — 160 с.
5. Алахова, С. С. Новая технология получения огнетермостойких нитей / С. С. Алахова, С. С. Медвецкий, А.Г. Коган // Научный альманах. Специальный выпуск журнала "Текст. пром.-ть". — 2005. — №7-8. — С. 21-23.
6. Михалко, М. Н. Формирование потребительских свойств огнетермостойких полиоксидазольных нитей и тканей на их основе для боевой одежды пожарных-спасателей на этапе производства : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.19.08 / М. Н. Михалко ; БГЭУ. — Минск, 2009. — 21 с.
7. Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве : ГОСТ 6611.2-73. — введ. 1973-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 1973. — 8 с.
8. Нить техническая оксалоновая. Технические условия : ТУ РБ 00204056.056-1997. — введ. 1997-20-04. — Светлогорск: РУП "СПО "Химволокно", 1997. — 6 с.
9. Специальная защитная одежда пожарных от повышенных тепловых воздействий. Общие технические требования. Методы испытаний : НПБ 161-97. — введ. 1997-01-12. — М.: ВНИИПО МВД России, 1997. — 37 с.

Статья поступила в редакцию 28.04.2010 г.

SUMMARY

We applied the method of mathematical planning of experiment and a graphic method to determine the area of optimum values of twist of 29.4 tex 2 linear density Arselon-C thread.

The possibility of increasing rigidity of fire-thermo-resistant fabrics has been shown while using twisted threads in a welf in comparison with the fabrics developed on a warp and on a welf from a yarn.

УКД 677.04

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ГЕОТЕКСТИЛЯ И ГЕОСИНТЕТИКИ: ОСОБЕННОСТИ, МАСШТАБЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Г.К. Мухамеджанов, Ю.Я. Тюменев, О.Г. Мухамеджанова, Ю.В. Назарова

В настоящее время на российском рынке существует более 100 типов и структур геосинтетики, объемы потребления ГМ с каждым годом увеличиваются, а области их применения расширяются. Методы испытаний ГМ разнообразны в зависимости от областей применения, назначения и типов. Так, например, на методы испытаний ГМ действуют 90 стандартов ISO и EN, которые пересматриваются и совершенствуются через каждые 5 лет.

Прямое применение стандартов на методы испытаний ГМ затрудняется отсутствием соответствующих приборов и испытательной базы. Поэтому у нас действуют только 6 национальных стандартов на методы испытаний ГМ, гармонизированных со стандартами ISO. Работы по гармонизации национальных стандартов на методы испытаний ГМ со стандартами ISO и EN ведутся крайне медленно, хотя темпы и объемы производства и применения геосинтетики из года в год расширяются.

Ключевые слова: георешетки, геосетки, геокомпозиты в армогрунтовом строительстве в качестве армирующих элементов

СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ГЕОСИНТЕТИКИ

Нетканые полотна и изделия из них наиболее востребованы на российском рынке и широко используются в отечественной практике дорожного, мостового, трубопроводного, промышленно–гражданского и гидротехнического строительства. Так называемые геосинтетические и геотекстильные (ГМ) материалы относятся к сектору технического текстиля и почти 90 % представляют собой нетканые материалы, доля которых на внутреннем и мировом рынке постоянно возрастает /1/.

Это объясняется, прежде всего, очевидными технико–экономическими преимуществами технологии производства нетканых материалов: высокой производительностью технологического оборудования, позволяющего вырабатывать полотна шириной до 6,0 м (при швине 2–х полотен и до 12 м), разнообразием способов и технологии производства, используемого ассортимента исходного сырья, включающего также получаемое путем переработки полиэтилентерефталэфых бутылок вторичное волокно; быстрой окупаемостью капиталовложений и, следовательно, привлекательностью для инвесторов.

Актуальность применения ГМ в различных областях строительства особенно возросла в связи с увеличением стоимости традиционно используемых материалов (песка, щебня, гравия и др.), повышением транспортных расходов, а также огромными масштабами строительства и ремонта автомобильных и железных дорог, магистральных нефте–, газопроводов, мостов и искусственных сооружений в России. Росту рынка ГМ способствует осознание проектировщиками и строителями

целесообразности увеличения первичных затрат для повышения качества, надежности и долговечности строительных сооружений.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОСИНТЕТИКИ

В настоящее время на российском рынке существует более 100 типов и структур геосинтетики, классификация которой схематично представлена на рис. 1. Использование усовершенствованных и высококачественных ГМ – это основа надежных, долговечных и экономичных проектных, технологичных, конструкторско–технических решений в различных объектах строительства. Поэтому объемы потребления ГМ с каждым годом увеличиваются, а области их применения расширяются.

Так, по данным экспертов Академии конъюнктуры промышленных рынков (АКПР), объем потребления только нетканых ГМ в 2005 г. составил 165 млн.м², что составляет 91 % от общего объема выпуска ГМ. Подавляющая часть потребляемых ГМ (около 55 %) приходится на строительство и ремонт автодорог, в т.ч. временных, остальные используются в строительстве железнодорожных объектов, нефте–, газопроводов, при укреплении и возведении откосов, берегов водоемов и др. сооружений. А потенциальная емкость российского рынка нетканых ГМ в строительстве дорог и др. сооружений составляет не менее 1,0 млрд.м², а прогнозируемый на 2010 г. объем потребления оценивается в 290 млн.м², что на 76 % больше объема потребления в 2006 г. В связи с кризисом и уменьшением объема финансирования из федерального, регионального и муниципальных бюджетов эти оптимистические прогнозы будут скорректированы в меньшую сторону. Тем не менее, приведенные данные и прогнозы свидетельствуют о позитивной динамике объемов выпуска и расширения областей применения ГМ в России как наиболее расширяющегося и перспективного сегмента рынка технического текстиля в целом.

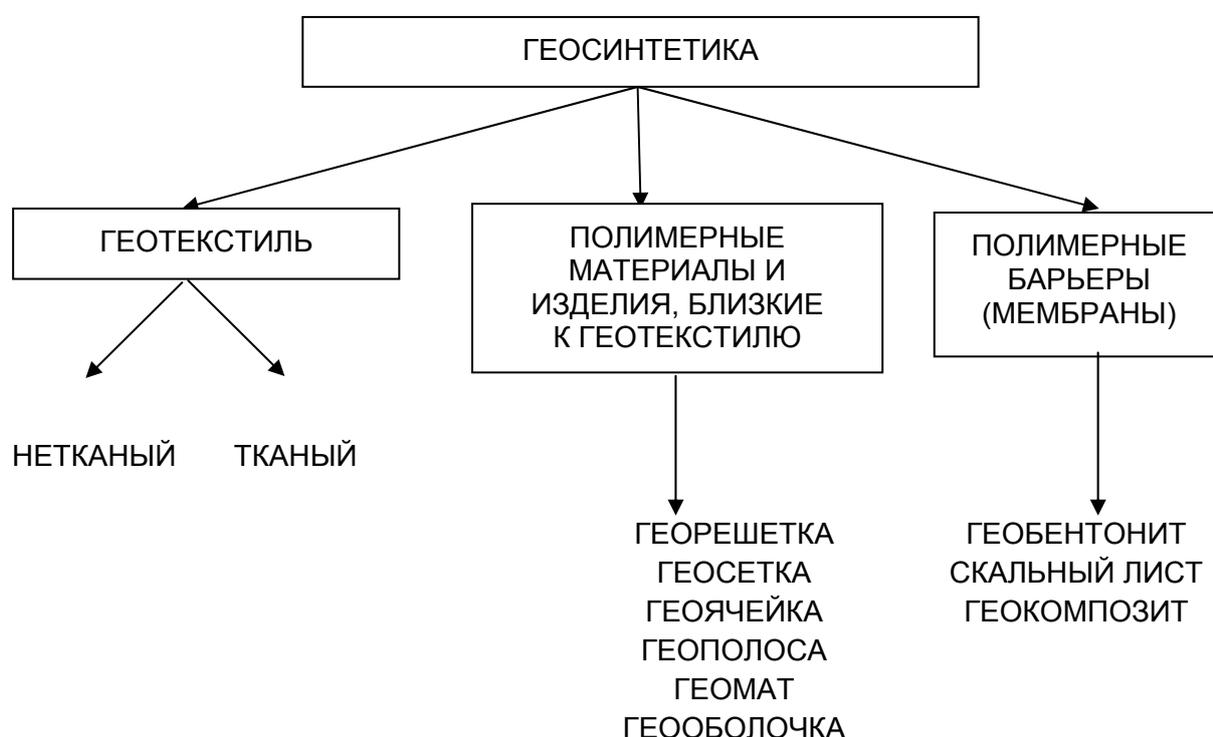


Рисунок 1 – Классификация применяемой на российском рынке геосинтетики

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ГМ

Особенности производства и потребления ГМ на российском рынке заключаются в следующем:

- широкая область применения (авто-, ж/д, трубопроводное, гражданское, гидротехническое, ландшафтное строительство и др.);
- большая протяженность федеральных, региональных и муниципальных дорог, требующих строительства и ремонта;
- строительство новых федеральных дорог, нефте-, газопроводов в Сибири и восточных регионах страны;
- разнообразие климатических, почвенно-минералогических условий: диапазон колебания температур от -60°C до $+43^{\circ}\text{C}$, переувлажненные участки, различия в химическом составе грунтов (от щелочной до кислой среды);
- географическая ограниченность потребления ГМ при строительстве дорог, трубопроводов и гидросооружений, т.к. сейчас ГМ используются при строительстве и ремонте автодорог в основном в крупных городах и регионах (г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Екатеринбург, Тюменская обл.), т.к. региональные и муниципальные центры недостаточно информированы о преимуществах использования, номенклатуры и свойствах ГМ и поэтому используют их в относительно малых объемах;
- все возрастающие темпы дорожного, транспортного и гидротехнического строительства, мостов, магистральных нефте-, газопроводов в различных климатических зонах, таких как Восточная Сибирь и дальний Восток;
- потребность в ГМ, различных по типам, структурам, сырьевому составу и свойствам с учетом реальных условий их эксплуатации.

Исходя из больших потребностей и объема российского рынка, в последние годы введены в строй новые предприятия, оснащенные современным технологическим оборудованием в основном западноевропейских фирм в различных регионах России: ООО «Технолайн» (Самарская обл.), ОАО «Ортон» (г. Кемерово), ООО «Полилайн» (г. Великий Новгород), ООО «Фройденберг Политекс» (Нижегородская обл.), ООО «Сибур-Геотекстиль» (Тюменская обл.), а также новые производственные мощности по выпуску ГМ на действующих предприятиях: ОАО «Комитекс» (Республика Коми), ООО «Фабрика нетканых материалов» (Республика Башкортостан), ООО «Полиматиз (Республика Татарстан), ООО «Номатекс» (Ульяновская обл.), ООО «Нипромтекс» (Курская обл.), ОАО «Монтем» (г. Москва), ОАО «Вистекс», ООО «Гекса-нетканые материалы» (Московская обл.).

На указанных предприятиях представлены практически все способы и технологии производства ГМ: холстопршивные, нитепршивные, иглопробивные из штапельных волокон и непрерывных бесконечных нитей расплава полимера, термоскрепленные, а также комбинированные с геосеткой, георешеткой, полимерной пленкой и глиной (бентонит). Представляется возможным предприятиям производить ГМ практически с любыми потребительскими характеристиками и свойствами.

Сравнительные исследования по всему комплексу показателей отечественных и зарубежных ГМ, проведенные ОАО «НИИ нетканых материалов» и РосдорНИИ свидетельствуют о том, что ГМ российских производителей в основном соответствуют по своим показателям лучшим зарубежным аналогам типа «Тайпар» и «Полифельт» (рис. 2). При одинаковом уровне качества цена 1 м^2 зарубежных ГМ выше по сравнению с отечественными за счет таможенных сборов и увеличенных транспортных расходов.

На российском рынке широко представлены также ГМ белорусских производителей: ОАО «Пинема» (ГМ иглопробивные из расплава полипропилена бесконечных нитей по технологии «спанбонд»), Могилевское ПО «Химволокно» (ГМ иглопробивные из расплава полиэфира бесконечных нитей по технологии «спанбонд») и Витебский шелковый комбинат (полиамидные ткани для балластирующих устройств трубопроводов).

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Методы испытаний ГМ разнообразны в зависимости от областей применения, назначения и типов. Так, например, на методы испытаний ГМ действуют 90 стандартов ISO и EN, которые пересматриваются и совершенствуются через каждые 5 лет.

Прямое применение стандартов на методы испытаний ГМ затрудняется отсутствием соответствующих приборов и испытательной базы. Поэтому у нас действуют только 6 национальных стандартов на методы испытаний ГМ, гармонизированных со стандартами ISO. Работы по гармонизации национальных стандартов на методы испытаний ГМ со стандартами ISO и EN ведутся крайне медленно, хотя темпы и объемы производства и применения геосинтетики из года в год расширяются.

Так, в 2008 г. приняты: ГОСТ Р 53225–2008 «Материалы геотекстильные. Термины и определения», ГОСТ Р 53226–2008 «Полотна нетканые. Методы определения прочности», предусматривающий методы определения геосинтетики, а также ГОСТ Р 53228–2008 «Материалы геотекстильные. Метод определения характеристик пор».

Из всего многообразия присущих ГМ свойств для оценки качества и соответствия требованиям потребителей, как правило, выбираются те, которые наиболее полно определяют пригодность их при использовании по прямому назначению. Свойства ГМ оцениваются предприятиями–изготовителями и аккредитованными испытательными центрами (лабораториями), результаты испытаний которых зависят от принятых методов, вида и типа испытательного оборудования и приборов, условий испытаний. Например, DIN EN 13249:2001–04 регламентирует определенные требования и характеристики ГМ для строительства дорог и покрытий, а также методы контрольных испытаний.

В процессе проектирования при выборе типа и марки ГМ важно знать структурные, механические, физические и гидравлические характеристики, которые в основном зависят от исходного сырья и способа производства. Номенклатура контролируемых показателей и методы испытаний ГМ отличаются в зависимости от области применения: армирование, фильтрация, разделение и др., поэтому их следует подразделить на общие и специальные. Например, прочность на разрыв важна для всех типов ГМ, а водопроницаемость, коэффициент фильтрации, размеры пор, устойчивость к пробою важны для выполнения функции фильтрации, дренажа и разделения.

Перечень и номенклатуру контролируемых показателей и методов испытаний ГМ следует подразделить на 2 группы:

- на стадии разработки и выпуска новых типов и видов по более широкой номенклатуре;
- на стадии массового производства и поставки ГМ потребителям по минимуму показателей при проведении выходного контроля продукции.

Номенклатуру показателей и методы испытаний ГМ каждого типа в зависимости от функционального значения изготовитель согласовывает с потребителем при заключении контракта и разработке нормативно–технической документации (СТО, ТУ и др.). Например, применительно к нетканым ГМ для фильтрации и дренажных систем в паспорте качества изготовитель должен отражать следующие показатели и их значения: природу и состав сырья, поверхностную плотность, толщину при давлении 2,0 и 100 кПа, прочность, значения деформации при 25 % от разрывной нагрузки, прочность при продавливании, эффективный размер пор, водонепроницаемость, коэффициент фильтрации при давлении 2,0 и 100 кПа и устойчивость к кислой и щелочной среде.

Технические требования, значения показателей ГМ должны быть увязаны с методами испытаний и используемыми приборами, иначе трудно получить сопоставимые результаты. Прямое применение стандартов ISO и EN на методы

испытаний ГМ возможно при наличии у наших производителей и потребителей аналогичного испытательного оборудования.

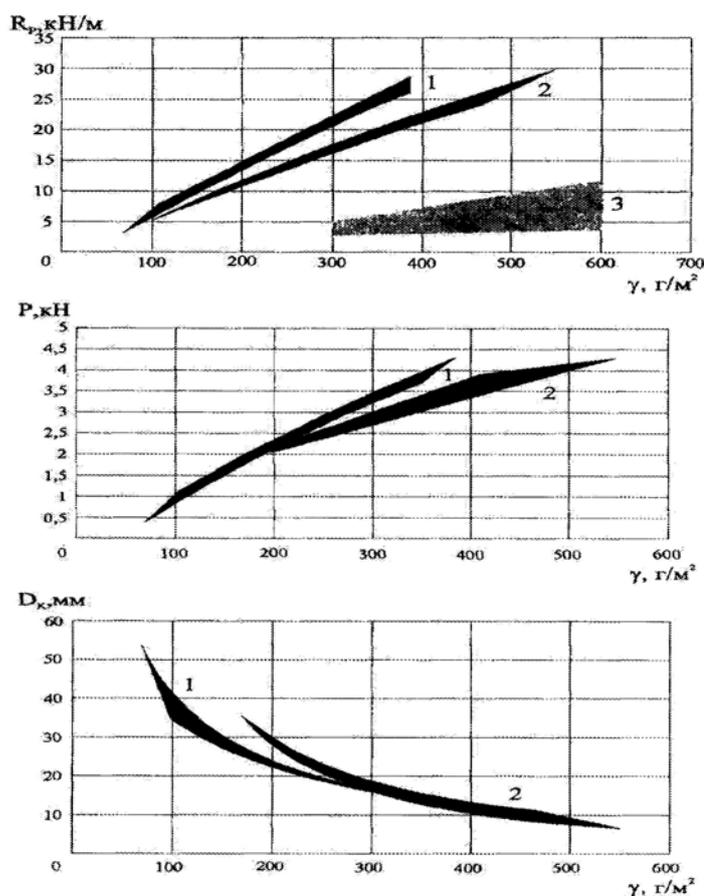


Рисунок 2 – Сопоставление основных показателей механических свойств нетканых материалов лучших зарубежных марок (1), современных отечественных (2) и отечественного ассортимента 80-х гг. (3):

R_p – разрывная нагрузка (ИСО 10319–93); P – усилие продавливания (ИСО 12236–96); D_k – динамическая пенетрация (размер отверстия после падения конуса по ЕН 918–96); γ – поверхностная плотность ГМ.

Сейчас многие потребители: проектировщики, строители автодорог и других сооружений требуют, чтобы производители ГМ проводили испытания по стандартам ISO и EN. Однако для этого нет соответствующих приборов и гармонизированных методов испытаний. Поэтому следует ориентироваться на имеющиеся национальные стандарты, на методы испытаний нетканых полотен, тканей и полимерных материалов при оценке качества ГМ.

Все действующие стандарты ISO и EN и др. на методы испытаний ГМ невозможно использовать без учета наших возможностей в обеспечении испытательным оборудованием и приборами. Однако, на наш взгляд, усилия производителей и служб дорожной отрасли и др. потребителей должны быть направлены на создание следующих приборов, устройств и приспособлений, а именно: прочности на разрыв широкой полоской 200 мм (ISO 10319), швов и соединений (ISO 12236), устойчивости к климатическим воздействиям (ISO 4892), прочности контакта с грунтом (ISO 12957), химической стойкости (ISO 12960), ползучести при растяжении (ISO 13431).

Созданием новых приборов для ГМ занимается фирма «Метротекс» (пос. Андреевка, Московская обл.), которая уже сейчас имеет определенные наработки:

- разрывная машина марки МТ–152 для определения прочности при различных режимах испытания, в т.ч. широкой полоской 200 мм;

- установка марки МТ–374 – прочность на продавливание;
- прибор марки МТ–375 – сопротивление падающему конусу;
- прибор марки МТ–162, МТ–163, МТ–164 – водопроницаемость, фильтрующая способность и размеры пор.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

В процессе эксплуатации на ГМ воздействуют повышенные отрицательные температуры, химические агрессивные грунтовые среды (солевые растворы почвенных вод, циклическое замораживание и оттаивание, микробиологическая активность грунтов, переменный уровень увлажнения/высыхания, ультрафиолетовое облучение, одновременное воздействие давления и трения грунта, ударных воздействий. Более точные и объективные результаты перечисленных факторов на ГМ можно получать путем проведения натуральных испытаний, определяющих в конечном счете их долговечность и срок службы при эксплуатации. Если учесть, что срок службы ГМ устанавливается в пределах 20 и более лет, то проведение натуральных испытаний оправдано для получения более точных и достоверных результатов, хотя это довольно длительный и трудоемкий процесс.

Многообразие типов, видов, способов изготовления, исходного сырья и областей применения обуславливает разработку обоснованных технических требований и методических указаний по использованию применительно к каждой группе ГМ. ГМ, применяемые в дорожном строительстве, должны обладать стойкостью к воздействию воды, химически и биологически активных сред, температуры от минус 60 °С до + 43 °С. Этим требованиям соответствуют ГМ из синтетических волокон, нитей, волокнообразующих и полимерных материалов. Однако при выборе этих материалов необходимо учесть их свойства. Так, полиэфир не стоек к щелочным средам при контакте со слоями грунта, содержащими известь, доломит; полипропилен – не стоек к УФ–облучению и в условиях длительного воздействия значительной нагрузки, полиамид – в кислых средах (рН < 5,5).

В ИЛ ОАО «НИИНМ» проводятся широкие исследования и сертификационные испытания ГМ, включая ткани, геосетки и георешетки, практически всех отечественных производителей и ряда зарубежных, накоплен большой экспериментальный и фактический материал. Результаты частично использованы при создании каталога ГМ, выдаче сертификатов соответствия СоюздорНИИ (г. Балашиха), региональным центром качества в строительстве Россертификации (г. Обнинск).

ПЕРСПЕКТИВЫ

В перспективе в ближайшие пять лет прогнозируется ежегодный рост спроса на НГМ не менее 10 %. При этом опережающими темпами будет развиваться производство иглопробивных ГСМ из штапельного волокна 148 млн.м² (2010 г.), из непрерывных нитей фильерным способом – 90 млн.м².

Полимерные георешетки, геосетки, геокомпозиты, бентониты имеют перспективы роста в армогрунтовом строительстве в качестве армирующих элементов, а также защитных и гидроизоляционных материалов.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Показаны широкие возможности производства и применения ГМ в различных объектах: от строительства и ремонта автодорог до укрепления обочин, склонов.

2. Совместно с заинтересованными организациями рекомендуется совершенствовать нормативную и методическую базу производства и применения, классификацию и терминологию, методов испытаний и технических требований на основе накопленного отечественного опыта и зарубежной практики.

Список использованных источников

1. Нетканые материалы технического назначения (теория и практика): монография. / М. Ю. Трещалин [и др.] . – Ярославль : Издательство ООО НТЦ «Рубеж», 2007. – 224 с., ил.

Статья поступила в редакцию 21.12.2009 г.

SUMMARY

There are more than 100 geosynthetic types and structures in the Russian market, the GM consumption is increasing every year, and the application fields are expanded.

The GM testing methods are various dependent on the application, purpose and types. The direct application of standards for GM testing methods is difficult because of being absent the corresponding devices and testing base.

The works for harmonization the national standards of GM testing methods with the ISO and EN standards are carried out very slowly, although the GM application and production rates and volumes are increasing every year.

УДК 677.021.166

РАЗРАБОТКА ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОПКОЛЬНОЙ ПРЯЖИ

А.М. Науменко, Д.Б. Рыклин, А.А. Джежора

В настоящее время на отечественных текстильных предприятиях проводится ряд работ по разработке и совершенствованию технологических процессов производства смесовой пряжи с вложением льняного волокна. Лен является единственным натуральным видом отечественного текстильного сырья. Его использование при производстве смесовой пряжи позволяет частично заменить импортируемое хлопковое волокно, а также получить пряжу, обладающую комплексом ценных свойств, которые присущи волокнам компонентов смеси. Однако для того, чтобы добиться высокого качества пряжи, необходимо обеспечить высокую степень смешивания волокон в производимой пряже. В связи с этим, актуальной задачей является разработка метода оценки эффективности смешивания разнородных волокон в полуфабрикатах прядильного производства.

Для определения эффективности смешивания используют такие показатели, как коэффициент полноты смешивания и коэффициент неровноты смешивания [1]. Для расчета данных показателей необходимо определить процентное содержание каждого компонента в отрезках ленты разной длины. Существует несколько способов определения состава волокнистых материалов.

Самым распространенным методом определения количественного состава волокнистых материалов является химический метод. С помощью данного метода можно определить содержание компонентов в волокнистых материалах, состоящих из целлюлозных (хлопок, лен, вискоза) и синтетических волокон. Однако данным методом невозможно определить содержание льна в смесях с хлопковым и вискозным волокном в связи с близостью их химического состава.

Для исследования структуры волокнистых материалов также применяется микроскопический метод. Микроскопией называют метод исследования мелких и мельчайших объектов и неразличимых человеческим глазом деталей строения таких объектов при помощи микроскопа (и применяемых при этом специальных методов освещения). С помощью микроскопии проводятся следующие исследования: распознавание материалов по внешнему виду; изучение

мельчайших деталей строения (микроструктуры) в продольном виде и поперечных срезах; измерение площади поперечного сечения волокон и нитей; изучение строения пряжи, нитей, тканей и других изделий; подсчет числа волокон и др. Микроскопический метод широко разработан для оценки качества смешивания пряжи. Его достоинством является возможность определения радиальной, секторальной и других видов неровности по структуре. Однако применение этого метода для измерения структурной неровности ленты затруднено в связи со значительным количеством волокон в сечении ленты (от 10 до 30 тысяч), и, как следствие, сложностью подготовки качественных поперечных срезов, трудоемкостью подсчета количества волокон различных компонентов.

В качестве метода оценки эффективности смешивания разнородных волокон в лентах после ленточных и чесальных машин в данной работе предлагается диэлькометрический метод анализа. Диэлькометрия относится к электрофизическим методам исследования состава и свойств веществ. Метод основан на взаимодействии электромагнитного поля с веществом, находящимся в межэлектродном пространстве измерительной ячейки (емкостного датчика).

Как известно, большинство материалов легкой промышленности обладает ортогональной анизотропией. Их диэлектрические свойства описываются константами тензора диэлектрической проницаемости ϵ_x , ϵ_y , ϵ_z , которые имеют важное научно-техническое значение. Являясь характеристиками материала, они несут сведения о составе, структуре, влажности, т.е. входят в комплекс исходной информации для диагностики качества материалов.

Для измерения констант тензора диэлектрической проницаемости ϵ_x , ϵ_y текстильных волокон разработан измерительный конденсатор специальной конструкции. Измерительный конденсатор, представленный на рисунке 1, состоит из двух идентичных систем ленточных электродов 1 и 2, расположенных на поверхности плоской подложки и повернутых на угол 90° относительно друг друга. В основании подложки находится плоский заземленный электрод 3.

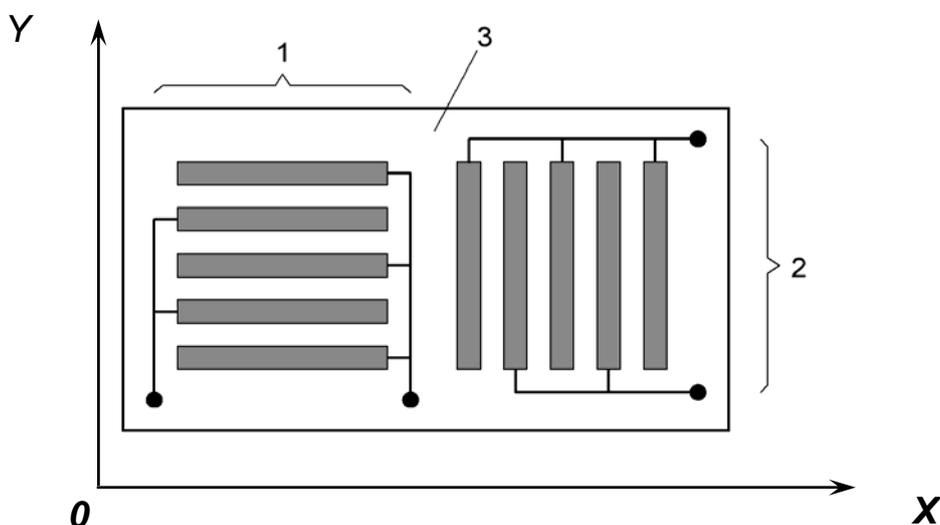


Рисунок 1 – Конструкция емкостного датчика

При проведении измерения конденсатор заполняется материалом таким образом, чтобы оси анизотропии располагались перпендикулярно ленточным электродам. Системы ленточных электродов 1 и 2 создают плоскопараллельные поля в двух взаимно перпендикулярных направлениях, в плоскости XOY. В этом случае рабочие емкости прямо пропорциональны среднегеометрическим значениям констант тензора диэлектрических проницаемостей ϵ_x , ϵ_y , расчет которых осуществляется по формуле (1). Исходные рабочие емкости (C_{01} и C_{02}) систем ленточных электродов равны.

$$C_{px} = \varepsilon_x C_0, \quad C_{py} = \varepsilon_y C_0, \quad (1)$$

где C_{px} – рабочая емкость первой системы ленточных электродов;

C_{py} – рабочая емкость второй системы ленточных электродов;

$C_0 = C_{01} = C_{02}$ – исходная рабочая емкость систем ленточных электродов.

Волокнистые материалы нарезаются на отрезки длиной 20 см, далее из них готовятся пробы с массой не менее 25 г. Затем пробы высушиваются в сушильном шкафу в соответствии с ГОСТ 3274.4-72 для хлопкового волокна и ГОСТ 25133-82 для льняного волокна. Из одной пробы формируется один образец массой $20 \pm 0,1$ г. Далее образец закладывается в зазор между емкостными пластинами, сверху уплотняется прижимной рейкой. С помощью прибора «Измеритель импеданса Е7-20» измеряются следующие электрические характеристики выше описанного емкостного конденсатора: рабочая емкость конденсатора, тангенс диэлектрических потерь. Данная методика обеспечивает контроль влажности и одинаковую массу исследуемых материалов.

В условиях лаборатории УО «ВГТУ» проводились исследования по определению показателей, в наибольшей степени отражающих состав хлопкольняных лент. Для эксперимента готовились образцы с различным процентным содержанием хлопка и льна. Образцы выдерживались при нормальных условиях в течение 2 суток. С помощью вышеописанной методики определялись следующие зависимости:

- диэлектрической проницаемости вдоль текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля;
- диэлектрической проницаемости поперек текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля;
- тангенса диэлектрических потерь вдоль текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля;
- тангенса диэлектрических потерь поперек текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля;
- коэффициента анизотропии по диэлектрической проницаемости текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля;
- коэффициента анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля.

В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

1. В качестве показателя в наибольшей степени отражающих состав хлопкольняных лент выбран коэффициент анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь $K_{tg(\delta)}$:

$$K_{tg(\delta)} = \frac{tg(\delta_{\parallel}^H) - tg(\delta_{\perp}^H)}{tg(\delta_{\parallel}^e) - tg(\delta_{\perp}^e)}, \quad (2)$$

где $tg(\delta_{\parallel}^H)$ – тангенс диэлектрических потерь вдоль текстильных волокон на низкой частоте;

$tg(\delta_{\perp}^H)$ – тангенс диэлектрических потерь поперек текстильных волокон на низкой частоте;

$tg(\delta_{\parallel}^e)$ – тангенс диэлектрических потерь вдоль текстильных волокон на высокой частоте;

$tg(\delta_{\perp}^e)$ – тангенс диэлектрических потерь поперек текстильных волокон на высокой частоте.

Установлено, что другие анализируемые показатели в меньшей степени отражают состав хлопкольняных лент, так как изменение этих показателей при увеличении процентного содержания льняного волокна в ленте от 40 до 60 % незначительны.

График зависимости коэффициента анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля представлен на рисунке 2.

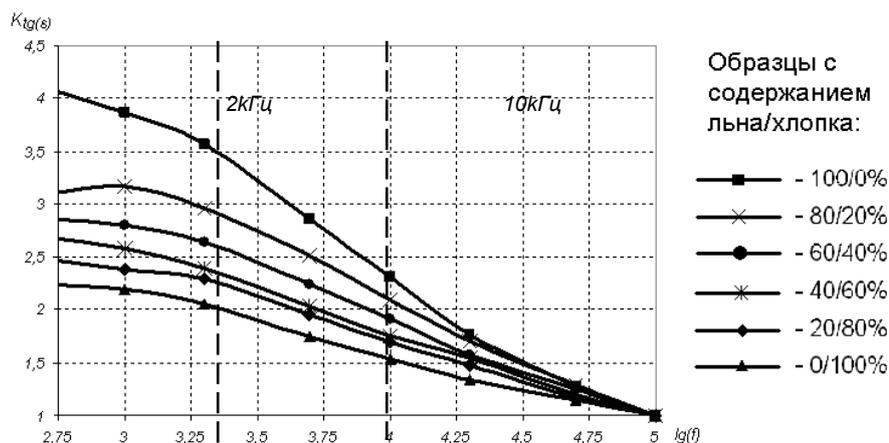


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь текстильных волокон от состава лент и частоты электрического поля

2. При измерении коэффициента анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь наиболее устойчивые результаты получены на частотах от 2 до 10 кГц ($\lg(2000) = 3,3$; $\lg(10000) = 4$).

Для апробации разработанной методики проведен эксперимент для измерения коэффициента анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь хлопкольняных лент с номинальным содержанием 50 % льняных и 50 % хлопковых волокон, произведенных на РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

В ходе эксперимента измерялся коэффициент анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь (далее коэффициент анизотропии) 10 образцов ленты с чесальной машины и 10 образцов ленты с ленточной машины. Для образцов ленты с чесальной машины влажность находилась в пределах от 7,74% до 8,43%, для образцов ленты с ленточной машины – в пределах от 7,56% до 7,91%. Графики зависимостей коэффициента анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь для образцов ленты с чесальной и с ленточной машин от частоты электрического поля представлены на рисунках 3 и 4.

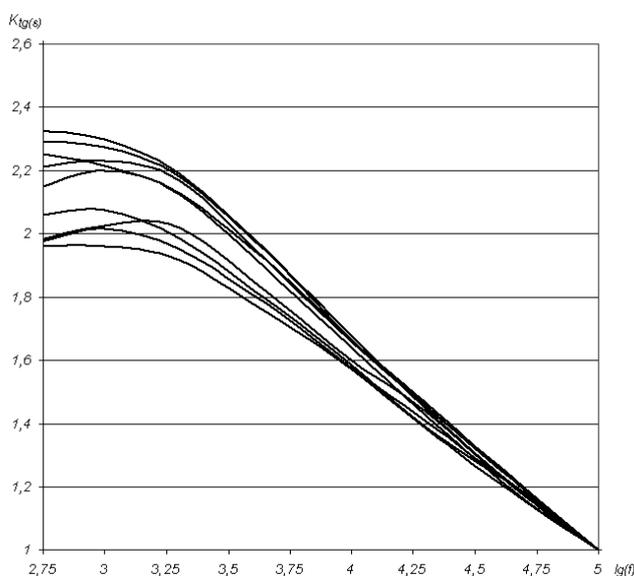


Рисунок 3 – Зависимости коэффициента анизотропии образцов ленты с чесальной машины от частоты электрического поля

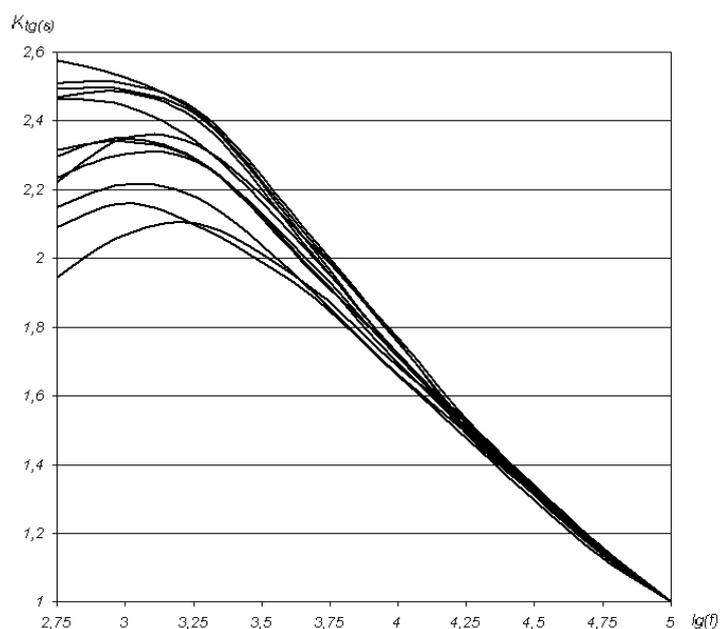


Рисунок 4 – Зависимости коэффициента анизотропии образцов ленты с ленточной машины от частоты электрического поля

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены зависимости квадратической неровности коэффициента анизотропии для лент с чесальной и ленточной машин от частоты электрического поля, графики которых представлены на рисунке 5.

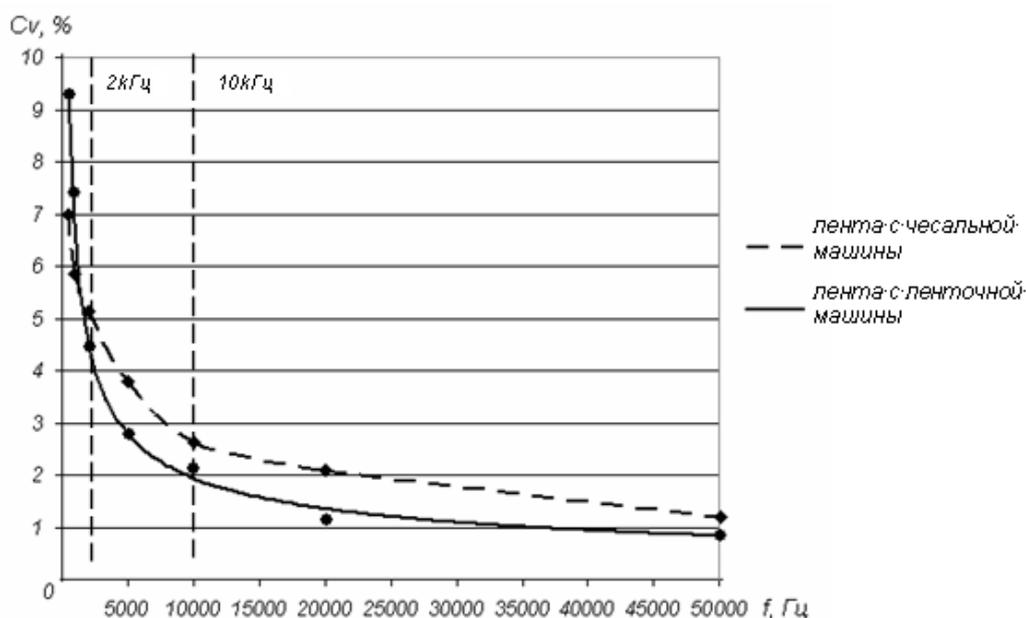


Рисунок 5 – Зависимости квадратической неровности коэффициента анизотропии для лент с чесальной и ленточной машин от частоты электрического поля

Значения квадратической неровности коэффициента анизотропии в диапазоне частот от 2 до 10 кГц для лент с ленточной машины значительны ниже, чем для чесальных лент. Полученные результаты согласуются с теоретическими положениями, согласно которым неровнота лент по линейной плотности и составу уменьшается в результате процесса сложения. Следовательно, полученная

методика может быть использована для оценки эффективности смешивания разнородных волокон.

ВЫВОДЫ

Разработан диэлькометрический метод оценки эффективности смешивания разнородных волокон в многокомпонентных волокнистых продуктах. В качестве показателя отражающих эффективности смешивания выбран коэффициент анизотропии по тангенсу диэлектрических потерь $K_{tg(\delta)}$. Определен рациональный диапазон измерения $K_{tg(\delta)}$ для хлопкольняных лент от 2 до 10кГц. В результате проведенных исследований подтверждено уменьшение коэффициента вариации $K_{tg(\delta)}$ в процессе сложения на ленточной машине. Данный метод является наиболее простым и эффективным при оценке качества смешивания компонентов в волокнистых материалах, содержащих льняные и хлопковые волокна.

Список использованных источников

1. Павлов, Ю. В. Получение пряжи большой линейной плотности : учебное пособие / Ю. В. Павлов. – Иваново : ГОУ ВПО «Ивановская государственная текстильная академия». – 2004. – 144 с.
2. Джежора, А. А. Электроемкостные проходные преобразователи для неразрушающего контроля линейно-протяжных полимерных материалов : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук / А. А. Джежора. – Минск : Институт прикладной физики АН Беларуси, 1992. – 25 с.

Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.

SUMMARY

Developing of dielectrometrical method for evaluation of mixing effectiveness for cotton/flax yarn manufacturing

Method for evaluation of effectiveness of dissimilar fibers mixing in multi-component assemblers is developed. The tangent of dielectric loss ($K_{tg(\delta)}$) is chosen as index of mixing quality. Rational measuring of frequency range $K_{tg(\delta)}$ for cotton/flax silvers from 2 to 10 kHz. Anisotropy of the tangent dielectric loss of the silvers with a nominal content of 50% linen and 50% cotton is measured. It is obtained that coefficient of variation of $K_{tg(\delta)}$ for sliver from drawframes is much lower than for the card sliver.

УДК 66.047.37

МЕТОД РАСЧЕТА СРЕДНЕИНТЕГРАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЛАЖНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ

А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский

Процесс сушки отличается большой сложностью и представляет целый комплекс взаимосвязанных и взаимопроникающих явлений тепловлагообмена, протекающих как в материале, так и в объеме пограничного слоя вблизи поверхности материала. Поэтому до настоящего времени крайне ограничена возможность использовать результаты теоретических решений тепломассобмена для реальных условий сушки влажных тел. В таких случаях, как показала практика сушки, используются полуэмпирические или чисто эмпирические методы расчета, на основе которых возникли традиционные способы расчета кинетики тепловлагообмена для периода падающей скорости сушки. Используя метод графического дифференцирования кривой сушки, впервые введенный Т.К. Шервудом, А.В. Лыковым, Г.К. Филоненко, В.В. Красниковым и др. [1, 2, 3], были

созданы приближенные методы расчета, основанные на наиболее общих закономерностях процесса сушки.

Качество высушиваемого материала в процессе сушки зависит от температуры и времени воздействия ее на материал. Основной причиной неравномерной объемной усадки, коробления и трещинообразования является воздействия температуры, особенно в периоде падающей скорости сушки. Важной задачей теории и практики сушки является разработка приближенных методов расчета среднеинтегральной температуры материала с минимальным количеством констант, определяемых экспериментально.

При сушке текстильных нитей для определения среднеобъемной температуры материала использовалась эмпирическая формула, относящаяся к классу дробно-рациональной функции [4]

$$\bar{t}(\tau) = \bar{t}_0 + \frac{\tau}{a_0 + a_1\tau} \quad (1)$$

где $\bar{t}(\tau)$ – среднеинтегральная температура тела на данный момент времени; \bar{t}_0 - среднеинтегральная температура в первом периоде сушки; τ - текущее время, соответствующее температуре $\bar{t}(\tau)$; a_0, a_1 - параметры, зависящие от температуры и влагосодержания материала.

Для существования данного вида эмпирической зависимости с двумя параметрами a_0 и a_1 [5] и возможности ее использования для расчета среднеобъемной температуры тела в периоде падающей скорости сушки

необходимо, чтобы среднему гармоническому значению $\tau_\zeta = \frac{2\tau_1\tau_n}{\tau_1 + \tau_n}$

соответствовало среднее значение

$$t_\zeta = \frac{2(\bar{t}_1 - \bar{t}_0)(\bar{t}_n - \bar{t}_0)}{(\bar{t}_1 - \bar{t}_0) + (\bar{t}_n - \bar{t}_0)}$$

Проведем выбор эмпирической формулы (1) с двумя параметрами a_0 и a_1 . На рис. 1 представлена опытная кривая $\bar{t} = f(\tau)$ при сушке пористой керамики в условиях вынужденной конвекции. Зависимость $(\bar{t} - \bar{t}_0) = f(\tau)$ для пористой керамики представлена таблицей 1.

Таблица 1 – Зависимость $(\bar{t} - \bar{t}_0) = f(\tau)$ для пористой керамики при режиме сушки $t_c = 120$ °C, $v = 5$ м/с

X	τ , мин	3	5	8	10
Y	$(\bar{t} - \bar{t}_0)$ °C	10	18	32	40

Вычисляем среднегармонические значения τ_ζ и \bar{t}_ζ для начальной и конечной точек.

Поскольку отклонение $\Delta \dot{Y}_{\zeta_1} < 1$ незначительное, то формула (1) достаточно хорошо описывает зависимость $\bar{t} = f(\tau)$ для влажных материалов во втором периоде сушки.

Рассмотрим правило выбора параметров a_0 , a_1 и \bar{t}_0 уравнения (1)

Уравнение (1) запишем в виде:

$$\bar{t} - \bar{t}_0 = \frac{\tau}{a_0 + a_1 \tau}. \quad (2)$$

Среднеобъемная температура влажного тела в конце первого периода сушки \bar{t}_0 , как показал эксперимент, близка к температуре мокрого термометра t_m и меньше ее на 1-3°C для плоских влажных материалов толщиной $\zeta \approx 5-12$ мм при различных режимах сушки.

Температура t_m определяется из уравнения теплообмена для периода постоянной скорости сушки [1]

$$t_m = t_c - \frac{q_1}{\bar{\alpha}_{кр}} = t_c - \frac{r \rho_0 R_v N}{\bar{\alpha}_{кр}}, \quad (3)$$

где r – теплота парообразования; ρ_0 – плотность сухого тела; N – скорость сушки в первом периоде; R_v – отношение объема тела к поверхности; $q_1 = r \rho_0 R_v N$ – плотность теплового потока в первом периоде, Вт/м².

Коэффициенты теплообмена $\bar{\alpha}$ для первого периода вычислялись по критериальному уравнению (4) при условии $u_{кр} < u \leq u_0$, для второго периода при $u_p < u \leq u_{кр}$ [6].

$$Nu = C \cdot Re^{p_0} \left(\frac{T_c}{T_m} \right)^{m_0} \left(\frac{\bar{u}}{\bar{u}_{кр}} \right)^n. \quad (4)$$

где Nu – критерий Нуссельта; C , p_0 , m_0 , n – постоянные, определяемые экспериментально; Re – число Рейнольдса; \bar{u} , $\bar{u}_{кр}$ – текущее и критическое влагосодержание материала; T_c , T_m – абсолютные температуры среды и мокрого термометра; $\bar{\alpha}$, $\bar{\alpha}_{кр}$ – коэффициенты теплообмена в первом и втором периодах.

В таблице 2 даны значения параметров в уравнении (4).

Таблица 2 – Значения параметров C и n в уравнении (4)

Материал	C	n
Пористая керамика	0,75	0,5
Подошвенная кожа	0,8	0,25
Листовой асбест	0,75	0,5
Глина	0,45	0,9

Показатель степени m_0 при конвективной сушке не зависит от рода высушиваемого материала и равен $m_0 = 2$, а показатель степени n числа Рейнольдса $p_0 = 0,5$.

При обработке опытных данных по уравнению (4) за определяющую температуру принималась температура среды t_c , за определяющий размер – длина поверхности влажного тела вдоль набегания потока воздуха.

Обработка экспериментов по сушке ряда влажных материалов, приведенных в таблице 2, показала линейную зависимость средней температуры \bar{t}_0 влажного материала в первом периоде от температуры t_c

$$\bar{t}_0 = 10 + 0,28 \cdot t_c. \quad (5)$$

Зависимость $\bar{t}_0 = f(t_c)$ для разных материалов показана на рис.2.

Параметр a_1 уравнения (1) находится простым уравнением [4]

$$a_1 = \frac{1}{t_c - \bar{t}_0}. \quad (6)$$

Параметр a_0 уравнения (1) по физическому смыслу выражается соотношением, которое вытекает из графического дифференцирования температурной кривой (рис.1) [4]

$$a_0 = \frac{1}{tg\varphi}, \text{ где } tg\varphi = \left(\frac{d\bar{t}}{d\tau} \right)_{\tau \rightarrow 0}.$$

Тогда можно записать

$$a_0 = \frac{1}{tg\varphi} = \frac{1}{\frac{\bar{t}_1 - \bar{t}_0}{\tau_1}} = \frac{\tau_1}{\bar{t}_1 - \bar{t}_0}, \text{ где } \left(\frac{d\bar{t}}{d\tau} \right)_{\tau \rightarrow 0} = \frac{1}{\frac{\bar{t}_1 - \bar{t}_0}{\tau_1}}. \quad (7)$$

Здесь значения τ_1 и \bar{t}_1 фиксируются при графическом дифференцировании температурной кривой $\bar{t} = f(\tau)$, при $\tau = 0$ (точка 1, рис.1).

Графическое дифференцирование, как и всякий графоаналитический метод имеет погрешности, которые только увеличиваются при $\tau = 0$.

Поэтому провести точно касательную к точке 1 кривой $\bar{t} = f(\tau)$, при условии $\tau = 0$ (рис.1), практически невозможно, и значение \bar{t}_1 параметра a_0 является неопределенным.

Параметр a_0 с достаточной точностью определяется совместной обработкой кривых $\bar{u} = f(\tau)$ и температурных кривых $\bar{t} = f(\tau)$ для периода падающей скорости сушки.

На рис.3 представлены зависимости $lg a_0 = f(\bar{u})$ и $a_0 = f(\tau)$ для пористой керамики при различных режимах сушки.

Обработка и анализ опытных данных по конвективной сушке для материалов, указанных в таблице 2, дали общие уравнения для вычисления параметра a_0 в формуле (1)

$$a_0 = 0,08 \cdot \exp(10(\bar{u} - u_p)); \quad (8)$$

$$a_0 = 0,25 - 0,015\tau, \quad (9)$$

где; $u_p < \bar{u} < \bar{u}_{sp}$; τ – время сушки во втором периоде, отсчитываемое от нуля.

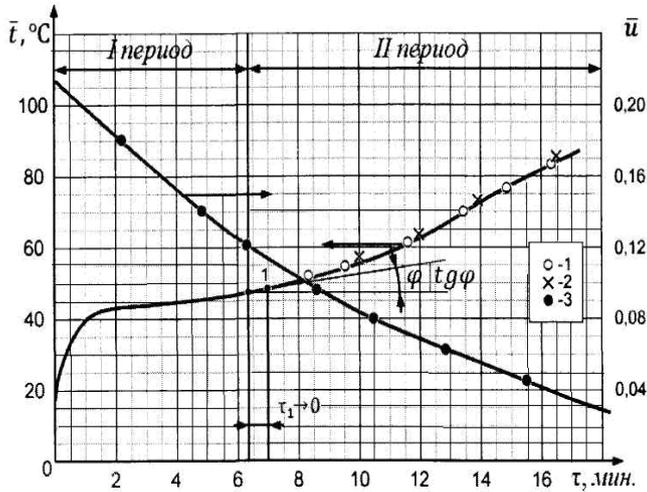


Рисунок 1 – Кривая сушки и температурная кривая при конвективной сушке пористой керамики при режиме $t_c = 120^\circ\text{C}$, $v = 5\text{ м/с}$, $\varphi = 5\%$: 1 – эксперимент; 2 – по формуле (1); 3 – кривая сушки

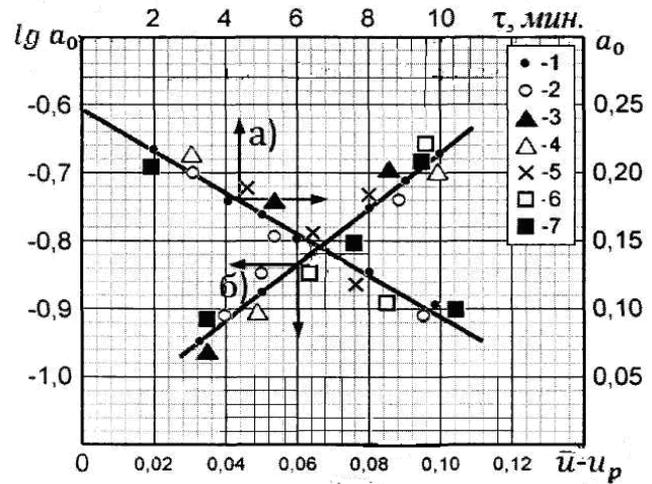


Рисунок 3 – Зависимости параметра $\lg a_0$ в уравнении (1) от влагосодержания \bar{u} и параметра a_0 от времени τ для пористой керамики при различных режимах сушки (обозначения даны на рис. 2)

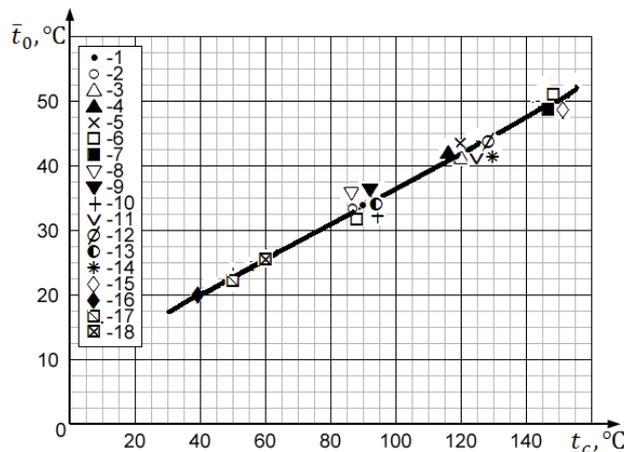


Рисунок 2 – Зависимость среднеобъемной температуры влажного материала в первом периоде \bar{t}_0 от температуры среды для различных влажных материалов при режимах сушки: I. Пористая керамика: 1- $t_c = 90^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$; 2- $v = 5\text{ м/с}$; 3- $t_c = 120^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$; 4- $v = 5\text{ м/с}$; 5- $v = 10\text{ м/с}$; 6- $t_c = 150^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$; 7- $v = 5\text{ м/с}$. $\delta = 5\text{ мм}$. II. Глина: 8- $t_c = 90^\circ\text{C}$, $v = 5\text{ м/с}$; 9- $v = 3\text{ м/с}$; 10- $v = 10\text{ м/с}$; 11- $t_c = 120^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$; 12- $v = 5\text{ м/с}$. $\delta = 12\text{ мм}$. III. Асбест листовой: 13- $t_c = 90^\circ\text{C}$, $v = 5\text{ м/с}$; 14- $t_c = 120^\circ\text{C}$, $v = 5\text{ м/с}$; 15- $t_c = 150^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$. $\delta = 6\text{ мм}$. IV. Подошвенная кожа: 16- $t_c = 40^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$; 17- $t_c = 50^\circ\text{C}$, $v = 5\text{ м/с}$; 18- $t_c = 60^\circ\text{C}$, $v = 3\text{ м/с}$. $\delta = 3\text{ мм}$

Результаты сравнительных расчетов среднеинтегральной температуры по уравнению (1) с экспериментом даны на рис.1. Видны достаточно надежные совпадения результатов расчета с экспериментом.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в расчетах по кинетике сушки влажных материалов при определении среднеинтегральной температуры материала в периоде убывающей скорости сушки наряду с экспоненциальными зависимостями вида $\bar{t} = f(\exp(mu))$ можно использовать эмпирические уравнения вида (1). Результаты сравнительных расчетов среднеобъемной температуры \bar{t} по уравнению (1) достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными.

При этом общие зависимости (5), (6) и (8), полученные в результате обработки и анализа экспериментальных данных по конвективной сушке влажных материалов для периода убывающей скорости сушки, позволяют определять среднеинтегральную температуру материала в данный момент времени по известной температуре среды и заданному влагосодержанию, тогда как зависимости вида $\bar{t} = f(\exp(m\bar{u}))$ требуют дополнительно знать из эксперимента первое критическое влагосодержание $\bar{u}_{кр}$ материала и скорость сушки в первом периоде N .

Список использованных источников

1. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1973. – 350 с.
2. Филоненко, Г. К. Сушильные установки / Г. К. Филоненко. – М.: Госэнергоиздат, 1952. – 421 с.
3. Красников, В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. – М.: Энергия, 1973. – 384 с.
4. Кузнецов, А. А. Оценка и прогнозирование механических свойств текстильных нитей / А. А. Кузнецов, В. И. Ольшанский. – Витебск : ВГТУ, 2004. — 286 с.
5. Демидович, Б. П. Численные методы анализа / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. – 421 с.
6. Лыков, А. В. Кинетика теплообмена в процессе сушки влажных материалов / А. В. Лыков, П. С. Куц, А. И. Ольшанский. – Минск : Инженерно-физический журнал. Т.23. – № 3. – 1973. – С.401-406.

Статья поступила в редакцию 03.02.2010 г.

SUMMARY

The new method for calculation of average integral material temperature for the period of falling drying rate is considered. The selection of empiric formula concerning the group of fractional-rational function was carried out. It is proved experimentally that the empiric equations relevant to the group of fractional-rational function can be used equally to exponential dependencies in the calculations for drying kinetics for estimation of average integral temperature.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ ВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРНОГО РЕЖИМА

А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский

В практике сушки материалов и изделий легкой и текстильной промышленности широко используются эмпирические зависимости и приближенные методы расчета кинетики сушки, основанные на экспериментальных исследованиях. Под кинетикой процесса сушки понимают изменение среднеинтегральных влагосодержаний и средней температуры влажного тела с течением времени. Кинетика сушки определяет основные закономерности протекания процесса сушки при взаимодействии влажного тела с окружающей средой, позволяет рассчитать количество испаренной влаги, продолжительность процесса, температуру материала, расход тепла на сушку [1].

Из теории и практики сушки известно, что интенсивность испарения и среднеобъемная температура тела в периоде убывающей скорости сушки изменяются по экспоненциальному закону. К подобным задачам относятся задачи на нагревание влажных тел в среде с постоянной температурой, когда испарение происходит с поверхности материала, которые можно отнести к регулярному тепловому режиму Г.М.Кондратьева [2,3].

В качестве общего свойства регулярного теплового режима для процессов сушки (нагрев влажных тел) можно записать [2,3]

$$-\frac{d\bar{t}}{(t_c - \bar{t})d\tau} = m_t = const \quad (1)$$

$$-\frac{d\bar{u}}{(\bar{u} - u_p)d\tau} = m_u = const, \quad (2)$$

где \bar{t} и \bar{u} – средние по объему текущие значения температуры и влагосодержания тела; m_t и m_u – темп нагревания и темп убыли влагосодержания тела в периоде падающей скорости сушки.

Следовательно, скорость нагревания влажного тела $\frac{d\bar{t}}{d\tau}$ и скорость убыли влагосодержания $\frac{d\bar{u}}{d\tau}$ по условиям регулярного режима выражаются уравнениями

$$-\frac{d\bar{t}}{d\tau} = m_t(t_c - \bar{t}), \quad (3)$$

$$-\frac{d\bar{u}}{d\tau} = m_u(\bar{u} - u_p). \quad (4)$$

Скорости изменения средней температуры и среднего влагосодержания в стадии регулярного режима являются величинами постоянными. Постоянная m_u в уравнении (4) имеет физический смысл коэффициента сушки $K(c^{-1})$.

Постоянные m_t и m_u в уравнениях (3) и (4) определяются экспериментально построением графических зависимостей между $\ln(t_c - \bar{t})$ и $\ln(\bar{u} - u_p)$ от времени τ в стадии регулярного режима, который наступает в периоде падающей скорости сушки. Тангенс угла наклона прямых равен

$$tg\varphi_1 = \frac{\ln(t_c - \bar{t}_0) - \ln(t_c - \bar{t})}{\tau - \tau_0} = m_t = const; \quad (5)$$

$$tg\varphi_2 = \frac{\ln(\bar{u}_{кр} - u_p) - \ln(\bar{u} - u_p)}{\tau - \tau_0} = m_u = const. \quad (6)$$

Отсчет времени сушки для периода убывающей скорости ведется от нуля, т.е. при $\tau = 0$; $\bar{t} = \bar{t}_0$; \bar{t}_0 – значение среднеобъемной температуры в первом периоде; \bar{t} – текущее значение среднеинтегральной температуры, соответствующее текущему времени τ .

Обработка опытных данных по сушке ряда влажных обувных и текстильных материалов при конвективном способе подвода тепла показала линейную зависимость средней температуры \bar{t}_0 влажного тела в первом периоде от температуры среды t_c , которая выражается единым для всех материалов соотношением

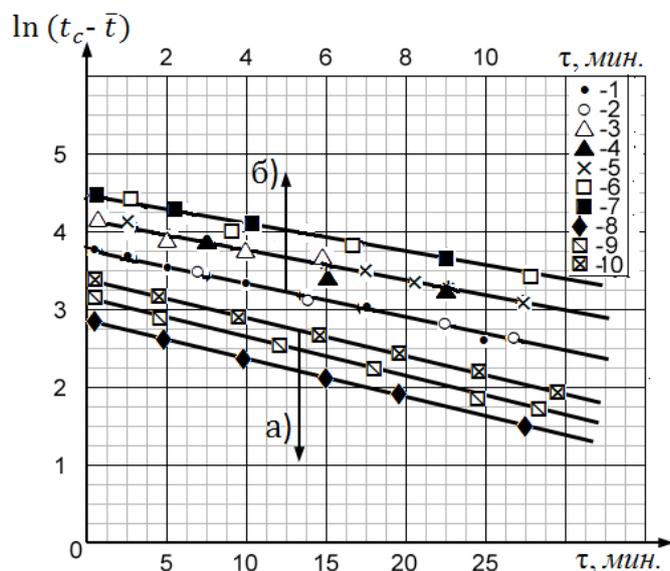


Рисунок 1 – Зависимость $\ln(t_c - \bar{t}) = f(\tau)$ для подошвенной кожи (а) и пористой керамики (б) при конвективной сушке при различных режимах сушки. Пористая керамика: 1 - $t_c = 90^\circ\text{C}$, $\vartheta = 3$ м/с; 2 - $\vartheta = 5$ м/с; 3 - $t_c = 120^\circ\text{C}$; $\vartheta = 3$ м/с; 4 - $\vartheta = 5$ м/с; 5 - $\vartheta = 10$ м/с; 6 - $t_c = 150^\circ\text{C}$; $\vartheta = 3$ м/с; 7 - $\vartheta = 5$ м/с. Подошвенная кожа: 8 - $t_c = 40^\circ\text{C}$; $\vartheta = 3$ м/с; 9 - $t_c = 50^\circ\text{C}$; $\vartheta = 5$ м/с; 10 - $t_c = 60^\circ\text{C}$; $\vartheta = 3$ м/с

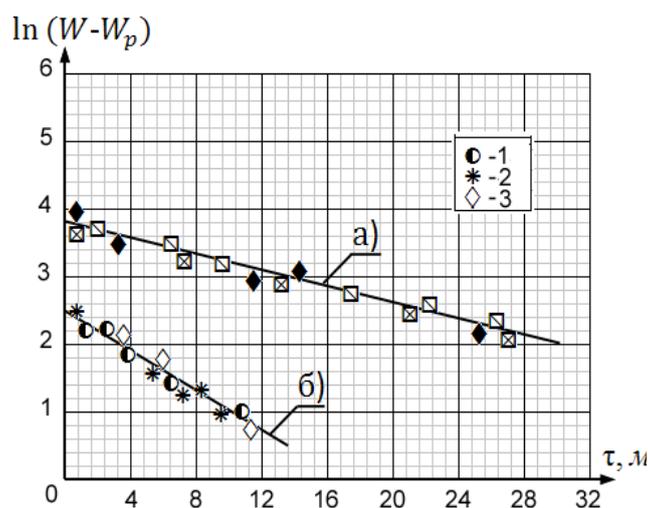


Рисунок 2 – Зависимость $\ln(\bar{u} - u_p) = f(\tau)$ для подошвенной кожи (а) и листового асбеста (б) при конвективной сушке для различных режимов сушки. Подошвенная кожа: обозначения даны на рис.1 (а). Листовой асбест: 1 - $t_c = 90^\circ\text{C}$; $\vartheta = 5$ м/с; 2 - $t_c = 120^\circ\text{C}$; $\vartheta = 5$ м/с; 3 - $t_c = 150^\circ\text{C}$; $\vartheta = 3$ м/с

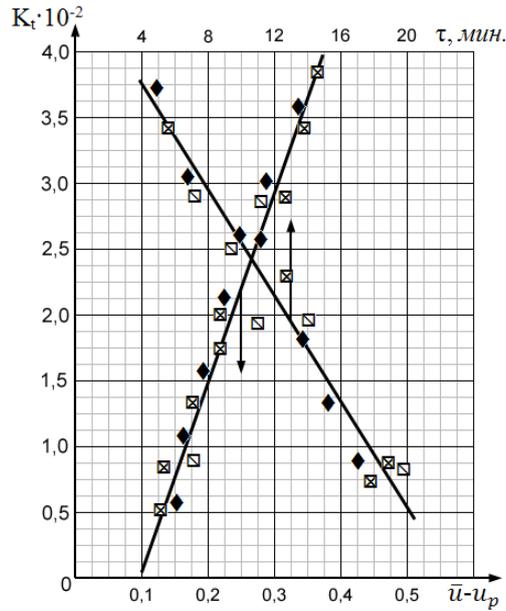


Рисунок 3 – Зависимость безразмерного параметра $K_t = f_1(\bar{u} - u_p)$ и $K_t = f_2(\tau_{II})$ для подошвенной кожи при конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции при различных режимах. Обозначения приведены на рис.1 (а)

$$\bar{t}_0 = 10 + 0,28t_c . \quad (7)$$

Постоянные m_t и m_u есть скорости изменения логарифмов разностей температур и влагосодержаний по времени, т.е.

$$\frac{\partial [\ln(t_c - \bar{t})]}{\partial \tau} = m_t ; \quad (8)$$

$$\frac{\partial [\ln(\bar{u}_{кр} - \bar{u})]}{\partial \tau} = m_u , \quad (9)$$

и являются одинаковыми для всех точек тела для среднеобъемной температуры \bar{t} и среднего влагосодержания \bar{u} .

Обработка экспериментов методом регулярного режима по соотношениям (5) и (6) представлена на рис.1 и рис.2, на которых даны зависимости $\ln(t_c - \bar{t}) = f(\tau)$ для пористой керамики и подошвенной кожи (рис.1) и $\ln(\bar{u} - u_p) = f(\tau)$ для листового асбеста и подошвенной кожи (рис.2) при конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции в широком интервале изменения режимных параметров, а в таблице 1 приведены значения постоянных m_t и m_u для некоторых материалов.

Таблица 1 – Значения постоянных m_t и m_u для некоторых влажных материалов

Наименование материала	Режим сушки			$m_t, \text{мин}^{-1}$	$m_u, \text{мин}^{-1}$
	$t_c, ^\circ\text{C}$	$\vartheta, \text{м/с}$	φ		
Пористая керамика, $\delta = 5 \text{ мм}$	90-150	3-10	5	0,1	0,135
Подошвенная кожа, $\delta = 4 \text{ мм}$	40-60	3-5	15	0,04	0,055
Листовой асбест, $\delta = 6 \text{ мм}$	90-150	3-10	5	0,06	0,15
Глина, $\delta = 10-12 \text{ мм}$	90-150	3-10	5	0,07	0,11
Войлок, $\delta = 12 \text{ мм}$	90-150	3-10	5	0,02	0,08

Из выражений (5), (6) и (8), (9) определяется время сушки во втором периоде, отсчитываемое от $\tau = 0$ до заданных значений средней температуры и среднего влагосодержания материала

$$\tau_{II} = \frac{1}{m_t} \cdot \ln \left(\frac{t_c - \bar{t}_0}{t_c - \bar{t}} \right) \quad (10)$$

$$\tau_{II} = \frac{1}{m_u} \cdot \ln \left(\frac{\bar{u}_{кр} - u_p}{\bar{u} - u_p} \right) \quad (11)$$

Решая уравнения (10) и (11) относительно среднеобъемной температуры материала \bar{t} и среднего влагосодержания \bar{u} получим для периода падающей скорости сушки уравнения для определения средней температуры и длительности процесса сушки

$$\bar{t} = t_c - \frac{t_c - \bar{t}_0}{\exp(m_t \tau_{II})}; \quad (12)$$

где τ_{II} – текущее время сушки во втором периоде, отсчитываемое от нуля, соответствующее текущему значению среднеинтегральной температуры \bar{t}_0 .

$$\tau = \frac{\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}}{N} + \frac{1}{m_u} \ln \left(\frac{\bar{u}_{кр} - u_p}{\bar{u} - u_p} \right) \quad (13)$$

где $\frac{\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}}{N} = \tau_1$ – время сушки в первом периоде; $\bar{u}_0, u_{кр}, u_p$ – начальное, критическое и равновесное влагосодержание материала; N – скорость сушки в первом периоде.

Анализ экспериментов по нагреванию влажных тел методом регулярного режима позволяет ввести в расчеты по кинетике сушки безразмерный параметр K_t .

$$K_t = \frac{c_{вл} \frac{d\bar{t}}{d\tau}}{r m_t} = \frac{c_{вл} b_t}{r m_t}; \quad (14)$$

где $\frac{d\bar{t}}{d\tau} = b_t$ – температурный коэффициент; r – теплота парообразования; $c_{вл}$ – теплоемкость влажного тела. На рис.3 представлены зависимости безразмерного параметра $K_t = f_1(\bar{u} - u_p)$ и $K_t = f_2(\tau_{II})$ для подошвенной кожи при сушке в условиях вынужденной конвекции из которых видно, что зависимости эти линейные.

Зависимость $K_t = f(\bar{u} - u_p)$ описывается уравнением при $\bar{u} \leq \bar{u}_{кр}$

$$K_t = 0,15(\bar{u} - u_p) - 0,015. \quad (15)$$

Основное уравнение кинетики сушки А.В.Лыкова [1] для безразмерного потока тепла

$$q^* = \frac{q_{II}}{q_I} = N^*(1 + Rb), \quad (16)$$

где критерий Ребинбера $Rb = \frac{c_{\text{вл}} \frac{d\bar{t}}{d\bar{u}}}{r} = \frac{c_{\text{вл}} b}{r}$; $b = \frac{d\bar{t}}{d\bar{u}}$ – температурный коэффициент сушки; q_I, q_{II} – плотности теплового потока в первом и втором периодах.

Рассмотрим отношение

$$\frac{K_t}{Rb} = \frac{c_{\text{вл}} \frac{d\bar{t}}{d\tau}}{r m_t} \cdot \frac{c_{\text{вл}} \frac{d\bar{t}}{d\tau}}{r} = \frac{1}{m_t} \frac{d\bar{u}}{d\tau}, \quad (17)$$

где $\left| \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right| = NN^*$ [4,5]; N^* – относительно скорость сушки.

Тогда для критерия Ребинбера можно записать

$$Rb = \frac{K_t m_t}{NN^*}. \quad (18)$$

Основное уравнение кинетики сушки (16) можно представить в виде

$$q^* = \frac{q_{II}}{q_I} = N^* + \frac{K_t m_t}{N}. \quad (19)$$

или

$$q^* = \frac{q_{II}}{q_I} = N^* + \left(1 + \frac{K_t m_t}{NN^*} \right) \quad (20)$$

Относительная скорость сушки N^* вычисляется по уравнениям [4]

$$N^* = \exp(-m \tau^*), \text{ или } N^* = \exp(-aN\tau); \quad (21)$$

где постоянные m и a определяются по эмпирическим зависимостям [4]

$$m = 0,67 \frac{\bar{u}_0}{\bar{u}_{кр}} - 0,35; \quad (22)$$

$$a = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{\bar{u}_{кр}}. \quad (23)$$

При этом надо иметь ввиду соотношение $\bar{u} = 0,01W$; где W – влагосодержание материала, %.

Следовательно, чтобы воспользоваться основным уравнением кинетики сушки (16) для расчета плотности теплового потока во втором периоде необходимо знать параметр N – скорость сушки в первом периоде и критическое влагосодержание $\bar{u}_{кр}$, которое для многих тонких плоских материалов незначительно меняется при изменении режимных параметров сушки [1,4,5].

В таблице 2 приведено сравнение расчетных параметров процесса сушки для подошвенной кожи при различных режимах с экспериментом по формулам (12), (13), (16), (19), (24). Расчетная плотность теплового потока определялась по отношению

$$q_{\text{расч}}^* = \frac{q_{II}}{q_I} = \frac{\bar{\alpha}(t_c - t_{II})}{r \rho R_V N}; \quad (24)$$

где $\bar{\alpha}$ – коэффициент теплообмена во втором периоде сушки; t_n – температура поверхности материала; ρ – плотность; R_V – отношение объема тела к поверхности.

Таблица 2 – Сравнение расчетных параметров процесса конвективной сушки подошвенной кожи при различных режимах по формулам (12), (13), (16), (19) и (24) с экспериментом

1. Режим сушки: $t_c=40^\circ\text{C}$; $v=3$ м/с; $\bar{u}_0 = 0,86$; $\bar{u}_{кр} = 0,56$							
$\bar{u} - u_p$	$q^*_{экс}$ (16)	$q^*_{экс}$ (19)	$q^*_{расч}$ (24)	$\bar{t}_{экс}$ °С	$\bar{t}_{расч}$ °С (12)	$\tau_{экс}$ МИН	$\tau_{расч}$ МИН (13)
0,45	0,81	0,84	0,83	23,5	25	18	17,6
0,36	0,68	0,63	0,67	32,5	33	25	25,5
0,24	0,15	0,22	0,19	37	36	39	39
2. Режим сушки: $t_c=50^\circ\text{C}$; $v=3$ м/с; $\bar{u}_0 = 0,86$; $\bar{u}_{кр} = 0,57$							
0,45	0,68	0,7	0,69	28,5	29,5	17	16,5
0,36	0,53	0,56	0,57	35	36	24	24,5
0,24	0,32	0,33	0,31	41	41,5	36,5	38
3. Режим сушки: $t_c=50^\circ\text{C}$; $v=3$ м/с; $\bar{u}_0 = 0,86$; $\bar{u}_{кр} = 0,57$							
0,45	0,65	0,67	0,68	32,5	34	16	15,2
0,36	0,56	0,52	0,55	37,5	39	21	21,4
0,24	0,31	0,29	0,3	43	42	35,5	36,4

ВЫВОДЫ

Исследование тепловлагообмена методом регулярного режима позволяет разработать методику расчета кинетики процесса сушки, при использовании которой необходимо знать только скорость сушки в первом периоде N и первое критическое влагосодержание $\bar{u}_{кр}$. Используя эмпирические зависимости, полученные на основе многочисленных экспериментальных данных, можно рассчитать основные характеристики процесса сушки.

Список использованных источников

1. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков . – М.: Энергия, 1973. – 350 с.
2. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков . – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Лыков, А. В. Тепломассообмен / А. В. Лыков . – М.: Энергия, 1971. – 651 с.
4. Ольшанский, А. И. Некоторые закономерности кинетики влаготеплообмена при сушке влажных материалов / А. И. Ольшанский, Е. Ф. Макаренко, В. И. Ольшанский . – Минск : Инженерно-физический журнал. Т. – 81 . – № 6 . – 2008. – с. 1102-1110.
5. Красников, В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. – М.: Энергия, 1973. – 485 с.

Статья поступила в редакцию 03.02.2010 г.

SUMMARY

The investigation of heat exchange of G.M. Kondratjew's regular method is conducted. The analyses and processing of experimental data using the regular regime method allowed to develop the methods for kinetics calculations of drying process with the minimal amount of constants defined experimentally.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЯЖИ ИЗ ЛЬНЯНОГО ОЧЕСА

*М.М. Паневкина, С.С. Гришанова, Е.А. Конопатов
(под руководством А.Г. Когана)*

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоит вопрос об улучшении качества производимой льняной и оческовой пряжи. Наиболее перспективным направлением в решении данного вопроса является снижение линейной плотности оческовой пряжи и повышения ее качества. Льняной очес является низкосортным сырьем и требует интенсивной обработки для получения высококачественной пряжи средней линейной плотности. Из льняного очеса до настоящего времени в Республике Беларусь получали пряжу 86-110 текс для бытовых тканей. Использовалась оческовая система и мокрый способ прядения. Тоньше пряжа из льняного очеса не выпускалась. Кроме того, класс добротности оческовой пряжи в большинстве случаев был средний оческовый.

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ» совместно с РУПТП «Оршанский льнокомбинат» разработана технология производства пряжи из льняного очеса с использованием оборудования фирмы «N. Schlumberger CIE», которая позволяет получать высококачественную пряжу линейных плотностей 58-105 текс. Особо стоит отметить, что пряжу линейных плотностей 58-68 текс вырабатывали ранее только из длинного льняного волокна по льняной системе прядения.

На основании проведенных исследований для производства пряжи из льняного очеса средней линейной плотности с использованием оборудования фирмы «N. Schlumberger CIE» была разработана следующая технологическая цепочка оборудования:

1. Смешивающий агрегат А-150-Л1
2. Чесальная машина Ч-460-Л или Ч-600-Л1
3. Ленточная машина ф. «N. Schlumberger CIE» GC-30 (2 перехода)
4. Гребнечесальная машина ф. «N. Schlumberger CIE» PB-133
5. Ленточная машина ф. «N. Schlumberger CIE» GC-30 (4 перехода)
6. Ровничная машина FX-402 ф. «Golden Eagle»
7. Прядильная машина ПМ-88-Л5 или ПМ-88-Л10.

Первым и самым важным этапом в разработке новой технологии получения пряжи является подбор сырья. Качество производимой пряжи более чем на 50 % зависит от качества исходного сырья. Поэтому выбору и исследованию его качественных показателей всегда уделяется большое значение. Основная задача при выборе сырья заключается в выборе такой сортировки льняного очеса, чтобы при минимальных затратах на сырье вырабатывать качественную пряжу.

В качестве исследуемого сырья был выбран льняной очес № 4, № 6 и № 8, получаемый с льночесальных машин РУПТП «Оршанский льнокомбинат». В течении года проводились исследования данного сырья, в результате чего получены усредненные значения показателей качества, такие как: закростренность, расщепленность, разрывная нагрузка скрученной ленточки и коэффициент вариации по разрывной нагрузке. Значения качественных показателей для каждого номера исследуемого льняного очеса представлены на рисунке 1.

Льняной очес № 4 очень неоднороден по своим свойствам и отличается невысокой разрывной нагрузкой и низкой расщепленностью волокна, что отрицательно отражается на физико-механических показателях пряжи и увеличивает обрывность в прядении и ткачестве. Поэтому для производства пряжи из льняного очеса класса добротности ВО льняной очес № 4 исключили. Льняной очес № 8 имеет самые лучшие показатели по расщепленности, закростренности и

разрывной нагрузке, но уступает льняному очесу № 6 по равномерности прочностных характеристик.

Исследованный льняной очес № 4, № 6 и № 8 является грубым, так как имеет массовую долю инкрустов более 2,5 % и расщепленность менее 430 шт/г.

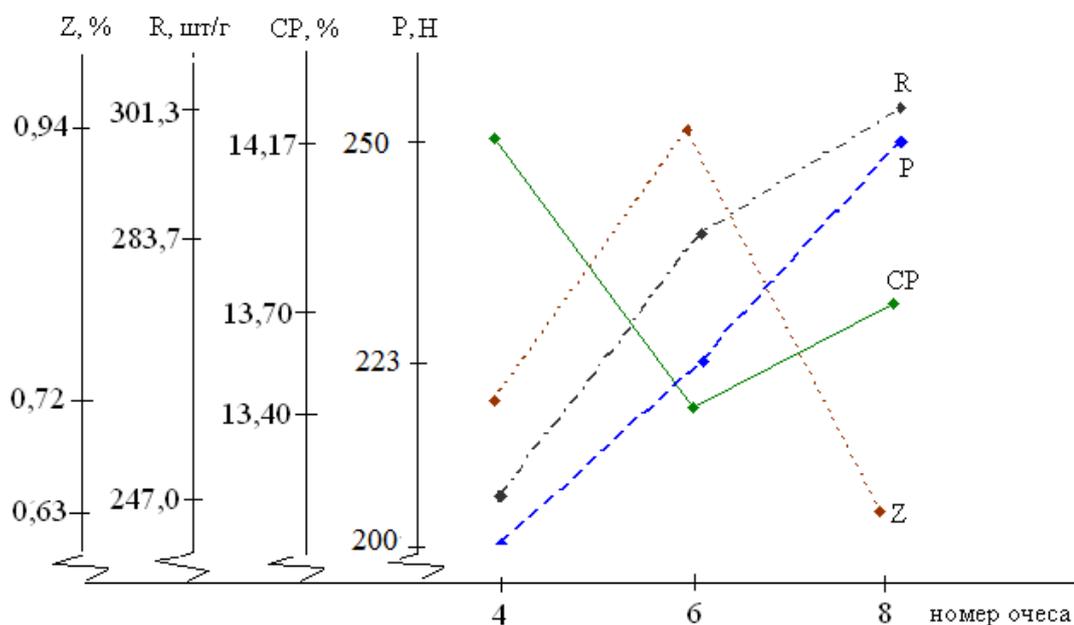


Рисунок 1 – Качественные показатели льняного очеса различных номеров: Z – закостренность, %; R – расщепленность, шт/г; P – разрывная нагрузка скрученной ленточки, Н; CP – коэффициент вариации по разрывной нагрузке скрученной ленточки, %

Проведены также испытания штапельного состава волокон льняного очеса № 4, № 6 и № 8 (см. рис. 2).

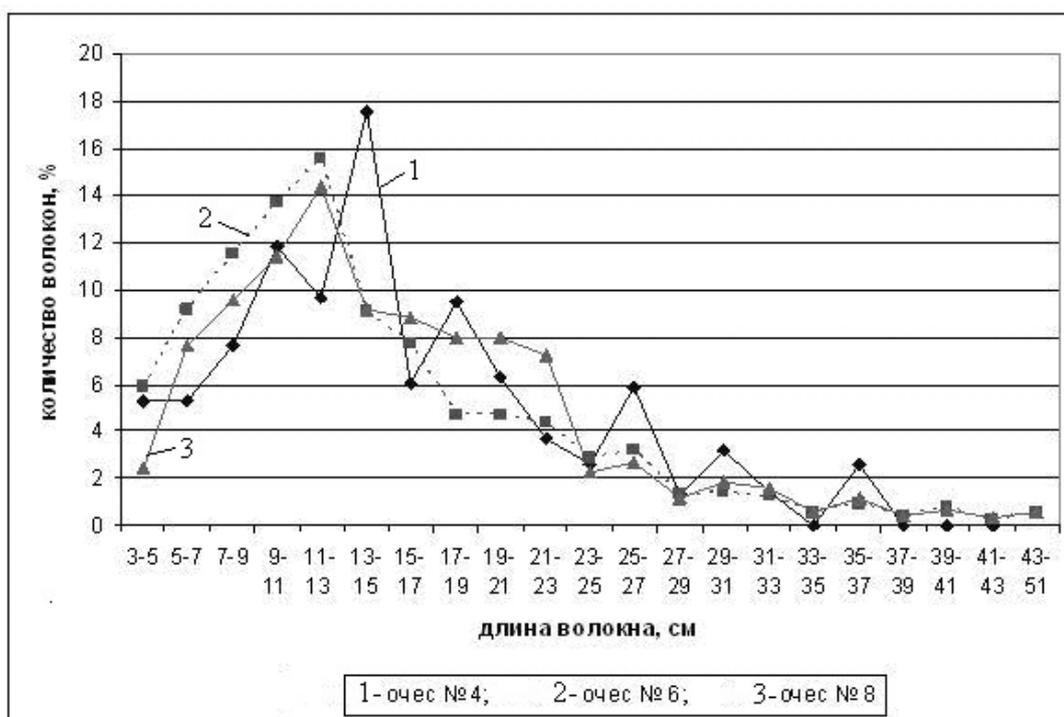


Рисунок 2 – Распределение волокон по классам длины

Льняной очес № 4 отличается большим разбросом волокон по классам длины. Волокна льняного очеса № 6 и № 8 наиболее однородны и приближены друг к другу по длине. Большая часть волокон льняного очеса №4 попадает в интервал от 9 см до 19 см, льняного очеса № 6 и № 8 – от 9 см до 23 см.

На основе проведенных исследований и учитывая опыт предприятия, для разработки рабочих сортировок были выбраны льняной очес № 6 и № 8. Чем тоньше пряжа, тем больший процент льняного очеса № 8 вкладывается в смесь. То есть для пряжи 84 -105 текс базовым компонентом является льняной очес № 6 , для 58-68 текс базовый компонент – льняной очес № 8.

Подготовка льняного очеса к гребнечесанию осуществляется на двух переходах ленточных машин GC-30, а сам процесс гребнечесания на гребнечесальной машине РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE». Данное оборудование является в настоящее время новейшим для переработки льняного волокна. Проведена оптимизация параметров работы двух переходов ленточных машин GC-30 фирмы «N. Schlumberger CIE» для подготовки льняного очеса к гребнечесанию. Установлены следующие оптимальные параметры работы ленточного оборудования до гребнечесания: для 1-го перехода ленточных машин: вытяжка – 6,6; число сложений -12; для 2-го перехода ленточных машин: вытяжка – 6,6; число сложений – 5. Установлены следующие оптимальные параметры работы гребнечесального оборудования: загрузка машины на питание – 24 ленты; частота вращения гребенного барабанчика 110 -130 мин⁻¹.

При переработке льняного очеса в готовой пряже наблюдается большое количество утолщений. Это объясняется недостаточно хорошей подготовкой полуфабрикатов к прядению и низким качеством сырья, что в результате приводит к образованию шишек в полуфабрикатах и готовой пряже. Были исследованы 2 режима работы гребнечесальных машин РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE» и разные сырьевые смеси. При 1 режиме разводка составляла 32 мм, длина питания – 8,8 мм; при 2 режиме: разводка – 35 мм, длина питания – 7,9 мм. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество шишек в ленте в зависимости от смеси и режима гребнечесания

Смесь	Режим гребнечесания	Количество шишек в ленте по переходам на единицу массы, шт							
		Чесальная машина	1-ый лент. переход	2-ой лент. переход	Гребнечесальная машина	3-ий лент. переход	4-ый лент. переход	5-ый лент. переход	6-ой лент. переход
Смесь № 1: 67 % - очес № 6; 33 % - очес № 8	1-ый режим	87,9	60,1	43,6	6,5	18,1	12,3	13,5	24,3
Смесь № 2: 67 % - очес № 8; 33 % - очес № 6	1-ый режим	61,6	35	37,5	11,0	3,4	6,04	13,2	23,9
Смесь № 2: 67 % - очес № 8; 33 % - очес № 6	2-ой режим	61,6	35	37,5	0,4	0,26	0,1	0	0

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что количество шишек в полуфабрикатах увеличивается с ухудшением качественных показателей смеси.

Повысить качество полуфабрикатов, получаемых на последующих переходах после гребнечесания, можно путем регулирования интенсивности воздействия на волокно на гребнечесальной машине. При ухудшении качественных показателей смеси необходимо применять более интенсивный режим чесания волокна на гребнечесальной машине (режим 2).

Были проведены исследования, направленные на определение оптимальных режимов работы ленточных машин после гребнечесания. Первый режим работы ленточных машин после гребнечесания был выбран согласно существующей теории: неровнота от вытягивания полностью компенсируется в результате сложения волокнистых продуктов, если число сложения лент равно вытяжке. Второй режим работы ленточных машин после гребнечесания был выбран, руководствуясь рекомендациями фирмы «N. Schlumberger CIE». Данные режимы работы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Первый и второй режимы работы ленточных машин после гребнечесания

Параметры работы	Наименование показателя	1-й ленточный переход	2-й ленточный переход	3-й ленточный переход	4-й ленточный переход
1-й режим	Вытяжка	9	9	7,9	6
	Число сложений	10	10	5	3
2-й режим	Вытяжка	8	7,4	8	6,6
	Число сложений	10	10	5	3

Второй режим работы ленточных машин позволяет стабилизировать неровноту лент на очень низком уровне и получить на каждом ленточном переходе полуфабрикат высокого качества (см. рис. 3).

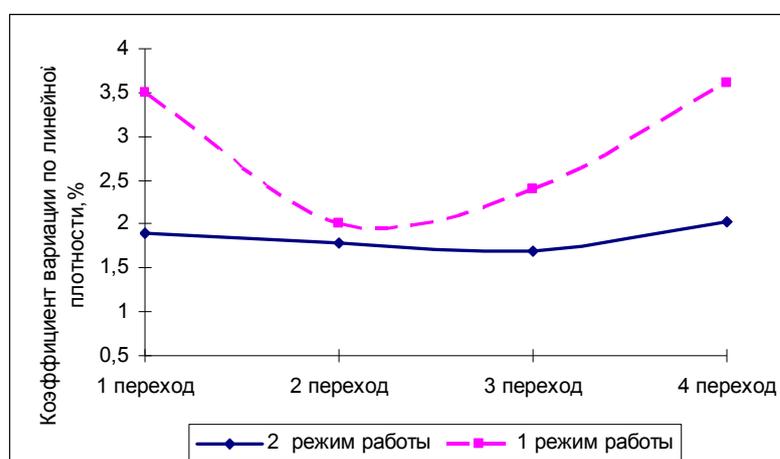


Рисунок 3 – Показатели неровноты лент по переходам

Второй режим работы ленточных машин после гребнечесания признан оптимальным.

Проведенные эксперименты показали, что для производства пряжи 58-68 текс требуется наработка ровницы тоньше 1000 текс. Для производства пряжи 84-105 текс используется ровница 1000-1111,1 текс с круткой 35 кр/м. При производстве ровницы тоньше 1000 текс с круткой 35 кр/м наблюдается высокая обрывность на ровничной машине из-за плохого сцепления волокон в ровнице. Поэтому было решено увеличить крутку на ровничной машине при получении ровницы тоньше

1000 текс. Результаты эксперимента по увеличению крутки на ровничной машине представлены на рисунке 4.

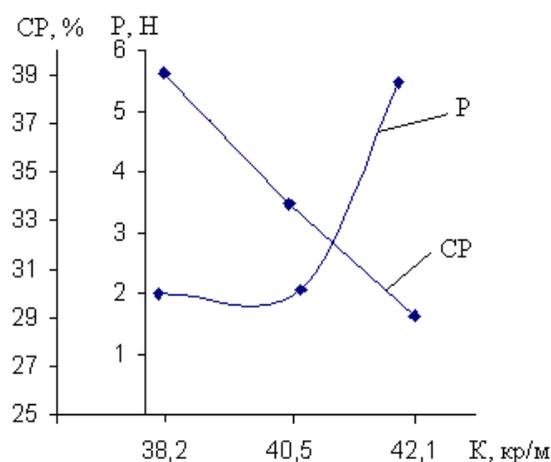
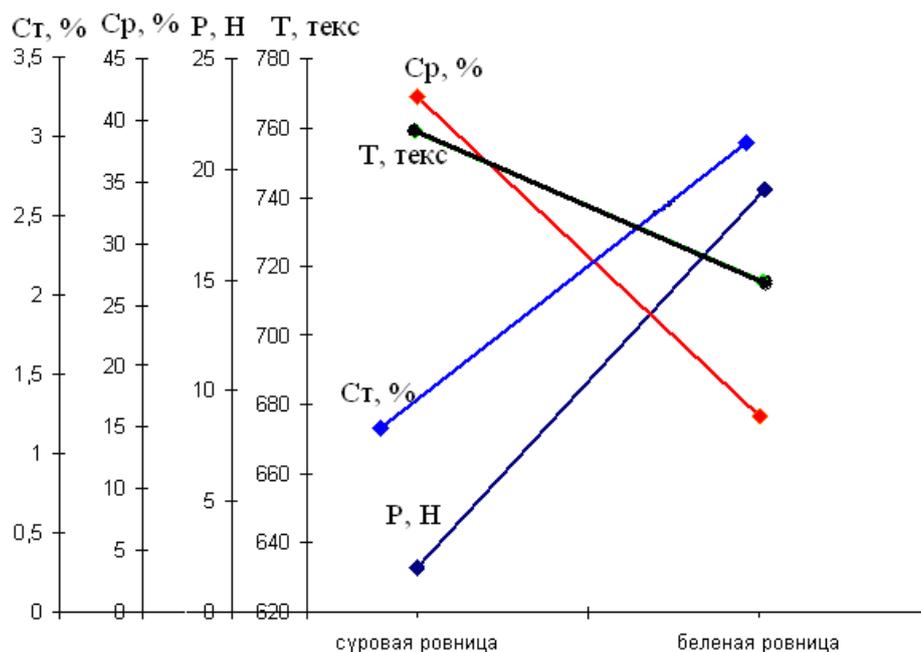


Рисунок 4 – Зависимость разрывных характеристик ровницы от крутки

Наиболее качественная ровница получается при использовании крутки 42,1 кр/м.

На рисунке 5 представлены сравнительные характеристики суровой (769,2 текс) и беленой ровницы с фактической круткой 42,1 кр/м.



T, текс - линейная плотность ровницы,
P, Н - разрывная нагрузка ровницы,
CP, % - коэффициент вариации по разрывной нагрузке,
CT, % - коэффициент вариации по линейной плотности, %

Рисунок 5 – Сравнительные характеристики суровой и беленой ровницы

В ровнице, подвергаемой химической обработке, происходит не только интенсивная очистка волокна, но и расщепление технических волокон на элементарные волокна. Увеличение волокон в сечении химически обработанной ровницы увеличивает ее разрывную нагрузку. После химической обработки ровница теряет около 12 % своей массы. Так как нецеллюлозные вещества и

сорные примеси вымываются неравномерно, повышается неровнота линейной плотности беленной ровницы.

По разработанной технологии наработаны партии пряжи из льняного очеса линейных плотностей 105 текс, 84 текс, 68 текс и 58 текс. Пряжа всех линейных плотностей соответствует I сорту класса добротности ВО по ГОСТ 10078-85 «Пряжа из лубяных волокон и их смесей с химическими волокнами». Полученная пряжа проработана на ткацком станке в бельевые, скатертные и декоративные ткани.

ВЫВОДЫ

Разработана новая технология пряжи средней линейной плотности из льняного очеса с использованием процесса гребнечесания. Разработанная технология позволяет расширить ассортимент пряжи и тканей из льняного очеса, снизить линейную плотность оческовой пряжи до 58 текс, заменить дорогое сырье (длинное льняное волокно) на более дешевое (льняной очес).

Статья поступила в редакцию 01.04.2010 г.

SUMMARY

The new technology of manufacturing of yarns of average linear density from flax tow with the using of combing process is developed. The developed technology allows to enlarge the assortment of yarns and fabrics from flax tow, to low the linear density of tow yarn to 58 tex, to change the long flax fibers by more chipper flax tow. The optimal parameters of working of preparing frames for producing high quality tow yarns are defined.

УДК 677.025.072

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ НА ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

Т.В. Силч

В современном мире к трикотажным изделиям предъявляются высокие требования не только в части их дизайнерского исполнения, но и в части их эксплуатационных свойств, экологичности, комфорта в носке и гигиеничности. Этим требованиям вполне могут соответствовать изделия из смешанной пряжи на основе полипропиленовых волокон, обладающих рядом преимуществ перед другими синтетическими волокнами в силу своих специфических свойств. Предлагаемый на мировом рынке ассортимент трикотажной продукции с содержанием полипропиленовых волокон включает практически все группы изделий: бельевые и верхние, чулочно-носочные, домашнюю одежду и изделия для активного отдыха. Именно исключительными свойствами полипропиленовых волокон объясняется немалый интерес к ним со стороны изготовителей текстильных и трикотажных материалов. В Беларуси технологические процессы производства пряжи и трикотажных изделий с использованием полипропиленовых волокон проходят стадии разработки и всестороннего изучения. Исследовательская работа в этом направлении нацелена на получение теоретических и экспериментальных данных для выявления наиболее рациональных заправок и оптимальных режимов работы различных видов оборудования. Данная работа относится к числу таких исследований и с этой точки зрения имеет новизну и практическую ценность.

В производственных условиях ОАО «Гронитекс» в настоящее время осваивается разработанная ранее технология получения хлопкополипропиленовой

пряжи кольцевого способа прядения линейной плотности 18,5-20 текс. Опытная партия двухкомпонентной пряжи с содержанием 20% полипропиленовых волокон была апробирована на базе ОАО «Бобруйсктрикотаж» при разработке технологического процесса изготовления полотна для пошива верхних трикотажных изделий и исследовании влияния на его параметры свойств смешанной пряжи. Изготовление образцов хлопкополипропиленовых полотен осуществлялось на двухфонтурной кругловязальной машине Метин-Нов 20 класса. При определении оптимального режима работы вязальной машины критериями оценки являлись стабильность процесса формирования трикотажа, а также свойства и нормируемые качественные характеристики полотна. Заправочные параметры вязания двуластичного полотна из аналогичной х/б пряжи 20 текс на первом этапе были приняты за основу. Однако наблюдение за процессом вязания показало, что обычная перезаправка машины на хлопкополипропиленовую пряжу не обеспечивает стабильности протекания процесса. Отмечались многочисленные обрывы пряжи, в том числе в вязальных системах, что повлекло за собой образование дыр. Кроме того, на полотне наблюдались спуски петель, причина возникновения которых была установлена при разбраковке: имел место разрыв петли. На ощупь полотно имело жесткий гриф, петли в структуре полотна оказались неравномерно затянутыми. Все это свидетельствовало о неправильно подобранных заправочных параметрах вязальной машины. Известно, что разрыв пряжи в петлеобразующей системе происходит в том случае, когда длина нити в петле меньше периметра совместного сечения крючка и язычка вязальной иглы [1, стр.517]. При операции нанесения, когда старая петля меняет свою конфигурацию, это несоответствие приводит к большой деформации петли и к ее разрыву. Расчет толщины хлопчатобумажной пряжи показывает, что в свободном состоянии ее диаметр равен, в мм:

$$d_{px} = 0,04 \sqrt{\frac{T_x}{\delta_x}} = 0,04 \sqrt{\frac{20}{0,85}} = 0,194 \quad , \quad (1)$$

а в сильно сжатом состоянии, мм:

$$d_{yx} = 0,04 \sqrt{\frac{T_x}{\gamma_x}} = 0,04 \sqrt{\frac{20}{1,52}} = 0,145 \quad , \quad (2)$$

при том, что аналогичные характеристики хлопкополипропиленовой пряжи той же линейной плотности имеют большее значение за счет содержания в ней 20% полипропиленовых волокон. Так расчетный диаметр пряжи составил, мм:

$$d_{pn} = 0,04 \sqrt{\frac{20}{0,45 \times 0,2 + 0,85 \times 0,8}} = 0,204 \quad , \quad (3)$$

а условный диаметр, мм:

$$d_{yn} = 0,04 \sqrt{\frac{20}{0,91 \times 0,2 + 1,52 \times 0,8}} = 0,152 \quad . \quad (4)$$

Апробированная заправка машины не учитывала особенности свойств пряжи с содержанием полипропиленовых волокон, а именно ее объемность, ворсистость, упругую растяжимость и более высокую жесткость на изгиб. В итоге без соответствующей корректировки заправочных параметров переработка хлопкополипропиленовой пряжи сопровождалась обрывностью до входа в петлеобразующие системы, привела к частым разрывам петель и значительному уплотнению структуры полотна.

Для стабилизации процесса вязания потребовалось теоретическое проектирование основных и косвенных характеристик структуры хлопкополипропиленового полотна с последующей экспериментальной корректировкой режима работы вязальной машины для получения полотна с заданными свойствами. За исходные параметры для проектирования были приняты фактические коэффициенты соотношения плотностей $C_{\phi x}=0,954$ и линейного незаполнения $1/E_{Гx}=5,12$ хлопчатобумажного полотна, поскольку в результате требовалось получить из новой пряжи его аналог для пошива определенного ассортимента изделий. Расчет характеристик структуры полотна выполнялся по стандартной методике инженерного проектирования [2, стр.79-83].

Средний диаметр хлопкополипропиленовой пряжи составляет, мм:

$$d_n = (d_{pn} + d_{yn}) / 2 = (0,204 + 0,152) / 2 = 0,178 \quad (5)$$

Расчетные характеристики взаимного расположения петель:

$$A_n = d_n \times 1/E_{Гx} = 0,178 \times 5,12 = 0,91 \quad (6)$$

$$B_n = C_{\phi x} \times A_n = 0,954 \times 0,91 = 0,87 \quad (7)$$

Заправочная плотность вязания полотна составила, петель:

$$П_{Гn} = 100 / A_n = 100 / 0,91 = 110 \quad (8)$$

$$П_{Вn} = 100 / B_n = 100 / 0,87 = 115 \quad (9)$$

Расчетная длина нити в петле, мм:

$$l_{zn} = d_n (x / E_{Гx} + y C_{\phi x} / E_{Гx} + z) = 0,178 (2,36 \times 5,12 + 2 \times 0,954 \times 5,12 + 1,18) = 4,09 \quad (10)$$

В сравнении с заправочными параметрами вязания хлопчатобумажного полотна, представленными в таблице 1 как заправка №1, площадь петли в хлопкополипропиленовом полотне за счет объемности пряжи увеличилась на 11% и составила:

$$S_n = A_n \times B_n = 0,91 \times 0,87 = 0,79 \quad (11)$$

Увеличился и модуль петли в полотне:

$$\sigma_n = l_{zn} / d_{yn} = 4,09 / 0,152 = 27 \quad (12)$$

При экспериментальной проверке результатов проектирования процесс вязания хлопкополипропиленового полотна стабилизировался, снизилась до допустимых пределов обрывность пряжи, явные дефекты на полотне не наблюдались.

Однако была отмечена необходимость проведения дополнительной корректировки параметров заправки машины с целью получить более равновесное полотно с разреженной структурой. Это обусловлено содержанием в пряже гидрофобных и термопластичных полипропиленовых волокон, которые при переходе в фиксированное состояние при последующей влажно-тепловой обработке полотна вызовут дополнительное уплотнение его структуры и могут придать излишнюю жесткость грифу. Для придания большей равновесности полотну и снижения величины его возможного деформирования были увеличены коэффициент соотношения плотностей и площадь петли. Расчетная плотность вязания по вертикали была уменьшена на 5 петель, при этом входное натяжение пряжи было снижено до 3,5 сН, что в свою очередь обеспечило более щадящее деформирующее воздействие на растяжимые полипропиленовые волокна. В результате указанной корректировки при удовлетворительном протекании процесса вязания были достигнуты необходимая технологичность пряжи и структура полотна. Экспериментально установленные параметры вязания хлопкополипропиленового полотна приведены в таблице 1 в качестве заправки №2.

Таблица 1 – Заправочные параметры вязания двуластичного полотна на кругловязальной машине Метин-Нов 20 класса

№ заправки	Переплетение	Заправка и процентное содержание пряжи в полотне	Характеристики сурового полотна				
			Число петельных столбиков на 10 см, Пг	Число петельных рядов на 10 см, Пв	Длина нити в петле, мм	Поверхностная плотность полотна, г/м ²	Ширина полотна в трубке по снятию с машины, см
1	Двуластичное гладкое	пряжа х/б 20 текс – 100%	115	120	3,71	221,5	83±1
2		пряжа 20 текс хлопок/ПП 80/20 – 100%	110	110	3,95	205,2	85±1

Анализ табличных данных показывает, что фактическая длина нити в петле хлопкополипропиленового полотна на 6,5% превышает длину нити в петле хлопчатобумажного аналога. Коэффициент соотношения плотностей увеличился до значения $C_{фл}=1,0$ и свидетельствует о достаточной равновесности полотна, поскольку более близок к общепринятому для двуластичных полотен коэффициенту 1,18. Изменились также форма и характеристики взаимного расположения петель в структуре полотна:

$$A_n = B_n = 100 / \Pi_{Гфн} = 100 / 110 = 0,91 \quad (13)$$

Площадь петли увеличилась на 14% в сравнении с аналогичным показателем хлопчатобумажного полотна:

$$S_n = 100 / \Pi_{Гфн} \times 100 / \Pi_{Внф} = (100 / 110)^2 = 0,82 \quad (14)$$

Коэффициенты линейного незаполнения по горизонтали и вертикали в хлопкополипропиленовом полотне составили:

$$1/E_{Гн} = 1/E_{Вн} = A_n / d_n = 0,91 / 0,178 = 5,12 \quad (14)$$

Выявленные структурные отличия хлопкополипропиленового полотна от хлопчатобумажного напрямую связаны с указанными выше особенностями свойств пряжи с содержанием 20% полипропиленовых волокон, прежде всего из-за увеличения на 4,7% ее толщины. При указанных параметрах заправки вязальной машины была изготовлена партия сурового хлопкополипропиленового полотна требуемого качества.

Преобладание в составе пряжи хлопковых волокон позволило при разработке последовательности и параметров отделки сурового полотна применить режим отделки аналогичного хлопчатобумажного полотна. Предварительные выкраски по хлопковой составляющей с целью определения возможной цветовой гаммы для производственного крашения подтвердили хорошее смешивание компонентов пряжи: несмотря на неспособность полипропиленовых волокон к поверхностному окрашиванию, в светлых и средних тонах окраска полотен воспринимается как однотонная, в темных тонах – как легкий равномерный меланж. Наиболее выигрышными являются темные тона, поскольку полотна имеют на поверхности приятный шерстоподобный ворс из неокрашенных полипропиленовых ворсинок.

При экспериментальном определении параметров заключительной отделки окрашенных полотен учитывалась известная низкая термостойкость полипропиленовых волокон. Заключительная отделка полотен проводилась на сушильно-ширильной стабилизационной машине ф.Текстима при пониженном термическом воздействии. В результате варьирования скоростью движения полотна при последовательном снижении температуры было установлено, что допустимый температурный режим заключительной отделки находится в диапазоне 110÷130 С и при скорости движения 10÷12 м/мин обеспечивается требуемая остаточная влажность полотна без ухудшения (оплавления) его грифа. Усадка по длине и ширине не превышает нормативные значения.

Изготовленное хлопкополипропиленовое полотно имеет приятное туше, наполненность структуры и товарный вид, что свидетельствует о правильном подборе режимов работы вязального и отделочного оборудования. Показатели физико-механических свойств готового полотна, испытанные по стандартным методикам в аккредитованной испытательной лаборатории ИЛ-МЭСО, соответствуют требованиям технических нормативных правовых актов. Анализ показателей указывает на увеличение разрывной нагрузки, растяжимости и износостойкости полотна за счет введения в состав пряжи 20% полипропиленовых волокон взамен хлопка. Полотно использовано для пошива верхних изделий спортивной и повседневной группы.

Суммируя результаты теоретических и экспериментальных исследований, можно сделать следующие заключения:

Без корректировки режима работы вязальной машины ее перезаправка с хлопчатобумажной пряжи на хлопкополипропиленовую аналогичной линейной плотности не обеспечивает стабильность процесса вязания и качество полотна;

Подбор параметров петельной структуры хлопкополипропиленового полотна должен учитывать специфические свойства пряжи, обусловленные содержанием в ней полипропиленовых волокон, прежде всего ее объемность и упругую растяжимость. Структура полотна должна быть достаточно разреженной из-за гидрофобности и термопластичности полипропиленовых волокон, которые при переходе в фиксированное состояние в процессе влажно-тепловой обработки вызывают значительное уплотнение его структуры.

Необходимым условием для обеспечения стабильности процесса вязания полотна из хлопкополипропиленовой пряжи является увеличение длины нити в петле и, следовательно, площади петли. Величина, на которую необходимо увеличивать размер петли, в каждом конкретном случае будет иметь свое значение, зависящее от вида оборудования, переплетения и линейной плотности пряжи.

Ввиду высокого модуля упругости и большого удлинения полипропиленовых волокон необходимо понижать входное натяжение пряжи с таким расчетом, чтобы не придавать волокнам излишнее растяжение: стремясь вернуться в релаксированное состояние, они придают полотну жесткость грифа.

При заключительной отделке полотен необходим строгий контроль температурного режима не выше 130°C, в противном случае полотно приобретает жесткий (оплавленный) гриф. Понижение температуры в каждом конкретном случае требует подбора определенной скорости движения полотна и величины опережения, чтобы обеспечить высыхание хлопковых волокон в полотне.

Список использованных источников

1. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов. – Москва : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. – 648 с.
2. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства : учебник для вузов / под общей редакцией Л. А. Кудрявина. – Москва : РИО МГТУ, 2002. – 476 с.

Статья поступила в редакцию 26.09.2010 г.

SUMMARY

The article covers the results of processing mixed yarn from polypropylene fibres in knitting industry. The features of refilling a double knitting machine, dressing mode and the conditions for making cotton-polypropylene fabric with the required structure for sewing knitted garments were discovered based on theoretic and experimental studies. There was revealed the necessity of increasing the dimension of the loop and the length of the string in a loop based on the given volumetric data and elastic extensibility of the yarn, as well as of reducing the tension at the entrance to the loop forming system in order to lessen the distorting effects on polypropylene fibers. The studies allowed determining the rational filling of a knitting machine, which is of practical importance because of the lack of typical filling and modes of production of cotton-polypropylene fabric in our republic.

УДК 677.529.02:677.05

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ КРУЧЕНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НИТЕЙ

Н.В. Скобова, М.Ф. Шаркова, Е.А. Берашевич

В настоящее время все большее внимание уделяется использованию новых видов материалов в текстильной промышленности для создания изделий со специфическими свойствами: антимикробные, сорбционные, фильтрационные и т.д. Одним из таких материалов являются углеродные комплексные нити, полученные из тканых вискозных лент путем графитации (при высоких температурах от 700 до 2400 С) и карбонизации с последующей обработкой аппретирующим раствором и разматываем на отдельные нити в условиях белорусского предприятия «Светлогорское ПО «Химволокно».

Комплексные углеродные нити обладают высокой разрывной нагрузкой (от 2000 до 6000 сН в зависимости от линейной плотности нити), малым разрывным удлинением (до 2%), высокой термостойкостью (в инертных средах или в вакууме до 3000°C, на воздухе – 450°C), являются прекрасным сорбентом. Удельное электрическое сопротивление изменяется от 0,003 до 70 Ом*см. Перечисленный

спектр свойств нитей обуславливает область их применения: фильтрация агрессивных сред, очистка газов, изготовление защитных костюмов, ракетостроение и авиастроение, использование в качестве разнообразных по назначению электронагревательных элементов, для изготовления термопар и др.

Наибольший интерес с точки зрения текстильной продукции представляет использование комплексных углеродных нитей в изделиях бытового и медицинского назначения, используемых для активного нагрева, например, грелки, стерилизационные шкафы, напольные покрытия, жилеты, пояса для ускорения заживления ран или послеоперационных швов, причем, углеродная составляющая используется в качестве нагревательного элемента от источника постоянного тока. Температурные режимы нагрева изделий зависят от области их применения – в основном это 40 - 60°C.

Для прохождения электрического тока через комплексную углеродную нить необходимо создать целостную структуру нити (без обрывов и расслоения элементарных нитей в ее структуре). Вследствие неравномерной структуры углеродной нити возникает неоднородность электрического сопротивления по поверхности ее сечения, что ведет к возникновению участков с высокой контрастностью по электрическому сопротивлению и как результат, при подключении к электрической цепи эти участки разрушаются. Поэтому было принято решение обкрутить углеродную составляющую термостойкой стеклонитью для уплотнения ее структуры.

Разработаны две технологии получения крученой комбинированной углеродной нити с использованием тростильно-крутильной машины ТК-2-160 и прядильно-крутильной машины ПК-100. С целью определения наиболее приемлемой из них с точки зрения качества выпускаемой крученой комбинированной нити (наилучшая структура, физико-механические свойства) проведен сравнительный анализ свойств комбинированных нитей, полученных по данным технологиям.

В качестве исходного сырья использовалась комплексная углеродная нить марки Урал М линейной плотностью 205 текс и комплексная стеклонить линейной плотностью 68 текс.

Технологический процесс на прядильно-крутильной машине осуществляется следующим образом. Углеродная нить с бобины 2, проходя гребенчатый натяжитель 3, подается под переднюю пару 1 вытяжного прибора (рис. 1). Для равномерного сматывания комплексной углеродной нити с бобины, последняя устанавливается на держателе специальной конструкции, позволяющем компенсировать инерционность вращения. На полое веретено 7 надета двухфланцевая катушка со стеклонитью 6. При вращении катушки сходящая с нее баллонизирующая стеклонить обкручивает углеродную составляющую. Таким образом, стеклонить придает получаемой комбинированной нити устойчивую к расслоению структуру. Полученная комбинированная нить протаскивается через канал веретена оттяжной парой 9, состоящей из цилиндра и нажимного валика, при этом огибает фиксатор крутки 8. Готовая комбинированная нить наматывается на выходную паковку 11 мотальным барабанчиком 10.

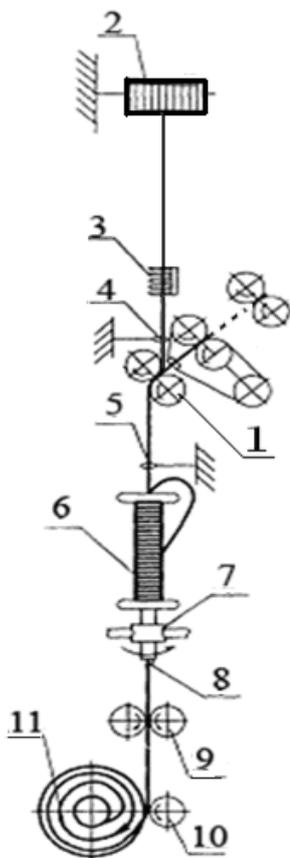


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса получения комбинированной нити на прядильно-крутильной машине

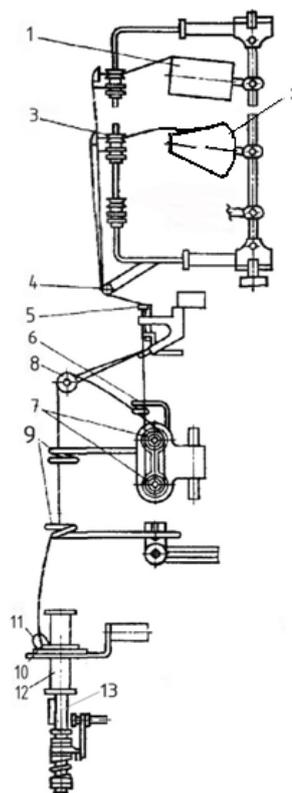


Рисунок 2 – Технологическая схема получения комбинированной нити на тростильно-крутильной машине ТК-2-160

Технологический процесс на тростильно-крутильной машине осуществляется следующим образом (рис. 2). Углеродная нить на бобине 1 и стеклянная нить на бобине 2 установлены на паковкодержателях питающего устройства. Нити проходят тарельчатые нитенатяжители 3, огибают направляющий пруток 4 и поступают в глазки 5 крючков механизма контроля обрыва нити. Затем нити подаются через тростильный крючок 6 к выпускным цилиндрам 7, огибают их 3-4 раза и направляются в зону кручения через ролик 8 контроля обрыва трощеной нити и направляющие крючки 9, где системой кольцо 10 – бегунок 11 скручиваются и наматываются на выходную паковку 12, установленную на веретене 13.

Основные технологические режимы наработки комбинированной углеродной нити на тростильно-крутильной и прядильно-крутильной машинах представлены в таблице 1. Необходимо отметить, что данные таблицы 1 основаны на результатах экспериментальных исследований по выбору оптимальных параметров работы крутильного оборудования, при которых комбинированная нить обладает наилучшими свойствами.

Таблица 1 – Технологические параметры заправки крутильного оборудования

Характеристика	Значение	
	ПК-100	ТК-2-160
Вид перерабатываемой нити	Комплексная углеродная нить 205 текс, стеклонить 68 текс	
Частота вращения веретен, мин ⁻¹	8500	5000
Крутка, кр/м	480	200

По результатам опытной наработки крученых комбинированных нитей по оптимальным параметрам заправки крутильного оборудования проведены исследования физико-механических свойств и внешнего вида сформированных нитей. Полученные данные представлены в таблице 2 и на рисунках 3, 4. Наиболее важной характеристикой из представленных свойств является коэффициент вариации по разрывной нагрузке, который отражает неравномерность нити при разрыве. Неровнота по прочности выше у комбинированной нити, полученной на тростильно-крутильной машине, что указывает на наличие большого количества поврежденных участков на поверхности комплексной углеродной нити. Данный вывод подтверждается приведенными фотографиями внешнего вида комбинированных нитей, полученных двумя способами (рис 3, 4): применение тростильно-крутильного оборудования негативно сказывается на качестве формируемой нити (несмотря на низкую крутку, углеродная составляющая в большей степени подверглась разрушению).

Таким образом, проведенные исследования показали, что комплексная углеродная нить, несмотря на высокие прочностные характеристики, обладает низкой стойкостью к воздействию направляющих гарнитур (хрупкая), поэтому при выборе технологического оборудования для ее переработки необходимо предпочтение отдавать машинам с небольшим числом нитенаправительных элементов, в данном случае - прядильно-крутильной машине.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики КУН

Марка оборудования	Линейная плотность, текс	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по отн. разр. нагрузке, %	Разрывное удлинение, %
ТК-2-160	282	18,9	14,08	2,2
ПК-100	302	23	9,3	1,86

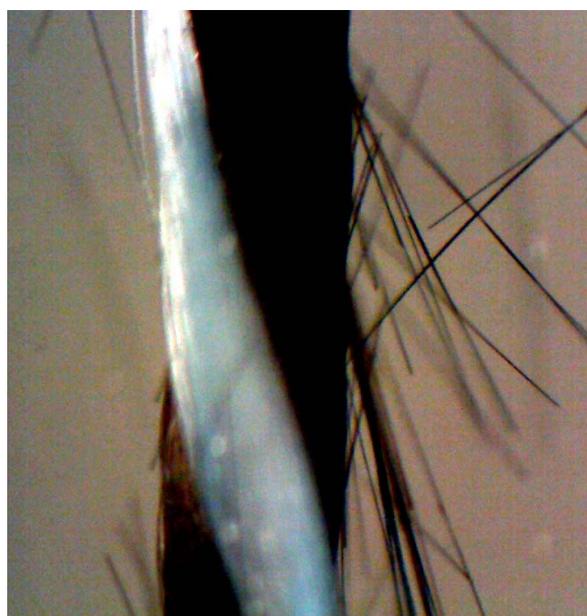


Рисунок 3 – Структура КУН, полученной на тростильно-крутильной машине



Рисунок 4 – Структура КУН, полученной на прядильно-крутильной машине

ВЫВОДЫ

С целью расширения ассортимента текстильных изделий специального назначения определен способ переработки нового вида нитей – комплексных углеродных, для последующего их использования в качестве нагревательного элемента от источника постоянного тока в изделиях активного обогрева.

Проведен сравнительный анализ двух технологий получения комбинированных крученых нитей с использованием тростильно-крутильного и прядильно-крутильного оборудования, в результате которого выявлено преимущество прядильно-крутильной машины, позволяющей получать целостную структуру крученой комбинированной нити с минимальным процентом разрушения периферийных элементарных нитей.

Список использованных источников

1. Коган, А. Г. Технология и оборудование для производства крученой, фасонной пряжи и швейных ниток / А. Г. Коган, Н. В. Скобова // Вестник УО «ВГТУ», Витебск, 2008 . – 184 с.

Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.

SUMMARY

The article is devoted to the comparative analysis of two technologies of manufacturing combined twisted carbon yarns with the using of doubling-twisting and spinning-twisting frames, in result of which it was determined the most optimal technology from the point of view of quality of combined yarn.

УДК 685.34.03.017

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Материалы, применяемые при производстве обуви, имеют в основном волокнисто-сетчатую структуру и обладают вязкоупругими свойствами. Такое строение обуславливает релаксационный характер поведения материалов при растяжении. Релаксационные процессы оказывают большое влияние на формоустойчивость обуви, так как большие величины неотрелаксированных напряжений ведут к усадке кожи и потере заданной формы.

Исходя из этого, целью данной работы является разработка методики, позволяющей на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью, что будет обеспечивать изготовление обуви высокой формоустойчивости.

Перечень показателей, характеризующих релаксационные свойства материалов и систем материалов, достаточно большой. Это создаёт определенные трудности при анализе полученных данных. Поэтому в работе [1] с использованием метода главных компонент было установлено, что релаксационные свойства обувных материалов и систем материалов можно с достаточной достоверностью характеризовать двумя - четырьмя наиболее информативными показателями, определяемыми как при одноосном, так и при двухосном растяжении. Накопленный вклад выделенных главных компонент в общую дисперсию всех признаков составляет более 80%.

В условиях производства, с целью уменьшения трудоемкости эксперимента, для оценки релаксационных свойств материалов достаточно использовать два показателя (общая доля релаксации и начальное усилие), определяемые при одноосном растяжении. В этом случае накопленный вклад двух компонент в общую дисперсию всех признаков составляет для материалов верха обуви более 70% и для систем материалов более 60%, что является достаточным для практических расчётов.

Выделенные показатели в дальнейшем были использованы для комплексной оценки релаксационных свойств материалов и систем материалов, что даёт возможность получить итоговую оценку релаксационных свойств одним числом [2, с. 319].

Единичные показатели релаксационных свойств исследованных материалов и систем материалов имеют различную размерность, поэтому для расчета комплексных показателей они были пересчитаны в безразмерные относительные показатели.

Относительный единичный показатель ($K_{o,i}$) общей доли релаксации ($\delta P_{\text{общ}}$), имеющий более высокое числовое значение для лучшего материала, рассчитывался по формуле:

$$K_{o,i} = \delta P_{\text{общ},i} / \delta P_{\text{общ},\text{max}}, \quad (1)$$

где $\delta P_{\text{общ},i}$ – значение i -го фактического показателя;

$\delta P_{\text{общ},\text{max}}$ – значение максимального лучшего показателя.

Относительный единичный показатель начального усилия (P_0), имеющего более низкие числовые значения для лучшего материала, рассчитывался по формуле:

$$K_{o,i} = P_{o,\text{min}} / P_{o,i}, \quad (2)$$

где $P_{o,i}$ – значение i -го фактического показателя;

$P_{o,\text{min}}$ – значение минимального лучшего показателя.

Комплексный показатель релаксационных свойств материалов и систем материалов определялся по формуле:

$$K_o = \sum_{i=1}^n K_{o,i} \cdot m_i \quad (3)$$

где $K_{o,i}$ – относительный единичный показатель релаксационных свойств;

m_i – весомость i -го показателя свойств, определяемая по относительной величине вклада соответствующей главной компоненты в дисперсию всех признаков;

n – число учитываемых показателей.

На рисунке 1 показаны комплексные показатели релаксационных свойств некоторых из исследованных материалов и систем материалов. Материалы верха обуви представлены натуральными кожами «Наппа» и «Элита», значительно отличающимися по показателю жесткости (65Н и 140Н соответственно) [3]. В качестве межподкладки и подкладки выбраны материалы, наиболее часто используемые при изготовлении обуви.



Материалы верха: натуральная кожа «Наппа» (НКн), натуральная кожа «Элита» (НКэ)

Материалы межподкладки: термобязь (Тб), нетканый материал (Нк), трикотаж (Трм)

Материалы подкладки: ткань (Тк), трикотаж (Трп), подкладочная кожа (Пк)

Рисунок 1 – Комплексный показатель релаксационных свойств материалов и систем материалов для верха обуви

Как видно из рисунка, наилучшим комплексом релаксационных свойств, среди исследованных материалов верха обуви, обладает мягкая натуральная кожа «Наппа». Сравнительная характеристика материалов межподкладки показала, что наибольшее значение комплексного показателя имеют нетканый материал и трикотаж, а среди материалов подкладки – трикотаж подкладочный. Системы с мягкой кожей «Наппа» обладают лучшим комплексом свойств, по сравнению с системами с кожей повышенной жесткости «Элита» и на их релаксационную способность в большей степени влияют свойства материалов межподкладки и подкладки. Комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов с кожей повышенной жесткости «Элита» примерно одинаковый по величине, независимо от материалов комплекта, и в большей степени обусловлен свойствами материала верха.

С целью получения математической зависимости между комплексными показателями релаксационных свойств систем материалов и входящих в них материалов верха, межподкладки и подкладки был осуществлен регрессионный анализ.

Полученное уравнение имеет вид:

$$K_{o(c)} = 0,36K_{o(b)} + 0,22K_{o(m)} + 0,13K_{o(p)} \quad (4)$$

где $K_{o(c)}$, $K_{o(b)}$, $K_{o(m)}$ и $K_{o(p)}$ – комплексные показатели релаксационных свойств соответственно систем, материалов верха, межподкладки и подкладки обуви.

Полученная модель информационно способна, так как коэффициент детерминации равен 0,99 и является адекватной, так как расчетный критерий Фишера (F) превышает табличное значение.

Величины коэффициентов математической модели указывают, что наибольший вклад в релаксационную способность систем материалов вносят свойства натуральной кожи верха и в меньшей степени свойства материалов подкладки. Увеличение релаксационной способности материалов верха, межподкладки и подкладки будет способствовать росту релаксационной способности систем материалов.

Таким образом, установленная математическая зависимость позволяет рассчитать релаксационную способность системы материалов по показателям релаксации материалов верха, межподкладки и подкладки.

В процессе изготовления обуви материалы подвергаются растяжению и гигротермическим воздействиям, в результате чего изменяются их свойства. В

связи с этим было исследовано влияние технологической обработки на релаксационные свойства систем материалов. Исследовались системы материалов с натуральной кожей верха «Наппа» и «Элита» и различными материалами межподкладки и подкладки. Методика проведения эксперимента соответствовала технологическому процессу производства обуви, который можно представить в последовательности воздействий на систему материалов: увлажнение растяжение тепловое воздействие выдержка образца.

Увлажнение осуществлялось термодиффузионно-контактным способом, в системе материалов достигалась влажность 24%, затем образцы деформировались до заданной величины относительного удлинения (15%) на автоматизированном комплексе 4. Через 15 минут после начала процесса растяжения на деформированный образец осуществлялось воздействие температуры 120⁰С в течение 4 минут конвективным способом. Процесс релаксации наблюдался в течение 115 минут, что соответствует времени нахождения заготовки на колодке.

В результате эксперимента было определено усилие в начале процесса релаксации (P_0) и рассчитан показатель общей доли релаксации ($\delta P_{\text{общ}}$):

$$\delta P_{\text{общ}} = \frac{P_0 - P_2}{P_0} \cdot 100, \quad (5)$$

где P_0 – усилие в начале процесса релаксации, Н;

P_2 – усилие через 115 минут после начала процесса релаксации, Н.

По формулам (1, 2) рассчитывались относительные единичные показатели релаксации систем материалов, а по формуле (3) – комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов, подвергнутых технологической обработке $K'_{o(c)}$.

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что между комплексным показателем релаксационных свойств систем материалов до обработки ($K_{o(c)}$) и комплексным показателем после технологической обработки ($K'_{o(c)}$) имеется тесная связь ($r = 0,87$). Уравнение зависимости имеет вид:

$$K'_{o(c)} = 1,04 K_{o(c)} - 0,02 \quad (6)$$

Уравнение показывает, что о релаксационной способности систем материалов, подвергнутых гигротермическим воздействиям, можно судить по релаксационным свойствам систем материалов в воздушно-сухом состоянии.

Однако, определение необходимых показателей релаксации материалов требует значительных затрат времени, так как процесс релаксации носит длительный характер. В связи с этим была исследована возможность прогнозирования релаксации усилий материалов по эксперименту, выполненному в течение более короткого промежутка времени.

В работе [5] показано, что релаксация усилий, протекающая в обувных материалах и системах при одноосном и двухосном растяжении, достаточно точно описывается трехкомпонентным уравнением Максвелла. Относительные отклонения не превышают в среднем 1,5 % для всего промежутка времени наблюдения за процессом релаксации.

С использованием разработанного программного продукта для обработки экспериментальных данных по релаксации усилий материалов и их систем [6] был произведён сравнительный анализ экспериментальных значений усилий в конце времени наблюдения за процессом релаксации (115 мин) и расчётных значений усилий в этот же промежуток времени, полученных с использованием трехкомпонентного уравнения Максвелла.

Результаты расчёта показали, что время проведения эксперимента можно сократить до 20 минут, так как в этом случае относительные отклонения расчётных

значений от экспериментальных не превышают 5% для материалов различных структур.

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать методику подбора систем материалов для верха обуви, обладающих наилучшей релаксационной способностью, выполнение которой осуществляется в несколько этапов.

1 ЭТАП

Из ассортимента имеющихся материалов отбираются материалы для верха, межподкладки и подкладки обуви, применение которых возможно для данного вида обуви в соответствии с её назначением.

Образцы материалов подвергаются одноосному растяжению на 15% с регистрацией релаксации усилий в материалах в течение 20 мин.

С использованием разработанной программы для обработки экспериментальных данных рассчитываются параметры математической модели, описывающей процесс релаксации конкретного материала, в соответствии с которой производится расчет величины усилия в заданный промежуток времени (P_2).

Производится расчет величины общей доли релаксации (формула 5).

2 ЭТАП

Рассчитываются относительные единичные показатели релаксационных свойств материалов (формулы 1, 2) и относительный комплексный показатель релаксационных свойств материалов (формула 3).

По результатам исследования релаксационных свойств материалов различных структур, применяемых для верха обуви, установлены численные значения максимального лучшего показателя $\delta P_{\text{общ,мах}}$ и минимального лучшего показателя $P_{\text{o,min}}$, которые можно принять в качестве базовых величин, а также коэффициенты весомости (m) (таблица).

Таблица – Базовые показатели и коэффициенты весомости

Наименование показателя	Для кож верха обуви		Для межподкладочных материалов		Для подкладочных материалов	
	базовые показатели	m	базовые показатели	m	базовые показатели	m
Общая доля релаксации	40	0,40	60	0,45	40	0,30
Начальное усилие	70	0,35	10	0,40	10	0,40

4 ЭТАП

Рассчитывается относительный комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов (формула 4).

5 ЭТАП

Выбор пакета верха обуви осуществляется путем сравнения рассчитанных относительных комплексных показателей релаксационных свойств систем материалов ($K_{O(C)}$) с различным сочетанием межподкладочных и подкладочных материалов. Выбирается система верха обуви, имеющая максимальное значение $K_{O(C)}$.

Таким образом, разработанная методика позволяет на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью, что будет способствовать высокой формоустойчивости обуви.

Список использованных источников

1. Фурашова, С. Л. Определение наиболее информативных показателей релаксационных свойств материалов и систем материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик // Инновационные и наукоемкие технологии в легкой промышленности : доклады межвуз. науч.-технич. конф., Москва, 23-25 апр. 2008г.: в 2 ч. / ИИЦМГУДТ. Москва, 2008. Ч. 1. С. 168-172.
2. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков ; под ред. Г. Н. Кукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
3. Кожа. Метод испытания сферическим растяжением : ГОСТ 29078–91. – Введ. 01.07.92. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 12 с.
4. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов / В. Е. Горбачик и др. // Вестник УО «ВГТУ». – 2006. – Вып. 11. – С. 5–8.
5. Фурашова, С. Л. Прогнозирование релаксации усилий обувных материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, П. И. Скоков // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2008. Вып.15 С.76-81.
6. Фурашова, С. Л. Автоматизация обработки данных исследования релаксации усилий обувных материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, П. И. Скоков // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В. Т. Прохоров и др. . Шахты, 2008. С. 160-162.

Статья поступила в редакцию 04.06.2010 г.

SUMMARY

The article is devoted to development of a technique of forecasting of parameters of a relaxation of systems of shoe materials. The most informative parameters of a relaxation are allocated and mathematical dependence between complex parameters of properties of systems of materials and materials of top included in them, interlinings and linings is established. It is established, that about 20 minutes are possible to reduce time of supervision over process of a relaxation, relative deviations of settlement values from experimental do not exceed 5 % for materials of various structures and 8 % for systems of materials.

УДК 677.08+658.511.3

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Е.В. Чукасова-Ильюшкина, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган

Особую роль в повышении конкурентоспособности и эффективности белорусской экономики играют инновации, рост результативности инновационной деятельности предприятий, стимулирование производства новой высокотехнологичной продукции, а также вовлечение в производство неиспользуемых ранее и подлежащих утилизации вторичных материальных ресурсов.

Многочисленные исследования показывают, что отходы, длина волокон которых менее 25 мм (коротковолокнистые отходы), применения в своей отрасли не находят, постоянно складываются, создавая тем самым экологическую и

экономическую проблему. В качестве сырья для исследований были приняты коротковолокнистые отходы, образующиеся при стрижке искусственного меха производства ОАО «БелФа»

Таблица 1 – Отходы производства ОАО «БелФа»

Наименование отходов	Место образования	Количество
Возвратное волокно одного цвета	Приготовительный и вязальный участок	1,5 %
Возвратное волокно разных цветов	Приготовительный, вязальный, отделочный участок	12,9%
Лоскут весовой, срывы меха	Швейный участок	1%
Волокно невозвратное короткое (кноп стригальный)	Отделочный участок: в результате стрижки, отделки, глажения	До 40%

Как видно из таблицы 1, короткое волокно, образующееся в результате отделки искусственного меха, длина которых находится в пределах от 0,5 до 25 мм, составляет приблизительно 40 %, что в натуральных величинах соответствует более 1 тысячи тонн в год.

Кноп стригальный представляет собой смесь нитроновых и полиэфирных волокон, свойства которых представлены в таблице 2.

Для использования волокнистых отходов в промышленных целях были проведены маркетинговые исследования, которые показали реальную возможность применения волокнистых отходов при производстве новых видов многослойных материалов в швейной, обойной промышленности, композиционных и теплоизоляционных материалов в строительстве.

Получение материалов аэродинамическим способом напыления. Для осуществления указанного способа спроектированы и изготовлены мобильное и стационарное аэродинамические устройства. Этот способ позволяет получать многослойные текстильные материалы с использованием коротковолокнистых отходов на оборудовании предприятий Республики Беларусь без существенной модернизации. В качестве основного сырьевого компонента в данной технологии приняты коротковолокнистые отходы производства искусственного меха, состоящие из нитроновых и полиэфирных волокон длиной 0,5-10 мм.

Таблица 2 – Свойства коротковолокнистых отходов

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значения для волокон	
			нитрон	полиэфир
Линейная плотность	T	текс	0,33	0,33
Диаметр	d	мм	0,018	0,018
Разрывная нагрузка	P	сН	9	18
Относительная разрывная нагрузка	Po	сН/текс	27,3	54,6
Кондиционная влажность	Wк	%	1,6	0,5
Теплоемкость	Co	кДж/(кг·С)	1,67-1,88	1,09-1,13

Технология многослойных материалов аэродинамического способа формирования предусматривает предварительную подготовку коротковолокнистых отходов: сортировка отходов по составу и цвету, измельчение отходов до однородной длины 0,5-1 мм. В качестве связующего рекомендуются поливинилацетатные дисперсии, акриловые клеи, составы на основе эпоксидных смол, вид клея зависит от вида основы. В качестве основы в данной технологии

могут применяться всевозможные материалы: бумага, ткань, деревянные, гипсокартоновые плиты и др. Разработанные устройства и технологические процессы прошли успешную производственную апробацию на предприятиях Республики Беларусь. По результатам проведения апробации установлено, что полученные материалы с волокнистым покрытием отличаются эффектно-фактурной декоративностью и могут быть успешно реализованы. К примеру, планируемая цена на обои с волокнистым покрытием составляет от 3 до 10 условных единиц за трубку обоев, что на порядок ниже импортного аналога (цены на аналогичные материалы импортного производства составляют от 25 до 200 условных единиц за трубку), что подтверждает их конкурентоспособность на внутреннем рынке. Планируемый экономический эффект при изготовлении обоев с волокнистым покрытием нового способа формирования выражается в дополнительной прибыли, которую может получить предприятие при освоении данного вида продукции.

Получение многослойных материалов (текстильные настенные покрытия) с использованием короткого льняного волокна, которое не может быть использовано при производстве тканей высокого качества. Технология заключается в соединении тканого полотна с нетканой основой (бумага, флизелин) клеевым способом. Для получения текстильных настенных покрытий использованы разряженные ткани полотняного переплетения из пряжи линейной плотности 140-160 текс, выработанной из короткого льняного волокна с использованием процесса гребнечесания сухим способом по оческовой системе прядения. В качестве клеевой композиции выбран состав на основе поливинилового спирта с добавлением поливинилацетатной дисперсии и пластификатора. Разработанный состав обеспечивает необходимые потребительские свойства готового материала: экологическая чистота, эластичность, формоустойчивость, высокое сцепление тканого полотна с бумажной основой и др.

Сравнительная оценка свойств образцов текстильных настенных покрытий, полученных на отечественном производственном оборудовании, с зарубежными аналогичными материалами показала, что по гигиеническим свойствам разработанные текстильные настенные покрытия в 2.5 – 3 раза превосходят импортные материалы фирмы «Rash» (Германия). Гигиенические свойства полученных образцов идентичны высоким гигиеническим свойствам исходных льносодержащих тканей. Полученные образцы текстильных настенных покрытий были испытаны на дополнительный комплекс потребительских свойств, характеризующий уровень комфортности помещения и защиты человека от неблагоприятного воздействия внешней среды: напряженность электростатического поля, акустические свойства (шумопоглощение), микробиологические свойства.

Установлено, что электризуемость текстильных настенных покрытий с использованием льносодержащей ткани в 3-5 раз ниже предельно допустимого уровня, однако при содержании в ткани более 20% полиэфирного волокна электризуемость значительно увеличивается. Текстильные настенные покрытия в диапазоне частот 1000-2500 Гц обладают лучшими звукопоглощающими свойствами по сравнению со стандартными обоями. Микробиологические свойства текстильных многослойных материалов характеризуются поведением в различных климатических условиях, разработанные образцы обладают высокой устойчивостью к развитию микроорганизмов, что очень важно при эксплуатации в условиях повышенной влажности и температуры, текстильные настенные покрытия являются грибоустойким материалом.

В результате проведенной совместно с РУПТП «Оршанский льнокомбинат» и ОАО «Белорусские обои» научно-исследовательской работы по разработке импортозамещающей технологии производства текстильных настенных покрытий была выпущена на рынок опытно-промышленная партия текстильных настенных покрытий. Стоимость готового материала составляет 10-12 условных единиц за

5 кв. м. готового полотна, цена зарубежных аналогов, представленных на отечественном рынке, – 70 – 100 условных единиц за 5 кв.м.

Достоинством разработанной технологии является возможность внедрения на отечественных обойных предприятиях на существующем оборудовании для производства дуплексных материалов без его модернизации.

Получение композиционных декоративных материалов. Кроме представленных технологий определены перспективные направления в области производства многослойных текстильных материалов – это технологические процессы, позволяющие получать материалы и покрытия композиционного состава, в которых коротковолокнистые отходы используются в качестве армирующей и декорирующей добавки. На базе кафедры ПНХВ и кафедры химии были спроектированы сухие смеси, на которые получен патент на изобретение Республики Беларусь, разработаны рецептура и технические условия, технология получения многослойного композиционного покрытия апробирована в условиях предприятия ЧУПП «СОФ». Свойства готового покрытия соответствуют требованиям разработанных технических условий и представлены таблице 3.

Таблица 3 – Свойства композиционного покрытия

Показатель	Значение
Стойкость к истиранию	100 тыс. циклов по сукну
Паропроницаемость	16,32 мг/м*ч*Па
Адгезия	1 балл

Другим видом перспективной продукции, которая спроектирована на базе кафедры ПНХВ и кафедры химии, является плитка декоративная на тканевой основе, представляющая собой тканевую полосу с рельефным объемным покрытием. Материал получают следующим образом: подготовленные отходы и связующее – акриловую пенокраску производства «Белфлексфарб» помещают в емкость при соотношении 50/50 по объему и перемешивают до однородной массы. Подготовленная масса наносится на тканевую основу и подвергается сушке при температуре 140-160 °С. В результате на поверхности основы образуется декоративный слой цвета волокнистого наполнителя с эффектом инея за счет свойств связующего. На разработанный материал получен патент на полезную модель Республики Беларусь, разработаны рецептура и технические условия, технология получения многослойного композиционного материала апробирована в условиях предприятия ЗАО «Гранд-Холдинг». Свойства плитки соответствуют требованиям разработанных технических условий и представлены таблице 4.

Таблица 4 – Свойства плитки тканевой декоративной

Показатель	Значение
Внешний вид	Полимер, вспененный после термообработки
Цвет	Соответствует светлому тону цвета наполнителя
Устойчивость окраски к свету	6 баллов
Стойкость к истиранию	100 тыс. циклов по сукну
Прочность сцепления с основанием	15 сН/см ²

Благодаря использованию коротковолокнистых отходов текстильной промышленности в композиционных строительных смесях расширяется ассортимент последних. Свойства разработанных смесей не уступают зарубежным аналогам. Использование разработанных видов смесей помогает устранить мелкие недостатки и дефекты поверхностей, улучшить тепло- и звукоизоляцию помещений, получить неповторимый декоративный эффект и фактуру.

Успешное проведение научно-исследовательских работ и пятилетний опыт производственного внедрения разработанных технологий позволяет сделать вывод о том, что вторично-материальные ресурсы, образующиеся на предприятиях, не должны быть проблемой: при грамотном использовании передового опыта динамично развивающихся предприятий, правильном построении маркетинговой политики и развития межпроизводственных связей в рамках одной или нескольких отраслей позволит перерабатывать и реализовывать вторично-материальные ресурсы, т.е. грамотно распоряжаться дополнительной сырьевой базой.

Статья поступила в редакцию 21.04.2010 г.

SUMMARY

The paper analyzes the social prospects of technological processes for new materials or using secondary material resources. The article deals with several promising methods for producing multilayer textiles and insulation materials and established the economic feasibility of their implementation.

УДК 677.017.57:537.311

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НИТЕЙ В ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА

М.В. Шаркова, Н.В. Скобова, О.Е. Рубаник

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «Витебского государственного технологического университета» разработана технология получения комбинированных углеродных нитей (КУН) на прядильно-крутильной машине ПК-100. В качестве исходного сырья используется комплексная углеродная нить линейной плотности 400 текс и комплексная стеклонить 32 текс.

Комплексная углеродная нить при высоких прочностных характеристиках имеет невысокую стойкость к истиранию и легко повреждается при многократном контакте с рабочими органами оборудования. При подключении комплексной углеродной нити к источнику тока, имеющиеся на нити участки с дефектами перегреваются, что приводит к ее перегоранию и исключает возможность дальнейшего применения в исходном виде. Таким образом, обкручивание углеродной нити более стойкими к механическим воздействиям компонентами позволяет повысить эксплуатационные характеристики КУН, а также её технологичность в процессе переработки в изделия.

В условиях «Беларускабель» г. Мозырь проводилась опытная переработка КУН в углеродсодержащий электронагревательный низкотемпературный провод (УЭНП) для активного обогрева от источника тока. Провод представляет собой комбинированную углеродную нить, покрытую изолирующим материалом (полиэтилентерефталатом), обеспечивающим электробезопасность данного вида нитей. Срез электронагревательного провода представлен на рисунке 1. Данная технология является новым направлением использования текстильной продукции (КУН) в области электротехники.

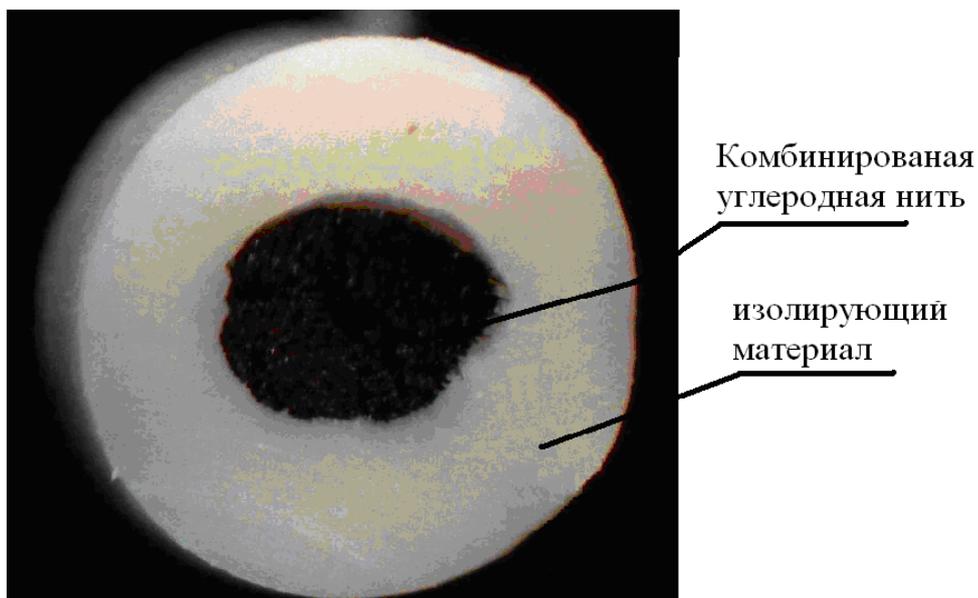


Рисунок 1 – Фотография среза углеродсодержащего электронагревательного низкотемпературного провода

Работы по нанесению изоляции производились на экструзионной линии. Схема установки представлена на рисунке 2.

Комбинированная углеродная нить из зоны расправки I, включающей в себя катушку с КУН и два питающих вращающихся цилиндра, поступает в зону предварительного подогрева – II, где нить дополнительно распрямляется и подогревается до 30°C. Далее КУН подается в зону нанесения изоляции и охлаждения – III. В этой зоне изолирующий материал (термостойкий полимер) расплавляется и с помощью экструдера наносится на поверхность КУН. Экструдер представляет собой червячный пресс, у которого в основе действия лежит способность полимеров протекать в расплавленном состоянии через узкие каналы под действием выдавливающего усилия, и формируется в цилиндрический слой изоляции или оболочки. После операции нанесения КУН вместе с изоляцией поступает в зону охлаждения, представляющую собой две ванны с водой. В первой ванне температура воды поддерживается на уровне 60°C, а во второй – до температуры 30°C. Проходя последовательно обе ванны, изолирующий материал на поверхности КУН затвердевает, обжимая нить внутри него. Выходящий из зоны охлаждения провод высушивают воздушным потоком, подаваемым из форсунки. Далее провод поступает в зону измерительных устройств – IV для проверки изоляции на пробой без прикосновения незранированных проводов с изоляцией. Для испытания используется высокое постоянное напряжение, которое подается настольным прибором. Высокое напряжение, под которым находится испытательный электрод, вызывает пробой к заземленному проводу, имеющему дефекты. При наличии дефекта вращающийся просекатель прокалывает провод. Затем проверенный провод проходит через устройство измерения диаметра (прибор контактного типа), предназначенный для непрерывного контроля диаметра провода, сигнализации при существенных отклонениях от заданного диаметра и автоматического управления линией. Через зону приемного устройства – V углеродсодержащий провод наматывается на катушку 12.

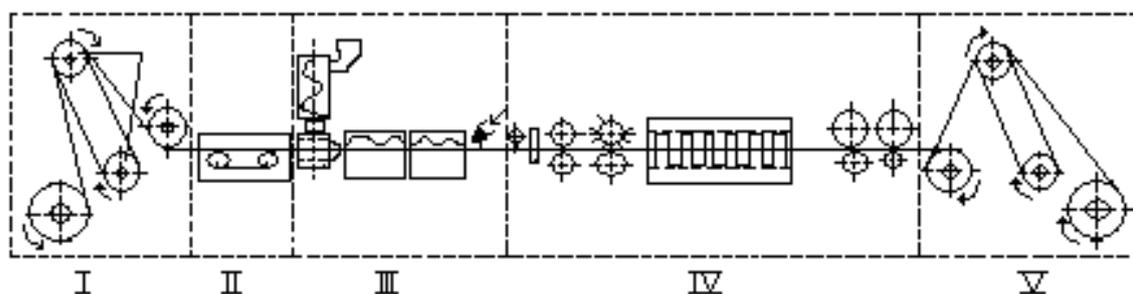


Рисунок 2 – Экструзионная линия по нанесению изоляции:

I – зона расправки; II – зона предварительного подогрева; III – зона нанесения изоляции и охлаждения; IV – зона измерительных устройств; V – зона приемного устройства

Физико-механические свойства углеродсодержащего электронагревательного низкотемпературного провода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства углеродсодержащего электронагревательного низкотемпературного провода (УЭНП)

Параметры	Значение
Диаметр, мм	1,6
Толщина покрытия, мм	0,57
Температура размягчения оболочки, °С	150
Температура плавления, °С	160
Теплопотери, %	12
Жесткость	Гибкий, без излома
Горючесть	В открытом пламени – горит, при вынесения из пламени – не поддерживает горения

Проводились экспериментальные исследования по нагреву углеродсодержащего провода, полученного из комбинированной углеродной нити линейной плотности 436 текс (комплексная углеродная нить 400 текс, обкрученная стеклонитью 32 текс), целью которых являлась разработка функции взаимосвязи температуры нагрева от подаваемого напряжения.

В ходе эксперимента к исследуемому образцу провода длиной 1 метр, имеющего сопротивление 131 Ом, жестко закрепленному «змейкой» на текстильном основании поверхностной плотностью 400 г/м², последовательно подводилось различное фиксированное значение напряжения. В процессе нагрева регистрировались параметры температуры, мощности и потребляемого тока.

Для оценки изменения температуры на поверхности провода Т2 и внутренней температуры нити Т1, на исследуемом образце была снята изоляция на участке длиной в 3 см. Расположения точек измерения температуры приведены на рисунке 3 (точки А, В и F расположены на поверхности провода, точки Е и D – на самой нити). Количество дублирующих точек выбиралось исходя из длины исследуемой поверхности для оценки чистоты эксперимента.

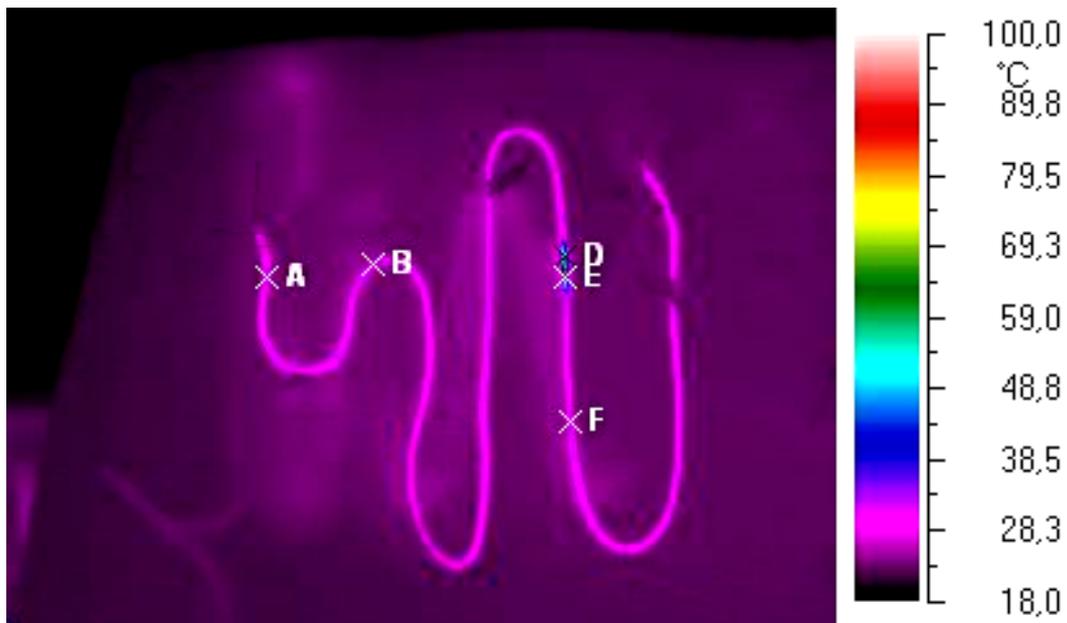


Рисунок 3 – Расположение точек измерения температуры

По полученным экспериментальным данным выявлена функция взаимосвязи температуры нагрева углеродсодержащей нити от подаваемой мощности: $T_1 = 30,026 * P^{0,4325}$ и температуры нагрева на поверхности провода (снаружи изоляции) от подаваемого напряжения $T_2 = f(P)$ $T_2 = 26,31 * P^{0,4388}$ и построена их графическая интерпретация (рис. 4).

Анализ графика показывает, что с увеличением прилагаемой мощности тока температура нагрева непосредственно самой нити и поверхности провода растет непропорционально. На графике показан угол α , характеризующий скорость нарастания температуры. Угол уменьшается с увеличением прилагаемой мощности: чем меньше угол α между отрезком, параллельным оси абсцисс и исследуемой кривой, тем меньше скорость нарастания температуры. Данная характеристика показывает, что при проектировании текстильных изделий с активным обогревом необходимо определить оптимальные соотношения «температура – прилагаемая мощность», так как не всегда большое увеличение прилагаемой мощности ведет к такому же большому увеличению температуры. Пунктирной линией на графике указаны абсолютное значение теплотерь за счет наличия изолирующего слоя (оболочки) на поверхности комбинированной нити. В интервале исследуемых температур относительное значение теплотерь с увеличением мощности практически не изменяется.

При практическом применении результатов данного исследования для определения величины прилагаемой мощности необходимо учитывать линейную плотность комбинированной углеродной нити, длину используемого в изделии провода, тип и толщину изоляции.



Рисунок 4 – Зависимость температуры на поверхности нити и на оболочке изолирующего материала от величины прилагаемой мощности тока

ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы разработан ассортимент нагревательных проводов с использованием в их структуре углеродсодержащей составляющей. Разработанная технология является новым направлением использования комплексных углеродных нитей: переход из текстильной промышленности в область электротехники. В ходе работы отработаны режимы нанесения изолирующего слоя на поверхность комбинированной нити, проведены исследования по нагреву КУН и проводов при приложении определенной мощности тока к ним. Ассортимент нагревательных проводов предназначен для использования в качестве нагревательного элемента в изделиях активного обогрева.

Статья поступила в редакцию 04.03.2010 г.

SUMMARY

The article is devoted to technology of covering of surface of combined carbon yarns by insulation material for ensuring electrical safety and researching of influence of power of electrical current at the temperature of hitting of yarn inside the envelope and on its a surface.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 628.1.034.002.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ТЭЦ В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

А.В. Гречаников, А.П. Платонов, С.Г. Ковчур

Ежегодно на теплоэлектроцентралях Республики Беларусь в шламонакопителях образуется около 50-60 тонн отходов (шлам продувочной воды). Одно из направлений комплексной утилизации таких отходов – их использование в дорожном строительстве.

Применяемая в настоящее время в дорожном строительстве органоминеральная смесь имеет следующий состав [1]: щебень гранитный, фракция 5–10 мм – 38 %; песок природный, фракция 0–2,5 мм – 50 %; минеральный порошок, фракция 0–0,63 мм – 12 %; битум БНД 90/130 – 6 % от веса минеральных составляющих. Для обоснования возможности использования неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ проведены исследования основных показателей качества этих отходов. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели качества неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ

Наименование показателей качества шлама по НТД	Значение показателей качества по НТД	Фактическое значение показателя качества отходов в результате исследований
Удельный вес, кг/м ³	–	1920,0
Влажность, %	Не более 1,0	0,7
Плотность при уплотнении под нагрузкой, кг/м ³	–	2160,0
Пористость, %	Не более 35,0	12,0
Набухание образцов из смеси шлама с битумом, %	Не более 2,5	1,8
Показатель битумоемкости	Не более 65,0	32,0
Зерновой состав, %:		
мельче 1,25 мм	Не менее 100,0	100,0
мельче 0,315 мм	Не менее 90,0	94,2
мельче 0,071 мм	Не менее 70,0	75,6

Результаты проведенных исследований позволили сделать вывод о том, что по основным показателям качества неорганические отходы, образующиеся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, соответствуют требованиям ГОСТ 16557–78, СТБ 1033–2004, ТУ 17–2071665–1–97 и пригодны для использования в процессе приготовления асфальтобетонных смесей [2].

Физико-механические свойства органоминеральной смеси определялись на цилиндрических образцах, полученных при уплотнении 640 г смеси в стальных формах при прессовании под давлением 40 МПа. По истечении 12 часов после изготовления образцы испытывались по физико-механическим показателям,

регламентируемым СТБ 1115–98. Анализы проводились в усредненной пробе в трёх параллельных образцах [3].

Для определения наиболее эффективного соотношения между отходами и битумом в составе асфальтобетонной смеси был проведен эксперимент, в качестве входных факторов которого были выбраны:

X_1 – содержание битума БНД 90/130, %;

X_2 – содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, %.

Запланированные уровни входных факторов и интервалы их варьирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование входного фактора	Обозначение	Уровни варьирования			Интервал варьирования
		–1	0	+1	
Содержание битума БНД 90/130, %;	X_1	6	9	10	3
Содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, %.	X_2	0	16	32	16

В качестве выходных параметров были использованы следующие показатели:

Y_1 – модуль остаточной деформации при 50 °С, МПа;

Y_2 – предел прочности при растяжении при 0 °С, МПа;

Y_3 – предел прочности при сжатии при 50 °С, МПа;

Y_4 – водонасыщение, %;

Y_5 – набухание, %;

Y_6 – остаточная пористость, %.

При обработке результатов эксперимента получены следующие математические модели для выходных параметров:

– модуль остаточной деформации при 50 °С

$$Y_1 = 68,87 - 7,37 \cdot X_1^2 + 5,84 \cdot X_2 - 19,03 \cdot X_2^2; \quad (1)$$

– предел прочности при растяжении при 0 °С

$$Y_2 = 3,56 - 0,14 \cdot X_1 - 0,85 \cdot X_1^2 - 0,27 \cdot X_2 - 0,32 \cdot X_2^2 + 0,17 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (2)$$

– предел прочности при сжатии при 50 °С

$$Y_3 = 1,32 - 0,07 \cdot X_1 - 0,11 \cdot X_1^2 - 0,16 \cdot X_2^2 \quad (3)$$

– водонасыщение

$$Y_4 = 4,89 + 2,64 \cdot X_2 + 1,91 \cdot X_1^2; \quad (4)$$

– набухание

$$Y_5 = 0,13 + 0,11 \cdot X_1^2 - 0,17 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_2^2 - 0,17 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (5)$$

– остаточная пористость

$$Y_6 = 4,68 + 0,80 \cdot X_1 + 2,82 \cdot X_2 + 2,14 \cdot X_2^2 + 1,02 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (6)$$

Проведя анализ полученных моделей, можно сделать следующие выводы:

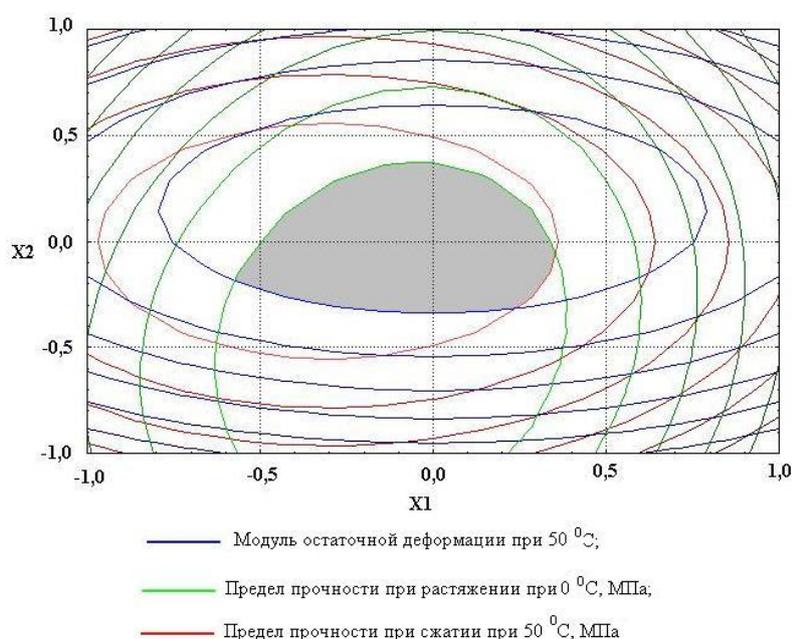
– на модуль остаточной деформации при 50 °С наибольшее влияние оказывает содержание неорганических отходов в составе асфальтобетонной смеси; наилучшее значение достигается при среднем значении содержания отходов (14 %–16 %);

- на предел прочности при растяжении при 0 °С оказывает влияние как содержание неорганических отходов, так и содержание битума в составе асфальтобетонной смеси;
- на предел прочности при сжатии при 50 °С оказывает влияние как содержание неорганических отходов, так и содержание битума в составе асфальтобетонной смеси. Причём содержание битума влияет в большей степени;
- на водонасыщение оказывает влияние только содержание неорганических отходов в составе асфальтобетонной смеси;
- на набухание наибольшее влияние оказывает процент вложения неорганических отходов в состав асфальтобетонной смеси;
- на остаточную пористость наибольшее влияние оказывает процент вложения неорганических отходов в состав асфальтобетонной смеси.

Для получения наиболее эффективных значений содержания неорганических отходов использовался метод совмещения графиков зависимостей выходных параметров (в данном случае к ним относятся модуль остаточной деформации при 50 °С, предел прочности при растяжении при 0 °С, предел прочности при сжатии при 50 °С) от входных факторов (X_1 , X_2). Для этого совмещаем графики зависимости для моделей модуля остаточной деформации при 50 °С, предела прочности при растяжении при 0 °С, предела прочности при сжатии при 50 °С, т.к. именно эти показатели наиболее полно отражают физико-механические свойства асфальтобетонной смеси (рисунок 3).

Анализируя совмещенный график и учитывая ограничения, наложенные на них, получили область рациональных значений содержания неорганических отходов и битума:

- 1) X_1 (содержание битума БНД 90/130, %) находится в пределах от -0,25 до 0,4 в кодированных значениях, что в натуральных единицах составляет от 8 до 10 %;
- 2) X_2 (содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ) находится в пределах от -0,6 до 0,3 в кодированных значениях, что в натуральных единицах составляет от 6 % до 21 %.



X_1 – содержание битума БНД 90/130, %; X_2 – содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ

Рисунок 1 – Совмещенный график зависимости выходных параметров от входных факторов

Наиболее эффективные значения содержания битума и неорганических отходов в составе асфальтобетонной смеси составляет:

- содержание битума БНД 90/130 – 10 %;
- содержание неорганических отходов ТЭЦ – 14 %.

На основании исследований содержания неорганических отходов и битума в составе асфальтобетонной смеси разработан состав смеси, использование которого позволяет повысить физико-механические показатели асфальтобетона (модуль остаточной деформации при 50 °С увеличивается на 66%; предел прочности при растяжении при 0 °С – на 12 %; предел прочности при сжатии при 50 °С – на 16 %) [4].

Приготовление асфальтобетонной смеси происходит следующим образом (рис. 2). Холодный влажный песок и щебень подаются со склада в бункеры агрегата питания 1. Из бункеров агрегата питания холодный и влажный песок и щебень непрерывно подаются с помощью питателей в определенных пропорциях в барабан сушильного агрегата 2. В барабане песок и щебень высушиваются и нагреваются до рабочей температуры. Нагрев материала осуществляется вследствие сжигания жидкого или газообразного топлива в топках сушильных агрегатов. Температура нагрева регулируется интенсивностью подаваемого топлива и количеством минеральных материалов: 200–220 °С при использовании холодного минерального порошка и 160–180 °С при горячем минеральном порошке. Затем нагретые песок и щебень поступают из сушильного агрегата 2 в смесительный агрегат 3. Неорганические отходы ТЭЦ предварительно высушиваются до влажности 3 %, а затем с помощью дозаторов или питателей, обеспечивающих необходимый процент вложения их в составе смеси, поступают к смесительному агрегату 3 из агрегатов 4 и 5. Битум, разогретый до жидкотекучего состояния с помощью нагревательно-перекачивающего агрегата 6, подается в нагреватель битума 7, в котором он обезвоживается и нагревается до рабочей температуры. Обезвоженный и нагретый до рабочей температуры битум дозируется и вводится в смеситель [5].

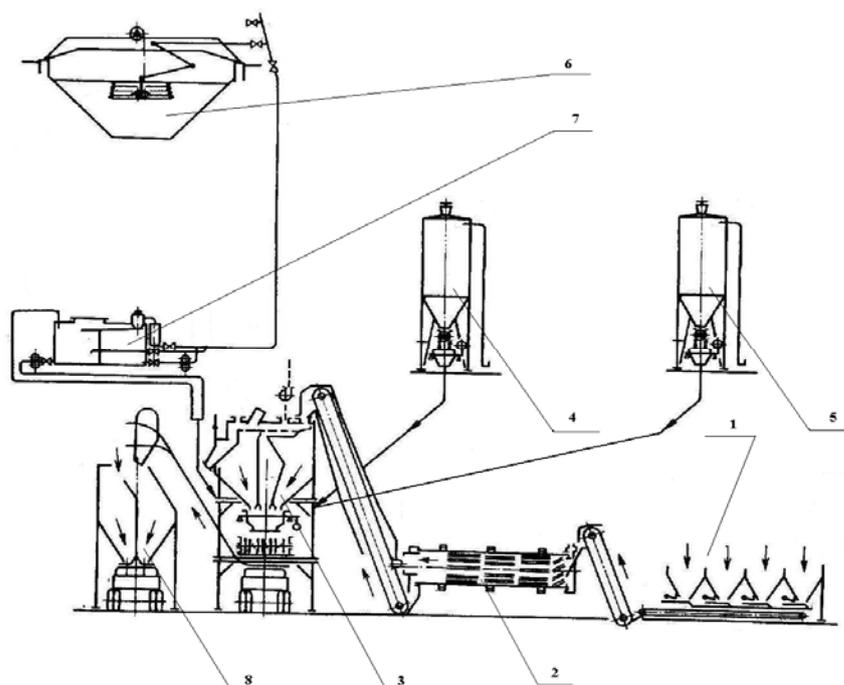


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси с неорганическими отходами, образующимися в результате водоподготовки на ТЭЦ: 1 – агрегат питания; 2 – сушильный агрегат; 3 – смесительный агрегат; 4,5 – агрегат для неорганических отходов; 6 – нагревательно-перекачивающий агрегат для битума; 7 – нагреватель битума; 8 – бункер для готовой смеси

По результатам исследований в национальном центре интеллектуальной собственности получен патент № 8764 «Асфальтобетонная смесь с отходами ТЭЦ» от 21.04.2006 г. по заявке № а 20031083 от 24.11.2003 г.

На предприятии «Оршанский ремонтник», входящем в состав объединения «Витебскоблремстрой», изготовлена опытная партия нового состава асфальтобетона. Изготовление опытной партии проводилось в соответствии с технологическим регламентом. В составе асфальтобетона весь доломитовый порошок заменен шламом ТЭЦ «Южная» Витебского телезавода. Использование шлама ТЭЦ удешевляет стоимость строительства автомобильных дорог на 10-15 %. Поэтому устройство дорожных покрытий из местных материалов и отходов промышленности является актуальной задачей. Использование неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, в составе асфальтобетонной смеси позволит улучшить экологическую ситуацию на территории теплоэлектроцентралей.

Список использованных источников

1. СТБ 1033–96. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – Минск : Министерство архитектуры и строительства, 1996. – 16 с.
2. Гречаников, А. В. Применение отходов ТЭЦ в асфальтобетонных смесях / А. В. Гречаников, Н. Г. Тихонова, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур // 36-я науч.-техн. конф. препод. и студ. ВГТУ : тез. докл., ВГТУ, Витебск, 23 апр. 2003 г. / Вит. гос. технол. ун-т. – 2003. – С. 60 – 61.
3. Гречаников, А. В. Физико-химические основы технологии комплексной утилизации отходов ТЭЦ / А. В. Гречаников, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур, И. И. Лиштван // Научное издание журнал НАН Беларуси «Природные ресурсы». – № 1.– 2005. – С. 106 – 109.
4. Гречаников, А. В. Комплексная утилизация неорганических отходов водонасосных станций и теплоэлектроцентралей : автореф. дис. ... канд. тех. Наук : 25.00.36 / А. В. Гречаников ; ГНУ «Инст. Природопольз. НАНБ» . – Минск, 2009. – 25 с.
5. Платонов, А. П. Получение асфальтобетона с использованием отходов, образующихся на ТЭЦ / А. П. Платонов, В. А. Кондратенкова, С. Г. Ковчур // Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов : 4-я Междунар. науч.-техн. конф.: тез. докл., Гродно, 11–13 окт. 2000 г. / НАНБ. – 2000. – С. 149.

Статья поступила в редакцию 21.12.2009 г.

SUMMARY

Annually in heat-electric generation plants of Byelorussia in the raw sludge storage is formed about 50-60 tons of waste (a raw sludge of scavenging water). One of directions of complex salvaging of such waste is their using in highway engineering. On the basis of the researches of the content of inorganic waste and bitumen in composition of a road concrete mix is developed the mixing ratio which allows to raise physical-mechanical parameters of an asphaltic concrete (the module of a residual deformation at 50 °C increases for 66 %; a ultimate tension at 0 °C - on 12 %; compression strength at 50 °C - on 16 %). Using of the inorganic waste formed during a water reclamation on thermal power station, in composition of a road concrete mix allows to improve an ecological situation in territory of heat-electric generation plants.

УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫМИ ПОТОКАМИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ ОТ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ

Т.И. Королёва, О.Н. Широкова

Для решения вопроса вентиляции цехов с теплогазовыделениями необходимо установить, как распределяются потоки воздуха (газа и пыли) в объеме помещения цеха. Натурные исследования микроклимата показывают, что скорость воздуха и поле температур распределяются крайне неравномерно как по всему цеху, так и в рабочей зоне. Основная причина этого – конвективные потоки над источниками теплоты, которые под влиянием других воздушных течений вызывают неорганизованный разнос теплоты и циркуляцию воздуха во всем объеме помещения.

При работе нагретых печей и другого оборудования выделяются теплота и газы в виде конвективных струй. Изучению закономерностей конвективной струи посвящены работы Г.Н. Абрамовича, С.Е. Бутакова, Л. Прандтля, В.М. Эльтермана, В.В. Батурина. На основе работ В.Э. Эльтерманом установлена картина течения струй и с достаточной для практических расчетов точностью выведены расчетные формулы [1].

При рассмотрении тепловой струи, образующейся над горизонтальной нагретой пластиной, заделанной заподлицо с горизонтальной плоскостью, можно выделить четыре зоны (рисунок 1). Зона I – пограничный слой, состоящий из ламинарного подслоя, расположенного непосредственно у нагретой пластины и основного погрешного слоя. Зона II – участок разгона струи. Зона III – переходный участок, на котором поперечные профили скоростей и избыточных температур преобразуются в профили, характерные для основного участка тепловой струи. Зона IV – основной участок тепловой струи.

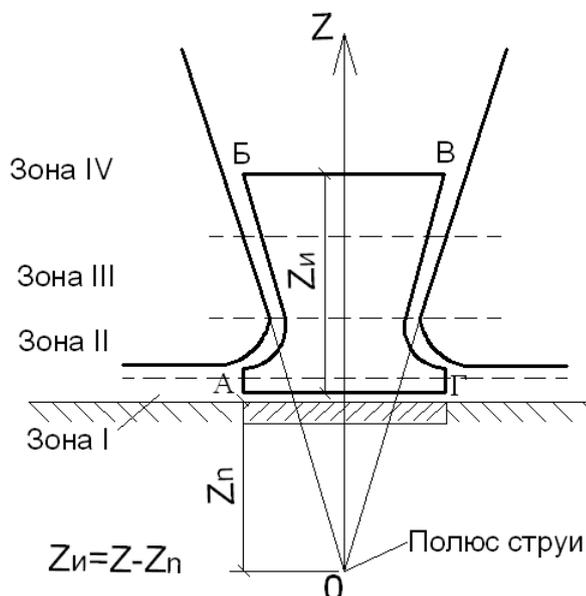


Рисунок 1 – Схема течения воздуха в тепловой струе

В пограничном ламинарном подслое движение происходит вдоль плоскости; вертикальная составляющая скорости очень мала и может быть принята равной нулю. Тепло от нагретой пластинки в этом подслое передается путем теплопроводности, поэтому здесь наблюдается значительный перепад температур. В пределах основного пограничного слоя характер движения неодинаков и зависит

от величины произведений критериев Грасгофа и Прандтля ($G_r \cdot P_r$). Эти критерии являются определяющими для процесса теплоотдачи при свободной конвекции. При значениях $G_r \cdot P_r \cdot 5 \cdot 10^2$ ламинарное течение потока воздуха наблюдается в основном в пограничном слое, и на значительном расстоянии от источника тепла тепловая струя тоже ламинарна. По мере увеличения размеров пластины и возрастания разности температур на ее поверхности и в окружающей среде (Δt_n), т.е. при больших значениях произведений $G_r \cdot P_r$, движение в тепловой струе турбулизируется, а при значениях $G_r \cdot P_r$ порядка $1 \cdot 10^6$ наблюдается развитое турбулентное движение.

В производственных условиях преобладают турбулентные тепловые струи.

В технике вентиляции одним из основных способов обеспечения чистоты воздуха на рабочих местах вблизи источников выделения вредных веществ является создание потока воздуха, направленного от рабочего к источнику выделения вредных веществ или к месту их локализации.

Исследования конвективных потоков при различном размещении тепловых источников показали, что основной приток в конвективную струю происходит вблизи источника, кроме того, воздух присоединяется на всем пути движения струи из окружающего пространства, увеличивая конвективный поток. Дойдя до вытяжного отверстия, струя не успевает полностью раскрыться, претерпевая удар о перекрытия. Часть воздуха вытекает из отверстия, часть возвращается в нижнюю зону помещения.

Поэтому важно управление конвективными потоками с целью их удаления. Характер конвективных потоков воздушной среды цехов определяется размерами источника выделения теплоты и размерами здания. Исследования показали, что чем выше и уже здание, тем меньше влияние на рабочую зону оказывают конвективные струи. Наиболее целесообразным является отношение $H/d=9 \div 12$. Данные рекомендации приемлемы к проектируемым цехам.

Для условий цехов с теплогазовыделяющим оборудованием наиболее приемлемы следующие решения: ограждения, зонты над источниками выделений (стационарные и поворотные), изоляция кожуха и т.п.

С помощью ограждений можно изменить схему формирования воздушных струй [2]. Применяют ограждение нижней части струи 2 (рисунок 2а), способствующее подтеканию приточного воздуха к средней части струи. Ограждение нижней части струи эффективно до значения $Z/d_o=3,5$, где Z – расстояние до рассматриваемого сечения струи, d_o – диаметр теплоисточника 3. Размеры ограждений должны быть оптимальными: высота ограждений и расстояние между ними соответственно ($a=1,25d_o$, $c=1,5d_o$) [2]. Ограждение средней части струи (рисунок 2а) способствует лучшей эжекции приточного воздуха к струе. Ограждение верхней части струи (рисунок 2б) влияет на параметры воздуха в помещении до значения $Z/d_o=2,5$ и препятствует обратному движению загрязненных потоков воздуха в помещение. В данных трех случаях ограждением струи достигается снижение величины воздушного обмена и возможность управления вентиляцией цеха. Однако эффективность снижения концентрации пыли и газов невелика, и поэтому рекомендовать только ограждение для условий цехов с теплоизбытками нецелесообразно.

Более эффективным и распространенным способом локализации вредных выделений в помещениях с сосредоточенными источниками загрязнений является удаление воздуха с помощью местных отсосов. Применяют следующие конструкции отсосов: зонт, зонт-козырек, боковой отсос.

В [1] приведены уравнения поля концентраций в потоке, набегающем на источник выделения вредностей, что дало возможность разработать научно обоснованный метод расчета необходимых скоростей воздуха в открытых проемах

укрытый типа вытяжного шкафа. Случай, когда направление потока параллельно плоскости выделения вредных веществ, используется для расчета так называемых «сдувок».

Классификацию местных отсосов от теплогазовыделяющего оборудования и их расчет приводит В.Н. Посохин [2].

В тех случаях, когда по конструктивным соображениям соосный отсос нельзя расположить над источником тепловыделений, а также когда необходимо отклонять конвективную струю от источника так, чтобы вредные выделения не попадали в зону дыхания работающего, применяют боковые отсосы.

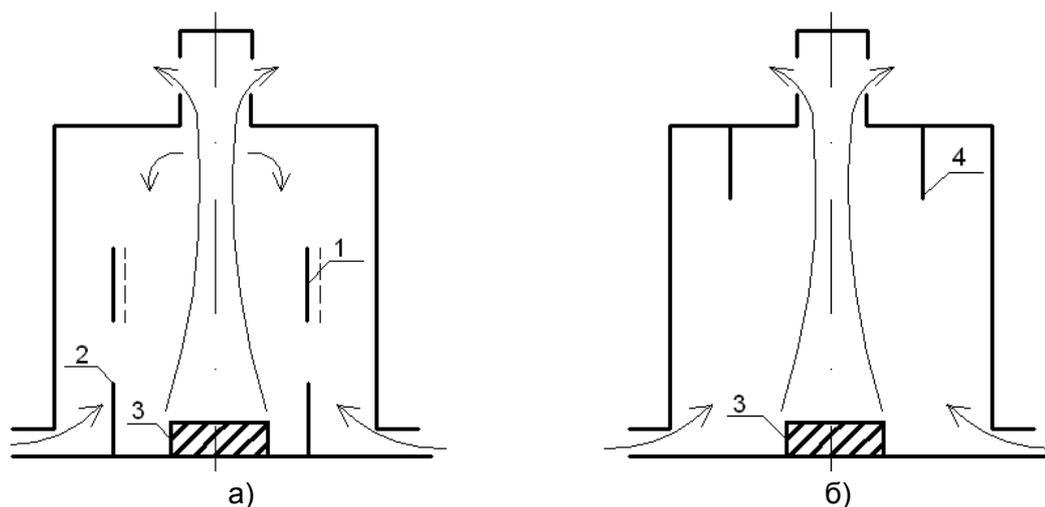


Рисунок 2 – Схема развития конвективной струи в цеху: а) с использованием нижнего и среднего ограждений; б) с использованием верхнего ограждения: 1 – среднее ограждение; 2 – нижнее ограждение; 3 – теплоисточник; 4 – верхнее ограждение

Визуальные наблюдения устанавливают следующую схему взаимодействия струи с боковым отсосом (рисунок 3).

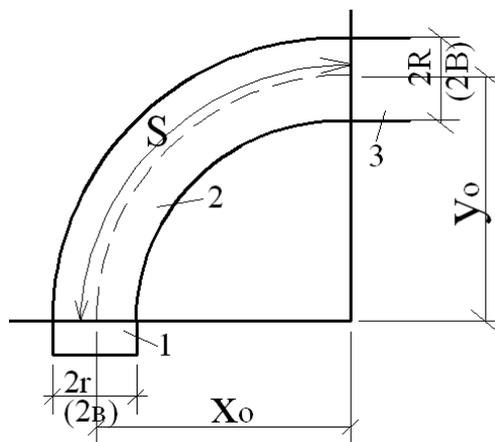


Рисунок 3 – Схема бокового отсоса, улавливающего конвективную струю: 1 – теплоисточник; 2 – струя; 3 – отсос

В режиме предельного улавливания удаленная граница струи замыкается на верхней кромке отсоса, а ближняя входит в плоскость отсоса выше нижней его кромки.

В тех случаях, когда основное назначение струи состоит в сдуве вредных выделений к отсосу и усилении подсасывающего действия последнего за счет эжекции, рассматриваем отсос, активированный приточной струей.

На металлургических предприятиях в литейных цехах при установке электроплавильных печей от них выделяется большое количество высокотемпературных вредных газов. Для их удаления на печах предусматриваются специальные укрытия, периодически открывающиеся для загрузки печи. Однако на ряде предприятий электроплавильные печи старых конструкций не имеют встроенных укрытий; печи загружаются малыми порциями металлического лома, проемы печей все время открыты, непрерывно работают мостовые краны над печами. В этих цехах не представляется возможным укрыть проемы печей стационарными укрытиями, поэтому предлагается устанавливать боковые отсосы, а для более полного улавливания вредностей использовать боковые струи для передувки газов под козырек отсоса.

Объем вытяжки будет состояться из начального объема струи плюс объем конвективной струи (от источника тепла до приточного патрубка). Обозначим полную ширину патрубка буквой e , длину – b , а расстояние от его кромок до середины всасывающего отверстия через x . Начальный расход струи, м³/сек, определяется по формуле

$$L'_0 = ebv_0, \quad (1)$$

Расход на расстоянии x

$$L'_x = 1,2L'_0 \sqrt{\frac{ax}{e} + 0,41}. \quad (2)$$

Присоединившийся к струе объем воздуха найдем, если из обеих частей вычтем по L'_0 :

$$L_x - L_0 = L_0 \left(\sqrt{\frac{ax}{e} + 0,41} - 1 \right) \quad (3)$$

Таким образом, объем конвективной струи должен быть равен или меньше $L_x - L_0$, то есть

$$L'_{\text{конв}} = L'_0 \left(1,2 \sqrt{\frac{ax}{e} + 0,41} - 1 \right) \quad (4)$$

Отсюда определяется L'_0 :

$$L'_0 = \frac{L_{\text{конв}}}{1,2 \sqrt{\frac{ax}{e} + 0,41} - 1}. \quad (5)$$

Начальная ширина струи e принимается равной $(0,01 \div 0,015)x$; $a = 0,1 \div 0,12$.

Объем вытяжки, м³/час, определяется по формуле

$$L'_{\text{выт}} = L'_0 + 0,65 \sqrt[3]{QF^2 l} \leq L'_x, \quad (6)$$

где Q – конвективное тепло, ккал/сек;

F – горизонтальная проекция источника, м²;

l – высота рассматриваемого сечения над источником, м.

Исследовались схемы передувки с подачей в конвективную струю приточного воздуха наклонно вниз и наклонно вверх.

Из генератора дыма подавался в модель печи различной конфигурации дым, который отсасывался через отсос. В качестве приточных патрубков использовались два плоских насадка, два круглых насадка и один насадок щелевидный по всей длине площадки печи.

Расположение насадков менялось по площади печи, насадки давали настилающуюся струю ($\alpha = 0^\circ$); струю под углом 30° и 45° к настилу, а также располагались на некоторой высоте над настилом печи. Менялась высота расположения самого отсоса над уровнем площадки.

Опыты показали, что с помощью приточных струй можно получить передувку вредных газовых выделений под укрытие и полное улавливание их отсосом, и наиболее рациональным является использование плоских и щелевидных насадков, расположенных под углом 30° к плоскости площадки печи.

На рисунке 4а представлена схема движения воздушных потоков с использованием передувки. Неуловленные вредные примеси отводятся через аэрационный фонарь. Для улучшения воздушной среды в рабочей зоне при расположении источников теплоты возле стены, аэрационный фонарь должен быть соосен с ним, либо должна изменяться конструкция крыши производственных зданий. Предлагается вместо аэрационных фонарей устанавливать над источниками теплоты односкатную крышу [4]. Лабораторные исследования показали, что при угле наклона ската 40° и более конвективная струя при ударе о плоскость скользит вверх к вытяжному отверстию и образует только непосредственно под крышей небольшие рециркуляционные токи. Большая часть объема помещения, включая и зону нахождения машинистов мостовых кранов, остается чистой.

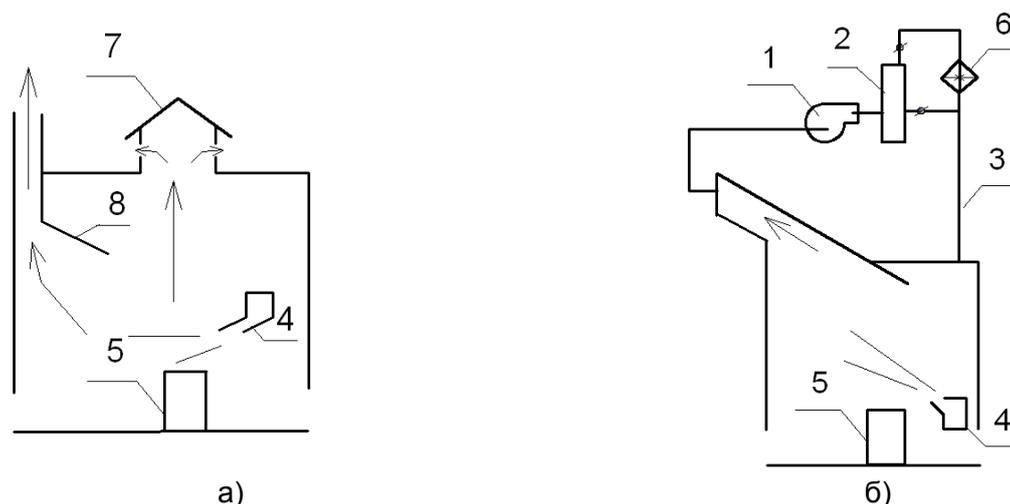


Рисунок 4 – Схемы вентиляции цеха: а) естественная с использованием местного отсоса с передувкой и фонаря; б) со скатной крышей и теплоутилизатором: 1 – вентилятор; 2 – пылегазоочистная установка; 3 – рециркуляционный воздухопровод; 4 – приточный насадок; 5 – источник тепловыделений; 6 – рекуператор теплоты; 7 – аэрационный фонарь; 8 – местный отсос

При необходимости в цехах стабильных режимов вентиляции целесообразно использовать вместе со скатной крышей механическую вытяжку с системами пылегазоочистки воздуха и теплоутилизатором по схеме (рисунок 4б), предполагающей возврат очищенного воздуха в цех, что приведет к экономии тепловой и энергетической энергии.

Таким образом, для эффективного управления тепловыми потоками в цехах с теплоизбытками рекомендуются следующие мероприятия:

- использовать ограждение конвективной струи;
- при невозможности установки местного отсоса соосно с источником теплоты, применять боковые отсосы простые или активированные сдувом с использованием плоских или щелевидных насадков, расположенных под углом 30° к плоскости площадки печи; использовать односкатную крышу, позволяющую выполнить эффективное улавливание пылегазовых вредностей с последующей

очисткой их в пылегазоуловителях, охлаждением в теплый период года в теплоутилизаторе, и рециркуляцией в помещении.

Список использованных источников

1. Эльтерман, В. Н. Вентиляция химических производств / В. Н. Эльтерман. – Москва : Химия, 1980. – 288 с.
2. Посохин, В. Н. Расчет местных отсосов от тепло- и газовыделяющегося оборудования / В. Н. Посохин. – Москва : «Машиностроение», 1984. – 160 с.
3. Батурин, В.В. Основы промышленной вентиляции / В. В. Батурин. – Москва : Профиздат, 1990. – 448 с.
4. Луговский, С. И. Совершенствование систем промышленной вентиляции / С. И. Луговский, Г. К. Дымчук. – Москва : Стройиздат, 1991. – 136.: ил.

Статья поступила в редакцию 12.12.2009 г.

SUMMARY

The questions of control by convective streams in shops with heat & gas emanating equipment with the purpose of effective removal harmfulness and salvaging of heat are considered in the given work. The laws of distribution of a thermal jet above warmed horizontal surface and ways of regulation of air flows in shops with heat emanating are cited. The results of experimental researches of the lateral exhaust activated by intake jets with the purpose of its using are brought by impossibility of installation coaxial with technological furnaces of a local exhaust. Calculation dependences for definition of a source sizes ratio of excretion harmfulness, an exhaust and fitting pipes сдува, and also air consumption are given. Effective schemas for the organization of a local exhaust ventilation in shops with heat emanating are offered.

УДК 628.335.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФЛОКУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ СУСПЕНЗИИ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В.Н. Марцель, И.Э. Головнев

В настоящее время в Беларуси эксплуатируется более 200 сооружений биологической очистки сточных вод, на которых очищается основное количество производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, отводимых в водные объекты. Контакт сточных вод с активной биомассой в процессе биологической очистки предшествует механической очистка от взвешенных веществ, от эффективности которой зависит пропускная способность очистных сооружений.

Использование известных и хорошо апробированных на практике способов интенсификации и повышения степени очистки от взвешенных веществ с помощью минеральных коагулянтов и синтетических флокулянтов применительно к очистным сооружениям канализации затруднено вследствие больших расходов сточных вод, значительных колебаний концентрации загрязняющих веществ. Одним из перспективных и подходящих к условиям работы очистных сооружений канализации является использование для этих целей биофлокулянтов.

Биофлокулянты получают направленным культивированием определенных штаммов микроорганизмов в виде биомассы клеток или отдельных продуктов метаболизма, физико-химической обработкой клеток микроорганизмов. Больше

всего подходящим для практической реализации является получение биомассы клеток микроорганизмов с определенными характеристиками [1]. Такие флокулянты дешевле синтетических, но менее эффективны, поэтому их расход больше. Применительно к очистным сооружениям канализации наибольший интерес представляет использование в качестве флокулянта биомассы активного ила. Известно, что в составе активного ила имеются бактерии, которые выделяют в окружающую их среду биополимерный гель, включающий аминокислоты, полисахариды и обладающий флокулирующими свойствами [2].

Предложен ряд способов обработки биомассы активного ила с целью повышения флокулирующих свойств. Большинство из них основано на различной степени дезинтеграции биомассы с целью выделения в жидкую фазу биополимеров. Известно использование гидродинамического воздействия на микроорганизмы, которое может осуществляться с помощью ультразвука. Режим обработки подбирается таким, чтобы обеспечивалось удаление с поверхностного слоя клеток «чехлов», образованных внеклеточными биополимерами, и стимулирование за счет этого выделения клетками биофлокулянтов [3]. К достоинствам ультразвуковой дезинтеграции биомассы можно отнести сравнительно простое аппаратное оформление, возможность регулирования режима обработки в широких пределах.

Ультразвуковая обработка (УЗ-обработка) оказывает комплексное воздействие на биомассу. Наряду с дезинтеграцией надклеточных образований и выделением в жидкую фазу внеклеточных биополимеров, наблюдается изменение состава фаз за счет деструкции клеток биомассы, изменяются характеристики мембран и др. Известно использование УЗ-обработки для повышения выхода биогаза и увеличения скорости процесса при анаэробном сбраживании осадков [4,5], для интенсификации аэробной биологической очистки.

Достижение требуемого эффекта при УЗ-обработке требует подбора определенных условий ее проведения. Однако закономерности изменения состава и свойств фаз суспензии активного ила в зависимости от условий УЗ-обработки в настоящее время не установлены. В связи с этим цель работы состояла в установлении закономерностей изменения состава и свойств фаз суспензии активного ила при УЗ-обработке и выбора условий обработки, обеспечивающих увеличение флокулирующих свойств.

Ультразвуковую обработку суспензии активного ила (100 см^3) проводили на установке ИЛ100-6 при частоте 22 кГц. Амплитуда колебаний изменялась в диапазоне 20-80 мкм, мощность излучателя – в диапазоне 215-630 Вт. Иловый индекс определяли как объем осадка, образующегося при отстаивании иловой суспензии в течение 30 минут в пересчете на концентрацию 1 г/дм^3 и объем суспензии 1 дм^3 . ХПК определяли стандартным методом [6 с. 37–40]. Зета-потенциал частиц активного ила ($5 \pm 0,5 \text{ мкм}$) определяли методом микроэлектрофореза по электрофоретической подвижности [7]. Определение содержания углерода, азота, серы, водорода в органическом веществе проводили путем сжигания и последующего анализа продуктов окисления методом газовой хроматографии на анализаторе CHNS фирмы Elementar vario EL III с детектором по теплопроводности. Определение общего содержания углеводов в жидкой фазе суспензии активного ила проводили фенол-сернокислотным методом [8]. Содержание индивидуальных сахаров определяли методом газовой хроматографии и виде триметилсилильных производных, которые получали по методу [9]. Оценку флокулирующих свойств обработанной биомассы активного ила проводили: методом пробного коагулирования на модельных сточных водах с содержанием взвешенных веществ (глина) 200, 500 и 1000 мг/дм^3 ; по содержанию взвешенных веществ в фугате после центрифугирования в течение 5 минут при 5000 мин^{-1} обработанных проб активного ила. Содержание взвешенных частиц (мутность) оценивали по оптической плотности при длине волны 540 нм на КФК-2МП.

Объектом исследования была суспензия активного ила, отобранная после вторичных отстойников (содержание сухого вещества 5,98 г/дм³) и после илоуплотнителей (содержание сухого вещества 25,92 г/дм³) на Минской очистной станции аэрации в период март-апрель 2009 г.

Для оценки влияния продолжительности УЗ-обработки, мощности излучателя и амплитуды его колебаний на состав жидкой фазы, ее отделяли от обработанной иловой суспензии центрифугированием (фугат) и анализировали на содержание углеводов, ХПК, С, Н, N, S. Для фугата определяли мутность.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, количество компонентов дисперсной фазы иловой суспензии, которое переходит в водную фазу при УЗ-обработке, зависит от энергозатрат на диспергирование, обработку и амплитуды колебаний. При амплитуде колебаний 20 мкм наблюдается более «мягкое» воздействие на биомассу. Зависимость мутности фугата от энергозатрат на диспергирование носит экстремальный характер с минимумом, положение которого зависит от амплитуды колебаний. Наибольший эффект достигается при энергозатратах 10 Дж/см³ суспензии и амплитуде 20 мкм.

Таблица 1 – Зависимость ХПК и мутности жидкой фазы иловой суспензии от условий УЗ-обработки

Показатель	Условия обработки																								
	Мощность излучателя 215 Вт, амплитуда 20 мкм						Мощность излучателя 630 Вт, амплитуда 20 мкм						Мощность излучателя 215 Вт, амплитуда 80 мкм						Мощность излучателя 630 Вт, амплитуда 80 мкм						
	Продолжительность обработки, с																								
	1	5	10	15	30	60	90	5	10	15	30	60	90	5	10	15	30	60	90	5	10	15	30	60	90
ХПК, мгО ₂ /дм ³	320	400	576	536	506	776	936	420	530	560	1168	1156	1170	350	402	486	720	1080	1420	402	510	600	680	1024	1672
Мутность	0,81	0,34	0,42	0,57	0,68	0,85	0,89	0,47	0,64	0,68	0,85	0,93	1,02	0,66	0,48	0,53	0,88	0,96	1,20	0,61	0,45	0,53	0,89	1,06	1,46

При таком режиме обработки, вероятно, наблюдается максимальный переход в водную фазу внеклеточных биополимеров в виде геля, который хорошо флокулирует частицы дисперсной фазы, обеспечивая формирование более плотной структуры осадка (кека) при центрифугировании. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки приводит к измельчению дисперсной фазы и биополимерного геля, способствуя его растворению. Это приводит к увеличению ХПК и мутности фугата.

В составе жидкой фазы обработанной ультразвуком суспензии активного ила возрастает содержание азотсодержащих соединений (полипептидов, аминокислот) и углеводов, о чем свидетельствуют результаты, представленные в таблицах 2,3.

Таблица 2 – Элементный состав фаз суспензии активного ила после УЗ-обработки (мощность 215 Вт, амплитуда 20мкм)

Фаза	Продолжительность обработки иловой суспензии, с	содержание элемента, %			
		N	C	S	H
Фугат	0	0,923	3,729	0,515	2,317
Фугат	90	3,577	18,82	0,508	4,215
Кек	0	6,725	37,28	0,960	8,155
Кек	30	6,555	37,77	0,875	5,623
Кек	60	6,343	36,00	0,889	7,932
Кек	90	6,189	36,13	0,883	7,119

Таблица 3 – Содержание полисахаридов в жидкой фазе активного ила после УЗ-обработки (амплитуда 80 мкм, мощность 630 Вт)

Продолжительность обработки, с	Содержание полисахаридов в фугате суспензии активного ила, мг/дм ³	
	после илоуплотнителей	после вторичного отстойника
5 ¹	8,4	12,3
15 ¹	9,0	11,0
30 ¹	6,5	8,0
90 ¹	8,5	8,0
5 ²	7,0	5,0
15 ²	10,0	8,5
60 ²	11,5	7,0
90 ²	25,0	20,0

¹ амплитуда 20мкм, мощность 215 Вт; ² амплитуда 80мкм, мощность 630 Вт

Несмотря на значительные различия в концентрациях сухого вещества в суспензии активного ила, отобранной после вторичных отстойников и после илоуплотнителей (5,98 г/дм³ и 25,92 г/дм³ соответственно), содержание полисахаридов после УЗ-обработки в активном иле после вторичного отстойника выше, чем в активном иле после уплотнителей. Анализ состава полисахаридов показал, что в них представлены арабиноза, фруктоза и глюкоза в соотношении 13,3:1,0:3,0 для активного ила после вторичных отстойников и 10:1:3 для уплотненного избыточного активного ила.

Зависимость дзета-потенциала и илового индекса иловой суспензии от продолжительности УЗ-обработки, которая приведена в табл.4, свидетельствует об изменении свойств поверхности частиц дисперсной фазы. Несмотря на увеличение абсолютной величины дзета-потенциала при осаждении частицы суспензии дают более плотный осадок.

Проверка флокулирующих свойств обработанной суспензии активного ила на модельных сточных водах, содержащих 200, 500 и 1000мг/дм³ взвешенных веществ, показала, что скорость совместного осаждения взвешенных частиц обработанной суспензии активного ила и сточных вод при расходе обработанной суспензии активного ила 1 % об. на 17 – 20 % выше, чем для активного ила и сточных вод в отдельности. Скорость осаждения и степень очистки при отстаивании в течение 60 мин. зависит от концентрации взвешенных веществ в сточных водах и уменьшается с ее увеличением. Эффективность использования обработанной ультразвуком суспензии активного ила подтверждена на сточных водах, поступающих на Минскую очистную станцию аэрации.

Таблица 4 – Зависимость дзета-потенциала и илового индекса суспензии активного ила от продолжительности УЗ-обработки

Объект исследования	Продолжительность УЗ-обработки, с	Дзета-потенциал, мВ	Иловый индекс, см ³ /г
Необработанная иловая суспензия	0	-30,5	81
Активный ил после УЗ-обработки (амплитуда 20 мкм, мощность 215 Вт)	10	-40,2	35
	30	-35,9	50
	60	-40,0	63
	90	-39,0	71

Результаты исследований свидетельствуют о том, что ультразвуковая обработка при определенной мощности излучателя и амплитуде колебаний позволяет получить из суспензии активного ила биофлокулянт, который целесообразно использовать на очистных сооружениях канализации для увеличения степени очистки от взвешенных веществ и производительности оборудования механической очистки сточных вод.

Список использованных источников

1. Гвоздев, В. Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков / В. Д. Гвоздев, Б. С. Ксенофонтов. – Москва : Химия, 1988. – 112 с.
2. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Способ отделения взвешенных веществ от исходной сточной жидкости при аэробной очистке сточных вод: пат. 1958 Респ. Беларусь / А. А. Денисов, А. В. Семижон ; заявитель Белорусс. гос. технолог. ун-т. – № МПК C02F 3/12; опубл. 30.12.1997 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 1997. – № 8(55). – С. 85–86.
4. Clark, P.B. Ultrasonic sludge pretreatment for enhanced sludge digestion / P.B. Clark // Water and Environ. Manag. 2000. – 14. – № 1. – P. 66–71.
5. Zielewicz-Madej, E. Zastosowanie dezintegracji ultradźwiękowej do intensyfikowania produkcji lotnych kwasów tłuszczowych z osadu wtórnego / E. Zielewicz-Madej // Inz. i ochr. srod.2001. – 4. – №2. – P. 231–237.
6. Лурье, Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – Москва : Химия, 1974. – 336 с.
7. Баранова, В. И. Практикум по коллоидной химии : учебное пособие для хим.-технол. спец. вузов / В. И. Баранова [и др.] ; под ред. И. С. Лаврова. – Москва : Высш. школа, 1983. – 216 с.
8. Арончик, Б. М. Химия древесины / Б. М. Арончик, З. Н. Крейцберг // Рига: «Зинатне». – 1975. – № 15. – С.37.
9. Методы исследования углеводов / А. Я. Хорлина [и др.], под ред. А. Я. Хорлиной. – Москва : Мир, 1975. – с. 9–13.

Статья поступила в редакцию 12.12.2009 г.

SUMMARY

More than 200 constructions of bioscrubbing of sewage are operating now in Belarus, which refine the basic quantity of the Industrial and household sewage draining to the water objects. One of perspective ways of increasing of sewage treatment and sewage disposal plants of the water drain suitable to operating conditions is using for these purposes of bioflocculants. With reference to sewage disposal plants of the water drain the greatest interest represents using as flocculant of active silt of cell material. Results of researches testify that ultrasonic processing at the certain capacity of a radiator and amplitude of fluctuations allows to receive bioflocculant which is expedient for using on sewage disposal plants of the water drain for increasing in the purification efficiency from suspended matters and productivity of the equipment for the mechanical cleaning of sewage.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРА В НЕРУДНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ИОНОМЕТРИИ

Н.П. Матвейко

Приведены результаты определения хлора в нерудных материалах ионометрическим методом. Определены условия выполнения анализа нерудных материалов, позволяющие получать результаты с относительной погрешностью, не превышающей 13%.

Хлор широко распространен в природе и входит в больших или меньших количествах в состав многих природных минералов. Хлор оказывает значительное влияние на физико-химические свойства минералов (взаимодействие с водой и другими веществами, электропроводность и т.д.). В больших количествах он может представлять опасность для человека и окружающей среды. Поэтому необходим контроль содержания хлора в нерудных минералах [1].

В настоящее время содержание хлора нормируется в графите, каолине, тальке, талькомагнезите, меле, сырье глинистом.

Для определения хлора в указанных минералах применяется преимущественно метод меркуриметрического титрования водной вытяжки [2-5], или метод, основанный на титровании водной вытяжки раствором нитрата серебра в присутствии хромата калия [6]. Эти методы имеют высокую относительную погрешность и не всегда дают достоверные результаты. Кроме того, они требуют использования значительного перечня химических реактивов и являются достаточно трудоемкими. В этой связи разработка новых, экспрессных, не требующих дефицитных и дорогостоящих реактивов, нетрудоемких методик определения хлора в нерудных материалах представляет определенный теоретический и практический интерес.

Наиболее перспективным методом определения хлора в водных растворах является прямая потенциометрия (ионометрия). Метод прост, не требует дорогостоящих приборов и реактивов, имеет низкую относительную погрешность, является экспрессным и легко может быть автоматизирован [7].

Цель работы – разработка методики ионометрического определения хлора в нерудных материалах.

Исследования проводили с применением иономера марки И-160, хлоридсеребряного электрода сравнения, ионселективного мембранного кристаллического индикаторного электрода марки ЭМК-Cl-01, имеющего диапазон измерения концентраций ионов хлора от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

Растворы готовили на дистиллированной воде из реактивов марки «ЧДА». В качестве фонового электролита использовали растворы серной кислоты различной концентрации (моль/л): 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001. Для выбора состава фонового электролита строили зависимости потенциала индикаторного электрода (E) от логарифма концентрации хлорид-ионов в растворе ($-\lg C_{Cl}$). Исследования проводили при концентрации хлорид-ионов $1 \cdot 10^{-4}$; $4 \cdot 10^{-4}$; $5 \cdot 10^{-4}$; $8 \cdot 10^{-4}$; $1 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-3}$; $4 \cdot 10^{-3}$; $8 \cdot 10^{-3}$; $1 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³. Калибровочные графики строили по усредненным результатам трех измерений потенциала. Относительная погрешность единичного измерения не превышала 1%.

Подготовку пробы мела для анализа проводили следующим образом. Навеску массой 50 г помещали в стакан вместимостью 500 см³, приливали 200 см³ воды и кипятили в течение 10 минут, периодически помешивая стеклянной палочкой. Затем раствор отстаивали и отфильтровали через двойной фильтр "белая лента" в мерную колбу вместимостью 500 см³. Осадок в стакане промывали горячей водой сначала декантацией 3 раза, затем перенесли на фильтр и промыли. После охлаждения раствор доводили до метки дистиллированной водой.

Пробу глины готовили следующим образом. Навеску массой 100 г помещали в коническую колбу вместимостью 1000 см³, приливали свежее кипяченую воду, закрывали пробкой и взбалтывали в течение 15 минут. Отстаивали 24 часа, затем отфильтровывали через воронку Бюхнера с двойным фильтром "синяя лента" в колбу Бунзена.

Для проведения анализа отбирали аликвоты по 10,0 см³ водных вытяжек мела и глины в мерные колбы вместимостью 50 см³, доводили объемы до метки раствором серной кислотой таким образом, чтобы ее концентрация составляла 0,001 моль/л, и проводили измерение потенциалов индикаторного электрода. За результат принимали среднее арифметическое значение трех измерений.

На рисунке в качестве примера представлены зависимости E – $-\lg C_{Cl}$, полученные для стандартных растворов в 0,1 и 0,001 моль/л растворах серной кислоты, содержащих ионы хлора.

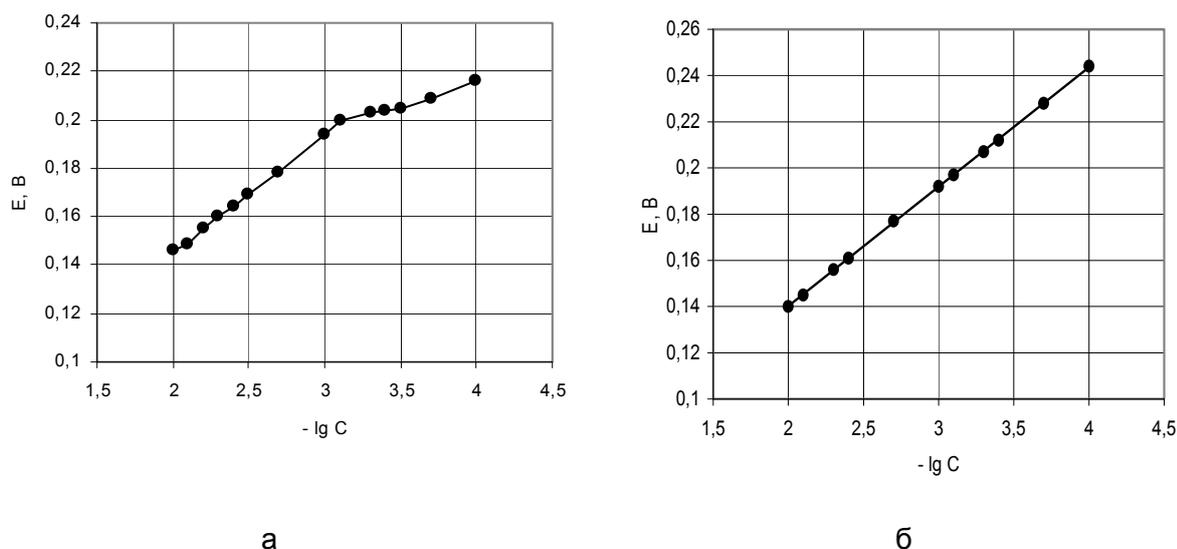


Рисунок — Калибровочный график в фоновом электролите, содержащем H_2SO_4 (моль/л): а) 0,1; б) 0,001

Из рисунка а) видно, что зависимость потенциала индикаторного электрода от логарифма концентрации хлорид-ионов в 0,1 моль/л растворе серной кислоты можно условно разбить на два прямолинейных участка, отличающихся наклоном. Это значит, что в таком фоновом электролите определение хлорид-ионов в интервале концентраций $1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л затруднительно.

Аналогичная зависимость E – $-\lg C_{Cl}$ наблюдается при использовании в качестве фоновых электролитов 0,01 моль/л раствора серной кислоты.

В фоновом электролите, содержащем 0,0001 моль/л серной кислоты, зависимость E – $-\lg C_{Cl}$ не может быть изображена прямой линией, причем наблюдается большой разброс точек. Кроме того, в таком электролите требуется значительно большее время для установления постоянного значения потенциала индикаторного электрода, чем в растворах серной кислоты большей концентрации.

Оптимальным фоновым электролитом является 0,001 М раствор серной кислоты – графическая зависимость E – $-\lg C_{Cl}$ в таком электролите, как видно из рисунка б), выражается прямой линией во всем интервале исследованных концентраций. Поэтому все дальнейшие исследования проводили с использованием указанного фоновых электролитов.

Для расчета основных аналитических характеристик методики ионометрического определения ионов хлора в 0,001 М растворе серной кислоты использовали метод «введено-найденно». С этой целью исследованы стандартные растворы, содержащие $3 \cdot 10^{-3}$ и $3 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ ионов хлора. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Основные аналитические характеристики методики ионометрического определения ионов хлора

Введенное количество хлорид-ионов, моль/дм ³ ()	Найденное количество хлорид-ионов, моль/дм ³ (x _i)	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$^2 = (x_i - \bar{x})^2$	σ^2	S	$(\bar{x} \pm 2s)$	n
3,0·10 ⁻³	2,7·10 ⁻³	2,78·10 ⁻³	0,3·10 ⁻³	0,09·10 ⁻⁶	0,07·10 ⁻⁶	0,26·10 ⁻³	(2,78 ± 0,32)·10 ⁻³	10
	2,9·10 ⁻³		0,1·10 ⁻³	0,01·10 ⁻⁶				3,3
	2,7·10 ⁻³		0,3·10 ⁻³	0,09·10 ⁻⁶				10
	3,0·10 ⁻³		0	0				0
	2,6·10 ⁻³		0,4·10 ⁻³	0,16·10 ⁻⁶				13
3,0·10 ⁻⁴	3,0·10 ⁻⁴	3,06·10 ⁻⁴	0	0	0,17·10 ⁻⁸	0,41·10 ⁻⁴	(3,06 ± 0,51)·10 ⁻⁴	0
	3,0·10 ⁻⁴		0	0				0
	3,4·10 ⁻⁴		0,4·10 ⁻⁴	0,16·10 ⁻⁸				13
	2,9·10 ⁻⁴		0,1·10 ⁻⁴	0,01·10 ⁻⁸				3,3
	3,0·10 ⁻⁴		0	0				0

Видно, что ионометрическое определение содержания ионов хлора с использованием в качестве фонового электролита 0,001 М раствора серной кислоты и индикаторного ионселективного мембранного кристаллического электрода марки ЭМК-Cl-012.5.3. позволяет получать результаты с относительной погрешностью, не превышающей 13%, и стандартным отклонением менее 0,3·10⁻³.

С целью апробации методики ионометрического определения ионов хлора проведен анализ проб мела школьного и глины огнеупорной. По измеренным значениям потенциала индикаторного электрода, используя градуировочный график, установлено, что содержание хлорид-ионов составляет (моль/дм³): в меле школьном – 7,36·10⁻⁴; в глине огнеупорной – 3,16·10⁻³. Такие количества хлорид-ионов не превышают допустимых концентраций, нормируемых в ТНПА (0,05 и 0,01 моль/дм³ соответственно) [5,6].

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Определение ионов хлора в нерудных материалах можно проводить ионометрическим методом с применением ионселективного мембранного кристаллического индикаторного электрода марки ЭМК-Cl-01 на фоне 0,001 М раствора серной кислоты в интервале концентраций от 1·10⁻⁴ до 1·10⁻² моль/л.

2. Разработанная методика позволяет определять ионы хлора с относительной погрешностью, не превышающей 13%, и стандартным отклонением менее 0,3·10⁻³.

Список использованных источников

1. Фрумина, Н. С. Хлор / Н. С. Фрумина, Н. Ф. Лисиенко, М. А. Чернова. – Москва : Наука, 1983. – 200 с.
2. ГОСТ 17818.18–90. Графит. Метод определения хлорид-ионов в водной вытяжке. – Взамен ГОСТ 10273–79 ; введ. 1991–07–01.– Москва : Изд-во стандартов, 1990. – 4 с.
3. ГОСТ 19609.10–89. Каолин обогащенный. Метод определения хлорид-ионов в водной вытяжке. – Взамен ГОСТ 19609.10–79; Введ. 1991–01–01.–Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 3 с.
4. ГОСТ 19728.13–2001. Тальк и талькомагнезит. Метод определения хлорид-ионов в водной вытяжке. – Взамен ГОСТ 19728.13–88 ; введ. 2003–01–01.–Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 8 с.
5. ГОСТ 21138.3–85. Мел. Метод определения массовой доли хлорид-ионов в водной вытяжке. – Взамен ГОСТ 21138.3–75 ; введ 1987–01–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 4 с.

6. ГОСТ 21216.7–93. Сырье глинистое. Метод определения хлорид-ионов в водной вытяжке. Взамен ГОСТ 2216.7–81 ; введ. 1996–01–01.– Москва : Изд-во стандартов, 1993. – 6 с.
7. Демина, Л. А. Ионметрия в неорганическом анализе / Л. А. Демина [и др.]. – Москва : Химия, 1991. – 192 с.

Статья поступила в редакцию 26.01.2010 г.

SUMMARY

The technique of ionometry definitions of ions of chlorine in nonmetallic materials with use of the background electrolit containing sulfuric acid is offered.

УДК 537.226.4

ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНАТА СВИНЦА

А.В. Мясоедов, А.А. Сушинская

1 ВВЕДЕНИЕ

Германат свинца является уникальным сегнетоэлектрическим материалом, обладающим интересными свойствами с научной и практической точек зрения. По этой причине кристаллы германата свинца стали объектом многочисленных исследований, выполненных в последние годы различными авторами. В результате были получены значительные сведения о структуре и свойствах этих сегнетоэлектрических кристаллов.

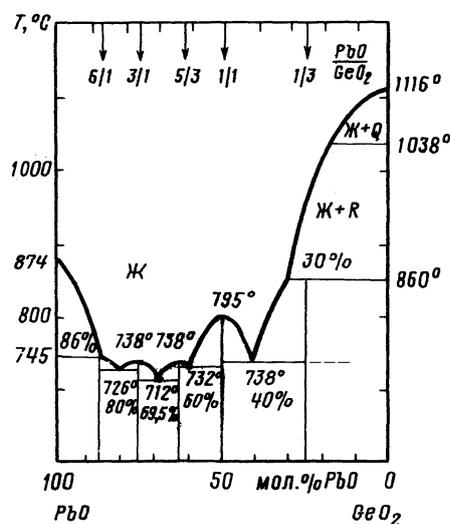


Рисунок 1

В кристаллах германата свинца происходит обратимый фазовый переход II рода из электрически полярной в неполярную высокотемпературную фазу. Сегнетоэлектрическая точка Кюри равна 177°C. В области 20 – 177 С в кристаллах были зафиксированы петли диэлектрического гистерезиса с параметрами при комнатной температуре соответствующим величинам спонтанной поляризации $P_s = 4.6$ мкКл/см² и коэрцитивного поля $E_c = 16.0$ кВ/см. Переполяризация кристаллов подчиняется ряду закономерностей, установленных ранее для других сегнетоэлектриков. Наблюдается формовка петель диэлектрического гистерезиса. При импульсной переполяризации имеет место характерная для всех сегнетоэлектриков экспоненциальная зависимость, наблюдается

также явление усталости. Зарегистрирована люминесценция кристаллов. Германат свинца является одноосным сегнетоэлектриком, поэтому у него возможны лишь 180 домены. Доменная структура наблюдается в поляризационном микроскопе из-за различия в знаках оптической активности доменов с разными направлениями P_s . Кристаллы германата свинца имеют сравнительно большую величину пироэлектрического коэффициента $= 0.95 \cdot 10^{-8}$ Кл/см².

2 ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА

Диаграмма состояний системы PbO-GeO₂ изучалась рядом исследователей [1-3]. Результаты этих работ существенно различаются между собой по числу и составу промежуточных соединений, по координатам нонвариантных точек.

Согласно Сперанской [1], в системе образуется пять промежуточных соединений с отношениями в них числа молекул PbO к числу молекул GeO₂, равными 6/1, 3/1, 5/3, 1/1 и 1/3. В последующих работах [2,3] образования соединения 6/1 зафиксировано не было; вместо соединений составов 3/1, 5/3 и 1/3 приводились соединения составов 4/1, 3/2 и 1/4.

Суммируя данные этих работ, посвященных изучению фазовых равновесий в системе PbO-GeO₂, можно констатировать следующее. Соединения составов 1/4, 1/3, 1/1, 5/3, 3/1 и 5/1 в настоящее время можно считать надежно установленным фактом. Указанные соединения получены в виде монокристаллов.

3. ПОЛУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНАТА СВИНЦА

Монокристаллы германата свинца Pb₅Ge₃O₁₁ тригонального габитуса оптически прозрачные размерами до нескольких сантиметров были выращены из расплава методами Чохральского, Бриджмена, спонтанной кристаллизации. Нами в выращивании монокристаллов методом Чохральского в качестве исходных веществ использовались: окись свинца (II) красной модификации марки ОСЧ 5-3 PbO ТУ 6-09-4742-79, двуокись германия (IV) для оптического стекловарения марки ОСЧ 9-2 GeO₂ ТУ 48-0415-95-78.

Известны две полиморфные формы кристаллов окиси свинца – желтая (ромбическая – R-PbO) и красная (тетрагональная - T-PbO) [4]. При комнатной температуре термодинамически стабильной формой PbO является ее красная форма. Однако при комнатной температуре в сравнительно устойчивом метастабильном состоянии может неопределенно долго существовать и желтая форма окиси свинца. Переход $T \rightleftharpoons R\text{-PbO}$ происходит при ~ 500°C.

Двуокись германия может быть кристаллической и аморфной (стеклообразной) [5]. В кристаллическом состоянии GeO₂ существует в виде тригональной (кварцеподобной – G-GeO₂) и тетрагональной (рутилоподобной – R-GeO₂) модификаций. Низкотемпературной, термодинамически устойчивой в нормальных условиях является рутилоподобная форма GeO₂. Однако ввиду чрезвычайной замедленности превращений $G \rightleftharpoons R\text{-GeO}_2$ в нормальных условиях при охлаждении G-GeO₂ практически не переходит в R - GeO₂. Значительное количество R-GeO₂ можно получить лишь используя совместные действия высоких давлений и температуры, катализаторов. Двуокись германия, полученная из соединений германия, обычно представляет собой аморфную или кварцеподобную модификации, или их смесь. Переход $R \longrightarrow G \text{ GeO}_2$ происходит при 980°C с эндотермическим эффектом.

Сначала окись свинца была прокалена в течение 8 часов при температуре 550°C для того чтобы вывести воду и монооксид углерода. Исходный материал готовится смешиванием окиси свинца PbO и двуокиси германия GeO₂ в соответствии 5:3 [смесь x PbO (1-x)GeO₂, где x=0,625] [6]. Полученный материал был синтезирован при 650°C в платиновом тигле в течение 15 часов.

Вытягивались монокристаллы Pb₅Ge₃O₁₁ в направлении [001]. Выращенные кристаллы имели 6 хорошо развитых граней: (010), (010), (110), (110), (100) и (100). Все кристаллы были прозрачными, достигали в длину 8–10 и в поперечнике 1 см. Окраска кристаллов изменялась в зависимости от условий выращивания от светло-желтой до темно-коричневой. Характерными формами роста кристаллов являются грани [0001] и [1010].

При выращивании оптически совершенных кристаллов Pb₅Ge₃O₁₁ соблюдались следующие технологические условия: исходные компоненты смеси 0.625 PbO x 0.375 GeO₂ перед плавлением смеси тщательно перемешивались в растворе этилового спирта в течение двух часов. Во время выращивания обеспечивалась однородность нагрева расплава по объему тигля (для этого устанавливались дополнительные тепловые экраны). Во избежание потерь PbO из расплава его температура не превышала 800°C. Скорость вытягивания составляла 3 мм/час,

скорость вращения – 50 об/мин., температурный градиент – 80 С/см. При этом данный расплав использовался только один раз. Несоблюдение указанных условий ведет к тому, что в кристаллах происходит образование вторичных фаз -PbGeO_3 , Pb_3GeO_5 (газовых пузырей, металлических частиц Pb или Pt). Качество кристаллов резко ухудшается, происходит их помутнение, появление в них трещин и двойникования [6, 7].

С целью улучшения структурного совершенства выращиваемых кристаллов за счет повышения перемешивания расплава было использовано устройство, на которое получено положительное решение [8].

Формула изобретения данного приспособления следующая: устройство для вытягивания кристаллов, содержащее тигель для расплава, установленный с возможностью вращения вокруг вертикальной оси, и шток с кристаллодержателем, установленный с возможностью вертикального перемещения, снабжено полым цилиндром, установленным неподвижно внутри тигля и имеющим на наружной поверхности пластинчатые ребра с отверстиями, расположенные по винтовой линии.

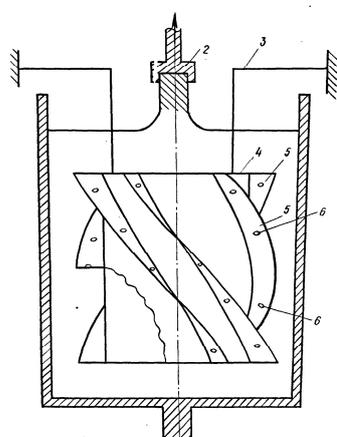


Рисунок 2

На чертеже продольный разрез описываемого устройства имеет следующий вид. Оно содержит тигель 1 для расплава, установленный с возможностью вращения вокруг вертикальной оси, шток 2 с кристаллодержателем, который перемещается вертикально. Внутри тигля 1 неподвижно установлен на держателях 3 полый цилиндр 4, на наружной поверхности которого имеются пластинчатые ребра 5 с отверстиями 6.

Цилиндр 1 и держатели 3 были изготовлены из материала, не взаимодействующего с расплавом (платина).

Устройство работает следующим образом. При вращении тигля 1 вследствие действия сил вязкости, расплав увлекается его стенками и приходит во вращательное движение в горизонтальной плоскости. Встречая на своем пути неподвижные пластинчатые ребра 5, расположенные под углом к плоскости вращения, расплав отбрасывается вверх или вниз в зависимости от знака угла наклона ребер 5 или от направления вращения тигля 1. В результате образуется более сложное движение расплава, состоящее из вращательного движения, доминирующего у стенок тигля 1, и движения по замкнутому контуру, окаймляющему стенку цилиндра 4. При этом потоки расплава внутри и за пределами цилиндра 4 приобретают преимущественно вертикальные и взаимно противоположные направления. В каждом конкретном случае направление и скорость этих потоков зависит от угла наклона ребер 5, направления и скорости вращения тигля 1.

Наличие отверстий 6 в ребрах 5 еще более усложняет движение расплава в пространстве между стенками тигля 1 и цилиндра 4. Происходит это вследствие того, что микропотоки, возникающие при прохождении расплава через отверстия 6 в ребрах 5 встречают далее на своем пути поток, движущийся вертикально, и, взаимодействуя с ним образуют при этом локальные области расплава с высокой турбулентностью.

Применение данного устройства заставляет расплав совершать гораздо более сложное движение, состоящее из нескольких простых. Вследствие этого перемешивание расплава происходит более интенсивно, а выращиваемые при этом кристаллы получаются более однородными и совершенными.

Благодаря более сложному движению расплава увеличивается его концентрационная и температурная однородность как в целом по объему, так и непосредственно у фронта кристаллизации, что ведет к повышению однородности кристалла и уменьшению количества ростовых дефектов и связанных с ними ростовых напряжений.

Изменяя требуемым образом скорость потока расплава, движущегося непосредственно у фронта роста, можно управлять характером распределения по объему кристаллов как ростовых дефектов, так и легирующих примесей.

Предложенное устройство позволяло выращивать более однородные кристаллы, обладающие меньшей плотностью ростовых дефектов, управлять в процессе роста распределением примесей и дефектов по объему кристалла и тем самым получать кристаллы с заданными физическими свойствами.

Характерным типом ростовых дефектов для кристаллов германата свинца, выращенных из расплавов, являлась их оптическая неоднородность в виде полос, повторяющих форму фронта кристаллизации. Причиной появления слоевой неоднородности у кристаллов $\alpha\text{-Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ согласно [9] являются небольшие флуктуации температуры на фронте кристаллизации.

ВЫВОДЫ

Определены оптимальные условия для выращивания кристаллов германата свинца. Во избежание потерь PbO из расплава его температура не превышала 800°C . Скорость вытягивания составляла 3 мм/час, скорость вращения - 50 об/мин., температурный градиент – 80 С/см.

Исследованы факторы, приводящие к возникновению различных дефектов в выращиваемых кристаллах. Предложено устройство, позволяющее получать более однородные и совершенные кристаллы.

Список использованных источников

1. Сперанская, Е. И. Исследование состояний системы PbO-GeO_2 / Е. И. Сперанская // Журнал неорганической химии/ – 1960, Т. 5/ – №2. – С. 421-432.
2. Formation of Secondary Phases of $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ / R. Phillips [et. al.] // J. Amer. Ceram. Soc.-1965, Vol. 48, No.8. - P. 398-401.
3. Growth of Single Crystals in PbO-GeO_2 Binary System/ D. Gouju [et. al.] // Compt. Rend, 1968, Vol. 266 С. No.14. – P. 1063-1065.
4. Извозчиков, В. А. Фотопроводящие окислы свинца в электро-нике / В. А. Извозчиков, О. А. Тимофеев. – Ленинград : Энергия, Ленинградское отделение, 1979. – 142 с.
5. Тананаев, И. В. Химия германия / И. В. Тананаев, М. Я. Шпирт. – Москва : Химия, 1967. – 451 с.
6. Мясоедов, А. В. Выращивание кристаллов германата свинца / А. В. Мясоедов, А. А. Сушинская // Тезисы докладов XXXVII научно-технической конференции преподавателей и студентов. / УО ВГТУ, Витебск, 2004. – С.29-30.
7. Сушинская, А. А. Германат свинца. Исследование дефектов при выращивании кристаллов. А. А. Сушинская, А. В. Мясоедов // Тезисы докладов XXXIX научно-технической конференции преподавателей и студентов. / УО ВГТУ, Витебск, 2006. – С. 68-69.
8. Авторское свидетельство № 957594 СССР, МКИ В 25 J 15/00. Устройство для выращивания кристаллов из расплава / В. В. Михневич, Н. К. Толочко, А. В. Мясоедов, Л. И. Трофимович (СССР). – № 3239069/ -08 ; заявл. 17.12.80.
9. Панченко, Т. В. Выращивание и дефекты в кристаллах $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ / Т. В. Панченко [и др.] // Физика твердого тела, 1977/ – Т. 19, № 8. – С.1238-1244.

SUMMARY

Crystals of germanate lead have been grown by the fusion using the method of Czochralski. Factors leading to the appearance of different defects have been researched. The device which allows to get more homogeneous and perfect crystals has been offered.

УДК.628.16:665.6

МЕТОДОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

В.Е. Савенок

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение континентальных и океанических вод углеводородами является в настоящее время одним из основных видов загрязнения гидросферы современным цивилизованным обществом. Даже в минимальных количествах нефть смертельно опасна для водных обитателей.

В Республике Беларусь проблема охраны вод от загрязнения, несмотря на снижение сброса загрязняющих веществ и принимаемые меры по очистке сточных вод, остается острой. Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды Беларуси. Самыми масштабными загрязнениями рек нефтью и нефтепродуктами являются аварийные сбросы. Борьба с нефтяными загрязнениями окружающей среды (главным образом воды и почвы) сегодня является актуальной экологической задачей. В данной работе рассмотрена методология применения, разработанных нами способов и технических устройств, предназначенных для защиты водных объектов от аварийных разливов нефти.

1 МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Для использования разработанных способов и технических устройств, предназначенных для защиты водных объектов от аварийных разливов нефти, предлагается методика расчета, включающая в себя:

- расчет расстояния установки боновых заграждений;
- расчет количества вылившейся нефти;
- расчет отстойника (котлована);
- расчет сил и средств.

Расстояние от места попадания нефти в реку до места установки бонового заграждения может быть определено по формуле [1]:

$$L = \frac{3600 \cdot v \cdot t}{1000}, \text{ км}, \quad (1)$$

где v – скорость течения реки, м/с,

t – время с момента аварии до момента прибытия аварийно-восстановительной бригады (АВБ) и окончания установки бонового заграждения, мин.

Время t определяется как: $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$, час,

где t_1 – время с момента аварии до поступления сигнала на аварийно-восстановительный пункт (АВП), час;

t_2 – время на сборы и подготовку аварийных бригад с момента поступления сигнала об аварии до момента выезда на трассу, час;

t_3 – время в пути аварийной бригады от АВП до места установки бонового заграждения, час;

t_4 – время на разворачивание и установку бонового ограждения и нефтесборных устройств, час.

Первоочередным при локализации и ликвидации аварийного разлива нефти является расчет объема нефти, вытекшей из нефтепровода во время аварии. Общий объем нефти V , вытекшей из нефтепровода с момента возникновения аварии до момента закрытия задвижки проводим по формуле [2]:

$$V = V_1 + V_2, \quad (2)$$

где $V_1 = Q_1 \cdot t_1 = Q_1 (t_0 - a)$ – объем нефти, вытекшей до остановки перекачки;

$V_2 = Q_2 \cdot t_2 = Q_2 (t_3 - a)$ – объем нефти, вытекшей от момента остановки перекачки до закрытия задвижки;

a – время возникновения аварии;

t_0 – время остановки перекачки; t_3 – время закрытия задвижки.

Q_1 – расход нефти через место повреждения в промежутке времени $t_0 - a$;

Q_2 – расход нефти через место повреждения в промежутке времени $t_3 - a$;

Обозначим Q' – расход нефти в поврежденном трубопроводе при работающих нефтеперекачивающих станциях (НПС), $м^3/ч$, тогда:

1) Если $Q' - Q_0 > 0,015$, то расчет Q_1 производим по формуле:

$$Q_1 = \mu \omega \sqrt{2gh^*}, \quad (3)$$

где: h^* – перепад давления в точке истечения;

μ – коэффициент расхода отверстия;

ω – площадь отверстия;

Q_0 – расход нефти в исправном трубопроводе, $м^3/ч$;

Перепад давления в точке истечения рассчитывается по формуле:

$$h^* = \frac{p'}{gq} - i_0 x^* - h_T, \quad (4)$$

где x^* – протяженность трубопровода от НПС до места повреждения, м;

p' – давление в начале поврежденного участка при работающих НПС, Па;

q – плотность перекачиваемого продукта, $кг/м^3$; $g = 9,81 м/с^2$;

i_0 – гидравлический уклон трубопровода;

h_T – глубина заложения нефтепровода, м.

2) Если $Q' - Q_0 < 0,015$ и при условии $0 < N < 1,02$, расчет Q_1 производим по формулам (5), (6):

$$Q_1 = Q' - Q_0 N^{\frac{1}{2-m_0}}, \quad (5)$$

$$N = \frac{z_1 - z_2 + \frac{(p' - p'')}{gq} - i_0 x^* \left(\frac{Q'}{Q_0} \right)^{(2-m_0)}}{(l - x^*) \cdot i_0}, \quad (6)$$

где l – протяженность поврежденного участка трубопровода, заключенного между двумя НПС, м;

z_1, z_2 – геодезические отметки (м) начала и конца участка l соответственно;

p', p'' – давление в начале и конце поврежденного участка l при работающих НПС соответственно, Па;

m_0 – показатель режима движения нефти по нефтепроводу, согласно [2] $m = 0,25$, тогда $2 - m_0 = 1,75$; $1 / (2 - m_0) = 0,571$.

Отстойник является важным конструктивным элементом, предлагаемых нами технологий. В качестве отстойника может быть использован земляной амбар, сооружаемый заранее на берегу водотока, куда водонефтяная смесь с сорбентом и

мусором (возможно с кусками льда) попадает принудительным путем. Земляной амбар может строиться с использованием естественных складок местности или путем сооружения насыпи. Отстоявшаяся нефть откачивается из отстойника нефтесборщиками, вода с помощью водоперепускной трубы направляется в водоток или в следующий отстойник. Размеры отстойника будут определяться временем расслоения водонефтяной эмульсии. Расчет параметров отстойника с учетом поступающего в него расхода водонефтяной смеси подробно рассмотрен нами в [3]. Площадь поперечного сечения отстойника предлагается рассчитывать по формуле:

$$F = \left(\frac{a + c}{2} \right) h, \quad (7)$$

где F – сечение отстойника (земляного амбара), m^2 ;
 a – ширина дна земляного амбара, m ; c – ширина земляного амбара по урезу, m ;
 $h = H - h_1$ – глубина земляного амбара, m ; H – высота насыпи земляного амбара;
 Длину отстойника предполагается рассчитывать по формуле:

$$L = \frac{Q_1}{F} \cdot t = \frac{2Q_1 \cdot t}{(a + c) \cdot (H - h_1)}, \quad (8)$$

где t – расчетное время отстаивания, s .

Таким образом, длина отстойника зависит от ширины дна отстойника и ширины отстойника по урезу, а также от времени расслоения водонефтяной эмульсии. Указанные параметры подбираются экспериментально с учетом климатических условий и естественных складок местности.

2 ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ И СБОРА СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Основные мероприятия технологии использования сорбционных материалов при локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на водных объектах:

- локализация пролива; - нанесение сорбента; - выдержка времени;
- сбор нефтенасыщенного сорбента; - утилизация нефтенасыщенного сорбента.

Особенностью данной технологии является использование устройства для механического нанесения твердых сорбционных материалов в форме плит. Устройство включает шестигранный барабан, имеющий ось, которая закреплена в двух вертикальных стойках рамы [4]. На поперечной стяжке рамы соосно размещена с возможностью вращения вокруг неё цилиндрическая горизонтальная направляющая. На продольных стойках рамы закреплена дополнительная ось, на которой размещен отжимной ролик, имеющий фиксаторы и пружины. Снизу к продольным стойкам прикреплен нефтеприемный лоток. Ось барабана снабжена с одной стороны ручкой, а с другой стороны – шкивом, который соединяется передачей с ведущим шкивом редуктора транспортного средства. Предварительно на барабан устройства наматывается лента с твердыми сорбционными пластинами. Наклеивание пластин сорбента на нижнюю поверхность ленты (контактирующую с нефтью) производят только при первичной намотке ленты на барабан, с зазором между пластинами, который постепенно увеличивается, пропорционально толщине наматываемого на барабан слоя ленты.

Устройство устанавливают на плавсредстве. Отжимной ролик фиксируют с зазором, достаточным для свободного перемещения ленты. Внешний конец ленты закрепляют на исходной точке контура локализации нефтяного загрязнения. Плавсредство приводят в движение, в результате чего происходит разворачивание и укладка ленты с сорбционными пластинами по контуру локализации нефтяных загрязнений. Для облегчения процесса разворачивания ленты возможно включение редуктора. При контакте нижней поверхности ленты с нефтью происходит ее поглощение сорбционными пластинами.

Перед сматыванием ленты предварительно снимают фиксаторы с продольных стоек и отжимной ролик плотно прижимает ленту к горизонтальной направляющей рамы. Затем производят сматывание ленты с локализуемого участка нефтяных загрязнений, для чего производят включение редуктора в режиме реверс. При сматывании ленты обеспечивается сбор нефти вследствие поглощения нефти сорбирующими пластинами. А так как лента проходит между плотно прижатыми друг к другу горизонтальной направляющей и отжимным роликом, происходит отжим нефтенасыщенных сорбционных пластин и отжатая нефть стекает по лотку в нефтесборную емкость.

Необходимо также отметить, что т.к. сорбционные пластины изготовлены из хрупкого материала, то шестигранная форма барабана является наиболее оптимальной для наматывания таких пластин. Грань барабана, повторяющая примерно форму пластин, обеспечивает не только их качественную укладку на локализуемую поверхность, но и с малыми потерями сбор нефтенасыщенных пластин, что в свою очередь, с учетом отжима нефтенасыщенных пластин, увеличивает кратность использования ленты. Применение данного способа позволит повысить качество и эффективность ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности воды и почвы за счет технического решения, позволяющего выполнять одним устройством функции локализации и сбора нефтяных загрязнений.

3 ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ВОДОТОКАХ ВО ВРЕМЯ ЛЕДОХОДА

Существуют различные технологии ликвидации аварийных разливов нефти в зимних условиях на водотоках, покрытых льдом, и в летних условиях при отсутствии ледяного покрова на них. Однако, реализация этих технологий в весенний (осенний) период во время ледохода крайне затруднена, и применение их является малоэффективным. Нами разработана технология локализации и ликвидации нефтяных загрязнений на водотоках во время ледохода [5]. Данной технологией предусмотрено изменение направления движения льдин, для чего на водотоке устанавливается клиновидная рама. Клиновидная рама состоит из трех полых балок (двух боковых и одной продольной), которые обеспечивают ее плавучесть. Фиксацию рамы в заданном месте водотока обеспечивают якоря. Боковые полые балки жестко соединяются между собой под углом, образуя клин навстречу течению водотока, а их задние концы соединены между собой продольной полый балкой. Снизу к балкам крепится стальной перфорированный лист, опущенный в воду. Диаметр отверстий листа должен быть достаточным для того, чтобы обеспечивать свободное течение нефти через них. К обоим стыкам, образованным соединением двух боковых и продольной балки, шарнирно крепятся две поворотные секции. Секция снабжена верхним надводным фартуком и нижним перфорированным подводным фартуком. Второй конец поворотной секции крепится под углом к берегу. При большой ширине реки секция изготавливается составной. Ниже по течению от рамы устанавливается многосекционное боновое ограждение любой известной конструкции под углом к водотоку. Предполагается, что льдины, скользя по раме, прижимаются к берегу и задерживаются поворотной секцией клиновидной рамы.

Далее технологией предусмотрено два варианта действий в зависимости от ширины водотока и скорости его течения. Для малых рек, с небольшой скоростью течения, предлагается первый вариант. Согласно первому варианту, прибитые к берегу льдины задерживаются поворотной секцией, затем затягиваются на берег, где происходит их механическое измельчение, а осколки битого льда и снежной массы, загрязненные нефтью, направляются в заранее подготовленный отстойник, где после обработки их паром происходит оттаивание воды с отделением нефти и последующей откачкой нефти нефтесборным устройством(НСУ). Нефть, прошедшая сквозь перфорированные листы, закрепленные на боковых стойках

рамы и нижнего перфорированного фартука поворотной секции, улавливается боновым заграждением с последующим ее сбором НСУ.

Для больших рек (широких водотоков) предлагается второй вариант. Так как большая скорость подхода льдин к клиновидной раме и их масса не позволяет оперативно вытаскивать их на берег, поэтому речь идет лишь об удержании льда на определенный период времени с периодическим пропуском его вниз по течению водотока, путем открытия поворотной секции рамы и дополнительного ряда бонового заграждения. В этом случае нефть, проходящая через перфорированные листы рамы и перфорированный фартук поворотной секции, локализуется боновым заграждением с последующим ее улавливанием и откачкой НСУ. Однако это возможно только на период закрытия поворотной секции рамы.

Предложенная технология локализации нефтяных загрязнений позволяет успешно бороться с нефтяными загрязнениями на малых реках во время ледохода, не допуская их дальнейшего распространения. На больших реках, при больших скоростях течения водотока, реализация данной технологии позволит значительно снизить экологический ущерб.

4 УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА НЕФТЕНАСЫЩЕННОГО СОРБЕНТА И МУСОРА С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Техническое устройство для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора может быть использовано при ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности воды как в обычных условиях, так и в переходный климатический период – во время ледохода или во время ледостава [6]. Устройство устанавливают на берегу водотока и эксплуатируют в сочетании с боновым оборудованием. Кроме того, данное устройство может быть установлено на различных плавсредствах. При установке устройства на грунт или палубу плавсредства, нижний конец платформы опускают в воду, а угол ее наклона изменяют с помощью домкратов с последующей ее фиксацией. Для облегчения подъема платформы устройство дополнительно может быть снабжено гидроцилиндрами. Устройство включает установленную горизонтально на барабанах бесконечную ленту из нефтестойкого и нефтепитывающего материала, цилиндрический отжимной ролик и нефтеприемный лоток. Валы барабанов закреплены в подшипниках на раме, а рама соединена с наклонной платформой, снабженной возвратно-поступательными лопатками. Дно платформы изготавливают перфорированным, а ее нижняя часть оснащается металлическими штырями.

Устройство работает следующим образом. Предварительно устанавливают на водоток боновое заграждение. На берегу, в вершине угла, образованного берегом и лентой бонового заграждения, устанавливают устройство, при этом его наклонную платформу нижним концом опускают в воду и соединяют с рамой. Включают два электропривода, которые приводят в движение транспортерную ленту, установленную на барабанах. От электроприводов также осуществляется вращение двух валов платформы с дисками и эксцентриками, которые приводят в возвратно-поступательное движение закрепленные на них лопатки. Под действием течения поступающие вдоль бонового заграждения к берегу нефтенасыщенный сорбент в смеси с нефтью, мусор и куски льда (во время ледохода) попадают на платформу, при этом крупный мусор и большие льдины разбиваются штырями на куски. На платформе очищенная вода сквозь отверстия перфорированного дна сбрасывается в водоток, а нефтенасыщенный сорбент, мусор и куски льда захватываются лопатками, перемещаются в верхнюю часть платформы и подталкиваемые следующей порцией мусора падают на транспортерную ленту. На транспортерной ленте нефтепитывающий материал впитывает нефть, стекающую на ленту из мусора и сорбента, а отжим транспортерной ленты обеспечивается при прохождении ее между крайним правым барабаном и отжимным роликом в нефтеприемный лоток. Нефтенасыщенный сорбент, мусор и куски льда сбрасываются с транспортерной ленты в сборную емкость (земляной амбар) на берегу водного объекта.

Применение данного устройства позволит повысить качество и эффективность ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности воды за счет технического решения, позволяющего выполнять одним устройством функции сбора нефти, нефтенасыщенного сорбента и мусора в различные климатические периоды года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К сожалению, никакими организационными и техническими мероприятиями нельзя пока полностью исключить риск нефтяного загрязнения водных объектов, поэтому актуальным является разработка эффективных технологических процессов локализации и ликвидации нефтяных загрязнений и создания конструкций нефтесборного оборудования.

Разработанные нами технологии позволяют проводить локализацию и ликвидацию нефтяных загрязнений на водотоках в обычных и сложных климатических условиях в переходный период года с учетом геоландшафтной обстановки. Разработанные технические устройства являются импортозамещающими, их внедрение позволит сэкономить валютные средства.

Список использованных источников

1. Защита водных объектов : монография / Д. П. Комаровский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Липского. – Новополоцк : УО «ПГУ», 2008. – 220 с.
2. Инструкция по защите окружающей среды при авариях на нефтепроводах: И 480: Утв. концерном «Белнефтехим» 03.10.02 : срок действия установлен с 03.10.2002 / Белгосконцерн по нефти и нефтехимии «Белнефтехим». – Минск, 2002. – 136 с.
3. Измайлович, В. Р. Расчет параметров отстойника при ликвидации нефтяных загрязнений / В. Р. Измайлович, В. Е. Савенок // Труды молодых специалистов Полоцкого гос. ун-та. Строительство. – 2009. – Вып. 36. – С.140-143.
4. Заявка а20071554 Респ. Беларусь, МПК E02B 15/04. Устройство для локализации и сбора нефти / В. Е. Савенок, Д. В. Габелев, Е. Н. Стешиц, В. Р. Измайлович; заявитель Витебск. гос. ун-т им. П.М.Машерова. - №а20071554; заявл. 14.12.07, опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С.21.
5. Заявка а20080538 Респ. Беларусь, МПК E02B 15/04. Способ отделения нефти от смеси ледяных блоков и воды/ В.Е.Савенок, В.Р. Измайлович, Д.В Габелев; заявитель Витебск. гос. ун-т им. П.М.Машерова. - №а20080538; заявл. 24.04.2008, опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С.20.
6. Савенок, В. Е. Устройство для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора с поверхности воды/ В. Е. Савенок, Д. В. Габелев // ЧС: предупреждение и ликвидация : сборник докладов V Межд. НПК, Минск 8-10 июля 2009г. / НИИ ПБиЧС МЧС РБ. – Минск, 2009. – т.2. – С.170-173.

Статья поступила в редакцию 10.04.2010 г.

SUMMARY

Mineral oil are the most widespread and dangerous substances polluting superficial waters of Belarus. The most scale pollution of the rivers by oil and mineral oil are emergency dumps. In the given work the methodology of the application, the ways developed by us and technical devices is considered. Ways are intended for protection of water objects against emergency floods of oil and minimization of damage to an environment. The developed technologies allow to spend localization and liquidation of oil pollution on water-currents in usual and difficult climatic conditions to a transition period of year.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

А.О. Блинов, Г.А. Яшева

ВВЕДЕНИЕ

Формирование инновационного типа развития национальной экономики в Беларуси и России вызывает необходимость развития человеческого капитала. Человеческий капитал создается и наращивается главным образом посредством образования. Концептуальной основой разработки новых технологий финансирования должно стать инвестирование в человеческий капитал. Значительный вклад в рассматриваемую проблему внесли ученые А.Л.Гапоненко [6], Д.С. Львов [2], В.А. Николаев [3], А.Н. Олейник [4], А.П. Панкрухин [5] и др. Вместе с тем, в этих работах не рассматривались механизмы создания институциональных структур развития человеческого капитала, формы организации взаимодействия сферы производства, образования и науки, обеспечивающие инновационное развитие экономики. Одной из форм организации бизнеса, обеспечивающей инновационное развитие на основе создания и распространения знаний и повышения их качества является кластер производителей. Теоретические основы кластеров разработаны в трудах таких зарубежных (в т.ч. из стран СНГ) авторов, как Афанасьев М., Бест М., Бороненко В., Войнаренко М., Гулати М., Гроув А., Дахмен Е., Ден Хаг, Евтушенков В., Лозинский С., Лимер Е., Людо Питерс, Мореу Р., Надви Х., Портер М., Праздничных А., Прайс В., Пизлари Д., Роланд П. и Хертхог Д., Саксениан А., Соколенко С., Тири М., Фельдман В., Фишер П., Хесел Вербек, Цихан Т.В., Шмиц Х. и др.

В Республике Беларусь системные исследования в области кластеров и кластерного подхода не проводились, несмотря на глубокую проработку отдельных аспектов в трудах отечественных ученых. Например, технологические кластеры рассматривали В.Ф. Байнев, Н.И. Богдан, С.Г. Галуза, А.В. Марков, И.А. Михайлова-Станюта, М.В. Мясникович, Л. Н. Нехорошева, П.Г. Никитенко. Преимущества территориально-производственных комплексов и корпоративно-кластерной структуры экономики обосновывали в своих исследованиях Я.М. Александрович, А.А. Быков, С.С. Полоник, В.В. Пинигин. Вопросы государственно-частного партнерства и социального капитала исследовали И.В. Новикова, И.Л. Акулич, В.С. Фатеев. Проведенное исследование показало, что остаются недостаточно изученными механизмы развития человеческого капитала в кластерах, методы активизации взаимодействия науки и производства в кластерах. Все это подтверждает актуальность обоснования институциональных структур развития человеческого капитала с целью инновационного развития экономики Республики Беларусь.

КОРПОРАТИВНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ КАК ФОРМА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Значительную часть затрат на образование в России и Беларуси несет государственный бюджет, за счет средств которого реализуются программы подготовки специалистов в соответствии с государственными образовательными стандартами. Весомой статьёй расходов на персонал, относящейся к инвестициям в человеческий капитал, являются инвестиции в *повышение квалификации и переподготовку* работников. Существуют программы повышения квалификации и переподготовки персонала, как непосредственно в рамках производственной

структуры, так и с отрывом от производства в отраслевых учебных заведениях, специализированных центрах подготовки кадров, тренинговых компаниях. Следует отметить, что в ряде случаев инвестиции в человеческий капитал не осуществляются из-за отсутствия у руководителей компаний осознания целесообразности и эффективности затрат на обучение персонала.

Инвестиции в образование – не только важный способ наращивания человеческого капитала страны и улучшения перспектив экономического роста [1]. Они имеют и собственную ценность, поскольку образование расширяет кругозор людей, обеспечивает им возможность самореализации, способствует их материальному благополучию и здоровому образу жизни. Именно поэтому специалисты считают, что данные о грамотности и уровне образования человека являются одними из важнейших показателей качества жизни в стране. Конкуренция в бизнесе высока, и руководство компаний должно быть абсолютно уверено, что профессиональный уровень каждого сотрудника фирмы отвечает требованиям той позиции, которую он занимает, а его поведение соответствует особенностям корпоративной культуры компании. Вместе с тем, при использовании традиционных формальных методов образования возникают такие проблемы, как постоянная смена кадрового состава, дипломы разного качества и достоинства, обладание сотрудниками, поступающими на работу, различными навыками и опытом. И такая ситуация наблюдается на всех организационных уровнях компании – от простых исполнителей до топ-менеджеров.

Эти проблемы, а также значимость образования для инновационного развития субъектов бизнеса и экономики в целом привели к созданию новой формы образования – корпоративных университетов. Внутрикорпоративный университет впервые появился в компании McDonald's и в настоящее время начинает активно распространяться в мире. Сегодня эту форму обучения используют такие известные компании, как Coca-Cola University, Motorola University, Procter&Gamble University, General Electric University.

Корпоративный университет фактически является одним из немногих инструментов привлечения иностранного капитала. Все агентства, которые выставляют инвестиционные рейтинги, называют два основных фактора. Первый – финансовая прозрачность, второй – прозрачность управленческая, которая напрямую зависит от построения внутри фирмы системы обучения менеджерского состава, наличия неких единых стандартов в управлении персоналом от действий руководителей на различных позициях. Сегодня корпоративные университеты в России открыли ОАО «Северсталь», ОАО КБ «Сухой», ОАО «Морион», ОАО «Уралкалий», ОАО «АВИСМА», ОАО «Камкабель», ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», Краснокамская фабрика «Гознак». Однако создавать такие структуры могут не только крупные компании, обладающие солидным капиталом.

Существует два базовых подхода к созданию корпоративного университета – альянс с традиционными учебными заведениями или специализированными сервисными фирмами (чаще всего – менеджмент-консалтинговыми), либо формирование самостоятельной структуры. На практике первый вариант больше распространен, поскольку является самым дешевым и простым способом обзавестись собственным учебным заведением. В условиях растущей конкуренции разовое обучение малоэффективно, т.к. дает кратковременный результат. Подстраиваться под меняющиеся условия необходимо постоянно. Именно поэтому корпоративные бизнес-тренинги с реальным погружением в проблемы компании переросли в корпоративные университеты. Кроме традиционных форм обучения персонала система корпоративного университета предполагает применение нестандартных (необычных) инструментов. В компании, где есть такая структура, для каждого специалиста разрабатывается программа личностного роста в бизнесе, которая включает в себя систему ассесмента – оценки данного сотрудника, составление им перспективных планов своего развития и выполнение индивидуальных проектов, за которые только он несет ответственность.

Новые подходы к финансированию высшего образования должны основываться на диверсификации его источников, под которой понимается процесс совместного инвестирования в образование, осуществляемого предприятиями и государством в соответствии с выгодами, получаемыми ими от этих вложений, а также на разработке новых инструментов финансирования, т. е. способов передачи денежных средств от инвесторов – вузам. Создать корпоративный университет можно как своими силами, так и путем привлечения внешних консультантов. Помощь могут оказать компании, занимающиеся ассесментом (оценкой).

Система корпоративного обучения персонала создается там, где есть долгосрочные стратегические цели развития компании, проработана стратегия развития персонала, описаны необходимые компетенции персонала, осознана потребность в обучении, а персонал признан стратегическим ресурсом компании. В результате формируется и развивается корпоративная культура. Перед корпоративными обучающими программами могут стоять две задачи: информационная – передача знаний и умений и социальная – передача социальных уровней компетенции (корпоративного стиля, командного духа). Таким образом, в основе организации системы обучения в корпоративном университете должно быть понимание, какие цели преследует обучение и какие экономические результаты должны показать сотрудники после него. Иными словами, результат обучения должен быть предсказуем и измерим как для компании, так и для сотрудников. В компании должен существовать четкий стандарт корпоративного обучения, который и будет определять содержание, качество и результаты обучения. Именно четкая связь результатов обучения и последующего карьерного и финансового роста позволит сделать обучение выгодным как для сотрудника, так и для организации.

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СФЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА, ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

Результативный процесс создания инноваций обеспечивается только при постоянной взаимосвязи сферы образования, науки и производства. Эти взаимосвязи реализуются в отношениях сотрудничества, основанных на взаимной мотивации. Анализ взаимодействия сферы образования, науки и производства, проведенный в Беларуси, показал, что количество совместных проектов по выполнению исследований и разработок в 2008 г. составило 637 ед. По отношению к числу обследуемых организаций (2325 ед.) 29% предприятий сотрудничали с одним партнером. Для сравнения, в Австрии 61 % инновационно-активных фирм сотрудничали с одним или более партнерами, в Испании – 83 % фирм, в Дании – 97 %. [10]. По типам партнеров количество совместных проектов с научными организациями составило – 217 ед., с университетами или другими высшими учебными заведениями – 98 ед. [7].

Анализ качества сетевого сотрудничества в кластерах на основе углубленного интервью руководителей и главных специалистов промышленных предприятий (эмпирическая база для проведения исследования включала в себя 30 анкет по 10 вопросам), выявил, во-первых, слабые связи между предприятиями и высшими образовательными, научными учреждениями, неадекватность образовательных программ потребностям экономики, во-вторых, потребность организаций в проведении курсов-семинаров по современным технологиям, в т.ч. производственным и управленческим. Решение этих проблем в стране видится в создании кластеров товаропроизводителей. Теоретико-методологические основы кластеров изложены в работе автора [8].

В рамках кластера предлагаются следующие формы и механизмы взаимодействия сферы образования и производства.

1. Создание совместных кафедр, лабораторий посредством открытия представительств промышленных ассоциаций в отраслевом вузе или научно-исследовательской организации. Эти совместные с бизнесом структуры позволят, с одной стороны, лучше изучать потребности рынка, производства, а с другой

стороны – использовать научный потенциал научно-исследовательских организаций в создании инновационных технологий и повышении конкурентоспособности продукции в кластерах.

2. Совместная разработка специальных учебных программ профессиональной подготовки будущих специалистов в учебных заведениях региона; совместная организация курсов по переподготовке и повышению квалификации менеджеров по вопросам законодательства, проектного управления, менеджмента, маркетинга, конкурентоспособности. Эти совместные проекты позволят повысить профессиональную ориентацию образования, учесть потребности кластеров в содержании и формах получения знаний.

3. Целевое обучение кадров для региональных кластеров на основе формирования кластерного образовательного заказа, под которым понимается размещение на конкурсной основе заказов на профессиональное обучение, переобучение и повышение квалификации кадров по заявкам коммерческих организаций кластера независимо от отраслевой принадлежности и форм собственности в образовательных учреждениях региона. Это позволит преодолеть усиливающийся разрыв между содержанием образования, всей структурой и инфраструктурой образовательной сферы, уровнем кадрового потенциала системы образования и потребностями региональной экономики.

4. Внедрение системы открытого образования в вузах на базе корпоративных компьютерных сетей, которая представляет собой универсальную форму обучения на расстоянии с использованием широкого спектра как традиционных, так и новых информационных и телекоммуникационных технологий и средств, что создает обучаемому условия для свободного выбора образовательных дисциплин, обеспечивает диалоговый обмен с преподавателем. Система открытого образования включает школы, училища, колледжи, техникумы, базовый вуз, структуры переподготовки кадров предприятий, организаций и обеспечивает среднее (полное) образование; среднее профессиональное образование; высшее, второе высшее образование; переподготовку кадров.

5. Внедрение систем управления знаниями (передача неформальных знаний) в кластерах. Новым ценным и дефицитным источником решающих конкурентных преимуществ стран, регионов и кластеров становятся неформальные знания, приобретенные практическим опытом, а также сплав опыта и формальных знаний. Такие уникальные связанные пакеты знаний (know-how) на уровне регионов и предприятий имеют тенденцию удерживаться в кластерах, что повышает конкурентоспособность персонала, ускоряет передачу новшеств и внедрение технологических инноваций. Управление знаниями дает интегрированный эффект от использования новых управленческих, маркетинговых, информационных технологий, активности и творчества людей.

В настоящее время промышленные предприятия Республики Беларусь используют методы формального образования (подготовка и переподготовка кадров по определенным специальностям и специальные программы повышения квалификации). Вместе с тем, на предприятиях недостаточно развиты методы неформального образования на рабочих местах, что побудило предложить известные за рубежом системы управления знаниями в организациях, основанные на передаче неформальных знаний, для предприятий. Это такие, как программа обучения внутри отрасли с каскадным эффектом, по которой обучаемые становятся обучающими [9]; система «Kaizen tiean» – постоянных усовершенствований в работе. Система «Kaizen tiean» (автор Каори Ишикава) нацелена на обязательство каждого рабочего сделать вклад в постоянное усовершенствование процессов. Идея участия заключается в том, чтобы вовлечь каждого работника в процесс усовершенствования организации труда с целью повышения производительности посредством накопления многочисленных мелких улучшений. Второй ключевой момент усовершенствования состоит в том, чтобы не просто внести предложение, а в том, чтобы воплотить предложение посредством

обучения и управления процессом. Организация таких систем управления знаниями возможна благодаря созданию Образовательного центра в структуре промышленной ассоциации, который будет организовывать систематизацию и передачу знаний в собственность субъектов кластеров.

Для обеспечения государственно-частного партнерства¹ в развитии человеческого капитала предлагается в регионе создать модернизированные образовательные учреждения посредством вхождения управлений образования областных исполнительных комитетов в состав учредителей профессиональных образовательных учреждений. Такие механизмы взаимопроникновения сферы образования, бизнеса и органов государственного регионального управления позволят: осуществлять совместную разработку специальных учебных программ профессиональной подготовки будущих специалистов в учебных заведениях региона; совместно организовать курсы по переподготовке и повышению квалификации менеджеров по вопросам законодательства, менеджмента, маркетинга, конкурентоспособности; усилить подготовку студентов с учетом отраслевой специфики кластеров; образовательным и научным учреждениям ориентироваться на кластеры, их потребности в образовании и инновациях; осуществлять разработку обучающих программ с целью пропаганды преимуществ кластерных объединений; проводить семинары и тренинги по подготовке представителей государственных органов управления, деловых кругов с целью распространения кластерных инициатив.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассмотренные в статье институциональные структуры развития человеческого капитала, включая корпоративные университеты, системы открытого образования в вузах на базе корпоративных компьютерных сетей, совместные кафедры, модернизированные образовательные учреждения, а также предложенные механизмы взаимодействия сферы образования и производства повысят качество человеческого капитала, что создаст основу для инновационного развития национальной экономики. Перспективными направлениями дальнейших исследований в этой области являются вопросы развития отношений государственно-частного партнерства в инновационном развитии, включая проекты создания кластерной инфраструктуры – образовательных центров, венчурных фондов, корпоративных университетов, научно-образовательных центров и др. Сформулированные выводы и предложения по формированию институциональных структур развития человеческого капитала могут быть адресованы государственным органам национального, регионального и отраслевого управления, субъектам хозяйствования, заинтересованным в разработке и реализации мер по инновационному развитию экономических систем.

Список использованных источников

1. Блинов, А. О. Управление региональным хозяйством / А. О. Блинов, Я. М. Кестер, И. Н. Шапкин, – М.: Кнорус, 2005. – 400 с.
2. Львов, Д. С. Институциональная экономика / Д. С. Львов. – М.: Экономика, 2001. – 431 с.
3. Николаев, В. А. Институциональные основы корпоративного развития экономики / В. А. Николаев. – Ульяновск: УГТУ, 2003. – 216 с.
4. Олейник, А. Н. Институциональная экономика / А. Н. Олейник. – М.: Экономика, 2000. – 354 с.
5. Панкрухин, А. П. Интеллектуальный капитал / А. П. Панкрухин. – М.: Экзамен, 2003. – 245 с.
6. Региональная экономика и управление : учебник / под. общ. ред. А. Л. Гапоненко, Ю. С. Дульщикова. – М.: РГАГ, 2006. – 616 с.

¹ Содержание и механизмы государственно-частного партнерства рассмотрены автором в работе [8]

7. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2008: (статистический сборник) / Минстат Республики Беларусь. – Минск, 2008. – 617 с.
8. Яшева, Г. А. Кластерный подход в повышении конкурентоспособности предприятий / Г. А. Яшева. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 301 с.
9. Best, M. H. Cluster Dynamics in Theory and Practice: Singapore / M. H. Best [Электронный ресурс]. – 2003. – // Режим доступа: <http://www.oecd.org/daf/corporate>. – Дата доступа: 18.06.2007.
10. Science, Technology and Innovation in the New Economy: Policy Brief / Organization for Economic Cooperation and Development [Электронный ресурс]. – 2000. – // Режим доступа: <http://www.oecd.org/daf/corporate>. – Дата доступа: 04.07.2005.

Статья поступила в редакцию 01.12.2009 г.

SUMMARY

The content, advantages and ways of forming of corporate universities, methods of their financing, directions of corporate education standards are considered in this article.

The institutional structures including public open education systems in the universities on the basis of corporate computer nets, joint chairs, modernized educational institutions are developed, and also the mechanisms of education and production cooperation are offered, that will provide the basis for innovational development of national economy.

УДК 658.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

И.И. Корзун

Новые экономические условия подталкивают большинство субъектов хозяйствования к более качественному решению проблем, связанных с планированием их производственной деятельности. Одним из ключевых моментов в данном процессе является совершенствование действующей на предприятии системы управления запасами материальных ресурсов (адаптация отдельных ее элементов к изменениям внутренней и внешней среды).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА METOS AS

Субъект хозяйствования с акционерной формой собственности был основан в 1999 г. и специализируется на изготовлении профессионального кухонного оборудования, а также осуществляет его техническое обслуживание и ремонт. В настоящее время Metos AS – лидер рынка в Скандинавии и странах Балтии, одна из ведущих компаний в Европе.

Анализ хозяйственных связей Metos AS показал, что основными потребителями продукции являются: столовые в школах, детских садах и больницах; отели и санатории; рестораны и кафе; места быстрого питания и супермаркеты. Поставщики Metos AS – фирмы по металлообработке и предприятия, поставляющие электрокомпоненты.

Специфика функционирования объекта исследования обуславливает сильные и слабые стороны ее деятельности. К сильным сторонам относятся: широкий ассортимент продукции; большой опыт обработки нержавеющей металлов; относительно дешевая рабочая сила. Слабые стороны: уязвимость на рынке Эстонии; длительные сроки исполнения заказов; высокая текучесть персонала.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Изготовление продукции (рис. 1) включает последовательно выполняемые операции (работы), объединенные в следующие фазы:

заготовительная – получение заготовок (методы штамповки, прессования, нарезки металла), зачистка и снятие заусенцев;

обрабатывающая – механическая обработка деталей и сварочные работы;

сборочная – комплектация сборочных единиц, регулировочно-наладочные, контрольно-испытательные работы и упаковка продукции.

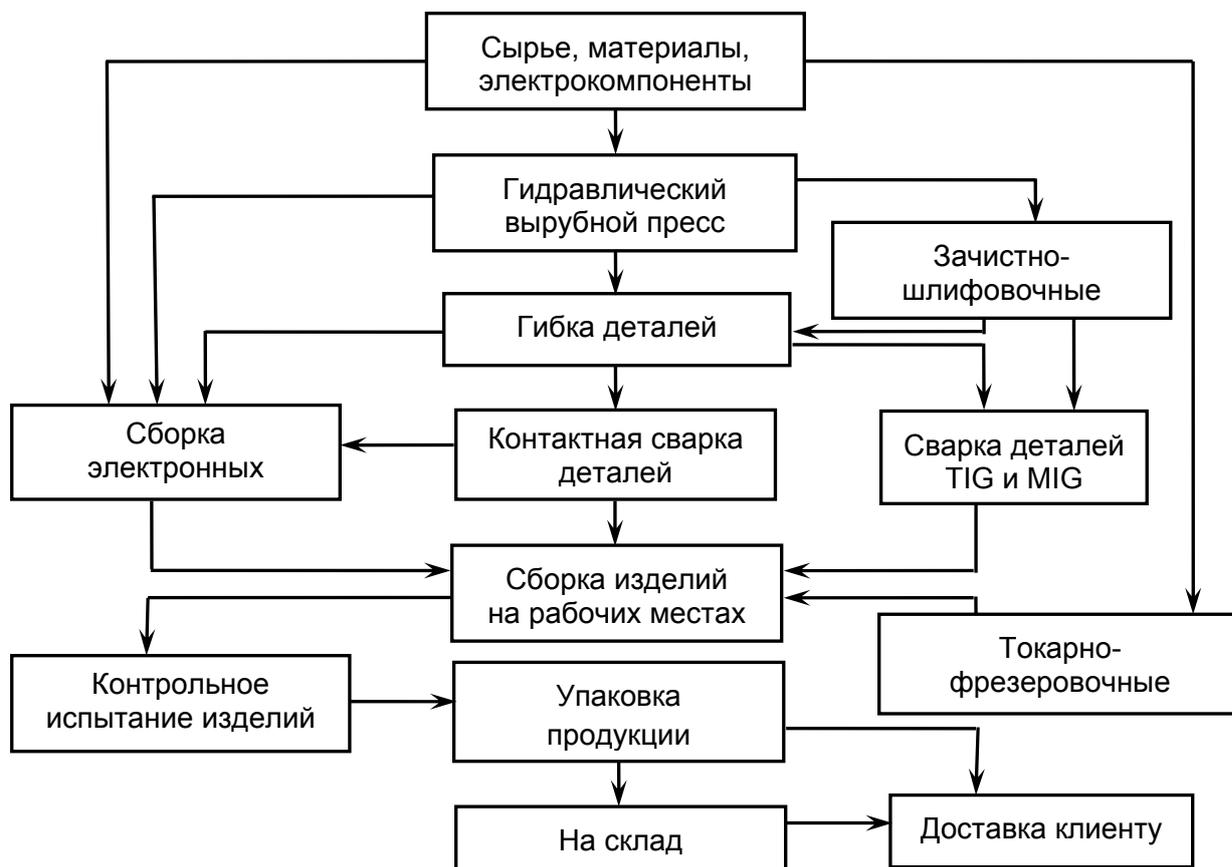


Рисунок 1 – Схема технологического процесса изготовления продукции

Основное технологическое оборудование (в разрезе выполняемых операций):

универсальные полуавтоматические станки и станки с ЧПУ;

загибочные прессы SAFAN (сила прессования 1100 кН, длина гибки 3100 мм);

гидравлический вырубной пресс TRUMATIC 2020R с числовым программным управлением (ЧПУ), обеспечивающий высокую точность раскроя металлического листа толщиной от 0,5 до 6,4 мм. Станок производит качественную обработку, не оставляя царапин на деталях;

гильтинные ножницы CINCINNATI – станок для резки металлических листов, в котором один нож неподвижно закреплен в станине, а другой (установлен под углом) получает возвратно-поступательное движение. Наибольшая толщина разрезаемого листа до 10 мм, длина – до 3,5 м;

листогибочный пресс AMADA HFE 100-3 позволяет производить сложные детали с минимальными допусками, а система ЧПУ позволяет осуществлять полную симуляцию процесса гибки;

сварочные полуавтоматы КЕМРОМАТ 2500 для сварки TIG/MIG в среде CO₂ и смесях газов. Плавное регулирование подачи проволоки и напряжения позволяют найти оптимальные параметры сварки.

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Управление запасами осуществляется по представленной схеме (рис. 2) на базе программы Microsoft Dynamics AX (позволяет оформлять заказы, контролируя сроки их исполнения), с учетом особенностей движения материальных потоков и готовой продукции на различных участках (рис. 3).

На основании полученных от клиентов заказов формируется план выпуска продукции на определенный период. В соответствии с планом определяются потребность в комплектующих изделиях (материалах), разрабатывается график загрузки производственного оборудования. После изготовления продукции и осуществления платежей готовая продукция отправляется заказчику.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Всесторонний анализ деятельности Metos AS (движение материальных потоков; особенности технологического процесса изготовления продукции; режимы работы применяемого оборудования и др.) позволил выявить следующие недостатки:

- завышение размеров страховых запасов материальных ресурсов;
- сложность согласования смежных фаз технологического процесса изготовления продукции (из-за брака на предыдущей стадии);
- несоответствие кода заказа содержанию партии заказываемых деталей;
- отсутствие достоверной оперативной информации о складских запасах;
- дублирование карточек заказа (снижает эффективность работы производственных участков).

Перечисленные недостатки обостряют проблему длительности сроков поставки. В настоящее время в Metos AS сроки поставки выполняются с точностью около 85%, т.е. 15% всех заказов являются просроченными, отрицательно сказываясь на имидже фирмы.

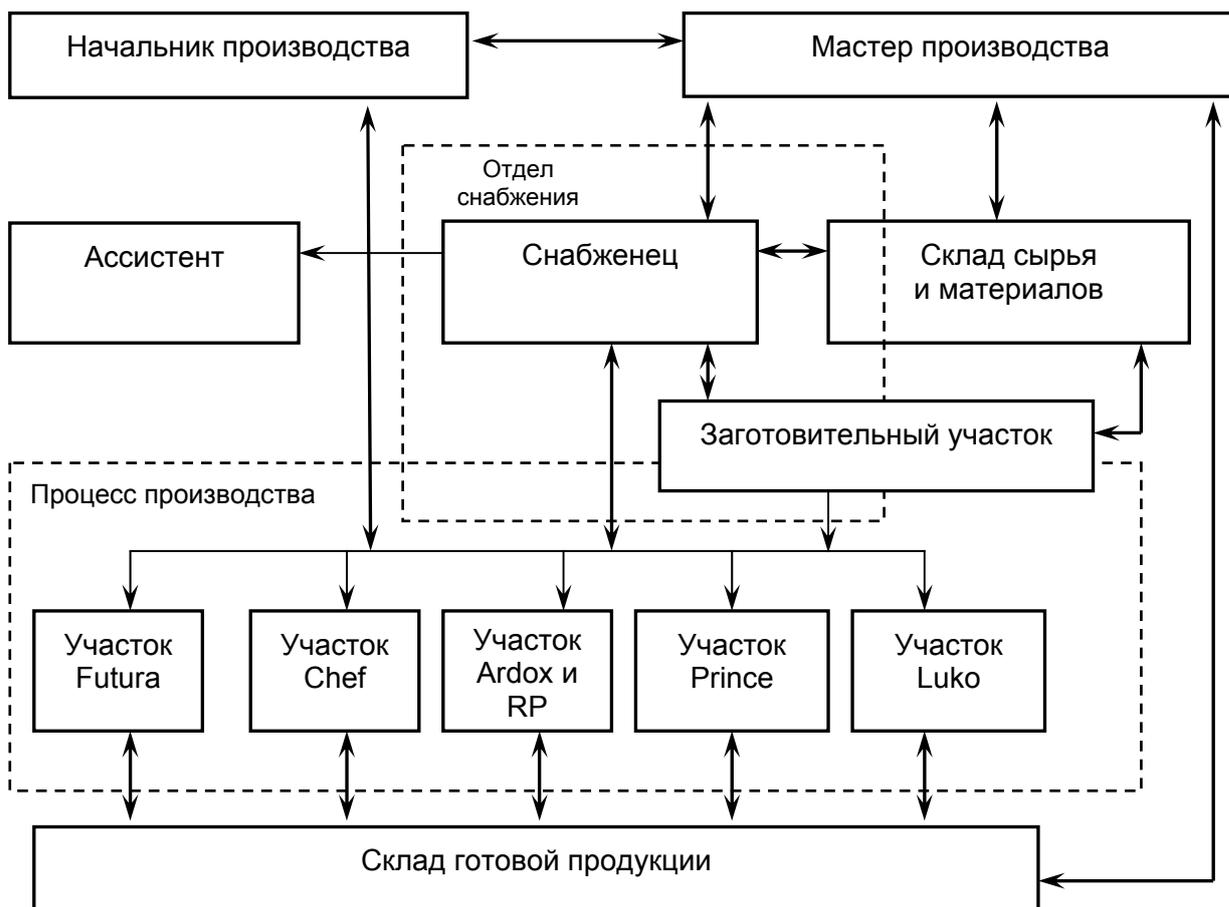


Рисунок 2 – Иерархическая структура материального снабжения

Учитывая изложенное, повышение эффективности действующей на предприятии системы управления запасами может быть достигнуто за счет:

- внедрения программного модуля BOM (Bill of Materials) на основе базы данных по карточкам заказа (позволит сократить длительность производственного цикла и расходы на внутрицеховое перемещение материалов; ликвидировать отказы потенциальных клиентов от приобретения продукции из-за нехватки деталей);
- корректировки «точки заказа» (позволит оптимизировать сроки поставок материальных ресурсов и точнее определять величину страхового запаса).

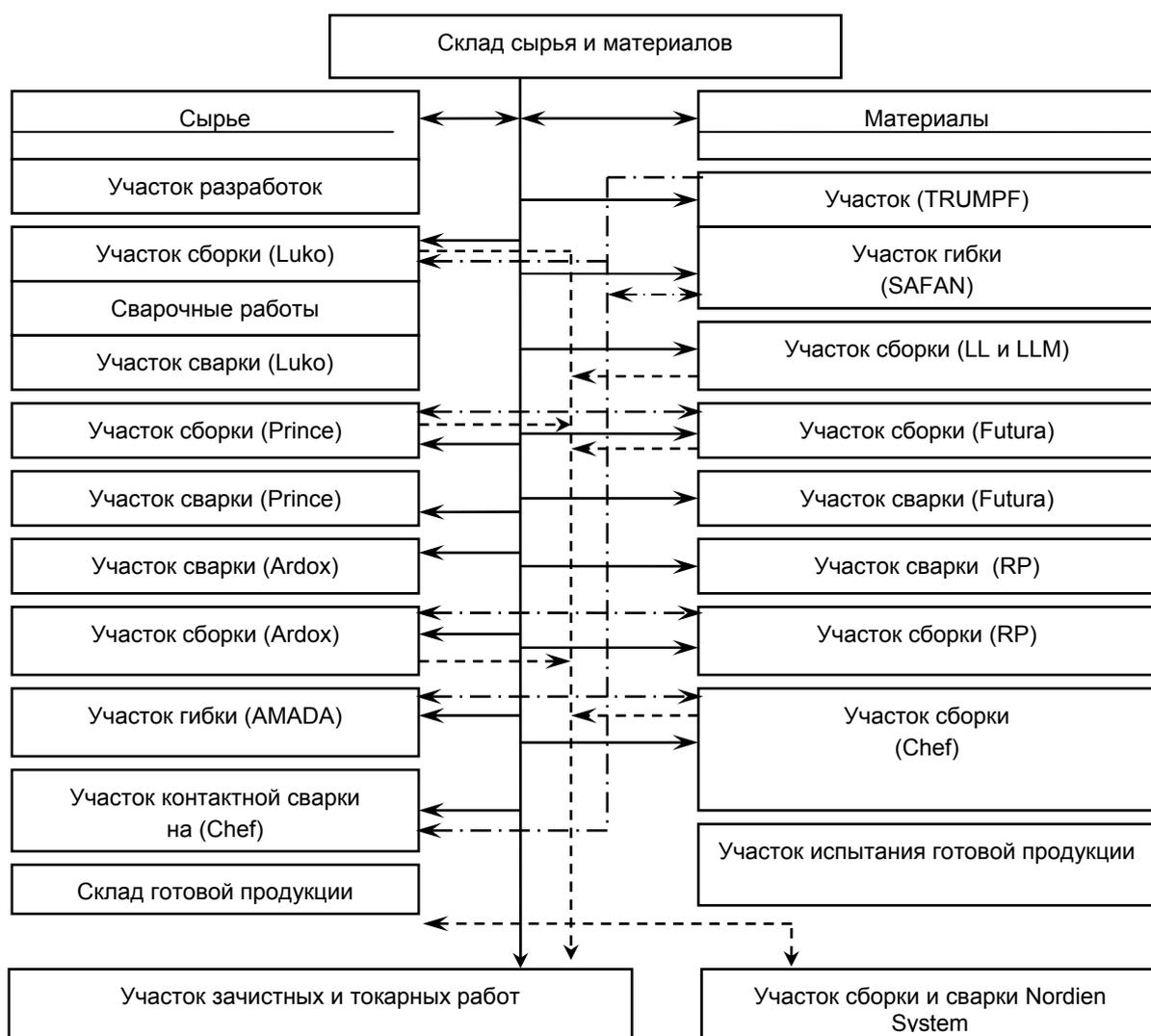


Рисунок 3 – Материальные потоки сырья и готовой продукции

На приведенной выше схеме (рис.3) рассмотрены потоки сырья и материалов (сплошная линия), заготовочных деталей (прерывистая линия) и готовой продукции (пунктирная линия).

Оценка экономической эффективности предлагаемых мероприятий. На основании показателей, приведенных в табл.1, ниже выполнена оценка экономической эффективности внедрения модуля BOM (период оценки – 5 лет; ставка дисконтирования – 14%).

Таблица 1 – Результаты внедрения модуля BOM

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Затраты на внедрение модуля, тыс. крон		Результаты от внедрения модуля, тыс. крон/год	
стоимость модуля	300,0	экономия на проведении инвентуры	127,0
установка модуля	250,0	экономия за счет сокращения времени выполнения заказа	86,0
приобретение компьютеров	52,0		
обучение персонала	30,0		
создание локальной сети	50,0	экономия от предотвращения потери заказов	431,0
плата за лицензию, тыс. крон/год	45,0		
Чистый дисконтированный доход, тыс. крон			1 459,0

Ожидаемый экономический эффект, полученный от корректировки «точки заказа» (снижение) составляет около 350 тыс. крон (при сохранении запланированных объемов реализации продукции).

В заключение необходимо отметить, что предлагаемые для реализации мероприятия экономически целесообразны, обладают заданным уровнем устойчивости к воздействию факторов внутренней и внешней среды и могут быть профинансированы за счет собственных источников организации.

Статья поступила в редакцию 26.01.2010 г.

SUMMARY

The published work presents actions aimed at improvement of the inventory management. The suggested methods are based on the analysis of certain elements of the production process, such as material resources, peculiarities of the production technological process, the machinery work mode, etc.

УДК [33:316.4] : 332.1 (476.5)

КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА

Л.В. Прудникова

В настоящее время нет единого подхода к оценке инновационной деятельности региона. Многочисленные исследования в этом направлении затрагивают лишь отдельные аспекты инновационной деятельности региона, ограничиваясь оценкой инновационного потенциала, научно-технического потенциала, инновационной активности, инновационной восприимчивости региона. Сравнительная характеристика существующих подходов к оценке инновационной деятельности региона показала наличие ряда следующих недостатков: использование абсолютных не стандартизированных показателей, ограничивающих возможности сопоставления; использование ограниченного круга показателей, не дающих возможности комплексной оценки; количественная оценка только выбранных индикаторов, а не инновационной деятельности региона в целом; наличие показателей, не содержащихся в региональной статистической отчетности.

Анализ отечественных и зарубежных подходов к данной проблеме выявил отсутствие методики, позволяющей дать комплексную, всестороннюю оценку инновационной деятельности региона.

Комплексная оценка инновационной деятельности региона, по мнению автора, должна включать ряд этапов:

1-й этап заключается в выделении основных элементов организационно-управленческой среды инновационной деятельности региона и установлении взаимосвязи между ними.

2-й этап заключается в выборе показателей, отражающих состояние каждого элемента организационно-управленческой среды инновационной деятельности региона.

3-й этап заключается в выборе метода, позволяющего провести сравнительную оценку величины инновационной деятельности регионов республики.

Рассмотрим каждый из этапов.

1-Й ЭТАП

Региональная инновационная деятельность направлена на создание и освоение в производстве новой конкурентоспособной продукции, технологий и материалов, разработку и реализацию организационно-экономических мероприятий по научному обеспечению социально-экономического развития регионов и

эффективному использованию их научно-технического потенциала. Для осуществления инновационной деятельности регионы должны обладать следующими видами ресурсов: трудовыми, материальными, финансовыми, информационными. Данные ресурсы должны быть востребованы соответствующими организациями, одни из которых занимаются разработкой инноваций, а другие их внедрением и распространением. Инновационные процессы в регионе должны осуществляться, основываясь на соответствующей правовой и нормативной базе. Инновационная деятельность должна определяться и исследоваться как диалектическое единство взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов. Учитывая все вышесказанное, в структуре инновационной деятельности целесообразно, на наш взгляд, выделить следующих составляющих (рисунок 1): кадровой (КС); научной (НС); организационной (ОС); финансовой (ФС); производственно-технологической (ПТС); правовой (ПС); информационной (ИС).

На рисунке 1 изображены не только структурные элементы инновационной деятельности, но и их взаимосвязи и взаимообусловленность. На наращивание кадрового потенциала региона, проведение фундаментальных и прикладных исследований, развитие материально-технической базы производства влияют финансовые ресурсы, выделяемые на республиканском и региональном уровне. В свою очередь формирование и состояние финансовых ресурсов будет зависеть от продуктивности научной составляющей, восприимчивости и продуктивности производства, правового обеспечения. Состояние кадрового потенциала оказывает влияние на научную, производственно-технологическую и организационную составляющие инновационной деятельности региона. Правовая составляющая находится в тесной взаимосвязи со всеми составляющими инновационной деятельности региона.

2-Й ЭТАП

Учитывая сложность, многокомпонентность инновационной деятельности региона, для ее оценки целесообразно использовать комплексные показатели, объединяющие группы индикаторов, которые могут быть как абсолютными, так и относительными и отражать количественную и качественную сторону инновационной деятельности. Таким образом, каждый элемент организационно-управленческой системы инновационной деятельности региона должен включать систему показателей, отражающих его состояние. При выборе показателей необходимо руководствоваться следующими принципами: совокупность индикаторов должна быть гибкой, т.е. отражать изменения, происходящие в инновационной сфере; система показателей должна обеспечивать комплексную характеристику инновационных процессов, включая все его основные стадии: «наука – инновации – производство и распространение»; система показателей должна содержаться в региональной статистической отчетности; система показателей должна отражать не только состояние ресурсов, но и результативность их использования.

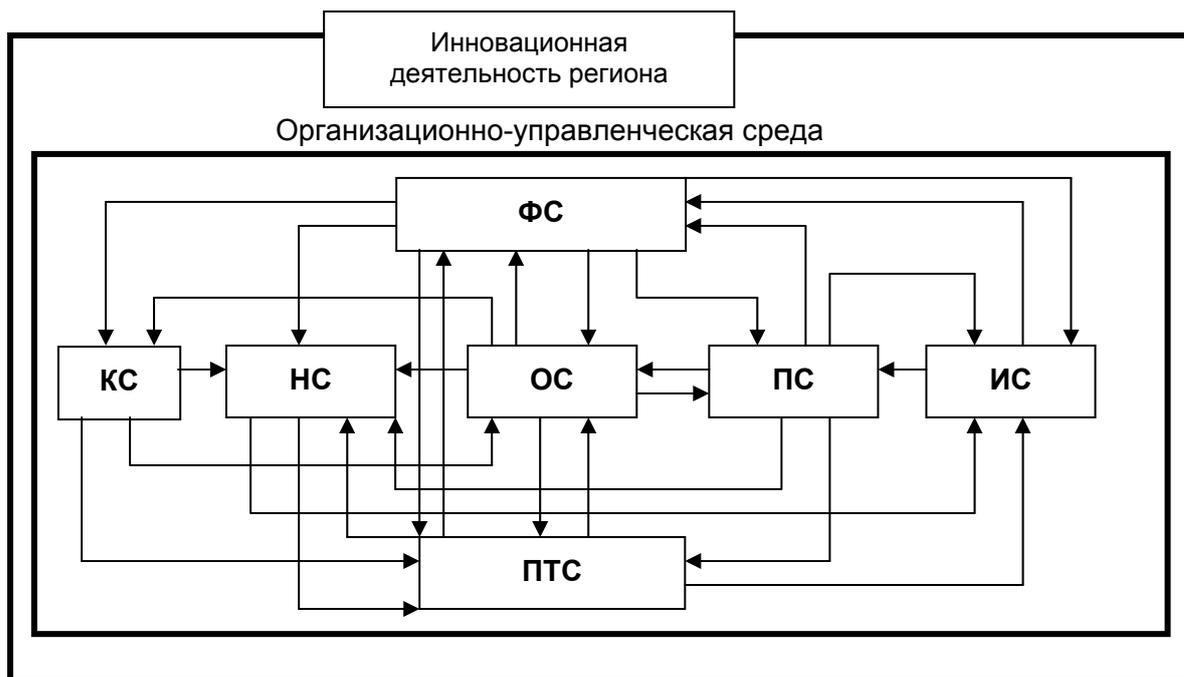


Рисунок 1 – Система взаимодействующих составляющих инновационной деятельности региона

Основываясь на вышеизложенных принципах, осуществим выбор показателей для каждой составляющей инновационной деятельности региона. Рассматривая в качестве результативного показателя инновационной деятельности региона объем отгруженной инновационной продукции и факторные переменные, характеризующие ее основные составляющие, проведем корреляционный анализ и оценим тесноту связи между качественными переменными. Таким образом, задачи корреляционного анализа сводятся к измерению тесноты известной связи между варьирующими признаками, определению неизвестных причинных связей и оценке факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак. Выбор факторных характеристик основывается: во-первых, на необходимости оценки основных составляющих инновационной деятельности региона; во-вторых, на наличии данных показателей (или их составляющих) в региональной статистике за последние семь лет.

Таблица 1 – Нормированные показатели оценки и веса отдельных составляющих инновационной деятельности регионов республики

Группа показателей	Показатели	Вес показателя	Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	г.Минск	Минская область	Могилевская область
КС	Доля работников с высшим образованием в общей численности занятых в экономике, %	0,5	0,81	0,82	0,81	0,83	1,42	0,74	0,8
	Численность студентов вузов на 10 тыс. чел. нас., чел.	0,5	0,52	0,66	0,86	0,56	2,91	-	0,89
НС	Удельная численность работников, выполнявших НИР на 10 тыс. занятых в экономике, чел.	1	0,13	0,3	0,61	0,14	3,33	0,42	0,16
	Численность кандидатов и докторов наук на 10 тыс. занятых в экономике, чел.	1	0,04	0,1	0,24	0,13	3,67	0,56	0,1
	Удельный вес стоимости машин и оборудования в общем объеме основных средств НИР, %	0,5	1,03	1,25	1,08	1,0	0,95	1,1	1,33
	Основные средства ИР в расчете на одного занятого ИР, млн.руб.	1	0,84	1,01	1,21	2,13	0,98	0,63	1,14
	Средний уровень заработной платы работников, выполнявших НИР, тыс.руб.	1	0,52	0,56	1,05	0,9	1,05	0,82	0,86
	Число соглашений по экспорту технологий, приходящееся на 1 научную организацию, ед.	0,5	0,5	1	2	1	1,5	0,5	0
	Количество созданных передовых производственных технологий, приходящихся на одну организацию	1	0,5	0,75	1	0	1	0,5	0,75
ФС	Доля затрат на научные исследования и разработки в объеме производства, %	1	0,16	0,19	0,4	0,25	3,8	0,38	0,28
	Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме выпускаемой продукции, %	1	0,33	0,18	2,7	0,58	0,63	0,63	0,85
	Соотношение затрат на НИР и затрат на технологические инновации, %	0,5	0,49	1,12	0,15	0,46	6,1	0,62	0,35
	Затраты на технологические инновации организаций промышленности на 1 руб. инвестиций в основной капитал	1	0,22	0,32	3,8	0,38	0,54	0,46	0,69
	Доля собственных средств в объеме финансирования внутренних затрат на НИР, %	0,5	1,3	1,4	0,9	2,0	0,8	1,4	4,9
	Доля бюджетных средств в объеме финансирования внутренних затрат на НИР, %	1	0,89	0,84	0,8	0,83	1,05	1,17	0,61
	Доля иностранных инвестиций в объеме финансирования внутренних затрат на НИР, %	0,5	0,06	0,32	0	0,07	1	0,54	0
	Инвестиции в основной капитал на душу населения, млн.руб.	0,5	0,83	0,73	1,09	0,95	1,27	1,14	0,83
Затраты на НИР в расчете на одного работника, млн.руб.	1	0,75	0,9	1,01	1,32	1,01	0,82	1,4	
ПТС	Уровень износа основных средств, %	1	0,89	1,02	0,95	0,95	1,03	1,07	1,05
	Коэффициент обновления основных средств, %	1	1,5	0,84	0,79	1,16	1,1	1,21	0,84
	Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции промышленности, %	1	0,46	0,65	1,57	0,36	1,3	1,02	0,37
	Число использовавшихся передовых производственных технологий, приходящихся на одну организацию, шт.	1	0,43	0,22	0,87	0,36	1,09	0,36	0,36
	Доля инновац. продукции отгруженной за пределы республики от общего объема инновац. продукции, %	0,5	0,74	1,15	1,07	0,63	0,82	1,26	0,7
ИС	Количество организаций, специализирующихся на сборе и обработке научно-технической информации на 100 работников, выполнявших НИР, ед.	0,5	4	2	1,5	4,5	0,5	1,5	4
	Соотношение научно-технических библиотек по отношению к публичным библиотекам, %	1	0,55	0,58	0,93	0,66	14,5	0,53	0,65
	Библиотечный фонд, приходящийся на одного проживающего в регионе, экз.	0,5	1	1	1,14	1,14	1	0,86	1,14
ОС	Уровень инновационно-активных организаций, %	1	1,44	0,81	0,88	0,94	1,44	0,75	0,88
	Число организаций, выполнявших НИР по отношению к количеству инновационно-активных организаций, %	0,5	0,28	0,79	0,58	0,33	2,76	0,49	0,43
	Число организаций инновационной инфраструктуры к числу научных организаций, ед.	1	1,5	0,75	1,25	1,75	0,25	1,25	1,25
ПС	Количество законодательных актов, регулирующих ИД к общему количеству действующих, %	1	0,12	0,12	0,1	0,4	0,3	0,35	0,11
	Количество действующих на территории региона правовых актов, приход. на 10 тыс. человек населения, ед.	0,5	1,75	2	2,1	0,65	0,7	0,6	2,3
Комплексный индикатор		-	0,71	0,73	1,76	0,84	1,86	0,73	0,84

Источник: собственная разработка на основе данных статистики [2,4].

Таким образом, для проведения корреляционного анализа по каждому из семи регионов республики было выделено более тридцати показателей. По результатам корреляционного анализа было проведено ранжирование факторов, характеризующих различные составляющие инновационной деятельности регионов республики. Ранги присваивались в зависимости от значения коэффициента ранговой корреляции, чем больше значение коэффициента корреляции, тем выше ранг. Проведенный анализ показал, что каждый регион имеет свой комплекс факторных переменных, наиболее тесно связанных с объемом отгруженной инновационной продукции (ОИП), что позволяет выделить как позитивные, так и негативные черты инновационной деятельности, присущие отдельным регионам. Так, например, в Гродненской области и г.Минске установлена очень тесная положительная связь между ОИП и факторными переменными, характеризующими производственно-технологическую, научную, кадровую и финансовую составляющие инновационной деятельности. В Витебской области очень тесная положительная связь установлена с факторами, характеризующими производственно-технологическую, научную и организационную составляющие инновационной деятельности региона. Это свидетельствует о том, что дальнейшее развитие данных компонент приведет к росту результативности инновационной деятельности регионов республики и в частности к росту объема отгруженной инновационной продукции.

Проведенный корреляционный анализ и ранжирование факторов, характеризующих отдельные составляющие инновационной деятельности региона, позволил, с одной стороны, сделать ряд выводов и установить определенные зависимости, а с другой, отобрать показатели, необходимые для построения оценочной модели величины инновационной деятельности региона. Данная оценочная модель предназначена для осуществления сравнительной оценки инновационной деятельности по регионам республики. Для оценки инновационной деятельности рассматривается семь комплексных индикаторов. Каждый из них складывается из ряда компонентов, причем все слагаемые являются относительными показателями и рассчитываются по данным регулярной статистики. Однако для оценки таких составляющих инновационной деятельности, как информационная и правовая в регулярной статистике недостаточно информации, поэтому было проведено дополнительное исследование, по результатам которого был внесен ряд показателей в оценочную модель.

При подсчете числового значения какого-либо из комплексных индикаторов автор считает целесообразным использовать нормирование показателей на основе показателя Перкеля. Выбор данного подхода является не случайным, так как в качестве базы для оценки каждого из индикаторов используются соответствующие данные для РБ, это позволит обеспечить необходимую сопоставимость и дает возможность не только осуществить сравнение величины инновационной деятельности по регионам республики, но и сравнить со среднереспубликанским состоянием инновационной деятельности.

Нормализованные показатели представлены в таблице 1. Данные таблицы дают нам возможность оценки состояния исследуемых компонент инновационной деятельности региона по отношению к среднереспубликанскому уровню. Так, например, по Витебской области наблюдается ряд показателей, значение которых выше среднереспубликанского уровня: удельный вес активной части основных средств НИР, фондовооруженность занятых ИР, доля собственных средств в объеме финансирования внутренних затрат на НИР, доля инновационной продукции, отгруженной за пределы республики от общего объема инновационной продукции и др.

Таким образом, уже на данном этапе можно судить о состоянии исследуемых компонент инновационной деятельности регионов республики по сравнению со среднереспубликанским уровнем.

3-Й ЭТАП

Методология сравнений инновационной деятельности по регионам республики до настоящего времени окончательно не сформирована, и какой-либо общепринятой схемы их сопоставлений нет. Сравнение частных показателей (содержащихся в регулярной статистике), отражающих отдельные составляющие инновационной деятельности, чаще всего производится без дополнительных математических расчетов, а для наглядности может быть использован метод процентных соотношений. Однако, как уже было отмечено ранее, оценка инновационной деятельности региона не может быть осуществлена с помощью двух или трех показателей, т.е. необходима комплексная оценка, подразумевающая целый комплекс индикаторов, которые должны отражать как количественную, так и качественную сторону инновационной деятельности региона. Подобранная группа индикаторов должна быть объединена в комплексный (интегральный) показатель для дальнейшей возможности сравнения инновационной деятельности по регионам республики.

Таким образом, после нормирования показателей используем среднюю арифметическую взвешенную для определения значения индикаторов, характеризующих каждую из семи составляющих инновационной деятельности региона. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$I_t = \frac{\sum_{i=1}^n q_i * y_i}{\sum_{i=1}^n q_i} \quad (1)$$

где q_i – вес i -го показателя, входящего в состав индикатора, характеризующего состояние определенной составляющей инновационной деятельности региона, $q_i \in \{0,5;1\}$ (определяется экспертным путем);

y_i – значение нормированного показателя для определенной составляющей инновационной деятельности конкретного региона Беларуси за период;

n – количество показателей.

По формуле 1 было рассчитано значение комплексных индикаторов, характеризующих составляющие инновационной деятельности регионов республики на начало 2008г. (таблица). Полученные результаты свидетельствуют о разном состоянии компонент инновационной деятельности по регионам республики. Наибольший уровень развития составляющих инновационной деятельности наблюдается в г.Минске (за исключением правовой компоненты). При этом менее дифференцированы по регионам правовая и организационная компоненты. Информационная, научная, кадровая и финансовая, наоборот, имеют значительный уровень дифференциации по регионам республики.

Определив величину каждой составляющей инновационной деятельности региона, по средней арифметической взвешенной, рассчитаем значение комплексного показателя, характеризующего состояние инновационной деятельности региона по следующей формуле:

$$K_{ид} = 0,15 * KC + 0,2 * OC + 0,05 * IC + 0,2 * ПТС + 0,2 * HC + 0,05 * PC + 0,15 * FC, \quad (2)$$

где 0,15; 0,2; 0,05 ... весовые коэффициенты (определены экспертным путем).

Использование данной методики допустимо для оценки инновационной деятельности каждого региона республики в отдельности. В результате ее применения можно не только получить числовое значение величины инновационной деятельности регионов, но также она дает возможность проведения сравнительного анализа с помощью графического изображения.

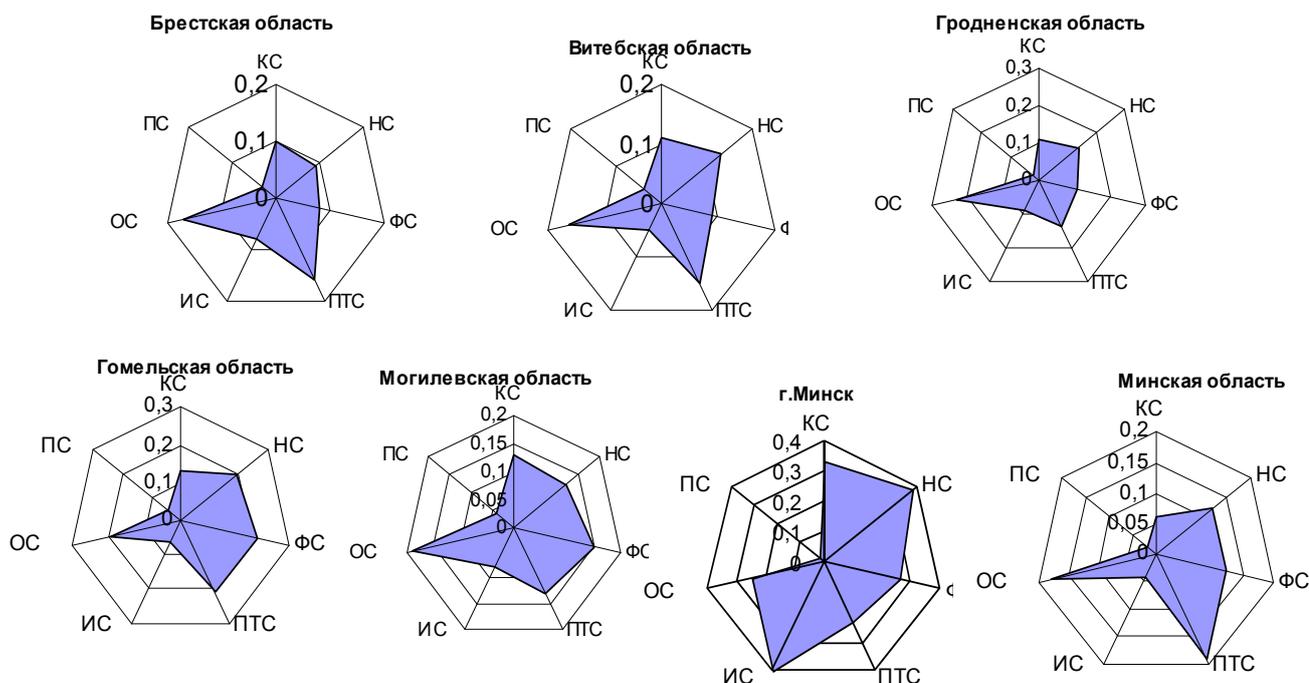


Рисунок 2 – Графическое представление величины инновационной деятельности регионов республики

Графически комплексная оценка инновационной деятельности регионов может быть представлена с помощью лепестковой диаграммы (рисунок 2). Анализ форм получившихся фигур позволяет определить вклад каждой компоненты в инновационную деятельность региона. Следует отметить, что у разных регионов соотношение компонент различно и определенным образом отражает ориентацию развития инновационной деятельности каждого региона. Так, в Могилевской, Гродненской, Брестской, Витебской областях наиболее весомой является организационная составляющая. Особое внимание регионам республики необходимо уделить правовой составляющей.

Анализ конфигураций полученных фигур позволил выделить среди исследуемых регионов регионы с наиболее пропорционально развивающейся инновационной деятельностью, к таким можно отнести г.Минск и Гомельскую область. К регионам с наименее пропорционально развивающейся инновационной деятельностью можно отнести Гродненскую и Минскую области.

Таким образом, предложенная методика комплексной оценки инновационной деятельности региона имеет следующие преимущества:

- включает только относительные показатели;
- используемые для оценки показатели пронормированы на основании использования показателя Перкеля, что дает возможность сравнения со среднереспубликанским уровнем;
- выделены составляющие инновационной деятельности региона, каждая из которых количественно оценивается, что позволяет определить вклад каждой из них в развитие инновационной деятельности региона и вскрыть имеющиеся проблемы;
- количественная оценка инновационной деятельности региона позволяет составить инновационный рейтинг регионов и выделить регионы-лидеры, а также регионы, нуждающиеся в государственной поддержке.

Соответственно данная методика комплексной оценки инновационной деятельности региона может послужить основой принятия управленческих и

организационных решений по распределению ресурсов с целью их более эффективной реализации в рамках конкретного региона республики.

Список использованных источников

1. Национальная инновационная система Республики Беларусь. – Минск : ГУ «БелИСА», 2007 . – 112 с.
2. Регионы Республики Беларусь: статистический сборник 2007. – Минск : УП Минстата Республики Беларусь «Главный вычислительный центр», 2008. – 837с.
3. Рэйтынг гарадоў Беларусі 2008 : умовы развіцця чалавечага капіталу / У. Валетка [і інш.]. – Мінск : Медысонт, 2009. – 52с.
4. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2007. – Мн.: Министерство статистики и анализа, 2008. – 608 с.

Статья поступила в редакцию 28.04.2010 г.

SUMMARY

On the basis of available approaches to region innovation activities review, a methodology for integrated assessment of region innovation activities is introduced. The article describes the general stages of integrated assessment of innovation activities at a regional level: methodological survey frame for an assessment of certain innovation components as well as of region innovation activities in whole is introduced and considered. This methodological survey frame makes it possible to assess every single component of innovation activities in terms of quantity and define its contribution to innovation development of a particular region, and draw up an innovation rating of the regions in order to make managerial decisions on resource allocation for the purpose of its most effective implementation.

УДК 658.527 : 67/68

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ

В.А. Скворцов, П.А. Ткаченко

В современных условиях хозяйствования существенную роль в повышении конкурентоспособности предприятия играет совершенствование организации производства продукции.

В соответствии с методикой комплексного организационно-технического совершенствования производственных процессов [1,2] нами были исследованы с целью выявления имеющихся резервов сборочные обувные потоки, функционирующие на предприятиях обувной промышленности.

Выборочная совокупность – это шестнадцать различных поточных линий – характеризуется следующими параметрами:

1. Сменный выпуск обуви – $P_{см}$: $P_{см} = 650 - 1160$ пар обуви.
2. Производительность труда исполнителей: $ПТ_{см} = 12 - 25$ пар в смену.
3. Уровень механизации процессов: $K_{мех} = 0,35 - 0,80$.
4. Объем незавершенного производства: $НЗП = 600 - 4260$ пар обуви.
5. Формы организации: специализированные конвейерные потоки сборки и отделки обуви; потоки типа ОДП; потоки со свободным темпом и ритмом (ДОО, ДОД, тележки с большими партиями предметов труда).

Для анализа этих процессов был использован приведенный на рисунке алгоритм.

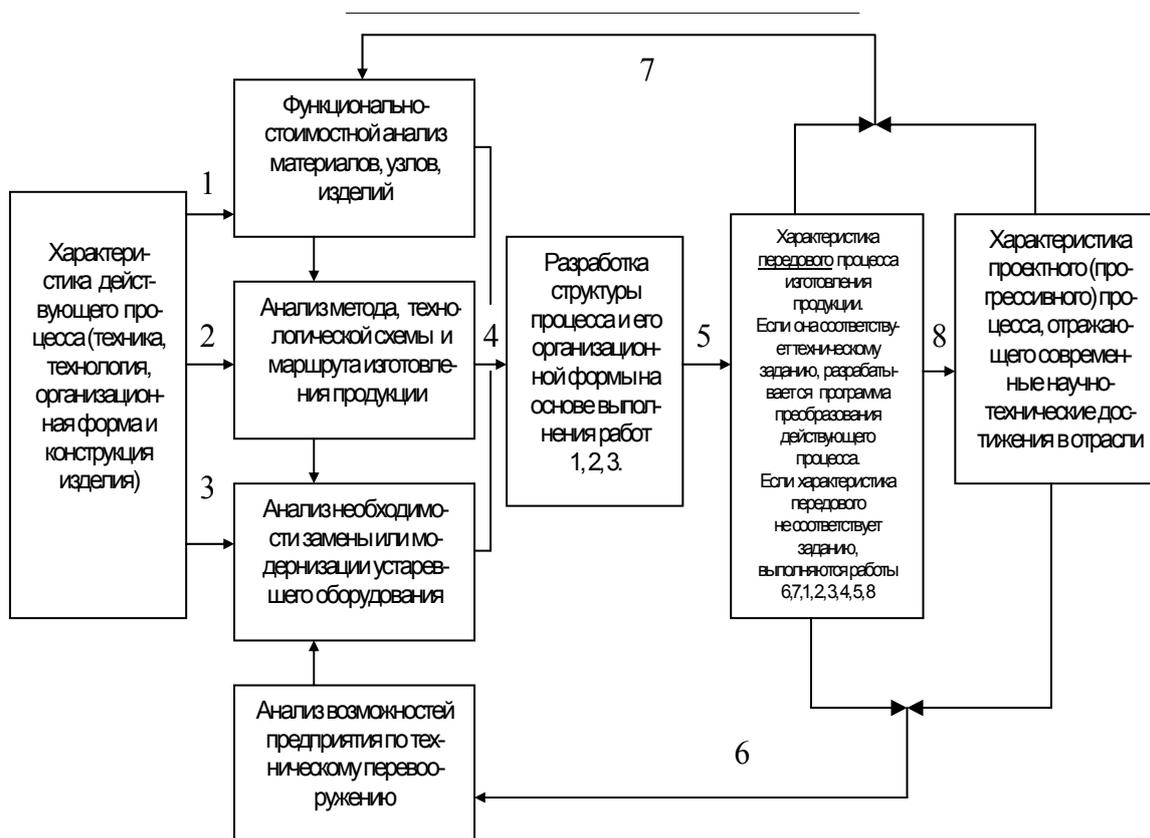


Рисунок – Алгоритм работ по анализу и совершенствованию производственного процесса

Данная схема может быть выполнена в двух вариантах. Первый – разработка передового процесса, не требующего значительных капитальных вложений, за счет реализации внутренних резервов и второй – разработка проектного процесса (в дальнейшем изложении – прогрессивного) на основе технического перевооружения с привлечением значительных инвестиций.

Последовательность выполнения работ осуществляется в соответствии с нумерацией, приведенной на схеме. Работы 6 и 7 выполняются на основании работ 1, 2, 3, 4, 5, а работа 8 (разработка характеристики проектного процесса) связана с циклическим проведением работ по мере накопления научно-технической информации и финансовых (инвестиционных) возможностей предприятия, что предполагает пошаговое, поэтапное преобразование действующего процесса в передовой и далее в проектный (прогрессивный).

На первом этапе исследования определяются организационно-технические состояния потоков:

1. Организационно-техническое состояние производственного процесса, именуемое действующий поток сборки и отделки обуви.

2. Организационно-техническое состояние процесса (именуемое как передовой процесс) характеризуется максимальным использованием потенциальных возможностей его совершенствования (преобразования за счет внутренних резервов) и требует исполнения следующих условий: соблюдение норм расхода основных и вспомогательных материалов (поиск и выбор более прогрессивных); максимизация использования ресурсов конкретного труда (по квалификации и производительности); максимизация использования оборудования (по мощности и назначению); минимизация объемов незавершенного производства; разработка более совершенных форм организации труда и производства (потоки типа ОДП, ДОО, ДОД, совмещение операций и др.).

Для выявления внутренних резервов (в первом приближении) авторами проведен расчет оптимального сменного задания для поточных линий по критерию максимальной загрузки исполнителей и оборудования по следующей методике (см. таблица).

Таблица – Расчет оптимального сменного задания потока сборки и отделки обуви (фрагмент)

№ п/п	Наименование операции	Вариант сменного задания					
		600		700		800	
		K_p	K_ϕ	K_p	K_ϕ	K_p	K_ϕ
1	Прикрепление стелек	0,6	1	0,85	1	1,25	2
2	Увлажнение заготовок	0,8	1	0,85	1	1,1	1
3	Предварительное формование пяточной части и т.д.	0,7	1	1	1	1,18	2
Итого: *		$\sum K_p$	$\sum K_\phi$	$\sum K_p$	$\sum K_\phi$	$\sum K_p$	$\sum K_\phi$

* Примечание: в расчете принимаются только значения $K_\phi > K_p$.

Загрузка исполнителей (3) по варианту сменного задания должна удовлетворять условию:

$$3 = \frac{\sum_{i=1}^n K_{pi}}{\sum_{i=1}^n K_{\phi i}} \rightarrow \max; \quad (1)$$

где K_{pi} – расчетное число исполнителей на i – той операции;

$K_{\phi i}$ – фактическое число исполнителей на i – той операции.

По результатам анализа потери от неkratности в действующих потоках достигают 20 – 30%, а при оптимальном сменном задании – не более 10%.

3. Организационно-техническое состояние проектного процесса (прогрессивного), обусловленное внедрением современных достижений науки и техники с привлечением значительных инвестиций.

На каждом этапе организационно-технического преобразования потока должно соблюдаться условие (по параметрам в [1]):

$$T_x = \underbrace{x_{1i} + \frac{x_{2i}}{h_{2i}} + \frac{x_{3i}}{h_{3i}}}_i > \underbrace{x_{1j} + \frac{x_{2j}}{h_{2j}} + \frac{x_{3j}}{h_{3j}}}_j, \quad (2)$$

где j, i – организационно-техническое состояние потоков после и до организационно-технических преобразований;

h_2 – норма замещения 1 тысячи «руб.× час» конкретного труда (x_1) примененными в форме тыс. «руб.× час» средствами труда (x_2);

h_3 – норма замещения 1 тысячи «руб.× час» конкретного труда примененными в форме тыс. «руб. × час» предметами труда (x_3);

T_x – приведённые к конкретному труду ресурсы производственного процесса.

Иными словами, удельные (на калькуляционную единицу) приведенные к конкретному труду затраты ресурсов в результате преобразования потока должны снижаться.

В соответствии с методикой, изложенной в работе [1], нами осуществлен анализ организационно-технических форм сборочных обувных потоков по уровню

использования потенциальных возможностей совершенствования данных процессов в современных условиях:

Для потоков со сменным заданием (по факту выпуска) от 650 пар до 1000 и коэффициентом механизации, который находится в пределах от 0,45 – 0,55, пути совершенствования обусловлены следующими резервами:

а) применением трудоемких в обработке материалов при нерациональном их сочетании;

б) использованием устаревшей технологии, режимов обработки и технологических схем; недостаточное использование предварительно обработанных и отделанных узлов и деталей: заготовки предварительно отформованной с подноском, задником; предварительно обработанных и отделанных подошв; узлов – подошва-каблук, стелька-полустелька-супинатор и т.д., перерасход вспомогательных материалов и другие;

в) низким уровнем загрузки оборудования, исполнителей (нерациональное сменное задание; применение высокопроизводительного оборудования в потоках малой мощности; технологическая и организационная несовместимость отдельных видов машин, агрегатов, аппаратов, например, машины с гидравлическим или электромеханическим приводом в сочетании с машинами с пневматическим приводом, что усложняет обслуживание машин; несоответствие сложности выполняемых работ квалификации исполнителей, то же при совмещении операций; различная пропускная способность отдельных рабочих мест);

г) производственно-технологической структурой и организационной формой процесса, не обеспечивающими реализацию вышеуказанных резервов.

Для потоков со сменным выпуском от 800 до 1100 пар обуви и коэффициентом механизации 0,50 – 0,80 уровень использования потенциальных возможностей совершенствования несколько ниже, чем для предыдущей группы потоков, что обусловлено более высоким уровнем механизации, культурой производства и высокой производительностью труда.

В процессе моделирования передовых (проектных, прогрессивных) производственных процессов должен осуществляться анализ действующего производства, который включает (см. схему на рисунке):

1) функционально-стоимостной анализ, который заключается в варьировании материалов, используемых на изготовление деталей изделия, его узлов и продукта в целом. В результате этого анализа устанавливается влияние данной вариации материалов на физико-механические, гигиенические, эксплуатационные и потребительские свойства продукции и технологический процесс ее производства, а также экономическая целесообразность замены и возможность собственного производства или поставок материалов, по критерию минимум затрат;

2) анализ метода, технологической схемы и маршрута изготовления продукции, который оценивает метод ее изготовления в данном процессе и перспективы его применения; возможные изменения: числа и последовательности технологических операций, причины появления операций, не предусмотренных технологической схемой, и мероприятия по их ликвидации, а также условия и возможности изменения технологической схемы и маршрута изготовления продукции на базе современных достижений науки и техники с целью повышения конкурентоспособности продукции и производства в целом;

3) анализ необходимости замены или модернизации устаревших видов оборудования, в который входят:

- изучение физического и морального старения оборудования (срок службы, частота выхода из строя и т.д.);
- учет наличия на складах или в резерве прогрессивного оборудования;
- установление необходимости замены или модернизации отдельных видов машин в конкретные сроки;

- учет серийного отечественного и закупаемого зарубежного оборудования, изучение патентов на некоторые виды машин;
- составление списка на потребное оборудование с указанием его типа, производительности, стоимости и габаритов (в двух вариантах для проектирования процессов, требующих и не требующих значительных капитальных вложений);
- разработку прогрессивной производственно-технологической структуры процессов изготовления продукции, заключающуюся в изучении возможностей и необходимости централизованного изготовления узлов, организации централизованного распределения полуфабрикатов и вспомогательных материалов, рационализации компоновки участков, потоков и т.д.;
- организационный расчет транспортных устройств и производственного процесса в целом, на основании которого составляется характеристика передового или проектного процесса (в зависимости от поставленной задачи и условий ее выполнения).

По действующему, передовому и проектному процессам осуществляется расчет технико-экономических показателей и проводится их сопоставление.

Работы по моделированию передового и проектного процессов носят циклический характер и позволяют целенаправленно совершенствовать процессы производства, текущую и перспективную его подготовку на основе поэтапного организационно-технического преобразования производственных процессов. Критерий каждого этапа: минимум преобразований – максимум результата (в соответствии с избранной стратегией развития).

Таким образом, для выявления резервов организационно-технического совершенствования производственных процессов представляется целесообразным разрабатывать программу комплексного их преобразования по алгоритму, показанному на рисунке (которая включает перечень организационно-технических мероприятий с соответствующими технико-экономическими расчетами по итогу работ 1, 2, 3, 4, 6 – см. рисунок). Программа должна быть направлена на упорядочение во времени и пространстве основных структур производственного процесса: изделия; технологии его изготовления; технического оснащения; подбора, расстановки и использования рабочей силы; организационной формы процесса. Главной целью такой программы является обеспечение максимальной экономии ресурсов конкретного труда, средств и предметов труда, а также совершенствование управления производством. Как показано при анализе степени совершенства действующих организационно-технических форм потоков предлагаемая методика позволяет вскрыть значительные резервы повышения эффективности функционирования производственных процессов.

Список использованных источников

1. Ткаченко, П. А. Применение параметров производственных функций в управлении производством / П. А. Ткаченко, В. А. Скворцов // Социально-экономическое развитие предприятий и регионов Беларуси: инновации, социальные ориентиры, глобализация : материалы докладов международной научно-практической конференции . В 2 ч. Ч. 2 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – С.326 – 329.
2. Ткаченко, П. А. Стратегия развития производственных процессов в системе управления производством / П. А. Ткаченко, В. А. Скворцов, И. П. Сысоев // Социально-экономическое развитие предприятий и регионов Беларуси: инновации, социальные ориентиры, глобализация : материалы докладов международной научно-практической конференции . В 2 ч. Ч. 2 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009.– С.330 – 332.

Статья поступила в редакцию 30.10.2009 г.

SUMMARY

Practical realisation of the offered model of the expenses of resources led to concrete work, allows to spend an estimation of efficiency of operating forms of the organisation of manufacture, to model application of various combinations and combinations of industrial resources and to make rational administrative decisions on designing of more modern organizational-technical productions.

УДК 339.13 (476)

ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И СЕКМЕНТИРОВАНИЕ ПОКУПАТЕЛЕЙ ЖЕНСКОЙ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ НА ПРИМЕРЕ РЫНКА Г. МИНСКА

М.А. Слонимская, Т.В. Кузнецова

Наибольшая доля логистических затрат приходится на хранение запасов готовой продукции, уровень которых в целом по легкой промышленности, и в частности в швейной отрасли, значителен (от 30% до 40% в фактических ценах к среднемесячному объему производства). Одним из важных направлений сокращения запасов готовой продукции в швейной отрасли промышленности может быть регулярное прогнозирование спроса по ассортиментным группам (пальто зимние, пальто демисезонные, плащи и др.) и моделям в составе ассортиментных групп на основе данных исследования предпочтений потребителей. То есть традиционный подход к управлению материальным потоком в швейной отрасли промышленности «изготовить и продать» (система «выталкивания») необходимо заменить на логистический подход, соответствующий принципу «изучить и отреагировать» (система «вытягивания»). На рисунке 1 представлена последовательность действий, необходимых для реализации логистического подхода к управлению материальным потоком в швейной отрасли промышленности.



Рисунок 1 – Последовательность действий, необходимых для реализации логистического подхода к управлению материальным потоком в швейной отрасли промышленности

Таким образом, первым и определяющим этапом реализации логистического подхода к управлению материальным потоком в швейной отрасли промышленности является этап изучения предпочтений потребителей и прогнозирование спроса. Практика проведения подобных исследований пока не получила достаточного развития на отечественных предприятиях. Об этом свидетельствуют результаты мониторинга, проведенного Международным агентством маркетинговых и социальных исследований MASMI на тему «Отношение населения Беларуси к белорусским товарам». Выяснилось, что если, например, продукты питания и алкогольные напитки практически вне конкуренции, то одежду, косметику и бытовую технику приобретают от 15 до 30 % белорусов. Низкое качество, высокая цена и узкий ассортимент – основные претензии потребителей. По словам руководителя проектов компании MASMI Марии Райской, «...проведению маркетинговых исследований уделяют внимание производители продуктов питания, алкогольных и безалкогольных напитков, ... одежный и обувной сегменты работают практически «вслепую»».

В апреле-мае 2009 г. студенты БГЭУ, обучающиеся по специальности «Маркетинг», при участии авторов провели опрос 398 женщин г. Минска с целью исследования их привычек и предпочтений при покупке верхней одежды.

По возрасту опрошенные женщины распределились следующим образом: до 20 лет – 13%, от 20 до 30 лет – 40%, от 30 до 40 лет – 17%, старше 40 лет – 21%. Со средним доходом на одного члена семьи менее 300 тыс. бел. руб. в месяц в выборочной совокупности оказалось 21% респондентов, 300-500 тыс. бел. руб. – 27%, 500-700 тыс. бел. руб. – 23%, 700-900 тыс. бел. руб. – 16% и свыше 900 тыс. бел. руб. – 12%.

Во-первых, исследователей интересовала известность отечественных производителей женской верхней одежды, для чего респондентам было предложено назвать 3-4 белорусских предприятия, осуществляющих свою деятельность в данной сфере. Не смогли назвать ни одного из них 15% опрошенных женщин, 34% – назвали одного производителя, 29% – двух, 18% – трех, 4% – четырех. В 70% случаев в первую очередь респонденты вспоминали ОАО «Элема». Вторым по уровню известности среди минчанок предприятием, как следует из результатов опроса, со значительным отрывом от первого является ИЧУПП «Бугалюкс». Его назвали первым в 6%, вторым – в 16% случаев. Затем следует ЗАО «Калинка» (отметили 12% респондентов) и УП «Винта Мод» (5%). Остальных отечественных производителей женской верхней одежды вспомнили менее 3% респондентов.

При формировании ассортимента женской верхней одежды для производителей важна информация о предпочтениях потребителей различного возраста и уровня доходов. Как показали результаты опроса, женщины предпочитают носить в осенне-весенний сезон куртки (отметили 52% респондентов), пальто в данном качестве отметили 24% респондентов, а плащ – только 7%.

Как видно по данным, представленным на рисунке 2, результаты опроса варьируются в зависимости от возраста респондентов. Доля женщин, предпочитающих носить в осенне-весенний сезон куртку, увеличивается с возрастом респондентов от 38% для группы в возрасте до 20 лет до 66% для женщин старше 40 лет. Пальто и плащ, напротив, с возрастом становятся менее популярными видами верхней женской одежды. Доля женщин, предпочитающих носить в осенне-весенний сезон пальто колеблется от 34% для группы респондентов в возрасте до 20 лет до 19% для женщин старше 40 лет, а плащ – от 22% до 1%, соответственно. Существенных различий в предпочтениях женщин с разным уровнем доходов по видам верхней одежды не наблюдается.

Несмотря на то, что пальто назвали предпочитаемым видом верхней одежды менее четверти опрошенных женщин, на вопрос «Носите ли Вы пальто?» утвердительно ответили более половины из них (57%). При этом значительной

вариации данного показателя по возрастным группам не наблюдается (от 62% для группы респондентов в возрасте до 20 лет до 58% для женщин старше 40 лет).

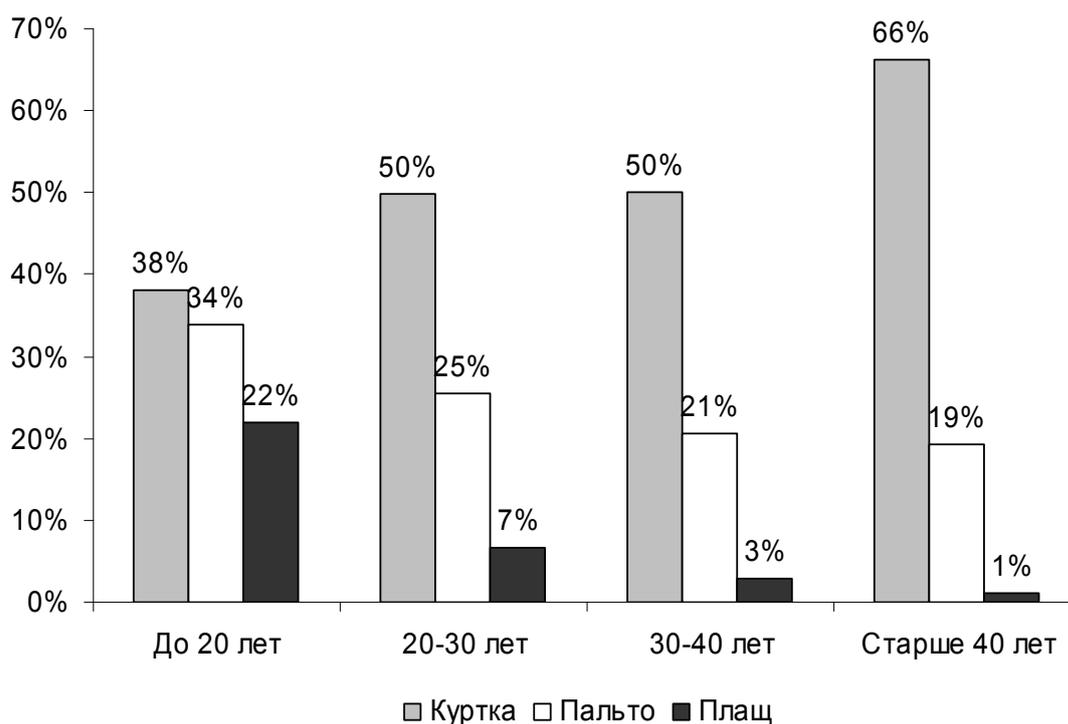


Рисунок 2 – Доля женщин разного возраста, предпочитающих различные виды верхней одежды в осенне-весенний сезон

Таким образом, производителям женской верхней одежды следует обратить внимание на две группы верхней одежды – куртки и пальто, ориентируясь на вкусы и предпочтения средних и старших возрастных групп при разработке моделей курток и реализуя дифференцированную маркетинговую политику по различным возрастным сегментам при разработке моделей пальто.

Как показали результаты опроса, большинство женщин (63%) предпочитают покупать верхнюю одежду иностранных производителей. По данным, представленным на рисунке 3, заметно, что этот показатель существенно зависит от возраста респондентов. Доля женщин, предпочитающих покупать верхнюю одежду иностранного производства в возрастной категории до 20 лет, составляет 90%, в возрастной категории старше 40 лет – 36%. Данный результат подтверждает необходимость для отечественных производителей при разработке моделей верхней одежды ориентироваться, прежде всего, на вкусы и предпочтения женщин в возрасте старше 40 лет. При этом следует более глубоко изучать требования, предъявляемые к верхней одежде молодыми девушками и воплощать их в разработке специальной модельной линии для молодежи. Данное направление маркетинговой деятельности могло бы позволить переориентировать вкусы и предпочтения молодежи в сторону отечественного производителя.



Рисунок 3 – Доля женщин разного возраста, предпочитающих верхнюю одежду отечественных и иностранных производителей

Политика цен предприятий-производителей верхней одежды должна учитывать такой фактор в поведении покупателей, как размер денежной суммы, которую потребитель готов потратить на приобретение пальто.

Как видно по данным опроса, представленным на рисунке 4, наиболее приемлемая цена на женское пальто находится в диапазоне от 200 до 400 тыс. рублей. Сумма денег, которую готовы потратить большинство респондентов (63%) на приобретение пальто, находится именно в данном диапазоне. Около трети респондентов (30%) готовы купить пальто дороже, и только 7% хотели бы приобрести данное изделие по цене ниже 200 тыс. рублей.

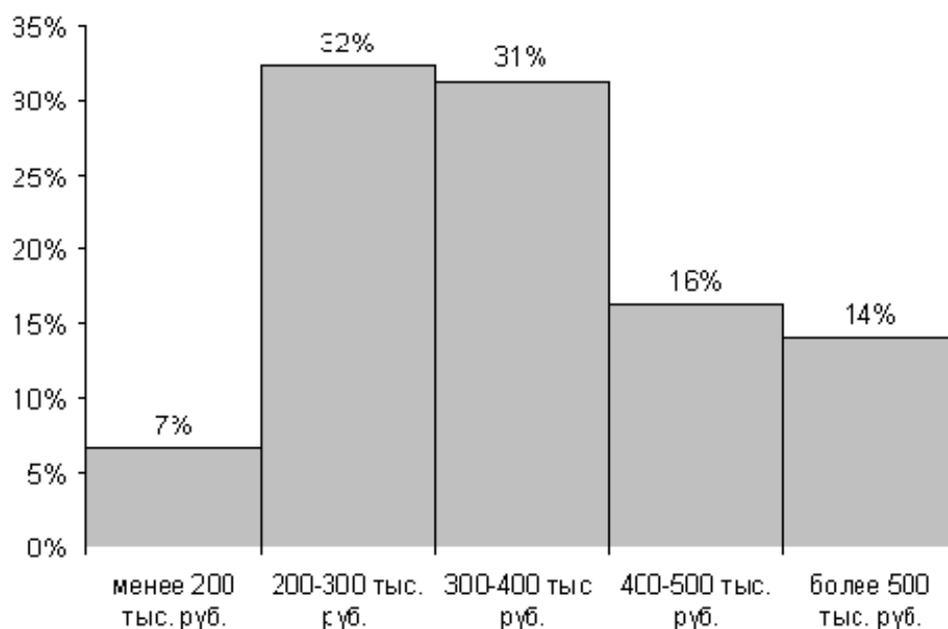


Рисунок 4 – Распределение общего числа респондентов по сумме, которую они готовы потратить на приобретение пальто, %

Можно заметить некоторую разницу в диапазоне приемлемых цен для женщин в зависимости от их предпочтений к отечественным и иностранным производителям. Как видно по данным, представленным на рисунке 5, сумму выше 300 тыс. руб. за пальто готовы заплатить 45% женщин, предпочитающих верхнюю одежду отечественного производства, и 67% женщин, предпочитающих тот же вид одежды иностранного производства. Таким образом, для отечественных производителей крайне актуальной задачей является поиск резервов снижения цен на готовую продукцию для того, чтобы удержать свой основной сегмент потребителей.

Исследование показало, что количество денег, которое женщина готова потратить на приобретение пальто, связано с тем, к какой возрастной группе она относится. Из числа тех, кто готов потратить на приобретение пальто более 500 тыс. рублей, наибольшее количество (55%) составляют женщины в возрасте от 20 до 30 лет. На приобретение пальто по цене менее 200 тыс. рублей в большей степени ориентированы женщины в возрасте старше 40 лет.

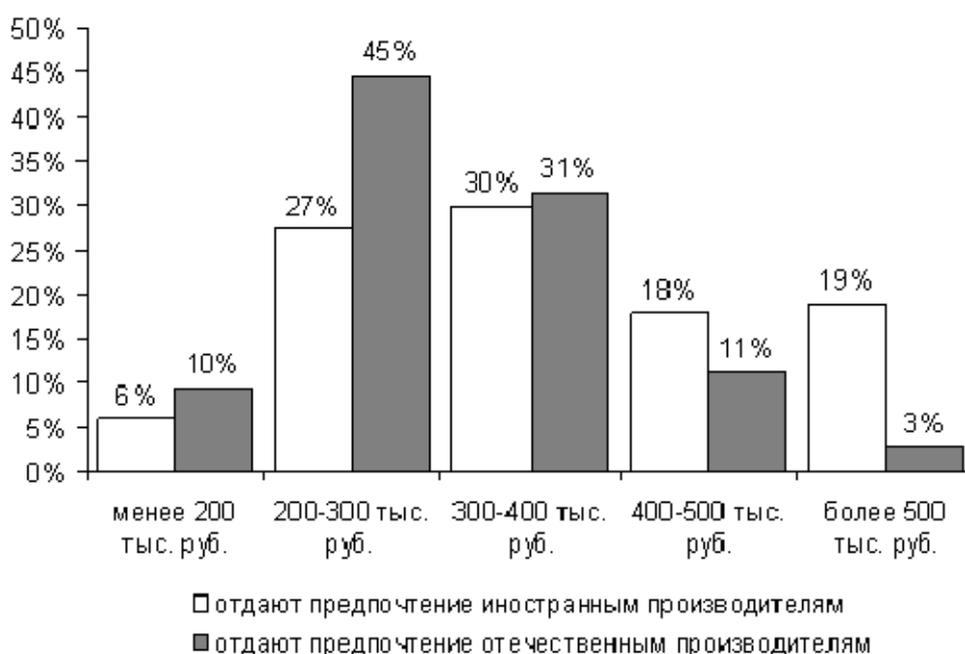


Рисунок 5 – Распределение респондентов по сумме, которую они готовы потратить на приобретение пальто, в зависимости от их предпочтений отечественного или иностранного производителя, %

При разработке маркетинговой стратегии отечественным производителям важно знать, какие параметры определяют выбор женщинами конкретного изделия при покупке верхней одежды. Как видно по результатам опроса, представленным на рисунке 6, наиболее важными из таких параметров являются дизайн и качество ткани. Во вторую очередь респонденты обращают внимание на соответствие современным тенденциям и цену. Так как предпочтения к конкретным производителям верхней одежды не играют у женщин решающей роли при покупке, отечественные производители имеют шанс укрепить свои позиции на рынке Республики Беларусь, уделив внимание дизайну изделий, качеству ткани и поиску направлений снижения цен на свою продукцию.

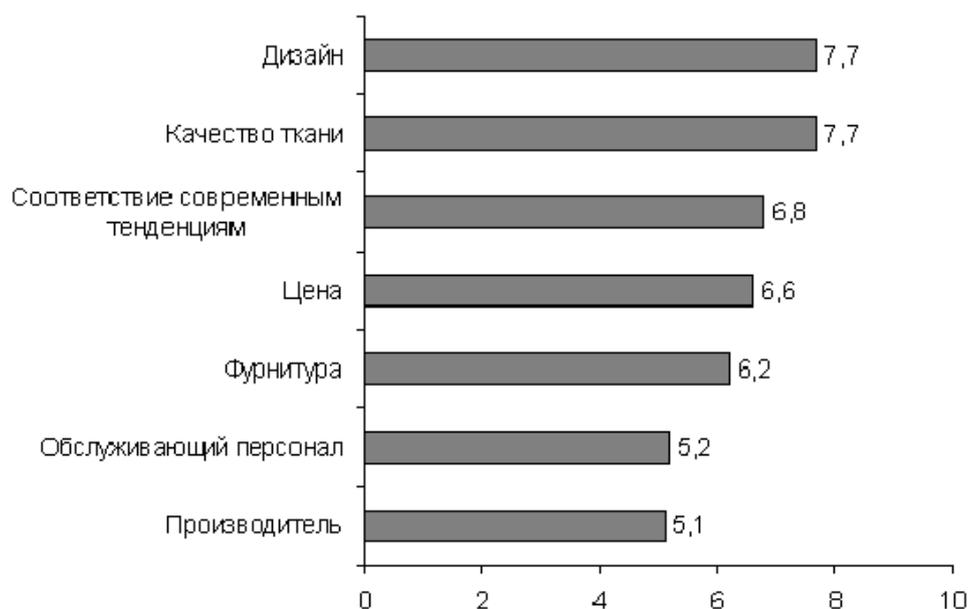


Рисунок 6 – Значимость для женщин отдельных параметров при выборе верхней одежды, баллов (от 1 – наименее важный до 9 – наиболее важный)

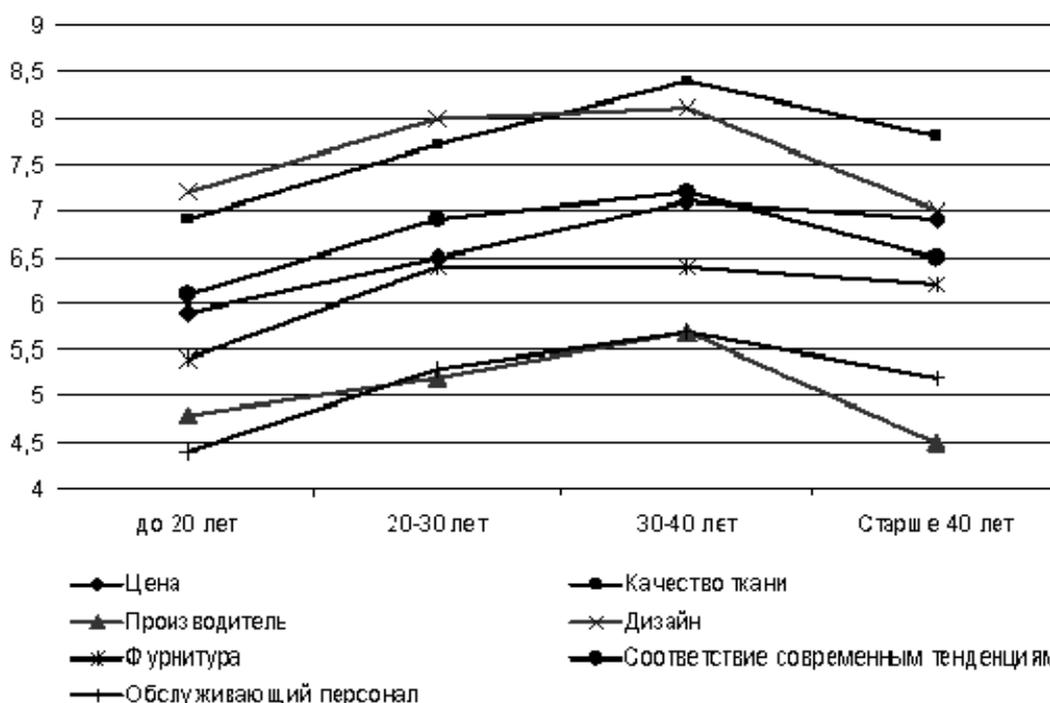


Рисунок 7 – Значимость для женщин разного возраста отдельных параметров при выборе верхней одежды, баллов (от 1 – наименее важный до 9 – наиболее важный)

Как видно по данным, представленным на рисунке 7, наиболее требовательными являются представительницы группы в возрасте от 30 до 40 лет. Для них являются более значимыми по сравнению с респондентами остальных возрастных категорий практически все параметры выбора конкретного изделия. Также можно заметить, что начиная с 30-летнего возраста на первое место по

значимости выходит такой параметр верхней одежды, как качество ткани, а также с возрастом для покупательниц возрастает роль цены.

Основными проблемами, с которыми сталкиваются женщины при покупке верхней одежды, как показали результаты опроса, являются устаревшие фасоны и высокие цены. При этом достаточно часто также отмечались проблемы отсутствия необходимого размера, низкого качества изделий, плохого размещения товаров, невнимательного обслуживания и неудобного расположения мест продажи.

Параллельно с анкетированием потенциальных покупателей был проведен опрос среди продавцов фирменных магазинов по продаже верхней одежды белорусских производителей, расположенных в г.Минске. Находясь в непосредственном контакте с покупателем, именно продавцы лучше всего знают о том, какую одежду хотят покупать белорусские женщины. Выяснилось, что часто молодые женщины отказываются от покупки пальто, так как их рост выше, чем длина представленных моделей, и наоборот, женщины старшего возраста сталкиваются с тем, что изделие слишком длинное. Что касается цветовой гаммы, то молодежь предпочитает в осенний период черный цвет, а среди женщин после 40 лет популярен еще и красный цвет, поскольку освежает и делает женщину более «яркой». Весной увеличивается спрос на яркие, оригинальные модели, хотя слишком экстравагантные модели (например, укороченный рукав) несколько «отпугивают» практичных женщин, которые покупают пальто не на один год. Менее востребованы изделия таких цветов, как бежевый и малиновый.

Проведение отечественными предприятиями легкой промышленности подобных исследований на регулярной основе позволит выявлять тенденции в изменении предпочтений потребителей и разрабатывать обоснованную ассортиментную политику, направленную на снижение запасов готовой продукции на складах готовых изделий и в розничной сети.

Список использованных источников

1. Аакер, Д. Маркетинговые исследования. / Д. Аакер, В. Кумар, Дж. Дэй– С-Пб.: Питер, 2004. – 848 с.
2. Черчилль, Г. А. Якобуччи Д. Маркетинговые исследования. / Г. А. Черчилль, Д. Якобуччи – С-Пб.: Изд. Дом «Нева», 2004. – 832 с.

Статья поступила в редакцию 04.03.2010 г.

SUMMARY

The Belarus clothing industry works in conditions of rather rigid competition and has the problems connected to a congestion of the big stocks of finished goods and growth of stocks charges. One of the problems decisions is deeper studying distinctions in consumer preferences. Studying of preferences, segmentation of buyers and the information received on this basis will allow the Belarus enterprises to form correctly assortment of production by kinds, models, proved to carry out a price policy. The modern buyer wishes to get the goods in the necessary assortment, under the comprehensible price, during necessary time, in the necessary place. The enterprises can reduce finished goods stocks, speed up stock turnover, lower receivable and creditor debts, raising a consumers service degree.

РЕФЕРАТЫ

УДК 677.027.6

Базеко, В. В. Исследования физико-механических свойств тканей со специальными видами заключительной отделки / В. В. Базеко, Н. Н. Ясинская, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 9

Статья посвящена созданию текстильных материалов специального назначения. Целью является разработка нового вида текстильных настенных покрытий с улучшенными физико-механическими и потребительскими свойствами за счет полного исключения бумажной основы.

УДК: 677.017.82:620.178.16

Буркин, А. Н. Методика исследования формоустойчивости пяточной части обуви / А. Н. Буркин, П. Г. Деркаченко, А. П. Дмитриев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 13

В статье описана новая методика для испытаний формоустойчивости пяточной части обуви. Приведен сравнительный анализ испытаний по новой и существующей (регламентируемой ГОСТ 9135-2004) методиках.

УДК 677.051.164

Васильев, Р. А. Определение рациональных параметров заправки очистителей UNIflex B60, входящих в состав линии котонизации / Р. А. Васильев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 19

Статья посвящена исследованию процесса котонизации короткого льняного волокна на тонких очистителях UNIflex B60. Особое внимание уделено параметрам работы очистителя UNIflex B60, влияющим на процесс котонизации. Определены оптимальные параметры работы очистителей UNIflex B60, которые позволяют получить котонизированное льняное волокно требуемого качества.

УДК 677.021.166.001.5

Звёздочкина, О. В. Исследование процесса смешивания волокон при производстве многокомпонентной льносодержащей пряжи / О. В. Звёздочкина, Д. Б. Рыклин, К. Н. Ринейский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 25

Статья посвящена эффективности процессов смешивания на различных этапах технологического процесса и сравнительной оценки качества смешивания компонентов в смесях различного состава.

УДК 687.05

Иванов, А. Г. Анализ процесса соединения материалов с использованием высокоскоростной струи жидкости / А. Г. Иванов, Д. Р. Амирханов, А. А. Угольников // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 29

В статье описан процесс соединения материалов высокоскоростной струей жидкого полимера под высоким давлением. Особенность предлагаемого способа заключается в том, что связующий полимер вступает в действие с материалом в жидком виде (раствор или расплав).

Рассмотрен процесс образования клепки исходя из анализа теории разрушения материала струей жидкости.

Для практической реализации исследуемого процесса предполагается провести экспериментальные исследования по соединению широкой номенклатуры материалов, применяемых в швейной, обувной и других отраслях промышленности, с целью достижения требуемых качественных, экологических и санитарно-гигиенических показателей.

УДК 677.08.02.16./022

Карпеня, А. М. Определение оптимального содержания связующих элементов в композиции синтетических волокнистых плит мягких СВП-М / А. М. Карпеня // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 33

Разработан новый ассортимент композиционных строительных материалов, для изоляционной отделки зданий и помещений, с улучшенными эксплуатационными и стоимостными показателями.

УДК 677.052.484.4

Киселев, Р. В. Расчет разрывной нагрузки комбинированной хлопкополиэфирной нити пневмомеханического способа формирования / Р. В. Киселев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 37

Разработана новая методика прогнозирования разрывной нагрузки комбинированной хлопкополиэфирной нити пневмомеханического способа формирования с учетом особенности ее структуры. Разность между рассчитанными и фактическими характеристиками не превышает 5%.

УДК 677.052.484.4

Киселев, Р. В. Модернизация пневмомеханической прядильной машины для получения высокоэластичной комбинированной пряжи / Р. В. Киселев, А. С. Дягилев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 43

Разработана схема модернизации пневмомеханической прядильной машины для получения высокоэластичной комбинированной пряжи. В условиях Барановичского РУП «БПХО» произведена модернизация пневмомеханической прядильной машины ППМ-120-АМ. Проведена комплексная оптимизация технологического процесса, определены оптимальные параметры крутки и предварительного растяжения комплексной нити. Нарботаны опытные партии нитей, переработанных в тканые изделия плательно-костюмного ассортимента.

УДК 677.017:621.3

Костин, П. А. Комплексный анализ экранирующих свойств тканей специального назначения с комбинированными электропроводящими нитями / П. А. Костин, Е. Г. Замостоцкий (под руководством А. Г. Когана) // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С.47

Научная статья посвящена комплексному анализу экранирующих свойств тканей специального назначения с комбинированными электропроводящими нитями. Приведены основные показатели физико-механических свойств электропроводящих нитей, пряжи и тканей специального назначения. Описаны результаты эксперимента по определению влияния различных переплетений и плотностей тканей специального назначения на экранирующую способность. Установлено что, для достижения максимальной экранирующей способности наиболее целесообразно вырабатывать ткани сатинового переплетения с максимально возможной плотностью ткани по основе и утку, с диаметром медной микропроволоки 0,1 мм.

УДК 678.664

Матвеев, К. С. Влияние процесса термомеханического рециклинга на структуру и свойства материалов, изготовленных из отходов пенополиуретана / К. С. Матвеев, В. В. Пятов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 53

В статье исследуется влияние многократной переработки на структуру и физико-механические свойства материала из отходов обувных ППУ. Образцы для испытаний получены в результате многократного термомеханического рециклинга на шнековом экструдере. Окончательно образцы сформованы в пресс-форме при давлении 4,5 МПа и температуре 90-95°С.

Исследования проводились на испытательном комплексе «INSTRON» и на ИК-спектрофотометре с Фурье преобразованием фирмы Intertech Trading Corporation (США).

Определено, что многократная термомеханическая переработка на шнековых экструдерах не оказывает существенного влияния на структуру вторичных материалов, получаемых из отходов обувных ППУ. Прочностные характеристики снижаются из-за уменьшения молекулярной массы полимера.

УДК 677.4.022

Михалко, М. Н. Оптимизация процесса кручения огнетермостойких нитей на основе волокна АРСЕЛОН-С / М. Н. Михалко, В. В. Садовский, В. Н. Докучаев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 58

С применением метода математического планирования эксперимента и графического метода определена область оптимальных значений крутки нити арселон-С линейной плотности 29,4 текс 2. Показана возможность повышения жесткости огнетермостойких тканей при использовании в утке крученых нитей по сравнению с тканями, выработанными по основе и по утку из пряжи.

УДК 677.04

Мухамеджанов, Г. К. Российский рынок геотекстиля и геосинтетики: особенности, масштабы, проблемы, перспективы / Г. К. Мухамеджанов, Ю. Я. Тюменев, О. Г. Мухамеджанова, Ю. В. Назарова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 63

В настоящее время на российском рынке существует более 100 типов и структур геосинтетики, объемы потребления ГМ с каждым годом увеличиваются, а области их применения расширяются. Методы испытаний ГМ разнообразны в зависимости от областей применения, назначения и типов. Так, например, на методы испытаний ГМ действуют 90 стандартов ISO и EN, которые пересматриваются и совершенствуются через каждые 5 лет.

Прямое применение стандартов на методы испытаний ГМ затрудняется отсутствием соответствующих приборов и испытательной базы. Поэтому у нас действуют только 6 национальных стандартов на методы испытаний ГМ, гармонизированных со стандартами ISO. Работы по гармонизации национальных стандартов на методы испытаний ГМ со стандартами ISO и EN ведутся крайне медленно, хотя темпы и объемы производства и применения геосинтетики из года в год расширяются.

Ключевые слова: георешетки, геосетки, геокомпозиты в армогрунтовом строительстве в качестве армирующих элементов

УДК 677.021.166

Науменко, А. М. Разработка диэлькометрического метода оценки эффективности смешивания компонентов при производстве хлопкольнай пряжи / А. М. Науменко, Д. Б. Рыклин, А. А. Джебора // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 69

Разработан метод оценки эффективности смешивания разнородных волокон в лентах после ленточных и чесальных машин с помощью диэлькометрического метода анализа. Для оценки состава хлопкольных лент выбран коэффициент анизотропии по тангенсу диэлектрических в диапазоне частот электрического поля от 2 до 10 кГц. В результате исследования хлопкольных лент с ленточной и чесальной машины с помощью данного метода подтверждено уменьшение неровноты лент в результате процесса сложения.

УДК 66.047.37

Ольшанский, А. И. Метод расчета среднеинтегральной температуры влажного материала в процессе конвективной сушки / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 74

Рассмотрен новый метод расчета среднеинтегральной температуры материала для периода падающей скорости сушки. Проведен выбор эмпирической формулы, относящейся к классу дробно-рациональной функции. Экспериментально доказано, что в расчетах по кинетике сушки для определения среднеинтегральной температуры материала можно использовать наряду с экспоненциальными зависимостями эмпирические уравнения, принадлежащие к классу дробно-рациональной функции.

УДК 66.047.37

Ольшанский, А. И. Исследование кинетики сушки влажных материалов методом регулярного режима / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С.79

Проведено исследование тепловлагообмена методом регулярного режима Г.М. Кондратьева. Анализ и обработка экспериментальных данных по методу регулярного режима позволили разработать методику расчета кинетики процесса сушки, с минимальным количеством констант, определяемых экспериментально.

УДК 677.11.022.3/5

Паневкина, М. М. Новая технология пряжи из льняного очеса / М. М. Паневкина, С. С. Гришанова, Е. А. Конопатов, (под руководством А. Г. Когана) // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 85

Статья посвящена разработке новой технологии получения пряжи средней линейной плотности из льняного очеса с использованием процесса гребнечесания. Проводимые исследования направлены на расширение ассортимента пряжи и тканей из льняного очеса, снижение линейной плотности оческовой пряжи до 58 текс и замену дорогостоящего длинного льняного волокна на льняной очес.

УДК 677.025.072

Силич, Т. В. Влияние свойств хлопкополипропиленовой пряжи на параметры технологического процесса производства трикотажного полотна / Т. В. Силич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 91

Статья освещает результаты переработки в трикотажном производстве смешанной пряжи на основе полипропиленовых волокон. Теоретически и экспериментальным путем изучены особенности заправки двухфонтурной кругловязальной машины, режимов отделки и условия получения хлопкополипропиленового полотна требуемой структуры для пошива верхних трикотажных изделий. С учетом объемности и упругой растяжимости пряжи выявлена необходимость увеличения размера петли в полотне, длины нити в петле, а также снижения натяжения на входе в петлеобразующие системы с целью уменьшения деформирующего воздействия на полипропиленовые волокна. Результаты исследования позволили определить рациональные заправки оборудования, что имеет важное практическое значение ввиду отсутствия в нашей республике типовых заправок и режимов изготовления хлопкополипропиленовых полотен.

УДК 677.529.02:677.05

Скобова, Н. В. Разработка технологии получения комбинированных крученых углеродных нитей / Н. В. Скобова, М. Ф. Шаркова, Е. А. Берашевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 96

Статья посвящена сравнительному анализу двух технологий получения комбинированных крученых углеродных нитей с использованием тростильно-крутильного и прядильно-крутильного оборудования, в результате которого выявлена наиболее приемлемая с точки зрения качества формируемой комбинированной нити.

УДК 685.34.03.017

Фурашова, С. Л. Прогнозирование релаксационной способности систем обувных материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, П. И. Скоков // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 100

Статья посвящена разработке методики прогнозирования показателей релаксации систем обувных материалов. Выделены наиболее информативные показатели релаксации и установлена математическая зависимость между комплексными показателями свойств систем материалов и входящих в них материалов верха, межподкладки и подкладки. Установлено, что время наблюдения за процессом релаксации можно сократить до 20 минут, относительные отклонения расчетных значений от экспериментальных не превышают 5% для материалов различных структур и 8% для систем материалов.

УДК 677.08+658.511.3

Чукасова-Ильюшкина, Е. В. Перспективность технологий с использованием текстильных вторичных материальных ресурсов / Е. В. Чукасова-Ильюшкина, Н. Н. Ясинская, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 105

Статья посвящена анализу социальной перспективности технологических процессов получения новых видов материалов из или с использованием вторичных материальных ресурсов. В статье рассмотрены несколько перспективных способов получения многослойных текстильных и композиционных материалов, установлена экономическая целесообразность их внедрения.

УДК 677.017.57:537.311

Шаркова, М. Ф. Технология переработки комбинированных углеродных нитей в электронагревательные провода / М. Ф. Шаркова, Н. В. Скобова, О. Е. Рубаник // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 109

Статья посвящена технологии нанесения изолирующего материала на поверхность комбинированных углеродных нитей для обеспечения их электробезопасности при эксплуатации и исследованию влияния мощности подаваемого тока на температуру нагрева нити внутри оболочки и на ее поверхности.

УДК 628.1.034.002.8

Гречаников, А. В. Спользование неорганических отходов тэц в составе асфальтобетонных смесей / А. В. Гречаников, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 114

Ежегодно на теплоэлектроцентралях Республики Беларусь в шламонакопителях образуется около 50-60 тонн отходов (шлам продувочной воды). Одно из направлений комплексной утилизации таких отходов – их использование в дорожном строительстве. На основании исследований содержания неорганических отходов и битума в составе асфальтобетонной смеси разработан состав смеси, использование которого позволяет повысить физико-механические показатели асфальтобетона (модуль остаточной деформации при 50 °С увеличивается на 66%; предел прочности при растяжении при 0 °С – на 12 %; предел прочности при сжатии при 50 °С – на 16 %). Использование неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, в составе асфальтобетонной смеси позволит улучшить экологическую ситуацию на территории теплоэлектроцентралей.

УДК 6697.922.2

Королёва, Т. И. Управление конвективными потоками для удаления вредностей от источников теплогазовыделений / Т. И. Королёва, О. Н. Широкова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 119

В данной работе рассматриваются вопросы управления конвективными потоками в цехах с теплогазовыделяющим оборудованием с целью эффективного удаления вредностей и утилизации теплоты. Приведены закономерности распространения тепловой струи над нагретой горизонтальной поверхностью и способы регулирования потоков воздуха в цехах с теплоизбытками. Приведены результаты экспериментальных исследований активированного приточными струями бокового отсоса с целью использования его при невозможности установки соосного с технологическими печами местного отсоса. Приведены расчетные зависимости для определения соотношения размеров источника выделения вредностей, отсоса и патрубков сдува, а также расхода воздуха. Предложены эффективные схемы организации местной вытяжной вентиляции в цехах с теплоизбытками.

УДК 628.335.2

Марцуль, В. Н. Использование ультразвуковой обработки для повышения флокулирующих свойств суспензии активного ила очистных сооружений канализации / В. Н. Марцуль, И. Э. Головнев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 124

В настоящее время в Беларуси эксплуатируется более 200 сооружений биологической очистки сточных вод, на которых очищается основное количество производственных и

хозяйственно-бытовых сточных вод, отводимых в водные объекты. Одним из перспективных способов повышения очистки сточных вод и подходящих к условиям работы очистных сооружений канализации является использование для этих целей биофлокулянтов. Применительно к очистным сооружениям канализации наибольший интерес представляет использование в качестве флокулянта биомассы активного ила. Результаты исследований свидетельствуют о том, что ультразвуковая обработка при определенной мощности излучателя и амплитуде колебаний позволяет получить из суспензии активного ила биофлокулянт, который целесообразно использовать на очистных сооружениях канализации для увеличения степени очистки от взвешенных веществ и производительности оборудования механической очистки сточных вод.

УДК 543.253

Матвейко, Н. П. Определение хлора в нерудных материалах методом ионометрии / Н. П. Матвейко // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2010. – № 18. – С. 129

На основании исследований влияния состава фонового электролита разработана методика определения хлорид-ионов методом прямой потенциометрии. Показано, что определение хлорид-ионов в нерудных материалах возможно на фоне фонового электролита, содержащем $0,001 \text{ моль/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ с относительной погрешностью, не превышающей 13%.

УДК 537. 226.4

Мясоедов, А. В. Выращивание кристаллов германата свинца / А. В. Мясоедов, А. А. Сушинская // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2010. – № 18. – С. 132

Работа посвящена исследованию выращивания кристаллов германата свинца, дефектов, возникающих при их выращивании. Определены оптимальные условия для выращивания кристаллов германата свинца. Исследованы факторы, приводящие к возникновению различных дефектов в выращиваемых кристаллах. Предложено устройство, позволяющее получать более однородные и совершенные кристаллы.

УДК.628.16:665.6

Савенок, В. Е. Методология применения способов и технических устройств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений / В. Е. Савенок // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2010. – № 18. – С. 136

Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды Беларуси. Самыми масштабными загрязнениями рек нефтью и нефтепродуктами являются аварийные сбросы. В данной работе рассмотрена методология применения разработанных нами способов и технических устройств. Способы предназначены для защиты водных объектов от аварийных разливов нефти и минимизации ущерба окружающей среде. Разработанные технологии позволяют проводить локализацию и ликвидацию нефтяных загрязнений на водотоках в обычных и сложных климатических условиях в переходный период года.

УДК 338 (075.8)

Блинов, А. О. Формирование институциональных структур развития человеческого капитала в обеспечении инновационного развития национальной экономики / А. О. Блинов, Г. А. Яшева // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2010. – № 18. – С. 142

В статье рассмотрены содержание, преимущества и способ создания корпоративных университетов, методы их финансирования, направления формирования стандарта корпоративного обучения. Разработаны институциональные структуры развития человеческого капитала, включая системы открытого образования в вузах на базе корпоративных компьютерных сетей, совместные кафедры, модернизированные образовательные учреждения, а также предложены механизмы взаимодействия сферы образования и производства, что создаст основу для инновационного развития национальной экономики.

УДК 658.7

Корзун, И. И. Совершенствование системы управления запасами материальных ресурсов в организации / И. И. Корзун // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 147

В публикации на основе анализа отдельных элементов производственного процесса (движение материальных потоков; особенности технологического процесса изготовления продукции; режимы работы применяемого оборудования и др.) предложены мероприятия по совершенствованию действующей системы управления запасами (на примере организации METOS AS).

УДК [33:316.4] : 332.1 (476.5)

Прудникова, Л. В. Комплексная модель оценки инновационной деятельности региона / Л. В. Прудникова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 152

На основе критического анализа существующих подходов к оценке инновационной деятельности региона предложена методика комплексной оценки инновационной деятельности региона. В статье рассматриваются основные этапы комплексной оценки инновационной деятельности на региональном уровне: предлагается и апробируется методический инструментарий оценки, как отдельных составляющих инновационной деятельности, так и региона в целом, позволяющий количественно оценить каждую из выделенных составляющих инновационной деятельности и определить вклад каждой из них в развитие инновационной деятельности соответствующего региона, составить инновационный рейтинг регионов республики для принятия управленческих и организационных решений по распределению ресурсов с целью их более эффективной реализации.

УДК 658.527 : 67/68

Скворцов, В. А. Методы выявления резервов организационно-технического совершенствования поточных линий / В. А. Скворцов, П. А. Ткаченко // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 159

Практическая реализация предложенной модели приведенных к конкретному труду затрат ресурсов позволяет проводить оценку эффективности действующих форм организации производства, моделировать применение различных сочетаний и комбинаций производственных ресурсов и принимать рациональные управленческие решения по проектированию более современных организационно-технических производственных процессов.

УДК 339.13 (476)

Слонимская, М. А. Изучение предпочтений и сегментирование покупателей женской верхней одежды на примере рынка г. Минска / М. А. Слонимская, Т. В. Кузнецова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2010. — № 18. — С. 164

Белорусские производители верхней женской одежды, работая в условиях довольно жесткой конкуренции, столкнулись с проблемой образования больших запасов готовой продукции, не востребованной покупателем и, соответственно, увеличением затрат на их содержание. Одним из решений возникших проблем является более глубокое изучение различий в покупательских предпочтениях. Изучение предпочтений, сегментирование покупателей женской верхней одежды и полученная на этой основе информация позволит белорусским предприятиям правильно формировать ассортимент продукции по видам, моделям, обоснованно проводить ценовую политику. Современный покупатель желает приобретать товар в нужном ассортименте, по приемлемой цене, в нужное время, в нужном месте. Обеспечивая высокий уровень обслуживания покупателей, предприятия смогут сократить запасы готовой продукции, ускорить оборачиваемость средств, снизить дебиторскую и кредиторскую задолженность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Амирханов Джаффар Рифкатович	кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «ВГТУ»
Базеко Виктория Владимировна	магистрант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Берашевич Екатерина Анатольевна	студентка ХТФ УО «ВГТУ»
Блинов Андрей Олегович	доктор экономических наук, профессор кафедры «Менеджмент» Всероссийского заочного финансово-экономического института
Буркин Александр Николаевич	доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Стандартизация» УО «ВГТУ»
Васильев Руслан Александрович	аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Головнев Илья Эдуардович	УП «Витебскводоканал»
Горбачик Владимир Евгеньевич	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
Гришанова Светлана Сергеевна	кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Деркаченко Павел Григорьевич	ассистент кафедры «Информатика» УО «ВГТУ»
Джежора Александр Александрович	кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная математика» УО «ВГТУ»
Дмитриев Александр Петрович	аспирант кафедры «Стандартизация» УО «ВГТУ»
Докучаев Владимир Николаевич	кандидат технических наук, главный технолог РУП «Светлогорское производственное объединение «Химволокно»
Дягилев Андрей Степанович	- старший преподаватель кафедры «Информатика» УО «ВГТУ»
Замостоцкий Евгений Геннадьевич	кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Звёздочкина Оксана Валерьевна	аспирант УО «ВГТУ»
Иванов Александр Георгиевич	преподаватель минского колледжа легкой промышленности
Карпеня Алексей Михайлович	аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Киселев Руслан Васильевич	мастер ПО, младший научный сотрудник кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Коган Александр Григорьевич	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Конопатов Евгений Анатольевич	старший преподаватель кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Корзун Игорь Иванович	кандидат экономических наук, доцент Института экономики и управления г. Таллинн, Эстония

Королёва Татьяна Ивановна	кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» УО «Полоцкий государственный университет»
Костин Павел Андреевич	аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Кузнецова Т.В.	ассистент кафедры «Логистика и ценовая политика» УО «Белорусский государственный экономический университет»
Марцуль Владимир Николаевич	кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Промышленная экология» УО «Белорусский государственный технологический университет»
Матвеев Константин Сергеевич	старший преподаватель кафедры «МТВПО» УО «ВГТУ»
Матвейко Николай Петрович	доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физикохимия материалов» УО «Белорусский государственный экономический университет»
Михалко Мария Николаевна	кандидат технических наук, старший преподаватель УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»
Мухамеджанов Габит Кульжабаевич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией материаловедения и стандартизации нетканых материалов ОАО «НИИ нетканых материалов», РФ
Мухамеджанова Ольга Габитовна	кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение и товарная экспертиза» ФГОУ ВПО «РГУТиС», РФ
Мясоедов Анатолий Владимирович	старший преподаватель кафедры «Физика» УО «ВГТУ»
Назарова Юлия Викторовна	старший преподаватель кафедры «Материаловедение и товарная экспертиза» ФГОУ ВПО «РГУТиС», РФ
Науменко Андрей Михайлович	магистрант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Ольшанский Анатолий Иосифович	кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
Ольшанский Валерий Иосифович	кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
Паневкина Мария Михайловна	аспирант УО «ВГТУ»
Прудникова Людмила Викторовна	старший преподаватель кафедры «Экономика» УО «ВГТУ»
Пятов Владислав Владимирович	доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе УО «ВГТУ»
Ринейский Константин Николаевич	старший преподаватель кафедры «АТПП» УО «ВГТУ»
Рубаник Оксана Евгеньевна	ассистент кафедры «Теоретическая и прикладная математика» УО «ВГТУ»
Рыклин Дмитрий Борисович	доктор технических наук, профессор кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Савенок Владимир Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»

Садовский Виктор Васильевич	доктор технических наук, профессор, первый проректор УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»
Силич Татьяна Владимировна	главный специалист – зав. лабораторией технологии трикотажного производства РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»
Скворцов Виктор Александрович	кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» УО «ВГТУ»
Скобова Наталья Викторовна	кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
Скоков Павел Иванович	кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «инженерная графика» УО «ВГТУ»
Слонимская М.А.	кандидат экономических наук, доцент кафедры «Логистика и ценовая политика» УО «Белорусский государственный экономический университет»
Сушинская Анастасия Александровна	лаборант УО «ВГУ им. П.М. Машерова»
Ткаченко Павел Анатольевич	магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры «Менеджмент» УО «ВГТУ»
Тюменев Юрий Якубович	кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и товарная экспертиза» ФГОУ ВПО «РГУТиС», РФ
Угольников Александр Александрович	кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
Фурашова Светлана Леонидовна	старший преподаватель кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
Чукасова-Ильюшкина Екатерина Васильевна	кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Менеджмент» УО «ВГТУ»
Шаркова Марина Федоровна	ассистент кафедры «АТПиП» УО «ВГТУ»
Широкова Ольга Николаевна	ассистент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» УО «Полоцкий государственный университет»
Ясинская Наталья Николаевна	кандидат технических наук, доцент кафедры «Химия» УО «ВГТУ»
Яшева Галина Артемовна	- доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономическая теория и маркетинг» УО «ВГТУ»

Памятка авторам

1. Научно-технический журнал «Вестник Витебского государственного технологического университета» выходит два раза в год. К печати допускаются статьи по трем тематическим направлениям:
технология и оборудование легкой и текстильной промышленности;
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 (электронный вариант называется по фамилии автора).
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 Алине Сергеевне.

Редакция «Вестника ВГТУ»

Научное издание

ВЕСТНИК

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В о 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 23.06.2010 г. Печать ризографическая. Гарнитура Arial.
Усл. печ. листов. 22.8 Уч.-изд. листов 17.2 Формат 60x90 1/8. Тираж 100 экз.
Заказ № 249

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.