

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
"ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ"

## **В Е С Т Н И К**

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Д В А Д Ц А Т Ы Й   В Ы П У С К**

**ВИТЕБСК**  
**2011**

УДК 67/68  
ББК 37.2  
В 38

**Вестник Витебского государственного технологического университета.** Вып. 20  
/ УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – Витебск, 2011. – 223 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 **Скрובה А.С.**

**члены ред. коллегии**

**Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения:**

Редактор - д.т.н. Рубаник В.В. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Сторожев В.В. (МГУТД)  
д.т.н., проф. Сункуев Б.С. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Клименков С.С. (ВГТУ)  
к.т.н., проф. Ольшанский В.И. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Горбачик В.Е. (ВГТУ)  
к.т.н., доц. Трутченко Л.И. (ВГТУ)  
к.т.н., доц. Гарская Н.П. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Коган А.Г. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Садовский В.В. (БГЭУ)  
д.ф-м.н., проф. Корниенко А.А. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Кузнецов А.А. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Локтионов А.В. (ВГТУ)  
д.т.н., проф. Николаев С.Д. (МГТУ им. А.Н. Косыгина)  
к.т.н., доц. Загайгора К.Ф. (ВГТУ)  
к.т.н. Муха П.И. (РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»)  
к.т.н., доц. Казарновская Г.В. (ВГТУ)  
д.т.н., доц. Буркин А.Н. (ВГТУ)  
д.т.н., доц. Сакевич В.Н. (ВГТУ)  
к.т.н., доц. Шеверинова Л.Н. (ВГТУ)

**Химия, химическая технология и экология**

Редактор - д.т.н., проф. Ковчур С.Г. (ВГТУ)  
к.х.н., доц. Платонов А.П. (ВГТУ)  
д.т.н., член-кор. НАНБ Пантелеенко Ф.И. (БНТУ)  
д.т.н., проф. Жарский И.М. (БГТУ)  
академик НАН РБ Лиштван И.И.,  
к.х.н., доц. Стёпин С.Г. (ВГТУ)  
к.т.н., доц. Ясинская Н.Н. (ВГТУ)

**Экономика**

Редактор д.т.н., проф. - Ванкевич Е.В. (ВГТУ)  
д.э.н., проф. Богдан Н.И. (БГЭУ)  
к.т.н., доц. Касаева Т.В. (ВГТУ)  
д.с.н., проф. Меньшиков В.В. (Даугавпилский университет, Латвия)  
д.э.н., проф. Нехорошева Л.Н. (БГЭУ)  
к.э.н., доц. Прокофьева Н.Л. (ВГТУ)  
д.э.н., доц. Яшева Г.А. (ВГТУ)  
д.э.н., проф. Панков Д.А. (БГЭУ)  
д.э.н., проф. Быков А.А. (БГЭУ)  
д.э.н., проф. Войцех Каседовский (Uniwersytet Mikolaja Kopernika, Polska)

ISBN 978-985-481-237-3

Корректор **Богачёва Е.М.**

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 978-985-481-237-3

© УО "Витебский государственный технологический университет", 2011

# СОДЕРЖАНИЕ

CONTENT.....	6
--------------	---

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

<b>СНИЖЕНИЕ РИСКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ ОДЕЖДЫ</b> <i>Л.А. Ботезат</i> .....	9
<b>ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПРЯДЕНИЯ</b> <i>Р.А. Васильев, Д.Б. Рыклин</i> .....	15
<b>ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ДЕКОРАТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> <i>В.С. Волотова, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган</i> .....	23
<b>АНАЛИЗ СВОЙСТВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЛЬНОВОЛОКНА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯЖИ СРЕДНИХ ЛИНЕЙНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ</b> <i>С.С. Гришанова</i> .....	29
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕСАНИЯ ТРЕПАНОГО ЛЬНА НА РАЗНЫХ ЛЬНОЧЕСАЛЬНЫХ МАШИНАХ</b> <i>С.С. Гришанова, Е.А. Конопатов, А.Г. Коган, С.О. Алисеевич</i> .....	33
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ШАБЛОНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ</b> <i>В.Е. Казаков</i> .....	38
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗАПРАВОЧНОГО РИСУНКА ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> <i>Г.В. Казарновская, Н.А. Абрамович, Н.Н. Самутина</i> .....	45
<b>РАСЧЕТ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ</b> <i>А.А. Калинин, А.В. Сивуха</i> .....	52
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕРМОСТОЙКИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПРЯЖИ И НИТЕЙ ДЛЯ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b> <i>П.А. Костин, Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Коган</i> .....	58
<b>ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ХЛОПКОВОГО И ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА С ПОМОЩЬЮ МНОГОСЕКЦИОННЫХ НАКЛАДНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ</b> <i>А.М. Науменко, А.А. Джежора</i> .....	66
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ РАЗНОУСАДОЧНЫХ ВОЛОКОН В ЛЕНТЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКООБЪЕМНОЙ ПРЯЖИ</b> <i>С.А. Ольшевский, С.С. Медвецкий</i> .....	73
<b>АНАЛИЗ СИСТЕМ ВВОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> <i>Ю.В. Полозков</i> .....	78

<b>СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПРОДУКТАХ</b>	
<i>Д.Б. Рыклин, А.Е. Авсеев</i> .....	83
<b>АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<i>М.В. Сех, В.И. Ольшанский</i> .....	89
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ ТЕРМОСКРЕПЛЕНИЯ</b>	
<i>Н.В. Скобова, И.В. Коркенец</i> .....	98
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ</b>	
<i>Н.В. Скобова, И.Б. Куприянова</i> .....	103
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ХАРАКТЕРА ДЕФОРМАЦИИ ВЕРХА ОБУВИ ОБТЯЖНО-ЗАТЯЖНОГО МЕТОДА ФОРМОВАНИЯ</b>	
<i>С.Л. Фурашова, А.Н. Антоненко, К.А. Загайгора, В.Е. Горбачик</i> .....	108
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СВОЙСТВ ВОРСОВОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА</b>	
<i>В.П. Шелепова, А.В. Чарковский, О.В. Глазкова</i> .....	114

## **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОФОБНОЙ ОТДЕЛКИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<i>А.А. Борисова, С.А. Рейхмане, В.П. Рассказова</i> .....	121
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАКОВ БЕЛОРУССКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	
<i>А.В. Бусел, Н.П. Матвейко, А.О. Кальска</i> .....	127
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНО-СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ</b>	
<i>Ю.П. Вербицкая, А.С. Дягилев</i> <i>(работа выполнена под руководством А.Г. Когана)</i> .....	132
<b>СИНТЕЗ МЕДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗИМИДАЗОЛА</b>	
<i>Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, С.Г. Стёпин</i> .....	137
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНО-СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ</b>	
<i>А.М. Карпеня, Ю.П. Вербицкая, Е.М. Коган</i> <i>(работа выполнена под руководством А.Г. Когана)</i> .....	144
<b>ОСАЖДЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КИСЛОТНОГО КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОГО ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА</b>	
<i>И.Ю. Козловская, В.Н. Марцуль</i> .....	149
<b>ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ</b>	
<i>Н.П. Матвейко, С.К. Протасов</i> .....	155
<b>ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ ИЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ</b>	
<i>А.П. Платонов, А.А. Трутнёв, С.Г. Ковчур</i> .....	161
<b>ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ</b>	
<i>В.Е. Савенок, О.Н. Минаева</i> .....	166

<b>ВЛИЯНИЕ СШИВАЮЩЕГО АГЕНТА НА ВОДОРАСТВОРИМОСТЬ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО</b> <i>В.Г. Солдаткина, И.М. Романовская, Т.В. Минченко, А.В. Чарковский, И.М. Тхорева</i> .....	173
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФТАЛЕВОГО И МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ</b> <i>Н.С. Черкес</i> .....	178

## ЭКОНОМИКА

<b>ПРЕДПОСЫЛКИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКАМИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> <i>А.А. Быков, Т.Г. Авдеева</i> .....	183
<b>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ НАУЧНОЙ СФЕРЫ: ВЕДУЩИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ</b> <i>Т.И. Волкова</i> .....	190
<b>ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМЫ КРЕДИТОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ ОАО «АСБ БЕЛАРУСБАНК»</b> <i>Е.В. Грузинская</i> .....	197
<b>КОНКУРЕНТНЫЕ ПОЗИЦИИ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ</b> <i>Л.А. Платонова</i> .....	204
<b>МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРТНЕРСКИХ ОТНОШЕНИЙ В АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b> <i>Г.А. Яшева, О.М. Шерстнева</i> .....	210
<b>РЕФЕРАТЫ</b> .....	219
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	227

# CONTENT

<b>RISK LOWERING IN THE PROCESS OF TAKING THE CLOTHES DESIGN DECISIONS</b>	
<i>Botezat L.A.</i>	9
<b>CHANGING OF FIBERS PROPERTIES IN TECHNOLOGICAL PROCESS OF OE ROTOR SPUN FLAX YARN PRODUCRION</b>	
<i>Vasiliev R. A., Ryklin D.B.</i>	15
<b>TECHNOLOGY OF SPECIAL FINISHING OF DECORATIVE COMPOSITE MATERIALS</b>	
<i>Volotova V.S., Jasinskaja N.N., Kogan A.G.</i>	23
<b>THE ANALYZE OF PROPERTIES OF DOMESTIC FLAX FIBERS USED FOR MANUFACTURING OF YARNS OF MEDIUM LINEAR DENSITY</b>	
<i>Grishanova S.S.</i>	29
<b>INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF A TATTERED CARDING FLAX CARDING MACHINES OF DIFFERENT BRANDS</b>	
<i>Grishanova S.S., Konopatov E.A., Kogan A.G., Aliseevich S.O.</i>	33
<b>AUTOMATION OF A CHOICE OF A TEMPLATE OF THE TECHNOLOGICAL CHAIN OF YARN PRODUCTION</b>	
<i>Kazakov V.E.</i>	38
<b>RESEARCH AND DEVELOPMENT OUT OF METHODS OF CONSTRUCTION AND VISUALIZATION REFUELING DRAWING OF FABRICS WITH USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES</b>	
<i>Kazarnovskya G. V., Abramovich N.A., Samutina N.N.</i>	44
<b>TO THE CALCULATION OF GLUE CONNECTION</b>	
<i>Kalinin A.A., Siwucha A.W.</i>	50
<b>THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF THERMO RESISTANT ELECTRO CONDUCTIVE YARNS AND THREADS FOR FABRICS OF SPECIAL PURPOSES</b>	
<i>Kostin P.A., Zamastotsky Y.G., Kogan A.G.</i>	56
<b>MEASUREMENT OF DIELECTRIC PERMITTIVITY OF COTTON, FLAX FIBRES AND COTTON/FLAX BLENDS BY MEANS OF FRINGING ELECTRIC FIELD SENSORS</b>	
<i>Navumenka A.M., Jezhora A.A.</i>	64
<b>DETERMINATION OF MIXING QUALITY OF DIFFERENT SHRINKAGE FIBERS IN THE SLIVER BY MANUFACTURING OF HIGH-BULK YARN</b>	
<i>Olshesky S.A., Medvetsky S.S.</i>	71
<b>THE ANALYSIS OF SYSTEMS OF THE GEOMETRICAL INFORMATION INPUT FOR CAD DESIGNING OF IRREGULAR FORM OBJECTS AT THE LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES</b>	
<i>Polozkov Yu. V.</i>	76
<b>METHOD OF MIXING IRREGULARITY INDEX EVALUATION FOR BLENDED FIBROUS PRODUCTS</b>	
<i>Ryklin D.B., Avseev A.E.</i>	81

<b>AERODYNAMIC WAY OF FORMATION OF MULTILAYERED MATERIALS</b>	
<i>Sekh M.V., Olshansky V.I.</i>	86
<b>THE EXPERIMENTAL RESEARCHING OF MANUFACTURING OF NONWOVENS BY THERMAL BONDING</b>	
<i>Skobova N.V., Korkenetz I.V.</i>	94
<b>THE EXPERIMENTAL RESEARCHING OF COMBED YARN ON THE ROTOR SPINNING MACHINE</b>	
<i>Skobova N.V., Kupriyanova I.B.</i>	99
<b>RESEARCH OF SIZE AND CHARACTER OF DEFORMATION OF TOP OF FOOTWEAR COVERING-THE LONG METHOD OF FORMATION</b>	
<i>Furashova S.L., Antonenko A.N., Zagajgora K.A., Gorbachik V.E.</i>	104
<b>RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING AND NAP KNITTED FABRIC PROPERTIES</b>	
<i>Shelepova V.P., Charkovsky A.V., Glazkova O.V.</i>	110
<b>PROSPECTS OF APPLICATION OF HYDROPHOBIC FINISHING FOR CELLULOSE CONTAINING TEXTILE MATERIALS</b>	
<i>Borisova A.A., Reihmane S.A., Raskazava V.P.</i>	116
<b>ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF BELARUS METALLURGICAL PLANT SLAG IN ROAD CONSTRUCTION</b>	
<i>Busel A.V., Matveiko N.P., Kalyska A.O.</i>	122
<b>OPTIMUM PARAMETRES IN THE ORGANIC/SYNTHETIC FIBROUS PLATES MANUFACTURING</b>	
<i>Verbitskaya Y.P., Dyagilev A.S.</i>	127
<b>SYNTHESIS OF COOPER COMPLEXES OF BENZIMIDASOLE DERIVATIVES</b>	
<i>Dikusar E.A., Potkin V.I., Stepin S.G.</i>	132
<b>RESEARCH OF THE BINDING MATERIAL AND FORMATION OF ORGANO-SYNTHETIC FIBROUS PLATES</b>	
<i>Karpenja A.M., Verbitskaya Y.P., Kogan E.M.</i>	137
<b>PRECIPITATION OF REAR-EARTH ELEMENTS FROM ACID LIQUOR OF HYDROCARBON CRACKING ZEOLITE-CONTAINING DEAD CATALYS</b>	
<i>Kazlouskaya I.U., Martcul W.N.</i>	142
<b>ELECTROMETRIC DEFINITION OF COPPER IN FOODSTUFF</b>	
<i>Matveiko N.P., Protasov S.K.</i>	148
<b>THE MANUFACTURE OF CONSTRUCTION PIGMENTS FROM INORGANIC WASTE OF DISIRON STATION AND THERMAL POWER PLANT</b>	
<i>Platonov A.P., Trutnirov A.A., Kovchur S.G.</i>	153
<b>THE MANUFACTURING OF CONSTRUCTION PIGMENTS FROM INORGANIC WASTE OF DISIRON STATION AND THERMAL POWER PLANT</b>	
<i>Platonov A.P., Trutnirov A.A., Kovchur S.G.</i>	159
<b>INFLUENCE OF THE SEWING AGENT ON WATER SOLUBILITY OF THE POLYMERIC FILM CONTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE</b>	
<i>Soldatkina V.G., Romanovskay I.M., Minchenko T.V., Charkovsky A.V., Tkhoreva I.M.</i>	165

<b>DETERMINATION OF PHTHALIC AND MALEIC ANHYDRIDE IN THE JOINT PRESENCE OF GAS CHROMATOGRAPHY</b>	
<i>Cherkes N.S.</i>	170
<b>BACKGROUNDS AND MAIN PROBLEMS OF VALUE CHAIN MANAGEMENT IN LIGHT INDUSTRY</b>	
<i>Bykov A.A., Avdeeva T.G.</i>	175
<b>INTELLECTUAL PRODUCTS IN THE SPHERE OF SCIENCE: KEY DETERMINANTS OF COMMERCIALIZATION</b>	
<i>Volkova T.I.</i>	182
<b>TOOLKIT OF SYSTEM OF CREDITING ON AN EXAMPLE OF A CREDIT PORTOFOLIO OF LEGAL PERSONS OF OPEN SOCIETY "BELARUSBANK"</b>	
<i>Gruzinskaya Y. V.</i>	189
<b>THE COMPETITIVE POSITION OF REGIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION</b>	
<i>Platonova L. A.</i>	196
<b>METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE PARTNERSHIP RELATIONS IN THE ACTIVATION OF INNOVATION DEVELOPMENT IN REGIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS</b>	
<i>Yasheva H.A., Sherstneva O.M.</i>	202

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

---

УДК 687.016 : 005.52

## СНИЖЕНИЕ РИСКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ ОДЕЖДЫ

*Л.А. Боев*

Для повышения эффективности процессов принятия решений в различных сферах деятельности используются теория и методы управления рисками [1]. Анализ определений термина «риск» показал, что в процессе выбора проектно-конструкторских решений (ПКР) одежды также существуют рисковые ситуации, черты которых принципиально не отличаются от других случаев.

ПКР одежды являются незапрограммированными, т.к. практически не существует конкретных инструкций, стандартов по последовательности и этапам их выбора. Поэтому с целью выбора основного ПКР, как правило, разрабатывают несколько эскизных предложений новых моделей одежды – альтернативных вариантов.

В связи с существованием ранее созданных изделий-аналогов в ряде случаев используются типовые решения, аналогичные проектируемым, из которых выбирается оптимальный, но не новый вариант ПКР. Однако использование в проектировании одежды таких решений недостаточно, поскольку они не всегда приемлемы из-за быстро меняющихся требований потребителей, изменения размерной типологии, субъективных особенностей и отсутствия единого мнения у лиц, принимающих решения.

Современное развитие стиля и моды в одежде предполагает отход от классических решений и использование нестандартных, оригинальных, креативных вариантов. Процессы, происходящие в современном мире моды, трудно-формализуемы, и принятие принципиально нового решения сопровождается риском, поскольку имеет место ряд различных альтернатив.

Целью данной работы является анализ рисков, возникающих в процессе принятия ПКР одежды, и разработка концепции их снижения.

Для достижения цели работы были поставлены задачи: изучить процессы принятия ПКР одежды и предложить концепцию снижения рисков в процессе проектирования одежды.

Поставленные задачи решались на примере женской верхней одежды – костюмов и демисезонных пальто.

Установлено, что специфическими источниками риска в процессе проектирования одежды являются:

- неверное определение требований потребителей к одежде,
- непонимание современного стиля и моды в одежде,
- ошибка при установлении критериев выбора базовой основы,
- неточности моделирования,
- недостаточная квалификация лица, принимающего решение.

К дополнительным условиям, создающим рисковую ситуацию, отнесено наличие неопределенности при решении задачи многокритериального выбора оптимальных ПКР одежды и необходимость выбора альтернативы художественных, конструкторских, технологических и других решений.

В работе предложена модель системы управления рисками, возникающими в процессе разработки новых моделей одежды. Основные характеристики указанной системы следующие:

- управление рисками осуществляется на этапах предпроектных исследований (идентификации проблемы) и в процессе проектирования - принятия ПКР (художественных, конструкторских, технологических); при этом устанавливается информация о структуре объекта проектирования и выявляются возможные рисковые ситуации;

- комплексная задача разработки новых моделей одежды разбивается на более простые компоненты;

- в связи с наличием неформализуемых проблемных ситуаций используются экспертные методы принятия решений;

- для формализации процедуры принятия решений используются табличные методы, причем они являются едиными для изделий различного ассортимента;

- применяется метод аналогии с рассмотрением альтернатив новых решений в сочетании с ранее принятыми; для этого на основе прошлого опыта решений задач проектирования подтверждается объективность выбора соответствующих показателей изделий-аналогов;

- оптимальный вариант решения выбирается с учетом внутренних и внешних факторов, характеризующих одежду как объект проектирования и предмет личного пользования;

- для принятия ПКР одежды используются различные виды информации – постоянная (размерная типология населения, сведения о ранее созданных моделях-аналогах), переменная (перспективное направление моды на текущий сезон; потребительские предпочтения к одежде), текстовая (техническая документация), графическая (чертежи конструкций), нормативная (ТНПА), статистическая (результаты социологических, маркетинговых исследований) и др.

В работе установлено, что в основу снижения рисков на стадии проектирования швейных изделий должно быть положено:

- использование методов экспертных оценок для выбора оптимального ПКР,
- проведение маркетинговых исследований,
- осуществление статистического анализа конструкторских решений моделей-аналогов.

В данной работе проведена экспертная оценка, целью которой явилось определение значимости основных показателей внешнего вида женского демисезонного пальто. В качестве оцениваемых показателей на основании информационных источников приняты следующие: колористическое решение материала, волокнистый состав ткани, силуэт, покрой, декоративные элементы, вид застежки. Экспертами явились ведущие специалисты – инженеры–конструкторы и технологи швейного производства. При этом были установлены наиболее значимые варианты ПКР (силуэт; вид ткани; колористическое решение) и наименее значимые (покрой; декоративные элементы; вид застежки).

Результаты экспертной оценки были использованы для сопоставления ранее созданных ПКР моделей-аналогов с потребительскими предпочтениями и рекомендациями ведущих специалистов центра моды.

Были приняты следующие определения:

- ТБМА – теоретическая базовая модель–аналог – среднестатистическая модель одежды, полученная на основе данных о наиболее часто встречаемых вариантах ПКР на предприятии;

- БМА – базовая модель-аналог, ранее созданная на предприятии, наиболее полно соответствующая теоретической базовой модели;

- МПП – модель потребительских предпочтений, полученная в результате маркетингового исследования.

Для разработки МПП были проведены маркетинговые исследования. При этом применялось выборочное анкетирование, охватывающее 100 человек (7 % мужчин, принимающих участие в выборе изделий, и 93 % женщин). В результате

был выявлен психологический портрет потребителей одежды (пол, возраст, образование, семейное положение), а также определены требования, предъявляемые к ПКР женского демисезонного пальто. По возрастному признаку респонденты разделились следующим образом: до 21 года – 52 %, 22 – 35 лет – 40 %, 36 – 55 лет – 4 %. По роду занятий: 74 % студентов и учащихся; 14 % занимаются профессиональной деятельностью, 12 % одновременно занимаются профессиональной деятельностью и обучением.

Установлено, что в ряде случаев мнения мужчин и женщин относительно требований к одежде совпадают. Предпочитаемые варианты ПКР представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты потребительских предпочтений к женскому демисезонному пальто

Наименование ПКР	Предпочитаемый вариант решения	Мужчины	Женщины	Все
1	2	3	4	5
Силуэт	полуприлегающий	3	44	47
Вид ткани	шерстяная (чистощерстяная, полушерстяная)	7	85	85
Колористическое решение основной ткани	однотонное светлых тонов	1	43	44
Колористическое решение подкладочной ткани	в тон основной ткани	5	45	50
Конструктивное решение спинки и переда	наличие вертикальных членений (рельефов, вытачек и др.)	7	75	82
Вид воротника	стояче-отложной	1	54	55
Вид рукавов	втачные	5	73	78
Наличие карманов	да	7	88	95
Вид карманов	прорезные	2	57	59
Наличие отделочных строчек	да	5	76	81
Цвет отделочных строчек	в тон основного материала	7	74	81
Наличие декоративных элементов	да	4	73	81
Предпочитаемые декоративные элементы	пояс	5	57	62
Вид застежки	центральная	4	52	56
Вариант застежки	на пуговицы	6	79	85

На основе вариантов потребительских предпочтений определена МПП – пальто женское демисезонное полуприлегающего силуэта из полушерстяной ткани. Колористическое решение основной ткани – светлые тона, подкладочной – в цвет основной. Спинка и перед с вертикальными членениями, рукава двухшовные длинные, воротник – стойка, карманы прорезные, отделочная строчка в тон основной ткани.

Характеристика проектно-конструкторских решений МПП была использована для сопоставления с БМА женского демисезонного пальто, изготавливаемого на ОАО «Вяснянка».

Для разработки ТМБА и установления БМА был проведен статистический анализ ПКР моделей-аналогов женских демисезонных пальто, ранее созданных на предприятии ОАО «Вяснянка», в результате которого определена частота встречаемости вариантов ПКР (таблица 2).

Таблица 2 – Частота встречаемости ПКР в моделях-аналогах на ОАО «Вяснянка»

Вид ПКР	Частота встречаемости, %
– п/прилегающий	75
– прямой	15
– трапецевидный	10
Вид ткани	
– шерстяная (чистошерстяная, полушерстяная)	90
– кашемир	5
– драп	5
Колористическое решение: основной ткани	
– однотонное светлых тонов	30
– однотонное темных тонов	45
– в рисунок	10
– в клетку	15
подкладочной ткани	
– под тон основной ткани	90
– контрастное с основной тканью	10
Вид членения	
Спинки	
– наличие среднего шва	70
– отсутствие среднего шва	30
– наличие кокетки	10
– наличие рельефа, идущего от плечевого шва	70
– наличие рельефа, идущего от проймы	45
– наличие рельефа, идущего от кокетки	10
– наличие отрезной талии	10
Перед	
– наличие кокетки	10
– наличие рельефа, идущего от плечевого шва	50
– наличие рельефа, идущего от проймы	55
– наличие рельефа, идущего от кокетки	10
– наличие отрезной талии	10

Окончание таблицы 2

1	2
<b>Вид воротника</b>	
– пиджачного типа	45
– стойка	25
– стояче-отложной	25
– шаль	5
<b>Вид рукава</b>	
– втачной двухшовный	90
– реглан	5
– цельнокроеный	5
<b>Карманы</b>	
– накладные	10
– в швах	25
– прорезные	30
<b>Предпочитаемый цвет отделочных строчек</b>	
– в тон основного материала	100
<b>Декоративные элементы</b>	
– наличие пояса	45
– наличие хлястика	10
– наличие шлицы на рукаве	15
– наличие манжеты на рукаве	5
– наличие хлястика на рукаве	10
<b>Вид застежки</b>	
– застежка центральная	70
– застежка смещенная	30

ТБМА представлена на основе наиболее часто встречаемых ПКР – пальто женское демисезонное с центральной застежкой, полуприлегающего силуэта, из шерстяной ткани. Перед с рельефами, идущими от пройм и плечевых швов, с прорезными карманами. Спинка со средним швом и рельефами, идущими от плечевых швов. Колористическое решение основной ткани – темных тонов, подкладочной ткани – в тон основной. Рукава втачные двухшовные, воротник пиджачного типа. Используется съемный пояс, отделочные строчки в тон основного материала.

В качестве базового изделия-аналога было использовано ранее разработанное изделие (БМА), обладающее наилучшими потребительскими и промышленно-экономическими свойствами, ПКР которого в наибольшей степени соответствовали ТБМА.

В соответствии с указанным в качестве базовой модели-аналога для дальнейшего проектирования принята модель женского демисезонного пальто полуприлегающего силуэта из шерстяной ткани; колористическое решение основной ткани – светлых тонов, подкладочной – в цвет основной; наличие на переде и спинке вертикальных членений; воротник – стояче-отложной; рукава втачные двухшовные длинные; перед с прорезными карманами; отделочная строчка в тон основной ткани; наличие декоративного элемента – пояса.

Разработаны матрицы потребительских предпочтений к одежде и матрицы структурирования характеристик качества готовых изделий. Матрица структурирования характеристик готовых изделий переводит выходные данные (т.е. контрольные характеристики конечного продукта) из матрицы потребительских

предпочтений в качественные характеристики конечного продукта. Разработка данных матриц должна осуществляться на ранних стадиях проектирования новых моделей одежды.

Использование данных способствует уменьшению рисков на всех стадиях проектирования новых моделей одежды.

Структура матрицы потребительских предпочтений следующая: горизонтальные строки (входы в матрицу) – перечень потребительских требований; столбцы (верхние входы) – контролируемые параметры, характеристики конечного продукта (швейного изделия). Для характеристики степени связи между потребительскими требованиями и контролируемыми характеристиками качества применялся набор символов, определяющих место в рейтинге, занимаемое контролируемой характеристикой одежды: чем выше место, тем предпочтительнее использование данной характеристики в процессе создания новой модели одежды.

При этом потребительские предпочтения сопоставлялись с характеристиками БМА. Цель оценки – перевод потребительских требований к ограниченному набору контролируемых характеристик и установление МПП.

Далее устанавливалась связь между потребительскими предпочтениями (МПП) и контрольными характеристиками (в данном случае требованиями моды), которая визуально идентифицировалась на пересечении соответствующих строк и столбцов в матрице структурирования характеристик готовых изделий. Идентифицированные контрольные характеристики последовательно включались в матрицы структурирования характеристик готовых изделий (столбцы), так же как и характеристики (параметры) модели-аналога (строки).

Оценка соответствия ПКР базовой модели и МПП осуществлялась на основе ранее полученных данных экспертного опроса специалистов (силуэт, вид ткани, колористическое решение). В результате установлено, что показатели БМА и МПП имеют различия только по колористическому решению основной ткани и виду воротника.

Таким образом, МПП способствует выявлению наиболее важных для потребителя определённого рыночного сегмента качественных характеристик. Ограничениями являются конкретные возможности производства.

Полученные данные были использованы для создания рациональных коллекций новых моделей женских демисезонных пальто. Для проектируемых изделий была разработана проектно-конструкторская документация, изделия выполнены в материале.

В результате выполнения работы установлено следующее:

- в процессе принятия различных решений на всех этапах жизненного цикла изделий необходимо осуществлять оценку степени риска; полное устранение риска невозможно в силу ряда причин как объективного, так и субъективного характера;
- развитие принципов формирования промышленных коллекций одежды должно быть основано на концепции снижения рисков в процессе проектирования; отправной точкой должны служить предпроектные исследования рынка и потенциальных потребителей, на основе которых формируется техническое задание на проектирование.

Использование предложенных в работе теоретической и базовой моделей-аналогов, а также модели потребительских предпочтений повышает объективность процесса контроля соответствия характеристик готового изделия требованиям потребителей, моды и существующим рациональным техническим решениям. При этом появляется возможность обоснования необходимости моделирования новых изделий либо частичного изменения уже существующих проектных решений. Указанное позволяет уменьшить такой источник рисков, как неопределённые или неверно установленные ПКР.

Выполненная работа показала, что применительно к конструированию одежды необходима разработка принципов и методов научного обоснования алгоритмов

управления рисками. Предложенная концепция формирования промышленных коллекций одежды способствует уменьшению степени риска в процессе принятия художественных и конструкторских решений одежды.

#### Список использованных источников

1. Кусакин, Н. А. Методология менеджмента рисков / Н. А. Кусакин, Л. Н. Разумовская // Новости. Стандартизация и сертификация. – 2006. – № 6. – С. 47-51.
2. Вязигин, В. М. Совершенствование методологии проектирования автокомпонентов с применением технологии структурирования функции качества / В. М. Вязигин, Н. Ю. Бербасова // Новости. Стандартизация и сертификация. – 2006. – № 6. – С. 52-58.

*Статья поступила в редакцию 09.11.2009 г.*

#### SUMMARY

The analysis of the risky situations arising in the course of taking of design decisions of clothes is made in the article. The concept of risk decrease is offered. Criteria and alternatives in the course of a variants choice are concretized. The assortments of clothes actual for start in manufacturing, are defined. Consumer preferences in the most significant artistic and design signs of projected products for youth group of consumers are established. Comparison of the characteristics preferred by consumers, with product analogue - characteristics is executed.

УДК 677.022.484.4

### **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПРЯДЕНИЯ**

***Р.А.Алиев В.М.ДБ***

На современном этапе развития сырьевой базы отечественной текстильной промышленности особое место принадлежит льняному волокну. В связи с этим в производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» разработан технологический процесс получения льняной пряжи пневмомеханическим способом прядения из котонизированного льняного волокна. Данная технология основана на использовании современного оборудования фирмы Rieter (Швейцария) и предполагает расширение области применения короткого льняного волокна, которое ранее применялось только для изготовления тканей технического и тарного назначения.

В процессе котонизации происходит существенное приближение свойств льняного волокна к свойствам хлопка (табл. 1), что позволяет осуществлять его переработку на оборудовании, традиционно применяемом в хлопкопрядении. Однако, анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что котонизированное волокно в 5 раз отличается от хлопка по линейной плотности и содержит повышенное количество волокна, длина которого превышает 45 мм.

Таблица 1 – Характеристика котонизированного льняного волокна

Наименование показателя	Исходное короткое льняное волокно – короткое льняное волокно № 4	Волокно, получаемое на линии котонизации	Волокно в настиле чесальной машины
Линейная плотность, текс	8 – 12	0,7 – 0,8	0,6 – 0,8
Средняя массодлина, мм	250 – 280	30 – 33	28 – 30
Содержание коротких волокон (короче 15 мм), %	–	4 – 17	7 – 20
Содержание длинных волокон (более 45 мм), %	65 – 70	18 – 21	15 – 18
Максимальная длина волокна, мм	780	63	58
Засоренность, %	12 – 15	2 - 3	0,7 – 1,5

Предварительные теоретические и экспериментальные исследования процесса формирования льняной пряжи пневмомеханическим способом прядения показали, что для повышения ее качественных характеристик необходимо максимально снизить линейную плотность волокна при уменьшении степени снижения его прочности [1].

Расщепление льняного волокна продолжается и после его котонизации на очистителях, входящих в состав поточной линии «кипа – лента», на чесальной машине и в процессе дискретизации на пневмомеханической прядильной машине. В результате оптимизации процесса очистки достигнуто существенное изменение свойств льняного волокна, подаваемого на питание чесальной машины (табл. 1) [2]: в 2 – 3 раза снижена засоренность волокна, на 3 % уменьшено количество длинных волокон, на 5 мм уменьшена максимальная длина волокна. Однако указанных изменений недостаточно для эффективной переработки льняного волокна на хлопкопрядильном оборудовании.

Целью исследований, проводимых на данном этапе работ, являлось определение влияния изменения расщепленности волокон в процессе кардочесания и дискретизации на свойства льняной пряжи.

На следующем этапе работы проведены совместные исследования процессов кардочесания на машине С 60 и прядения на пневмомеханической прядильной машине R 40 при производстве льняной пряжи линейной плотности 110 текс.

При проведении исследований использовано короткое льняное волокно № 4, прошедшее котонизацию и переработку на очистителях поточной линии при параметрах, рекомендованных на основании проведенных ранее исследований.

Необходимость комплексных исследований работы двух машин связана с тем, что на обоих исследуемых этапах переработки льняного волокна происходит его расщепление, укорочение и ослабление. При этом недостаточно высокая эффективность работы одной из машин может компенсироваться в процессе переработки волокна на другой машине. Корреляционный анализ результатов предварительных исследований показал:

- с увеличением средней массодлины волокна в ленте повышается неровнота пряжи по линейной плотности на коротких отрезках;
- неровнота ленты на коротких отрезках ведет к повышению неровноты пряжи на метровых отрезках, что косвенно способствует снижению разрывного удлинения пряжи.

Остальные недостатки чесальной ленты частично устраняются в процессе ее переработки на прядильной машине.

Работа чесальной машины характеризуется широким кругом регулируемых параметров, влияющих не только на эффективность разделения клочков на отдельные волокна, но и на смешивающий и выравнивающий эффект, а также на процент кардных очесов. Среди всех заправочных параметров для проведения экспериментальных исследований были выбраны следующие:

- частота вращения главного барабана;
- скорость движения шляпок.

Повышение частоты вращения главного барабана является одним из условий повышения производительности чесальных машин. Известно, что при увеличении частоты вращения главного барабана повышается эффективность разъединения волокон, очистки их от сорных примесей и пороков волокон в зоне между главным барабаном и шляпками. Это обусловлено повышением центробежных сил, действующих на расчесываемые пучки волокнистой массы. Благодаря этому большее число сорных примесей и пороков волокон перелетает в гарнитуру шляпок и выводится в шляпочном очесе. Возрастает также частота перехода пучков с главного барабана на шляпки и интенсивность их расчесывания.

Одновременно с изменением частоты вращения главного барабана необходимо изучить влияние на эффективность процесса кардочесания скорости шляпок, так как соотношение скоростей кардных поверхностей влияет на разъединение клочков волокон и на время нахождения волокна в зоне основного чесания.

При проведении исследований скорость шляпок регулировалась изменением диаметра шкива ( $WD$  – 66 и 90 мм), от которого зависит соотношение скорости движения шляпок и частоты вращения главного барабана. Это соотношение равно длине отрезка дуги, которую проходит шляпочное полотно за 1 оборот главного барабана. При  $WD = 90$  мм это соотношение равно 0,434 мм, а при  $WD = 66$  мм скорость движения шляпок снижается и данное соотношение снижается до 0,328 м, что ведет к увеличению дуги чесания, а также времени нахождения волокна в зоне основного чесания.

Результаты экспериментальных исследований процесса кардочесания котонизированного льняного волокна представлены в таблице 2, в которой приведены показатели ленты линейной плотности 6 ктекс с модуля RSB, агрегированного с чесальной машиной С60.

Анализ полученных данных показал, что лента, наработанная при большем значении длины дуги, проходимой шляпками за время 1 оборота главного барабана, имеет более высокую неровноту по линейной плотности на коротких отрезках, что связано с уменьшением времени обработки волокна в зоне основного чесания. Увеличение частоты вращения главного барабана ведет к уменьшению процентного содержания длинных волокон и увеличению процентного содержания коротких волокон. Во всех экспериментальных вариантах засоренность ленты не превышала максимально допустимого значения, составляющего для пневмомеханического прядения 0,4 %.

Наилучшие характеристики волокна достигнуты в лентах, полученных при заправочных параметрах опытов № 2 и № 6. Это выражается в минимальной линейной плотности волокна при относительно невысоком процентном содержании длинных волокон (менее 25 %).

Однако данные показатели могут существенно изменяться в процессе переработки ленты на пневмомеханической прядильной машине. В процессе дискретизации льняное волокно может не только укорачиваться, но и расщепляться. Короткие волокна частично удаляются в сороотводящий канал. За счет циклического сложения дискретных слоев волокон в желобе прядильной камеры существенно меняются параметры неровноты пряжи.

Кроме того, лента, полученная в опыте № 6, содержит повышенное количество коротких волокон (15,38 %), что в процессе последующей переработки может привести к повышению неровноты пряжи по линейной плотности и снижению ее прочностных характеристик.

В связи с этим проведены исследования по оптимизации процесса получения льняной пряжи линейной плотности 110 текс из всех опытных вариантов чесальной ленты.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований работы чесальной машины С60

Номер варианта ленты	1	2	3	4	5	6
Диаметр шкива $WD$ , мм	90			66		
Параметры заправки чесальной машины						
Скорость главного барабана, мин <sup>-1</sup>	650	600	700	650	600	700
Скорость шляпок (расчетная), мм/мин	282	260	304	213	197	230
Длина дуги, которую проходит шляпочное полотно за 1 оборот главного барабана, мм	0,434			0,328		
Свойства чесальной ленты						
Квадратическая неровнота по линейной плотности: на коротких отрезках, %	11,38	11,64	13,59	13,36	13,96	13,48
на метровых отрезках, %	2,07	2,5	2,24	1,93	2,26	2,1
на 3-метровых отрезках, %	1,57	1,58	1,75	1,48	1,64	1,66
Линейная плотность волокна, текс	0,54	0,34	0,56	0,67	0,47	0,34
Содержание коротких волокон (<15 мм) в ленте, %	1,02	5,86	6,87	5,05	8,47	15,38
Средняя массодлина волокна, мм	38,07	38,07	26,94	32,44	51,25	32,49
Содержание длинных волокон (>40 мм) в ленте, %	38,87	22,76	22,2	14,32	33,68	17

В качестве варьируемых параметров работы пневмомеханической прядильной машины R 40 выбраны:

- частота вращения дискретизирующего барабанчика (7500 – 9000 мин<sup>-1</sup>);
- крутка пряжи (800 – 850 кр./м).

Указанные параметры определяют интенсивность основных процессов, осуществляемых на пневмомеханической прядильной машине: дискретизации питающей ленты, циклического сложения и кручения.

Известно, что интенсивность воздействия дискретизирующего барабанчика на бородку оценивается числом зубьев барабанчика, приходящихся на одно волокно, которое определяется по формуле:

$$S_{II} = \frac{n_{ДБ} Z l_{ВВ}}{T_{Л} V_{ПЦ} \cdot 1000}, \quad (1)$$

где  $n_{ДБ}$  — частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин<sup>-1</sup>;  $Z$  — число зубьев на поверхности дискретизирующего барабанчика;  $T_{Л}$  — линейная плотность ленты, текс;  $V_{ПЦ}$  — линейная скорость питающего цилиндра, м/мин;  $l_{ВВ}$  — средняя длина волокна, мм;  $T_{В}$  — линейная плотность волокна, текс;

Скорость питающего цилиндра без учета количества отходов, выделяемых в процессе дискретизации, можно определить по формуле:

$$V_{ПЦ} = \frac{V_{В} T_{ПР}}{T_{Л}}, \quad (2)$$

где  $V_B$  — скорость выпуска пряжи, м/мин;  $T_{ПР}$  — линейная плотность пряжи, текс.

Скорость выпуска пряжи рассчитывается как

$$V_B = \frac{n_{ПК}}{K}, \quad (3)$$

где  $n_{ПК}$  — частота вращения прядильной камеры, мин<sup>-1</sup>;  $K$  — крутка пряжи, кр./м.

Тогда скорость питающего цилиндра может быть определена по формуле

$$V_{ПЦ} = \frac{n_{ПК} \cdot T_{ПР}}{K T_L}. \quad (4)$$

Отсюда

$$S_{II} = \frac{n_{ДБ} \cdot K \cdot Z \cdot V \cdot V}{T_{ПР} \cdot n_{ПК} \cdot 1000}. \quad (5)$$

Таким образом, интенсивность дискретизации в равной степени зависит как от частоты вращения дискретизирующего барабанчика, так и от крутки пряжи при постоянной частоте вращения прядильной камеры. Необходимо отметить значительное сокращение диапазона круток, обеспечивающих стабильное формирование пряжи, по сравнению с процессом производства хлопчатобумажной или смесовой пряжи (для пряжи линейной плотности 110 текс – 800±50 кр./м).

Для определения влияния частоты вращения дискретизирующего барабанчика на качественные показатели чесальной ленты наработаны образцы пряжи с использованием двух вариантов лент: № 2 и № 6.

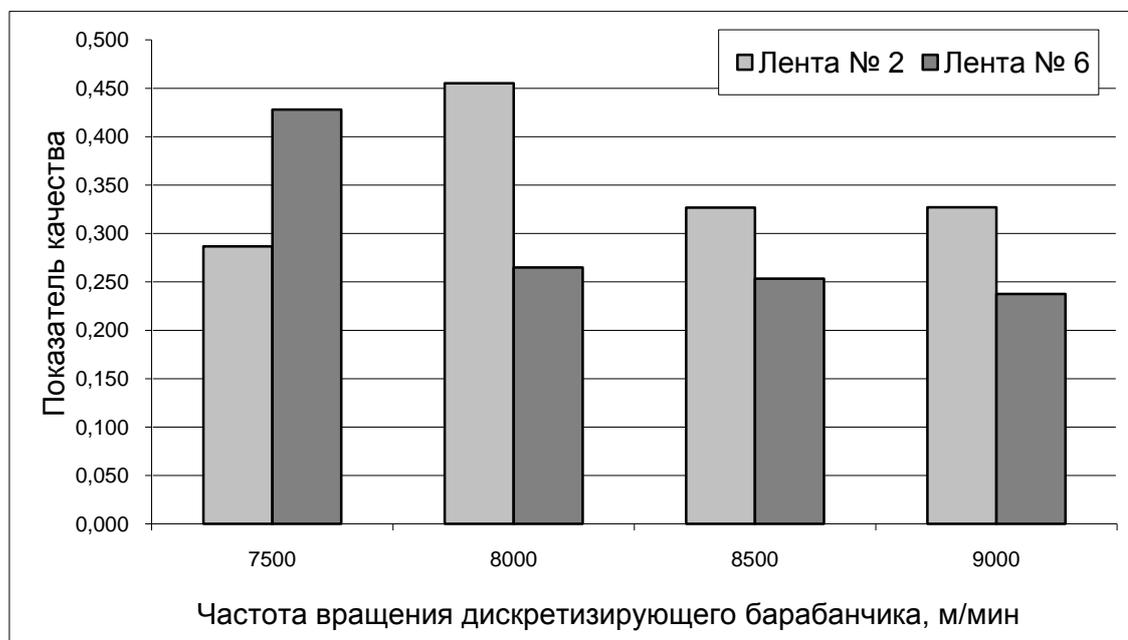


Рисунок 1 – Влияние частоты вращения дискретизирующего барабанчика на показатель качества льняной пряжи

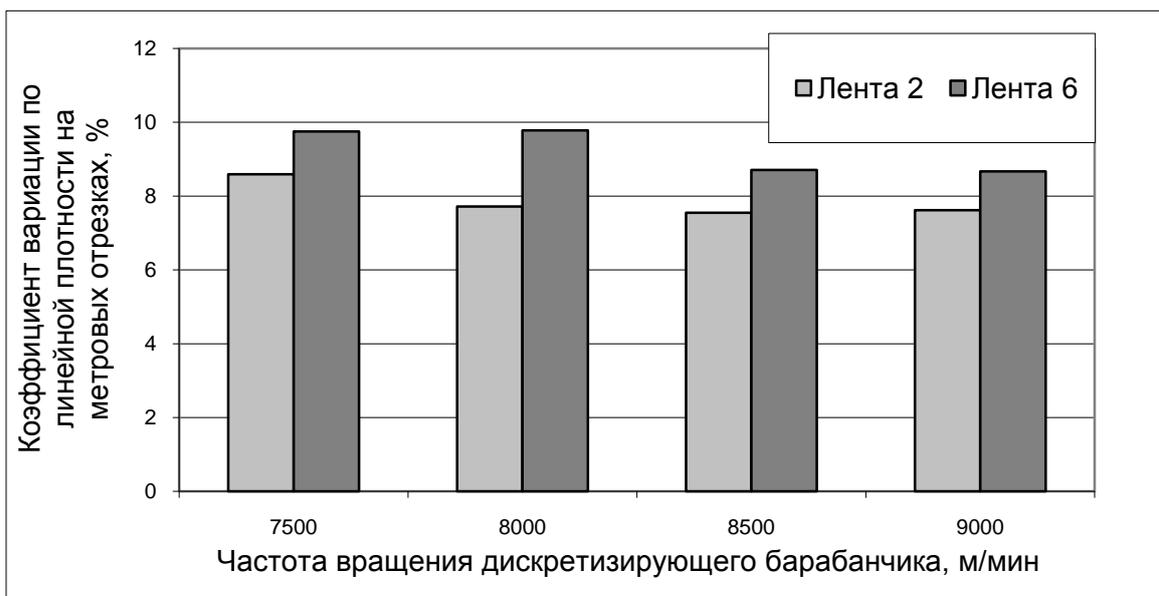


Рисунок 2 – Влияние частоты вращения дискретизирующего барабанчика на коэффициент вариации на метровых отрезках

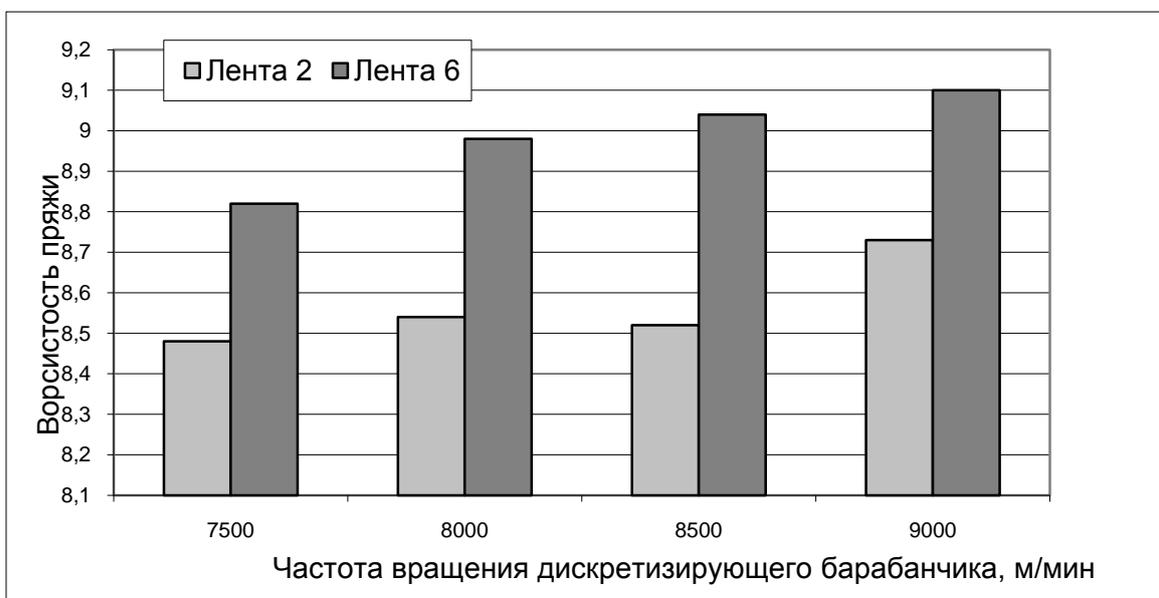


Рисунок 3 – Влияние частоты вращения дискретизирующего барабанчика на ворсистость льняной пряжи

Анализ графиков (рисунок 1 – 3) показал, что повышение интенсивности воздействия зубьев дискретизирующего барабанчика на льняное волокно приводит к снижению неровности пряжи по линейной плотности. Однако, как и предполагалось, неровность пряжи, полученной из ленты с повышенным содержанием коротких волокон (вариант № 6), выше неровности пряжи из ленты варианта № 2. Несмотря на снижение неровности пряжи показатель ее качества также снижается с повышением частоты вращения дискретизирующего барабанчика, что свидетельствует об увеличении степени повреждения волокон в процессе дискретизации. Повышение ворсистости пряжи свидетельствует как о расщеплении, так и об укорочении волокон в пряже, то есть об увеличении количества волокон в единице массы пряжи. Причем ворсистость пряжи из ленты

№ 6 на 5 % выше ворсистости пряжи из ленты № 4, что также связано с повышенным содержанием в ней волокон длиной менее 15 мм.

Таким образом, можно сделать вывод о нежелательности существенного повышения интенсивности дискретизации льняной ленты на прядильной машине, так как при этом повышается количество поврежденных и ослабленных волокон, что ведет к снижению ряда качественных показателей пряжи. Следовательно, для производства льняной пряжи пневмомеханического формирования соответствующего качества необходимо получить льняную ленту с минимальной линейной плотностью волокна, для того что бы в процессе дискретизации на льняное волокно оказывалось меньшее воздействие пыльчатой garniturой дискретизирующего барабанчика.

Можно сформулировать следующие требования к свойствам волокна в чесальной ленте. Для получения пряжи наилучшего качества необходимо стремиться к получению чесальной ленты с минимальной линейной плотностью волокна (не выше 0,4 текс). Средняя массодлина волокна в ленте не должна превышать 40 мм. В то же время укорочение волокон в процессе кардочесания без их достаточного расщепления не дает положительного эффекта.

В результате проведенных исследований определены варианты заправки машин, которые можно рассматривать в качестве оптимальных по различным критериям: прочность пряжи или показатель ее качества (таблица 3).

Таблица 3 — Характеристика оптимальных вариантов льняной пряжи линейной плотности 110 текс

Наименование показателя	Значение показателя	
Вариант заправки чесальной машины	2	6
<b>Условия оптимизации</b>		
Разрывная нагрузка	не ниже 5,5 сН/текс	максимальная
Неровнота по разрывной нагрузке	не выше 16 %	не выше 16 %
Показатель качества (Po/CvP)	максимальный	не учитывается
<b>Параметры работы прядильной машины</b>		
Частота вращения дискретизирующего барабанчика	8000 мин <sup>-1</sup>	7500 мин <sup>-1</sup>
Крутка пряжи	800 кр./м	800 кр./м
<b>Свойства пряжи</b>		
Линейная плотность	107,3 текс	105,1 текс
Относительная разрывная нагрузка	5,69 сН/текс	6,21 сН/текс
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке	12,5 %	14,5 %
Показатель качества	0,455	0,428
Разрывное удлинение	5,2 %	3,7 %
Неровнота по линейной плотности на коротких отрезках	26,75 %	25,98 %
Неровнота по линейной плотности на 1-метровых отрезках	7,72 %	9,75 %
Количество утолщений (+50 %) на 1 км	1945	1750
Количество утонений (-50 %) на 1 км	1913	1498
Количество непсов (+280 %) на 1 км	963	897
Ворсистость	8,5	9,0
Среднее квадратическое отклонение	2,6	2,8

Оба варианта льняной пряжи линейной плотности 110 текс пневмомеханического способа формирования соответствуют ТУ РБ 3300051814.187.2003 «Пряжа из лубяных волокон и их смесей с натуральными волокнами».

Однако следует отметить, что при наработке оптимального варианта пряжи из ленты № 6 обрывность была выше среднего значения, в то время как при переработке ленты № 2 обрывность оказалась минимальной. Этот факт объясняется тем, что пряжа, полученная из варианта ленты № 2, характеризуется меньшими значениями ворсистости и неровноты по разрывной нагрузке, а также большим разрывным удлинением.

Анализируя представленные результаты, можно отметить, что, несмотря на то, что в варианте ленты № 2 содержалось большее количество длинных волокон, незначительное повышение интенсивности их обработки на прядильной машине ведет к существенному снижению обрывности и повышению коэффициента полезного времени. Кроме того, увеличение разрывного удлинения пряжи в 1,4 раза позволяет повысить стабильность процессов ее последующей переработки.

Таким образом, на основании анализа результатов проведенных исследований определены следующие оптимальные параметры работы оборудования:

- чесальной машины С60:
  - частота вращения главного барабана – 600 мин<sup>-1</sup>;
  - расчетное значение скорости шляпочного полотна – 260 мм/мин;
- пневмомеханической прядильной машины R40:
  - частота вращения дискретизирующего барабанчика – 8000 мин<sup>-1</sup>;
  - крутка пряжи – 800 кр./м.

#### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований определено влияние параметров работы чесальных и пневмомеханических прядильных машин на свойства льняной пряжи линейной плотности 110 текс.

Определены требования, предъявляемые к чесальной ленте для ее эффективной переработки на пневмомеханической прядильной машине. Установлено, что существенное повышение интенсивности дискретизации питающей ленты на пневмомеханической прядильной машине нецелесообразно, так как к ведет к чрезмерному ослаблению и повреждению льняного волокна.

На основании анализа полученных результатов определены оптимальные параметры работы чесальных и прядильных машин, обеспечивающих максимальную стабильность процесса формирования и последующей переработки льняной пряжи.

#### Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Анализ факторов, оказывающих влияние на прочность льняной пряжи пневмомеханического способа прядения / Д. Б. Рыклин, Р. А. Васильев // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2009. – № 17. – С. 73 – 77.
2. Рыклин, Д. Б. Изменение структуры и свойств котонизированного льняного волокна в процессе переработки на машинах поточной линии «кипа – лента» / Д. Б. Рыклин, Р. А. Васильев, П. В. Мурычев // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, ноябрь 2009 г. Ч. 1 // УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – С. 43 – 46.

*Статья поступила в редакцию 15.04.2011 г.*

## SUMMARY

The requirements to the card sliver for its efficient processing at OE rotor spinning machines are determined. It is established that a substantial increase the intensity of discretisation of feeding sliver at OE rotor spinning machines rotor spinning machine leads to excessive weakening and damage of flax fibers. Based on the analysis of the results optimal settings of cards and spinning machines are obtained. These settings ensure maximum process stability of formation and subsequent processing of flax yarn.

УДК 677.11.027.62

## ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ДЕКОРАТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В.С. Власов, Н.Н. Яковлев, А.Г. Юган*

На кафедре «ПНХВ» УО «Витебский государственный технологический университет» разработана технология получения новых декоративных композиционных материалов из натуральных и химических текстильных нитей, которые, могут быть использованы для пошива сумок и обуви, в качестве декоративных элементов при отделке мебели, для производства жалюзи и ролл-штор, а также в качестве текстильных настенных покрытий. Технология включает в себя этапы, представленные на рисунке 1.

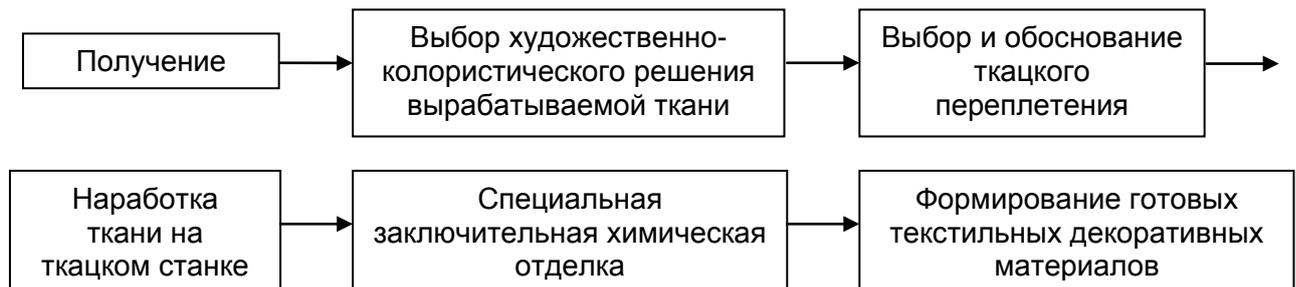


Рисунок 1 – Процесс получения текстильных декоративных материалов

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

Основным этапом получения декоративных композиционных материалов является заключительная отделка, применяемая для придания специальным свойствам декоративному текстилю (каркасность, водо-, масло-, грязеотталкивающие свойства).

Заключительную отделку тканей декоративного назначения проводят на сушильно-ширильной линии фирмы «Текстима» в производственных условиях ОАО «ВКШТ», технологическая схема которой представлена на рис. 2.

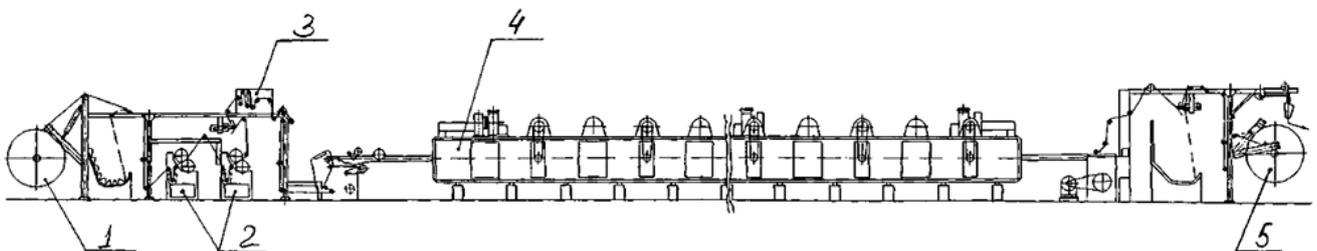


Рисунок 2 – Технологическая схема сушильно-ширильной стабилизационной машины фирмы «Текстима»

Технология нанесения аппретирующей композиции следующая: текстильный материал сматывается с раскатного устройства 1 (рис.1), проходит через двухвальную плюсовку 2, где пропитывается специальной аппретирующей композицией. Далее материал проходит установку исправления перекосов уточных нитей 3 и попадает в сушильно-ширильную машину 4, где происходит сушка и термофиксация текстильного материала. Затем готовый декоративный композиционный материал поступает в выборочное комбинированное устройство 5 и наматывается в рулон.

В связи с назначением текстильного декоративного материала ему требуется придание водо-, масло-, грязеотталкивающих свойств. Эта задача решается разнообразными способами, которые сводятся к образованию на отдельных волокнах новой поверхности со значительно более низким поверхностным натяжением, обладающей водо-, грязе- и маслоотталкивающими свойствами. При этом система макропор (межволоконное пространство) остается незатронутой. Водо-, масло-, грязеотталкивающие свойства текстильным материалам придают на стадии заключительной отделки, путём введения в аппретирующую композицию химического препарата, создающего на поверхности материала плёнку. В зависимости от сырьевого состава текстильных декоративных материалов подбирается аппретирующая композиция [1].

При разработке технологии в качестве основных сырьевых компонентов при выработке тканей для композиционных текстильных материалов декоративного назначения были выбраны вискозные технические нити (РУП «СПО «Химволокно») линейной плотности 195 и 390 текс, используемые для производства тканей технического назначения, канатов, веревок, шпагата и других изделий. В качестве аппретирующей композиции тканей для текстильных декоративных материалов выбран состав на основе препарата фирмы «Клариант» Nuva FHN. Свойства готового полотна зависят от концентрации препарата, а также параметров процесса сушки и термофиксации. Поэтому с целью определения рациональных параметров процесса аппретирования были проведены экспериментальные исследования зависимости свойств готового полотна от концентрации аппрета, температуры и времени термообработки в сушильной камере.

В качестве входных факторов принимали температуру сушки –  $X_1$ , продолжительность сушки –  $X_2$  и концентрацию аппретирующей композиции –  $X_3$ .

Уровни варьирования входных параметров  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов

Параметры	Уровни варьирования		
	-1	0	1
Температура сушки, °С, $X_1$	140	160	180
Время сушки, мин, $X_2$	1	3	5
Концентрация раствора, г/л, $X_3$	20	40	60

Эксперимент проводился по плану Бокса, матрица которого является D-оптимальным планом второго порядка. План эксперимента представлен в таблице 2.

В качестве критериев оптимизации были выбраны показатели, характеризующие водо-, масло-, грязеотталкивающие свойства данного материала: угол смачивания  $\alpha_{см}$  (град) и показатель пылеёмкости  $B_{пё}$  (г/(м<sup>2</sup>×с)).

Для оценки водоотталкивающих свойств исследуемых тканей применялся специально разработанный экспресс-метод контроля гидрофобных водоотталкивающих пропиток тканей [2]. Сущность метода заключается в

смачивании поверхности ткани тестовой жидкостью и оценке краевого угла смачивания через определенное время. Опытным путём была подобрана тестовая жидкость, гарантированно смачивающая пробы с водоотталкиванием в течение пяти минут. В качестве тестовой жидкости использовалась смесь этилового спирта и дистиллированной воды в определённой пропорции.

Краевой угол смачивания – угол между поверхностью ткани и касательной к капле жидкости, проведенной через точку соприкосновения ткани, жидкости и газообразной фазы. Краевой угол смачивания измеряют со стороны жидкой фазы. На рисунке 3 изображена капля, образующая на твёрдой поверхности краевой угол  $\alpha_{см}$ .

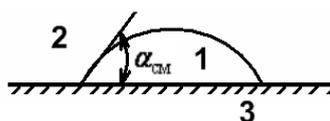


Рисунок 3 – Краевой угол при неполном смачивании:

1 – жидкость; 2 – воздух; 3 – твёрдое тело

Значение краевого угла смачивания может быть найдено по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_{см} = \frac{2 \times d \times h}{(d^2 - h^2)}, \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр капли, мм;  $h$  – высота капли, мм.

Если ткань гидрофильная,  $\alpha_{см}$  меньше  $90^\circ$ , то смачивание стенок пор вызывает проникновение в них жидкости, которая образует внутри пор вогнутый мениск. Если угол смачивания  $\alpha_{см}$  поверхности материала больше  $90^\circ$ , то участки нижней поверхности капли, находящейся под поверхностью открытых пор и не соприкасающиеся с волокном, будут расположены выше поверхности волокна.

Для оценки грязеотталкивающих свойств аппретированной ткани выбран показатель пылеемкости. Пылеемкость характеризует способность ткани поглощать пыль и зависит от структуры полотна, толщины, шероховатости и пр. Удерживаются частицы пыли в текстильном материале за счет механического сцепления с поверхностью волокна, а притягиваются благодаря наличию на них слоя статического электричества. Материалы с рыхлой структурой и с большей толщиной захватывают большее количество пыли и удерживают ее более длительное время, а, следовательно, такие материалы больше загрязняются [3].

Пылепроницаемость текстильных полотен определяли с помощью бытовых пылесосов [4]. Для испытания из полотен вырезают элементарную пробу определенного размера (в зависимости от типа пылесоса), измеряют ее площадь и закрепляют вместо фильтра в каркас пылесоса. После этого определяют массу пробы материала вместе с каркасом, а затем устанавливают их в пылесос. Далее берут навеску пыли массой 10 г, состоящей из 50 % апатитовой и 50 % известковой пыли, равномерно распределяют ее на дне стеклянной чашки, площадь которой примерно равна  $1500 \text{ см}^2$ , и включают пылесос. В течение 30 секунд пыль из чашки засасывают пылесосом. После этого вновь определяют массу пробы вместе с каркасом.

Коэффициент пылеемкости вычисляют по формуле

$$B_{п\ddot{e}} = \frac{M}{S * \tau}, \text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{с}), \quad (2)$$

где  $M$  – масса пыли, оставшейся в образце, г;  $S$  – площадь образца, м<sup>2</sup>;  $\tau$  – время всасывания, с.

Обработка результатов эксперимента производилась на ЭВМ с помощью программы «Statistica for windows».

При проведении эксперимента по оптимизации технологических параметров процесса термообработки использовалась ткань из вискозных нитей.

Результаты исследований угла смачивания и показателя пылеёмкости композиционных материалов обработаны на ЭВМ, и полученные среднестатистические характеристики, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Значения угла смачивания и показателя пылеёмкости в зависимости от температуры и времени сушки, концентрации раствора

№ опыта	Температура сушки, °С	Время сушки, мин	Концентрация раствора, г/л	$\alpha_{см}$ , град	$B_{п\ddot{e}}$ , г/м <sup>2</sup> ×с
1	180	5	60	125,25	0,68
2	140	5	60	113,46	1,61
3	180	1	60	112,81	0,79
4	140	1	60	120,85	0,62
5	180	5	20	80,38	0,53
6	140	5	20	86,98	0,19
7	180	1	20	81,23	0,39
8	140	1	20	83,95	1,06
9	180	3	40	100,09	1,33
10	140	3	40	95,07	1,47
11	160	5	40	91,23	1,84
12	160	1	40	98,24	1,28
13	160	3	60	114,95	1,48
14	160	3	20	85,03	1,00

Значения показателя угла смачивания и пылеёмкости, в зависимости от температуры и времени сушки, концентрации раствора также представлены в таблице 2.

В результате предварительно проведённых исследований зависимости угла смачивания и показателя пылеёмкости от температуры, продолжительности сушки и концентрации раствора аппретирующей композиции было установлено, что продолжительность сушки и температура в сушильной камере практически не оказывают влияния на значения угла смачивания и показателя пылеёмкости. Поэтому с целью экономии ресурсов рекомендуется проводить процесс сушки и термофиксации при минимально возможной температуре, равной 140 °С, и времени сушки, равном 1 минуте. Основное влияние на угол смачивания и показатель пылеёмкости оказывает концентрация аппретирующей композиции. Графики зависимости угла смачивания и показателя пылеёмкости от концентрации аппрата при фиксированных минимальных значениях температуры и времени сушки представлены на рисунках 4, 5.

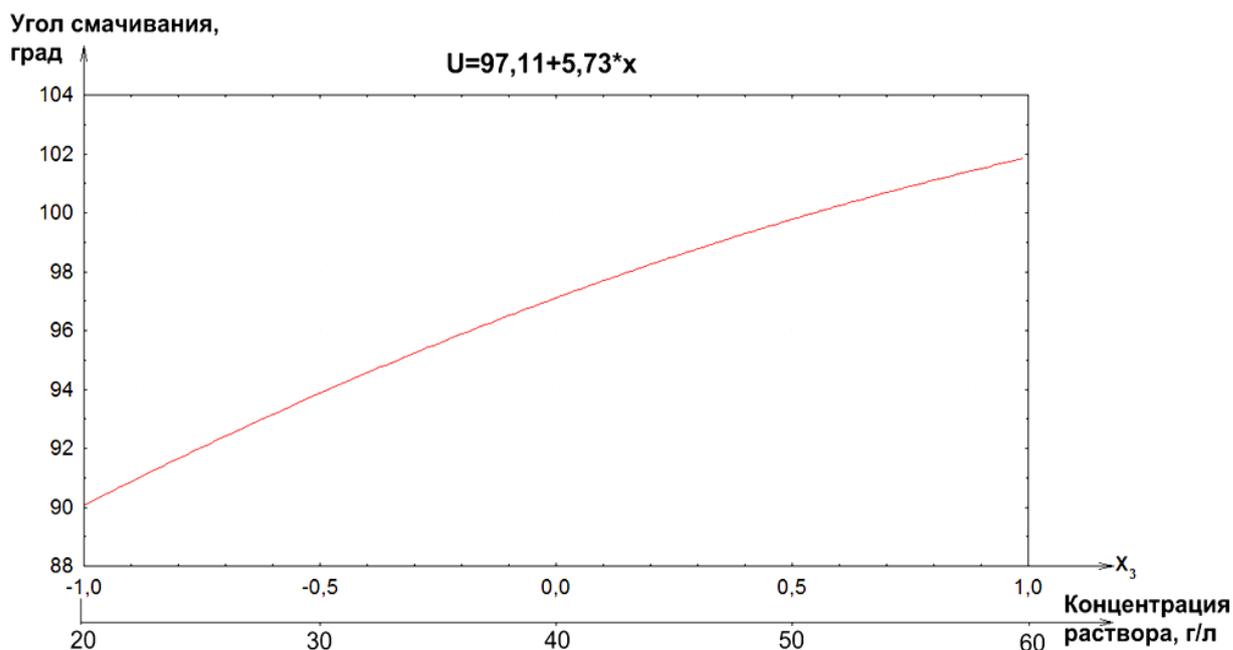


Рисунок 4 – График зависимости угла смачивания от концентрации аппретирующей композиции

Анализируя зависимость угла смачивания аппретированной ткани от концентрации раствора (рис. 4), можно сказать, что с увеличением концентрации Nuva FHN в растворе угол смачивания увеличивается. Это объясняется тем, что молекулы аппретирующей композиции адсорбируются на поверхности гидрофильного текстильного материала и ориентируются так, что гидрофобные радикалы оказываются направленными наружу от поверхности материала, образуя сплошной заслон или новую гидрофобную поверхность, при этом смачиваемость текстильного материала снижается. Как видно из графической зависимости (рис. 4), поверхность композиционного материала уже при концентрации аппретирующего раствора 20 г/л становится несмачиваемой, т.к.  $\alpha_{с.м} > 90^\circ$ .

При проведении предварительных экспериментальных исследований зависимости пылеемкости от состава аппрета установлено, что при концентрации Nuva FHN менее 20 г/л пылеемкость равна 4-6 г/м<sup>2</sup>×с, что объясняется рыхлой структурой вязкой нити и ткани. Поэтому при дальнейших исследованиях выбран интервал концентрации от 20 до 60 г/л.

Анализируя полученные результаты и графическую зависимость (рис. 5), можно сказать, что показатель пылеемкости значительно уменьшился по сравнению с неаппретированной тканью (показатель пылеемкости для которой составил 10 г/м<sup>2</sup>×с). Однако зависимость имеет экстремальный характер. При концентрации аппретирующей композиции до 35 г/л происходит увеличение показателя пылеемкости. Это связано с тем, что на поверхности текстильного материала не закончилось структурообразование плёнки и частицы пыли накапливаются в её порах. При дальнейшем увеличении концентрации Nuva FHN в растворе эти свойства снижаются. При концентрации аппрета 40 г/л на поверхности текстильного материала образуется гладкая, упругая, нелипкая плёнка, сглаживающая поверхность волокна и препятствующая отложению загрязнений и проникновению их внутрь.

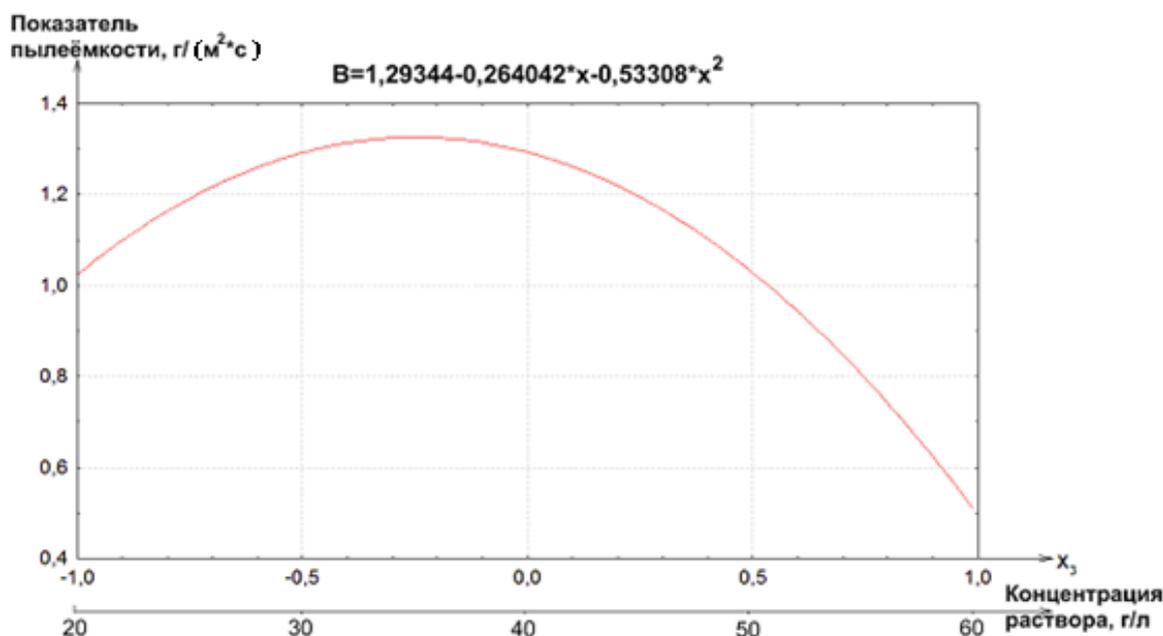


Рисунок 5 – График зависимости показателя пылеёмкости от концентрации раствора

Согласно полученным результатам установлено, что при увеличении концентрации Nuva FHN улучшаются водо-, масло-, грязеотталкивающие свойства, которые характеризуются увеличением угла смачивания и уменьшением показателя пылеёмкости. Однако при концентрации Nuva FHN выше 50 г/л происходит увеличение толщины поверхностной плёнки и образование её в межволокнутом пространстве, что снижает воздухопроницаемость готового материала.

Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что для получения композиционного текстильного декоративного материала с наилучшими показателями угла смачивания и показателя пылеёмкости его необходимо пропитывать аппретирующей композицией концентрацией 40 – 50 г/л при температуре сушки, равной 140 °С в течение 1 минуты.

#### Список использованных источников

1. Козлов, С. Н. Создание экологически чистых льносодержащих обоев / С. Н. Козлов [и др.] // Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева. – 2002. – № 2. – С. 25-30.
2. Московцев, С. В. Оценка гидрофобности плащевых тканей / С. В. Московцев, С. М. Кирюхин, С. С. Горшкова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 3. – С. 45-47.
3. Заключительная отделка тканей: <http://www.window.edu.ru>.
4. Кобляков, А. И. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению : учеб. пособ. для вузов / А. И. Кобляков [и др.]. – Москва, 1986. – 286 с.

*Статья поступила в редакцию 14.03.2010 г.*

#### SUMMARY

The article is devoted to the creation of textile materials for decorative purposes. The aim is to develop a new type of decorative textile materials with improved mechanical and consumer properties by using of new environmentally friendly products of the Swiss company Clariant on existing equipment in the textile enterprises of the Republic of Belarus.

## АНАЛИЗ СВОЙСТВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЛЬНОВОЛОКНА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯЖИ СРЕДНИХ ЛИНЕЙНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ

*С. Стривов*

В настоящее время основную долю льняных тканей, вырабатываемых в Западной Европе, составляют одежные (до 64 %) и бельевые (25 %) (см. рисунок 1 – 2). Доля технических и тарных тканей невелика. В России и Беларуси основную долю ассортимента составляют бельевые ткани, для производства которых используется льняная пряжа 56 и 46 текс. Увеличение выпуска тканей костюмно-плательного назначения требует снижения линейной плотности льняной пряжи до 30 – 20 текс при одновременном улучшении её качества.

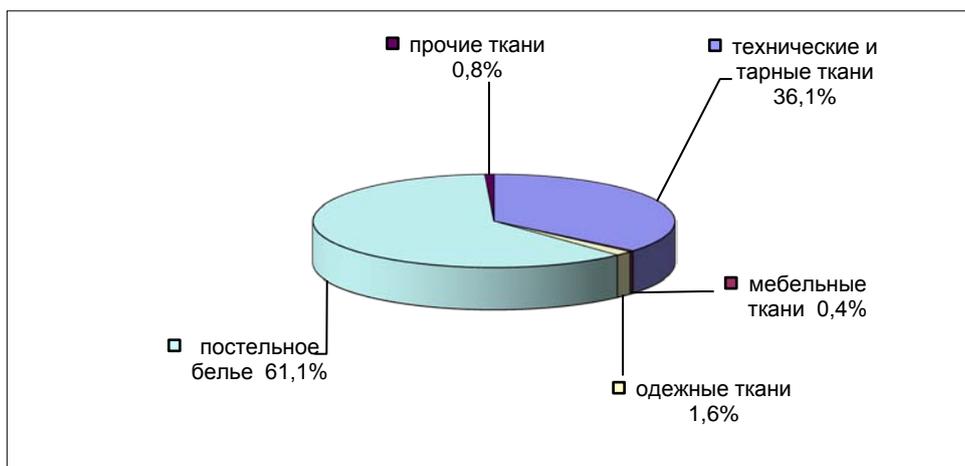


Рисунок 1 – Структура ассортимента льняных тканей в Беларуси

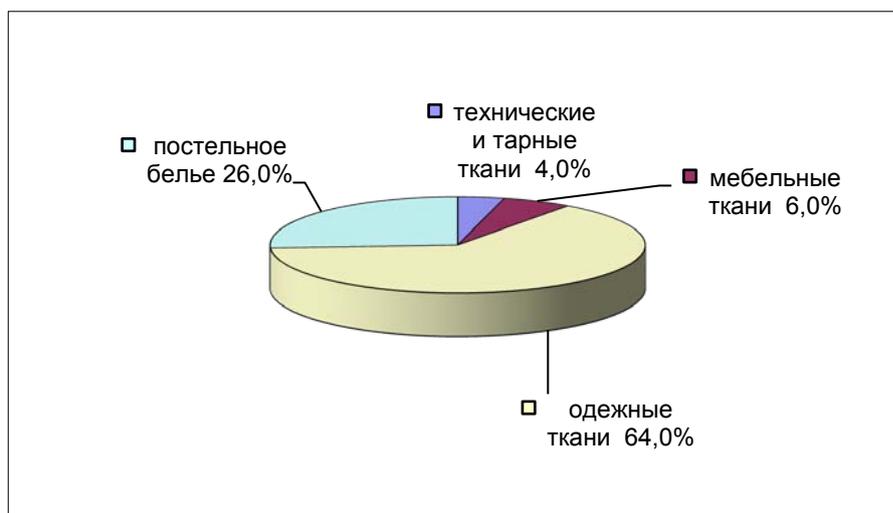


Рисунок 2 – Структура ассортимента льняных тканей в Западной Европе

На РУПТП «Оршанский льнокомбинат», согласно требованиям ГОСТ 10078 – 85 «Пряжа чисто льняная, льняная и льняная с химическими волокнами», льняная пряжа 46 – 56 текс чаще всего соответствуют 1-му сорту, классу добротности – среднелльняная и высокольняная. В стандарте определяющими показателями качества являются разрывная нагрузка, коэффициент вариации по линейной плотности и разрывной нагрузке, и не учитываются многие другие показатели

качества (наличие утолщений (утонений), непсов и др.), в значительной мере влияющие на качество и внешний вид готовых тканей и изделий из них. Определение класса чистоты внешнего вида пряжи путем сличения ее с фотозталонами не дает полной информации о ее качестве и является достаточно устаревшим методом. Поэтому даже из льняной пряжи 1 сорта группы добротности высокольняная ткань получается с большим количеством пороков. Основными пороками льняных тканей являются: зебрность, непрокрасы, рубка утка, утолщения и утонения пряжи и т.д.

Чтобы выявить возможность улучшения качества льняной пряжи и устранения вышеперечисленных пороков в тканях, требуется, прежде всего, провести анализ отечественного длинного льняного волокна и сравнить его с импортными аналогами.

За последние три года 2008 – 2010 гг. на льнокомбинат поступали следующие номера трепаного льна: в 2008 г. – № 10, № 11, № 12, № 13, № 14 и № 15; в 2009 г. – № 10, № 11, № 12, № 3, № 14; в 2010 г. – № 10, № 11, № 12, № 13. Идет тенденция снижения качества трепаного льна. Часто заявленный заводом-изготовителем номер трепаного льна оказывается намного ниже после проверки в сырьевой лаборатории РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Согласно СТБ 1195 – 2008 «Волокно льняное трепаное длинное», трепаный лен соответствует требованиям по основным показателям (массовая доля недоработки, массовая доля костры и сорных примесей, произведение коэффициента вариации по разрывной нагрузке и гибкости). Снижение номера чаще всего происходит из-за малой гибкости волокна, малой длины горсти, высокого показателя, характеризующего содержание нецеллюлозных примесей (группа цвета). Данные показатели характеризуют в большей степени прядильную способность льняного волокна, т.е. чем они ниже, тем хуже прядильная способность волокна.

Проведен анализ трепаного льна разных номеров по показателям, из-за которых чаще всего происходит снижение номера (см. рисунок 3).

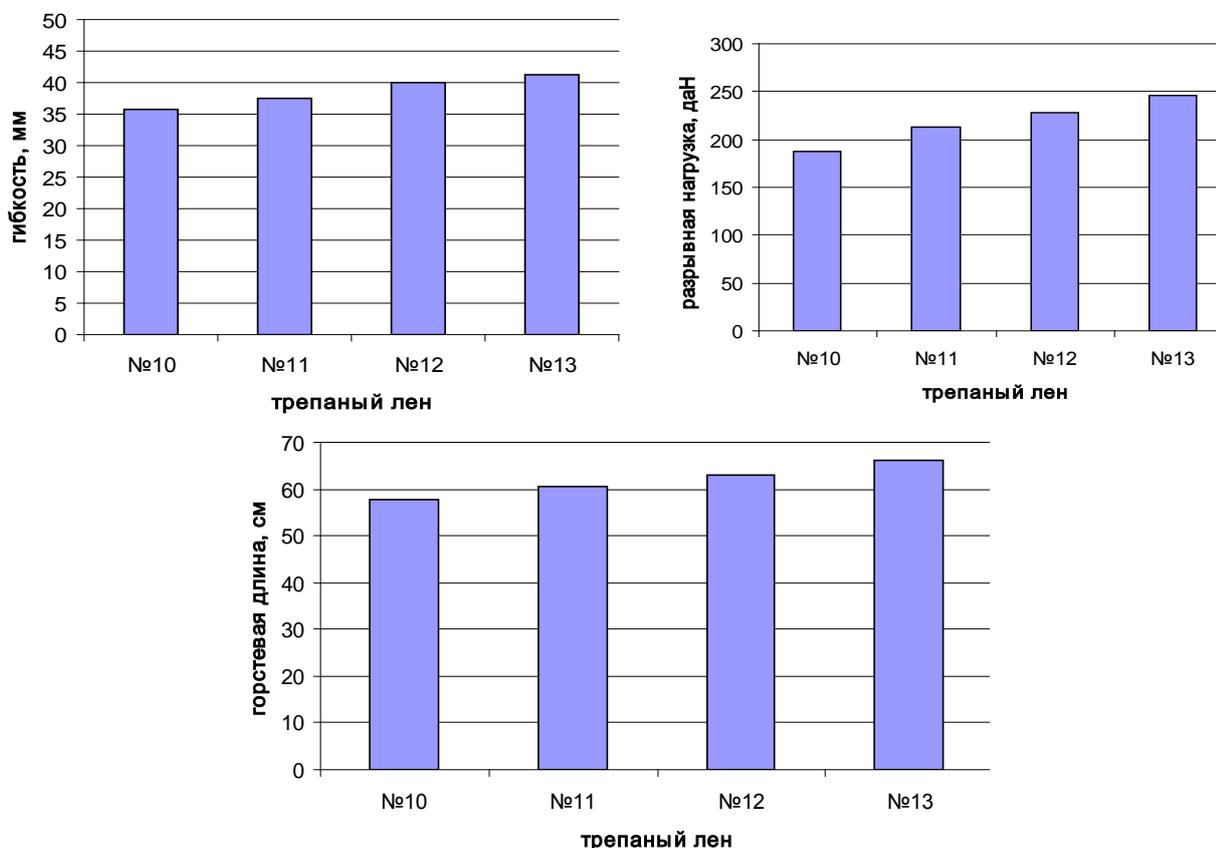


Рисунок 3 – Средние значения гибкости, прочности, горстевой длины трепаного льна разных номеров за 2009 г.

Разница по гибкости между номерами № 10 и № 13 трепаного льна составляет 5,5 мм, по прочности – около 60 даН, по горстевой длине – 8,4 см. Трепанный лен № 10, № 11, № 12 и № 13 по основным характеристикам, определяющим прядильную способность волокна, мало чем отличается. По данным значениям показателей трепанный лен относится к низкому качеству и низкой прядильной способности.

Большое влияние на качество льняного волокна оказывает первый переход в льняной системе прядения – льночесальная машина. Проанализированы результаты выхода чесаного льна из трепаного после обработки его на льночесальной машине (за последние три года).

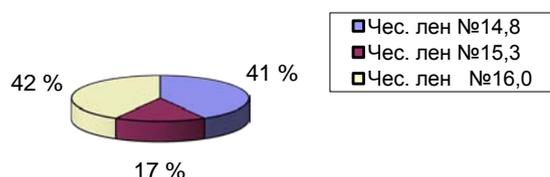
В связи с наличием в настоящее время трепаного льна только № 10, № 11 и № 12 на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» принята норма выхода льноматериалов из трепаного льна (таблица 1).

Таблица 1 – Норма выхода льноматериалов из трепаного льна

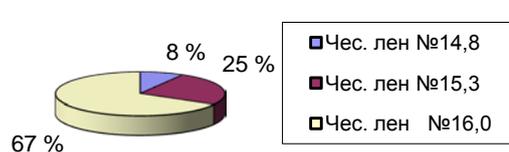
№ трепаного льна	Чесаная лента		Очес	
	Средний № чесаной ленты	Выход в %	Средний № очеса	Выход, %
10	15,3	58,5	5,8	35,8
11	16	59	6	35,5
12	16,9	60	8	35

Из трепаного льна № 12, согласно существующим нормам, должен получаться чесанный лен № 16,9. Фактический выход чесаного льна из трепаного № 12 представлен на рисунке 4.

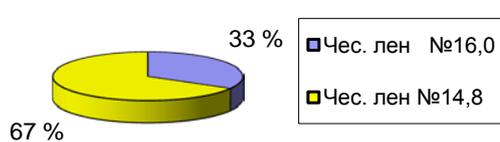
Выход чесаного льна из трепаного льна № 12 за 2008 г.



Выход чесаного льна из трепаного льна № 12 за 2009 г.



Выход чесаного льна из трепаного № 12 за 2010 г.



Выход чесаного льна из трепаного льна № 12 за 2008 -2010 гг.

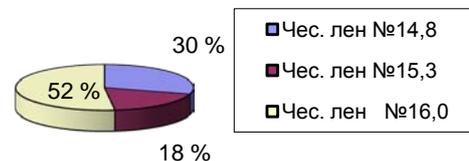


Рисунок 4 – Фактический выход чесаного льна из трепаного № 12

В результате анализа выхода чесаного льна из трепаного льна № 12 за три последних года установлено:

- выход чесаного льна № 16,9 отсутствует полностью;
- около 50 % составляет чесанный лен № 16, около 20 % – чесанный лен № 15,3 и около 30 % – чесанный лен № 14,8.

Согласно ТУ ВУ 300051814.097 – 2009 «Чесаный лен в ленте с автоматической раскладочной машины», чесаный лен, получаемый из трепаного льна № 12, соответствует № 16,9 по основным показателям (массовая доля недоработки, массовая доля костры и сорных примесей, число шишек, произведение коэффициента вариации по разрывной нагрузке и расщепленности). В 2010 г. качество чесаного льна, получаемого из трепаного льна №12, снизилось на 3 номера.

Из трепаного льна № 11, согласно существующим нормам, должен получаться чесаный лен № 16,0. Фактический выход чесаного льна из трепаного № 11 представлен на рисунке 5.

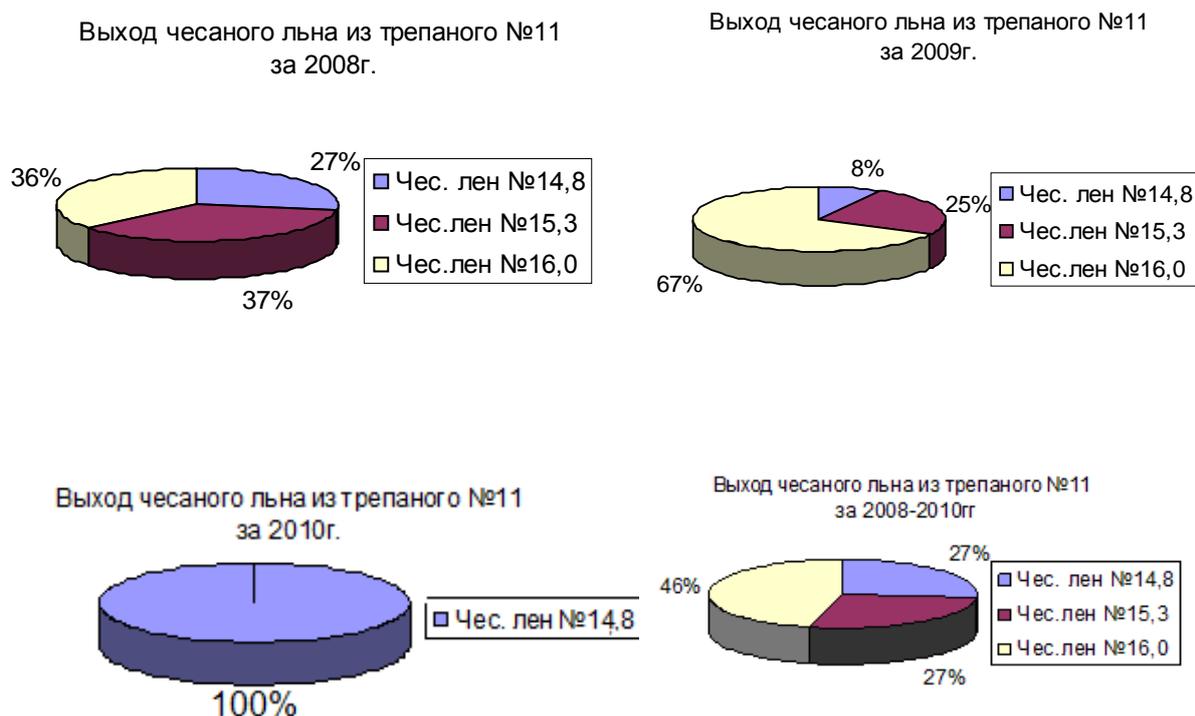


Рисунок 5 – Фактический выход чесаного льна из трепаного № 11

В результате анализа выхода чесаного льна из трепаного льна №11 за три последних года установлено: выход чесаного льна № 16,0 за 2008 – 2009 гг. составляет 46 %, но за 2010 г. отсутствует полностью, причем в 2010 г произошло снижение качества чесаного льна, получаемого из трепаного льна № 11 на 2 номера.

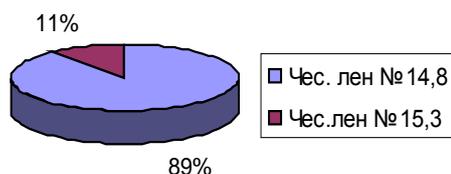
Снижение номера волокна чаще всего происходит из-за высокого содержания инкрустов и низкой расщепленности волокна.

Из трепаного льна № 10, согласно существующим нормам, должен получаться чесаный лен № 15,3. Фактический выход чесаного льна из трепаного №10 представлен на рисунке 6.

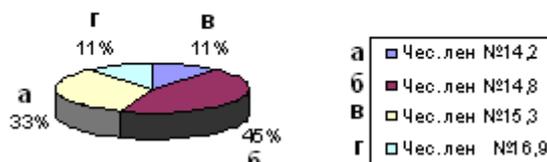
В результате анализа выхода чесаного льна из трепаного льна № 10 за три последних года установлено: 61 % составляет чесаный лен № 14,8; 24 % – чесаный лен № 15,3; 5% – чесаный лен № 16; 5 % – чесаный лен № 16,9; 5 % – чесаный лен № 14,2.

В 2010 г. 33 % составляет чесаный лен № 14,8, 33 % – чесаный лен № 15,3, 34 % – чесаный лен № 16. Значительного снижение качества чесаного льна из трепаного № 10 не наблюдается.

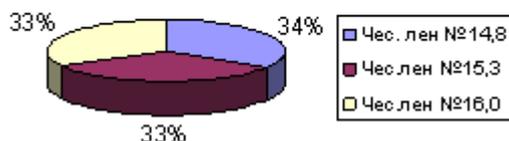
Выход чесаного льна из трепаного №10 за 2008г.



Выход чесаного льна из трепаного №10 за 2009г



Выход чесаного льна из трепаного №10 за 2010г.



Выход чесаного льна из трепаного №10 за 2009г

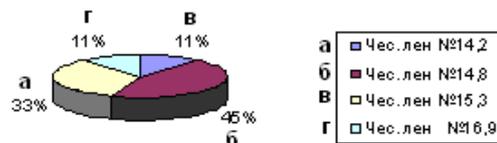


Рисунок 6 – Фактический выход чесаного льна из трепаного № 10

## ВЫВОДЫ

1. За последние три года наблюдается тенденция к ухудшению качества трепаного льна, а следовательно, и получаемого из него чесаного льна. Низкое качество отечественного трепаного льна связано с высоким одревеснением льнотресты и, как следствие, большим содержанием нецеллюлозных веществ в волокне.

*Статья поступила в редакцию 22.11.2010*

## SUMMARY

The analyze of domestic flax fibers, used for producing of medium linear densities yarns is carried out. The tendency of lowering of flax fibers quality, and as a result, of carded flax quality, is revealed. Low quality of domestic flax fibers is explained by high roughness of raw flax, and, as a result, by high consistency of non- cellulose materials in fibers.

УДК 677.11.021.183:677.11.051.183

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕСАНИЯ ТРЕПАНОГО ЛЬНА НА РАЗНЫХ ЛЬНОЧЕСАЛЬНЫХ МАШИНАХ

*С.С.Григорьев, Е.А.Кубов, А.Г.Куб, С.О.Анжвин*

Исследование технологической цепочки подготовки длинного льняного волокна к прядению показало, что наиболее интенсивная обработка волокна происходит на льночесальной машине. Качество процесса чесания в дальнейшем определяет качество полуфабрикатов и готовой пряжи. Для определения марки льночесальной машины, которая позволяет наиболее эффективно осуществлять процесс чесания трепаного льна, исследовали следующее оборудование:

1. Лыночесальная машина марки Ч-302-Л1 производства ОАО «Орёлтекмаш» (Россия) (16 переходов гребенных полей).

2. Лыночесальная машина марки АЧЛ-140 (Новосибирский завод искусственного волокна) непрерывного чесания трепаного лына (16 переходов гребенных полей).

3. Лыночесальная машина английской фирмы «Мекки» (24 перехода гребенных полей).

В ходе экспериментов сравнивали качество чесаного лына, полученного при использовании разных лыночесальных машин. Причем исходные условия следующие: один завод-изготовитель трепаного лыняного волокна, кыпы из одной партии, одинаковый номер № 11, одинаковые условия эмульсирования и отлежки. Показатели качества трепаного волокна № 11 в кыпах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества трепаного волокна № 11 в кыпах завода-изготовителя «Кареличи»

Наименование показателей	Норма согласно СТБ 1195 – 2008	Значение показателей волокна в кыпах для следующих лыночесальных машин		
		АЧЛ	Ч-302	«Мекки»
Влажность, %	12	12	12	12
Массовая доля костры, %, не более	4-9	4	4	4
Массовая доля недоработки, %, не более	2	2	2	2
Горстевая длина, см	-	63	62	61
Наличие лубообразных волокон	-	присутствуют	присутствуют	-
Группа цвета	-	3	3	3
Разрывная нагрузка, Н	-	231	246	232
Гибкость, мм	-	40	37	42
Общий коэффициент вариации по гибкости и разрывной нагрузке, не более	1000	362	185	296
Расчетный номер волокна	10,51-11,5	11,47	11,41	11,45

Все три кыпы волокна признаны трепаным лыном № 11. Лыночесальные машины работали при ходовых режимах, применяемых на лынокомбинате. Только на лыночесальной машине «Мекки» была отключена секция тонкого чесания. В таблице 2 представлены результаты контрольного прочеса трепаного лына № 11 завода «Кареличи» на разных типах оборудования.

В результате проведенного эксперимента установлено, что на качество чесаного лына влияет не только вид лыночесального оборудования (в частности, количество переходов), но и гибкость трепаного волокна.

При разработке трепаного лына на лыночесальной машине между выходом чесаного лына и очесов, их оценкой и номером трепаного лына существует соотношение: номер трепаного лына соответствует среднему номеру чесаных лыноматериалов [1]:

$$N_T = \frac{\sum N_{ч.л.} \times B_{ч.л.} + \sum N_o \times B_o}{(100 - B_{отх})},$$

где  $N_{ч.л.}$  и  $N_o$  – номера чесаного льна и очесов;  $B_{ч.л.}$ ,  $B_o$ ,  $B_{отх}$  – соответственно выход чесаного льна, очесов и отходов, %.

Исходя из данного соотношения, найдем номер волокна по разработке:

для АЧЛ: 
$$N_T = \frac{\sum 15,3 \times 61,5 + \sum 6 \times 32,5}{(100 - 6)} = 12,08;$$

для Ч-302: 
$$N_T = \frac{\sum 15,04 \times 61 + \sum 4 \times 33,1}{(100 - 5,9)} = 11,15;$$

для Мекки: 
$$N_T = \frac{\sum 15,41 \times 59,6 + \sum 6 \times 34,1}{(100 - 6,3)} = 11,98.$$

Таблица 2 – Результаты контрольного прочеса трепаного льна № 11 («Кареличи») на разных льночесальных машинах

Наименование показателей	Марка льночесальной машины		
	АЧЛ	Ч-302	«Мекки»
Разрывная нагрузка, Н	413	356	426
Расщепленность, м/г	218	198	222
Массовая доля инкрустов, %	3	3	3
Массовая доля недоработки, %, не более	-	-	-
Массовая доля костры, %, не более	0,25	0,12	-
Число шишек на 40 г. ленты, не более	1,3	0,27	0,27
Произведение коэффициента вариации по разрывной нагрузке и расщепленности, %	176	77	58
Расчетный номер	15,37	15,04	15,41
Соответствует номеру	15,3	14,8	16,0
Выход чесаного волокна, %	61,5	61,0	59,6
Выход очеса, %	32,5	33,1	34,1
Номер очеса	6,0	4,0	6,0
Выход отходов, %	6,0	5,9	6,3

Отношение среднего номера волокна по разработке к номеру трепаного льна, поступившего в разработку, характеризует коэффициент качественного использования волокна в чесании. При оптимальных условиях чесания значение этого коэффициента равно 1,0 – 1,05.

Для АЧЛ: 
$$K_{исп} = \frac{N_T}{N_p} = \frac{12,08}{11,41} = 1,058 ;$$

для Ч-302: 
$$K_{исп} = \frac{11,15}{11,41} = 0,977 ;$$

для Мекки: 
$$K_{исп} = \frac{11,98}{11,45} = 1,046 .$$

Выявлено, что льночесальная машина Ч-302 дает малую расщепленность волокна по сравнению с остальными льночесальными машинами. Полученные результаты неоднозначны и требовали повтора эксперимента для подтверждения значимости результатов. Для подтверждения результатов была проведена вторая повторность эксперимента, результаты которой представлены в таблицах 3,4.

Таблица 3 – Показатели качества трепаного волокна № 11 в кипах завода-изготовителя «Лидлен»

Наименование показателей	Норма согласно СТБ 1195 – 2008	Значение показателей волокна в кипах для льночесальных машин		
		АЧЛ	Ч-302	«Мекки»
Влажность, %	12	12	12	12
Массовая доля костры, %, не более	4 – 9	4	4	4
Массовая доля недоработки, %, не более	2	2	2	2
Горстевая длина, см	-	62	62	59
Наличие лубообразных волокон	-	присутствуют	присутствуют	присутствуют
Группа цвета	-	3	3	3
Разрывная нагрузка, Н	-	175	168	184
Гибкость, мм	-	34	35	41
Общий коэффициент вариации по гибкости и разрывной нагрузке, не более	1000	341	634	308
Расчетный номер волокна	10,51 – 11,5	10,55	10,53	10,53

Все три кипы волокна признаны трепаным льном № 11. Однако исследованное трепаное волокно отличается низкими показателями разрывной нагрузки и гибкости, которые находятся на нижнем пределе нормируемых значений.

Во всех трех случаях подтвердилось несоответствие номера трепаного льна. Определенный по СТБ 1195 – 2008 «Волокно льняное трепаное длинное» трепаный лен № 11 после чесания оказался с Ч-302 и «Мекки» – №9 , а с АЧЛ – № 10.

Произведем расчет номеров волокна по разработке для данной повторности:

для АЧЛ: 
$$N_T = \frac{\sum 15,3 \times 59,4 + \sum 4 \times 34,5}{(100 - 6,1)} = 11,15 ;$$

для Ч-302: 
$$N_T = \frac{\sum 14,6 \times 61,2 + \sum 4 \times 33}{(100 - 5,8)} = 10,88 ;$$

для Мекки: 
$$N_T = \frac{\sum 15,08 \times 56,1 + \sum 4 \times 35,9}{(100 - 8,8)} = 10,85 .$$

Таблица 4 – Результаты контрольного прочеса трепаного льна № 11 («Лидлен») на разных льночесальных машинах

Наименование показателей	Марка льночесальной машины		
	АЧЛ	Ч-302	«Мекки»
Разрывная нагрузка, Н	384	310	375
Расщепленность, м/г	216	168	199
Массовая доля инкрустов, %	3	3	3
Массовая доля недоработки, %	-	-	-
Массовая доля костры, %	-	0,1	0,1
Число шишек на 40 г ленты	0,3	0,3	0,8
Произведение коэффициента вариации по разрывной нагрузке и расщепленности, %	81	120	271
Расчетный номер	15,3	14,6	15,08
Соответствует номеру	15,3	14,8	14,8
Выход чесаного волокна, %	59,4	61,2	56,1
Выход очеса, %	34,5	33,0	35,9
Номер очеса	4,0	4,0	4,0
Выход отходов, %	6,1	5,8	8,8

Рассчитаем коэффициенты качественного использования волокна в чесании для данной пробы:

для АЧЛ: 
$$K_{исп} = \frac{N_T}{N_p} = \frac{11,15}{10,55} = 1,056 ;$$

для Ч-302: 
$$K_{исп} = \frac{10,88}{10,53} = 1,033 ;$$

для Мекки: 
$$K_{исп} = \frac{10,85}{10,53} = 1,030 .$$

Повторность эксперимента подтвердила влияние гибкости трепаного волокна на расщепленность получаемого чесального волокна, а также низкую расщепленность чесаного волокна с льночесальной машины Ч-302.

По результатам расчета коэффициента использования волокна в чесании лучшей машиной для данного вида волокна является машина марки АЧЛ, также хорошие результаты показала машина фирмы «Мекки», однако степень чесания на ней оказалась слишком велика, что характеризуется низким выходом волокна.

Машина Ч-302 показала самые худшие результаты по всем показателям качества чесаного льна.

Высокие результаты по расщепленности и разрывной нагрузке показала льночесальная машина АЧЛ, однако она уступает по показателям очистки льночесальной машине «Мекки» с большим количеством переходов.

Применяемые на 2-й фабрике РУПТП «Оршанский льнокомбинат» льночесальные машины Ч-302 являются устаревшим оборудованием, на котором даже усиление режима чесания (установка дополнительного перехода гребенных полотен) не повышает качество ни чесаного льна, ни готовой пряжи. Установка более плотной гарнитуры на первые переходы гребенных полотен машины Ч-302 также нецелесообразна, так как это вызовет повреждение спутанного волокна (уменьшение длины и разрывной нагрузки чесаного волокна), а также большое количество очеса.

При специфике получаемого в настоящее время трепаного льна – малая гибкость, наличие лубообразных волокон, высокое содержание нецеллюлозных примесей – требуется более интенсивная, но постепенная обработка на льночесальных машинах с применением гребенных полотен более 17 переходов. При необходимости использования льночесальной машины Ч-302 рекомендуется применять усиленный режим чесания, обеспечить хорошую чистку игл гребенных полотен, особенно последних переходов.

#### Список использованных источников

1. Комаров, В. Г. Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых нитей : учебное пособие для вузов / В. Г. Комаров [и др.] . – Москва, 1980. – С. 37.

*Статья поступила в редакцию 18.04.2010*

#### SUMMARY

The research of effectiveness of carding of scutched flax on the different carding frames, established at RUPTP "Orsha flax enterprise" have been carried out. The aim of research was to determine the model of frames, which allows the most efficient process of scutched flax carding. It was found, that the most efficient process has been carried out on the English carding flax frame.

УДК 677.022:004

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ШАБЛОНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ**

***В. Власов***

В настоящий момент САПР прядильного производства на рынке программных продуктов отсутствуют. Задачи данного вида САПР решаются отдельно на каждом

производстве с применением неспециализированных пакетов программ или с помощью собственных разработок, реализующих решение узкой задачи.

В источнике [1] представлено приложение, которое позволяет проектировать технологические цепочки любой сложности для переработки любых типов волокон. Недостатком данного приложения является отсутствие возможности автоматизированного подбора шаблона проектируемого объекта по некоторым входным данным о его предполагаемых качествах и параметрах. Под шаблоном в данном случае понимается набор из рекомендаций относительно состава и последовательности технологических переходов, а также значений некоторых их технологических параметров, который может использоваться проектировщиком в качестве основы для дальнейшей разработки прядильного производства.

Цель данной работы: разработать методику подбора шаблона технологической цепочки получения пряжи.

Для САПР прядильного производства, в частности, его части, касающейся проектирования технологических цепочек, задача подбора шаблона цепочки будет звучать следующим образом: необходимо по заданным параметрам сырья, требуемым значениям параметров получаемой пряжи и её назначению (входные параметры) определить систему и способ прядения; машину, используемую на осуществляющем смешивание переходе; прядильную машину (выходные параметры). Данный список входных и выходных параметров может быть расширен и пересмотрен в соответствии с нуждами пользователя САПР. Например, в состав выходных параметров можно включить некоторые технологические параметры машин, применяемых на различных переходах.

Большая часть выходных параметров является дискретными. Например, параметр «система прядения» может принимать одно из значений: «кардная», «гребенная»; параметр «способ прядения», который также является дискретным, – «пневмомеханический», «кольцевой», «роторный», «аэродинамический»; параметр «прядильная машина» может принимать одно из значений, соответствующих определённой марке оборудования соответствующего назначения: «П-76-5Мб», «БД-200», «ППМ-120» и т. д.

Также возможно использовать составные параметры, например, для описания вида сырья. К названию можно присоединить дополнительно значения параметров, которые используются для описания данного вида сырья. Так, для хлопка непосредственно к параметру «название волокна» можно присоединить значения параметров «тип» и «сорт» (например: «хлопок11» или «хлопок12»).

Для непрерывных параметров, например, таких, как разводка цилиндров в вытяжном приборе, можно использовать процедуру дискретизации, которая позволяет заменить диапазон значений непрерывного параметра на конечное число интервалов.

Для нахождения значения дискретного параметра использовался метод построения классификационных деревьев.

Деревья классификации – это метод, позволяющий предсказывать принадлежность наблюдений или объектов к тому или иному классу категориальной (выходной) переменной в зависимости от соответствующих значений одной или нескольких предикторных (входных) переменных. Для применения данного метода обязательным условием является дискретность выходной переменной. Ранее уже упоминалось, что все параметры технологической цепочки либо уже являются дискретными, либо могут быть дискретизированы.

В настоящее время разработано множество методик построения классификационных деревьев [2].

В состав современных пакетов анализа данных, таких как Clementine, STATISTICA и т. п., входит три основных алгоритма построения классификационных деревьев – CHAID, CART, QUEST.

На основании описаний алгоритмов, приведённых в источнике [3], выбор был сделан в пользу алгоритма QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Trees). Метод QUEST реализует многомерное ветвление по линейным комбинациям дискретных предикторных переменных, использует улучшенные варианты метода рекурсивного квадратичного дискриминантного анализа и отличается использованием ряда новых средств для повышения надежности и эффективности деревьев классификации. Его преимущество в скорости перед методом CART становится особенно заметным, когда предикторные переменные имеют десятки уровней. Отсутствие у метода QUEST смещения в выборе переменных для ветвления также является его существенным преимуществом в случаях, когда одни предикторные переменные имеют мало уровней, а другие – много. Наконец, метод QUEST не жертвует точностью прогноза ради скорости вычислений.

Для решения задачи выбора одного из видов технологических цепочек, выходных переменных требуется более чем одна, а поскольку классификация даёт возможность определить значение только одного дискретного параметра, то необходимо выстроить последовательность, в которой будут подбираться значения параметров. Параметр, который являлся входным на первоначальном этапе, может быть использован в качестве входного для определения значений других параметров на последующих этапах (таблица 1).

Таблица 1 – Последовательное уточнение значений параметров технологической цепочки с помощью деревьев классификации

Параметр	Номер классификационного дерева		
	1	2	3
Назначение пряжи	входной	входной	входной
Линейная плотность пряжи	входной	входной	входной
Относительная разрывная нагрузка пряжи	входной	входной	входной
Название волокна	входной	входной	входной
Штапельная длина волокна	входной	входной	входной
Линейная плотность волокна	входной	входной	входной
Относительная разрывная нагрузка волокна	входной	входной	входной
Система прядения	выходной	входной	входной
Способ прядения		выходной	входной
Прядильная машина			выходной
...			

В данном случае строится последовательность деревьев классификации, каждое из которых используется для определения значения определённого параметра.

Для случаев, когда затруднительно определить, какой из параметров необходимо определить в первую очередь, можно использовать рекуррентный метод (таблица 2).

При возникновении ситуации, когда завершить рекуррентную процедуру подбора значения параметра не удаётся, пользователю САПР необходимо предоставить возможность самостоятельного выбора этого значения из предложенных вариантов.

Таблица 2 – Рекуррентное уточнение значений параметров технологической цепочки с помощью деревьев классификации

Параметр	Номер классификационного дерева			
	1	2	3	2

...				
Система прядения	входной	входной	входной	входной
Способ прядения	входной	входной	входной	входной
Прядильная машина	выходной	входной	выходной	входной
Ленточная машина смешивающего перехода		выходной	входной	выходной
...				

Для построения классификационного дерева требуется так называемая обучающая выборка, т. е. сведения об объектах, для которых установлена принадлежность к тому или иному классу при заданных значениях входных переменных.

На основании описанных выше исследований была разработана методика построения системы автоматизированного подбора шаблона проектируемого САПР объекта:

1. Определение входных и выходных параметров проектируемого объекта.
2. Дискретизация непрерывных входных и выходных параметров.
3. Определение последовательности нахождения значений выходных параметров.
4. Построение последовательности классификационных деревьев. Каждое дерево при этом используется для нахождения значения одного определённого выходного параметра. Построение деревьев выполняется при помощи метода QUEST на основе накопленных сведений об объектах проектирования.
5. Генерация классификационного алгоритма для каждого дерева.
6. Внедрение полученных алгоритмов в программную структуру САПР.

Методика была реализована для расширения функциональных возможностей приложения КаТекс [1].

Для подготовки обучающей выборки была использована база данных приложения КаТекс. В базе данных данного приложения за время использования его в учебном процессе накоплены данные о достаточно большом количестве различных технологических цепочек. Эти данные и были использованы для построения классификационных деревьев.

Из базы данных приложения КаТекс для дальнейшего использования при построении деревьев классификации были извлечены и нормализованы данные обо всех имеющихся технологических цепочках.

После этого всё множество параметров было разделено на входные и выходные. Для выходных параметров была выстроена последовательность, в которой они должны будут уточняться при подборе шаблона технологической цепочки.

Затем при помощи пакета SPSS Clementine были построены деревья классификации для подбора каждого из параметров выстроенной последовательности.

Модуль для реализации метода QUEST в приложении SPSS Clementine имеет возможность представить дерево классификации с помощью специального языка (рисунок 1). Такое представление фактически является описанием разветвляющегося алгоритма, состоящего из набора классификационных правил. Описание одного дерева состоит из большого количества правил, каждое из которых позволяет на основе значений входных параметров установить значение категориальной переменной. На рисунке 1 приведен фрагмент блок-схемы классифицирующего алгоритма.

С помощью специально разработанной программы все наборы классификационных правил для каждого из построенных классификационных деревьев были конвертированы в исходный текст на языке программирования С++.

Полученный программный код будет использован для внедрения в модуль подбора шаблона технологической цепочки приложения КаТекс.

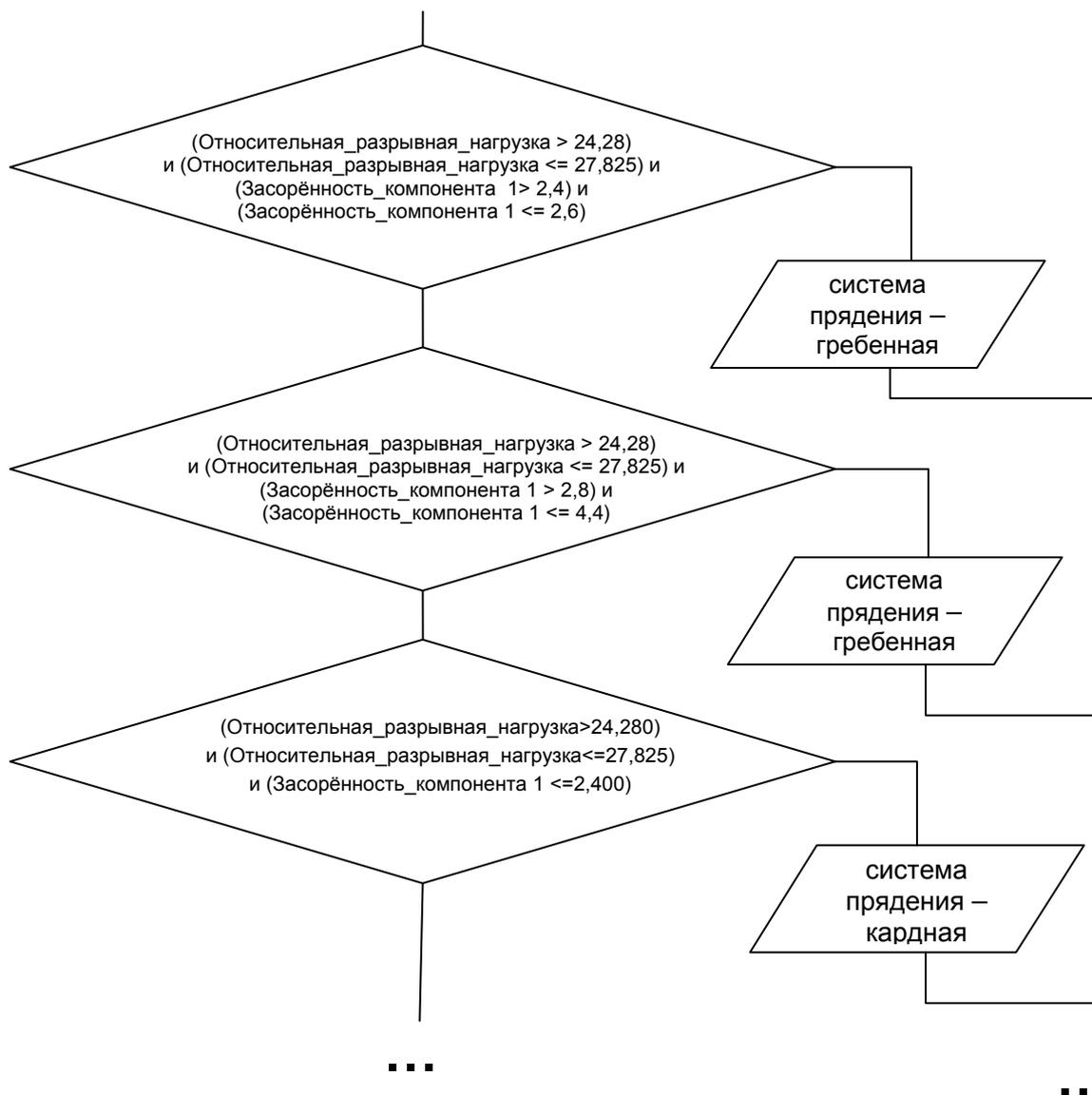


Рисунок 1 – Фрагмент классифицирующего алгоритма

На рисунке 2 представлен шаблон последовательности технологических переходов для производства основной пряжи линейной плотности 40 текс из смеси полиэфирных (30 %) и хлопковых волокон (70 %), который был получен с помощью разработанного метода.

#### ВЫВОДЫ

Разработана методика построения системы автоматизированного подбора шаблона технологической цепочки получения пряжи.

Данная методика может применяться не только в САПР прядильного производства, но и в других САПР для упрощения начального этапа проектирования объекта.

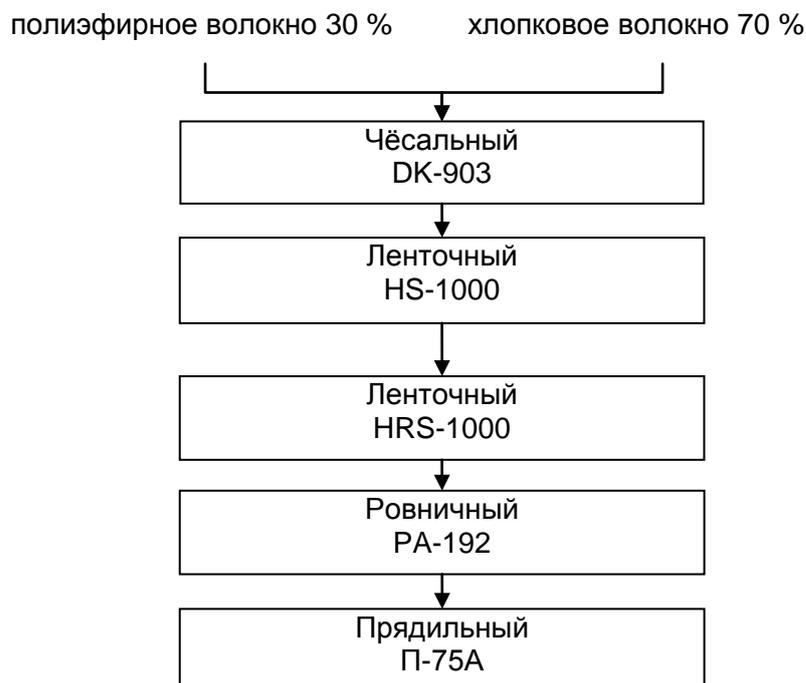


Рисунок 2 – Шаблон последовательности технологических переходов, полученный с помощью разработанной методики

#### Список использованных источников

1. Казаков, В. Е. Разработка приложения для создания, расчёта и корректировки планов прядения / В. Е. Казаков // Сборник тезисов докладов XXXV научно-технической конференции преподавателей и студентов / ВГТУ. – Витебск, 2002. – С. 73–74.
2. Барсегян, А. А. Методы и модели данных: OLAP и Data Mining / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
3. Электронный учебник по статистике // StatSoft, Inc. [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm..> – Дата доступа : 5.09.2010.

*Статья поступила в редакцию 13.10.2010*

#### SUMMARY

Article is devoted to a technique of the solution of one of the problems of CAD-systems of spinning production the problem deals with the selection of a technological chain template on the set parameters of raw materials and demanded values of parameters of a received yarn.

The technique is based on consecutive or recurrent definition of discrete parameters of a technological chain. For determining of the value of each of parameters the method of construction of the classification trees is used, allowing to predict relation of supervision or objects to this or that class of a categorical (target) variable depending on corresponding values of one or several predicative (entrance) variables.



## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗАПРАВОЧНОГО РИСУНКА ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Г. Вязовая Н. Афанасьев Н. Юдина*

Постоянное обновление ассортимента платьево-костюмных тканей – одна из актуальных задач, стоящих перед текстильной промышленностью. Особые требования предъявляются к сырьевому составу, структуре, художественно-колористическому оформлению тканей. Мобильность смены ассортимента во многом определяется использованием современных информационных технологий на всех этапах проектирования и технологии изготовления тканей.

В работе решается задача по созданию САПР полутораслойных ремизных тканей. Проанализировав различные виды САПР, установлено, что большинство из них сориентировано на создание программных продуктов, предназначенных для проектирования однослойных ремизных или жаккардовых тканей. Недостаточное внимание уделяется визуализации ткани и расчетам параметров строения суровой и готовой ткани с учетом ее назначения как одних из исходных положений разработки ассортимента.

При создании САПР тканей используют электронные таблицы Excel, языки программирования Visual Basic, Visual C++, C++ [1].

Исходя из этого, на кафедре «Дизайн» УО «ВГТУ» разработан авторский программный продукт «Project cloi» на языке Visual Basic [2]. Он ориентирован на следующую техническую базу: персональный компьютер типа Pentium III, IV, Celeron, операционная система Windows 98, 2000, NT, XP и предназначен для проектирования полутораслойных тканей. На рисунке 1 представлена разработанная блок-схема САПР.

Разработанный автоматизированный комплекс был скорректирован, разбит на три блока, которые могут работать как в автономном режиме, так и во взаимосвязи. Первый блок – «Проектирование переплетений» – включает визуализацию внешнего вида ткани, второй блок – «Проектирование ткани» и третий блок – «Заправочный расчёт». Возможность разделения системы автоматизированного проектирования на стадии рассматривалась в трудах Фирсова А. В. и др., а также зарубежными разработчиками [3,4].

Работа программы начинается с блока «Построение переплетений» (рисунок 1). Известно, что вид ткацкого переплетения может изменять показатели физико-механических свойств тканей в 2-3 раза. Поэтому проектирование переплетений – важнейшая задача автоматизации процесса проектирования тканей. Применению ЭВМ для построения переплетений тканей многими исследователями уделяется достаточное внимание. Однако программные продукты для проектирования полутораслойных переплетений и визуализации тканей этих переплетений отсутствуют.

В этом блоке автоматически строится полутораслойное переплетение. Основа алгоритмов – сформированная база переплетений, состоящая из переплетений главного класса и их производных.

Математически ткацкое переплетение представляется двумерной матрицей из 0 и 1, где 1 – основное перекрытие (brushB), 0 – уточное (brushW) : brushB = RGB(0, 0, 0); brushW = RGB(255, 255, 255). Для матричной формулы используются значения раппортов базовых переплетений по основе и утку ( $R_o$ ,  $R_y$ ), число основных и уточных перекрытий ( $n_o$ ,  $n_y$ ), сдвиг перекрытия для последующей нити

(s) и коэффициент повторения (k). Так, например, базовое переплетение репс основной 2/2 в качестве матрицы будет иметь следующий вид:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline 1 & 0 \\ \hline 1 & 0 \\ \hline \end{array},$$

или вариант для описания переплетения в Basic:

bas\_Reps (0, 0) = 0: bas\_Reps (1, 0) = 1,

bas\_Reps (0, 1) = 0: bas\_Reps (1, 1) = 1,

bas\_Reps (0, 2) = 1: bas\_Reps (1, 2) = 0,

bas\_Reps (0, 3) = 1: bas\_Reps (1, 3) = 0.



Рисунок 1 – Блок-схема САПР для проектирования полутораслойных тканей

Так как могут быть различные варианты параметров строения переплетения, по аналогии с вышеуказанным примером созданы алгоритмы построения: полотняного переплетения, саржи (простой, усиленной, многополосной), атласа (правильного, неправильного), сатина (правильного, неправильного), репса основного, репса уточного, полуреписа основного, полуреписа уточного, рогожки, а

также реализована возможность пользователя самому рисовать произвольное переплетение.

Разработаны алгоритмы построения полутораслойного переплетения с дополнительной основой или с дополнительным утком, в основе которых лежат алгоритмы построения базовых переплетений и алгоритм визуализации на экране полученного переплетения (рисунок 2), кроме того на экран монитора выводятся проборка и картон. Вид проборки полутораслойной ткани с дополнительной основой и с дополнительным утком различаются, так как в первом случае используется, как правило, сводная проборка, во втором – рядовая проборка основных нитей в ремиз.

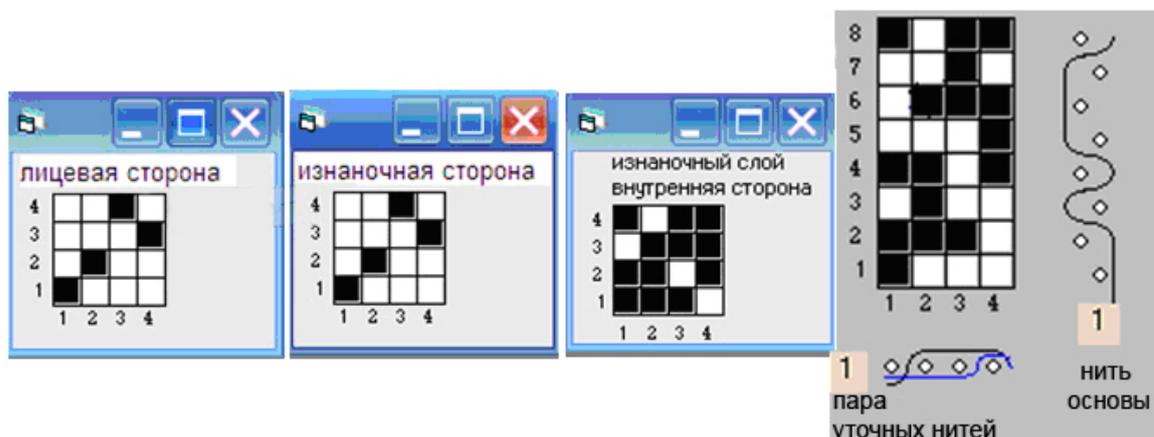


Рисунок 2 – Построение переплетения полутораслойной ткани с дополнительным утком

Взаимное расположение нитей основы и утка в полутораслойных тканях с дополнительной основой (дополнительным утком) проанализировано на виртуальных моделях, имитированных в программе трехмерной графики 3ds max. Пример визуализации среза представлен на рисунке 3.

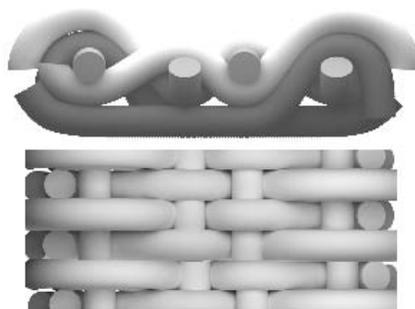


Рисунок 3 – Трехмерная модель среза ткани исследуемой структуры

Такого рода анализ строения ткани позволил правильно визуализировать продольные и поперечные срезы ткани, в результате чего программный продукт был усовершенствован с помощью введения в блок «Построение переплетений» вкладки «Разрезы», позволяющей запускать часть программы, строящую продольный и поперечный разрезы полутораслойной ткани.

При проектировании большое значение имеет просмотр конечных результатов процесса проектирования тканей – её лицевой стороны, до выработки ткани на станке, виртуально. Для этого используется процедура визуализации.

В программе можно вводить информацию о пряже: цвет, линейная плотность основы и двух утков для ткани с дополнительным утком или утка и двух основ для ткани с дополнительной основой. Узор задается матрицей из кодов цветов. Получение раскраски определяет вариант переплетения, где цвет 1 – основное

перекрытие, 0 – точное. Визуализируемая матрица ткани имеет схематичный вид. Для максимального приближения изображения цветного узора к его реальному воплощению в ткани используется добавление эффектов фактурности за счет дополнительных пикселей на границах перекрытий. Благодаря этой функции создается более мягкая фактурная поверхность.

Для придания лицевой поверхности ткани дополнительных эффектов, кроме цветowych, например, рельефности, объемности, в системах нитей, формирующих эту поверхность, возможно использовать нити различной линейной плотности. Наряду с изменением раппорта цвета по основе и утку можно менять линейные плотности нитей как в системах нитей в целом (рисунок 4 а, б), так и в группах нитей (рисунок 4 в – е).

В настоящее время актуальна разработка не только гладкокрашенных тканей, но и пестротканей, выработанных с использованием в основе и в утке нитей различного цвета. Для этого обеспечивается выбор, корректировка и просмотр раппортов цвета по основе и утку, которые сохраняются в памяти машины в различных вариантах (рисунок 4).

После окончания операций по построению полутораслойных переплетений выходные данные – раппорты переплетения по основе и по утку – направляются в следующий блок «Проектирование ткани», а раппорт цвета по основе и утку, число ремизок в заправке – в блок «Заправочный расчёт».

Выходные данные блока «Проектирование ткани» – плотность готовой ткани по основе и утку, уработка нитей по основе и по утку, поверхностная плотность ткани – являются входными значениями для блока «Заправочный расчёт ткани».

Любые промежуточные или окончательные результаты построения переплетения полутораслойной ткани и расчётов могут быть сохранены в памяти машины или распечатаны на твёрдом носителе.

Программное обеспечение имеет типовую оболочку, что облегчает работу пользователя с ней. Имеются стандартные функции сохранения и загрузки данных, реализована возможность вывода результатов работы на печать.

Для выполнения проектирования полутораслойной ткани по заданной поверхностной плотности в головном меню программы выбирают окно «Проектирование ткани». В том случае, если проектирование ткани выполняется в комплексе с построением заправочного рисунка и дальнейшим выполнением её заправочного расчёта, используется команда «Открыть входные данные».

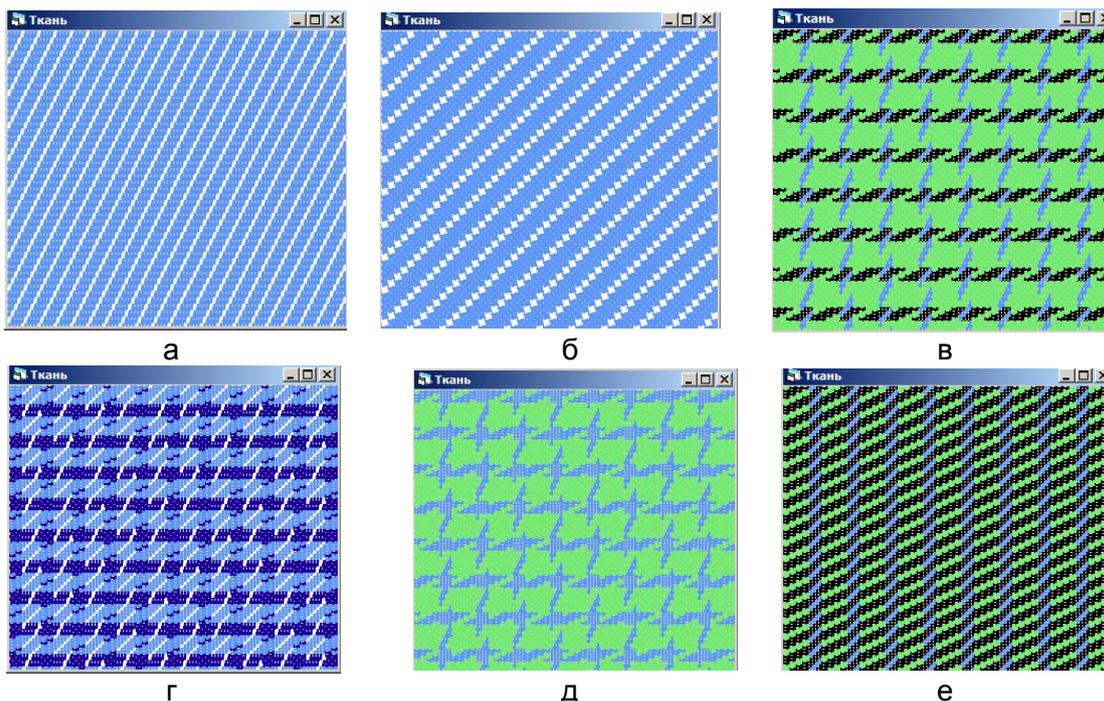


Рисунок 4 – Визуализация лицевой поверхности ткани с цветными нитями в основе и в утке и с нитями различной линейной плотности

Кроме выходных параметров построения заправочного рисунка дополнительно вводят: порядок фазы строения ( $K_{ho}$ ,  $K_{hy}$ ), число взаимных пересечений нитей основы и утка ( $t_o$ ,  $t_{y1}$ ,  $t_{y2}$  для тканей с дополнительным утком,  $t_y$ ,  $t_{o1}$ ,  $t_{o2}$  для тканей с дополнительной основой), коэффициент смятия нитей основы и утка, коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по основе и утку, параметры отделки (усадка ткани по основе и утку, изменение массы ткани в отделке), поверхностная плотность готовой ткани. Заданная поверхностная плотность вводится для определения процента ошибки, полученной в результате проектирования. Данные проектирования могут быть сохранены в памяти машины для использования в качестве входных данных для заправочного расчёта или распечатаны на твердом носителе.

Последним элементом в главном меню САПР является заправочный расчёт ткани, для чего могут быть использованы данные проектирования ткани из предыдущего блока либо значения введены в ручном режиме.

С использованием разработанного программного продукта спроектирована чистольняная костюмная ткань полутораслойной структуры. На РУПТП «Оршанский льнокомбинат» наработана опытная партия данной ткани в количестве 300 пог. м. С помощью проверенной измерительной аппаратуры, установленной в технологических лабораториях предприятия, исследованы физико-механические свойства. Показатели основных физико-механических свойств готовой чистольняной костюмной ткани представлены в таблице.

Таблица – Физико-механические свойства готовой чистольняной костюмной ткани

Наименование показателя	Значения	
	СТБ 1139-99	Проектируемая ткань
1	2	3
Ширина, см	-	159,9
Плотность ткани, нит./ 10 см:		
– основа	-	216
– уток		184
Разрывная нагрузка, Н:	не менее	
– основа	196	645
– уток	196	628
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	-	231
Стойкость к истиранию, тыс. цикл	не менее 3,0	5,6
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	не менее 60	263
Изменение размеров после мокрой обработки, %:	не более	
– основа	- 6,0	- 2,4
– уток	- 4,0	-0,3
Присутствие свободного хлора в отбеленных тканях	отсутствует	отсутствует
Количество свободного формальдегида, мкг/г	не более 1000	30,8
Устойчивость окраски к:		
1) стирке при 40 °С	1) 4/4	1) 5/5
2) поту	2) 4/4	2) 5/5
3) сухому трению	3) 4	3) 5
4) мокрому трению	4) 3	4) 5
5) глажению	5) 4/5	5) 5/5
6) органическим растворителям	6) 4	6) 5

Реакция водного экстракта	нейтральная	нейтральная
---------------------------	-------------	-------------

На основании анализа данных таблицы можно сделать вывод о том, что разработанная чистольняная костюмная ткань полностью соответствует требованиям СТБ 1139 – 99 для чистольняных и полутьляных костюмных тканей. Некоторые значения показателей превышают данные, заложенные в СТБ, в частности: разрывная нагрузка по основе увеличена в 3,3 раза, по утку – в 3,2 раза, стойкость к истиранию превышает гостируемые значения в 1,9 раза, воздухопроницаемость – в 2,6 раза.

Использование данного программного продукта позволяет: получать самые неожиданные модификации известных переплетений и обеспечивать автоматизированный подбор переплетений для проектируемых тканей из компьютерного банка данных с использованием количественных и качественных показателей для достижения заданных фактурных эффектов на ткани; визуализировать на экране монитора каждую стадию проектирования ткани, выполнять проектирование ткани по заданной поверхностной плотности и производить заправочный расчёт; оперативно вносить изменения по желанию проектировщика в ручном режиме и сохранять результаты в памяти машины или выводить на печать на твердом носителе.

#### Список использованных источников

1. Малецкая, С. В. Использование информационных технологий для расширения ассортимента тканей комбинированных переплетений / С. В. Малецкая, О. И. Дружинская // Изв. вузов. Технол. текстил. пром-сти. – 2009. – № 4. – С. 18 - 21.
2. Самутина, Н. Н. Компьютерное проектирование полутораслойных тканей / Н. Н. Самутина, Н. А. Абрамович, Г. В. Казарновская // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2008. – № 14. – С. 86-91.
3. Фирсов, А. В. Автоматизированная процедура корректировки ткацких переплетений / А. В. Фирсов // Изв. вузов. Технол. текстил. пром-сти. – 2007. – № 8. – С. 14 - 16.
4. Дружинская, О. И. Разработка автоматизированных методов построения заправочных рисунков тканей комбинированных переплетений : автореф. ... дис. канд. техн. наук : 05.19.02 / О. И. Дружинская ; Моск. гос. текст. ун-т. – Москва, 2007. – 16 с.

*Статья поступила в редакцию 15.11.2010*

#### SUMMARY

The introduction of systems of the automated designing expands creative opportunities of the artists, promotes acceleration of renovation and expansion of assortment of fabrics. Therefore theoretical and the experimental researches directed at automation of designing, improvement of conditions of fabrics manufacturing, improvement of their quality and appearance, are modern and urgent. The questions of automation of designing of produced loading parametres of a structure of a fabric and imitation of its appearance are considered in the article. The methods giving to a fabric at visualisation more realistic kind are developed. The developed software is based on research of fabrics of the presented structures and the analysis of their three-dimensional models.



## РАСЧЕТ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

А.Абтин А.Буца

Прочность клеевого соединения элементов обуви и кожгалантерейных изделий существенно влияет на их качество. Оценка прочности склейки при сдвиге по усреднённому касательному напряжению в адгезионном слое приводит к значительным погрешностям ввиду неравномерного распределения касательного усилия по длине склейки. Нелинейная зависимость наибольшего касательного напряжения от площади контакта соединенных полос рассмотрена в работе [1]. В работе [2] предложена методика определения разрушающего касательного напряжения в адгезионном слое и его жесткости. Эксперимент проводился на соединении двух полос внахлест при разных длинах поверхности контакта.

Но на прочность клеевого соединения влияет также вид соединения. Для сравнения прочности соединения полос рассмотрим двухстороннюю склейку трех полос равной толщины и трех полос разной толщины.

Двухстороннее соединение полосы единичной ширины с двумя такими же полосами изображено на рисунке 1.

Для вывода формулы для касательных напряжений запишем уравнение равновесия отсеченной части склейки

$$\sigma_0 - \sigma - 2\sigma_1 = 0 \quad (1)$$

и уравнение равновесия элемента средней полосы (рис. 2)

$$\frac{d\sigma}{dx} = \frac{2}{\sigma} \tau. \quad (2)$$

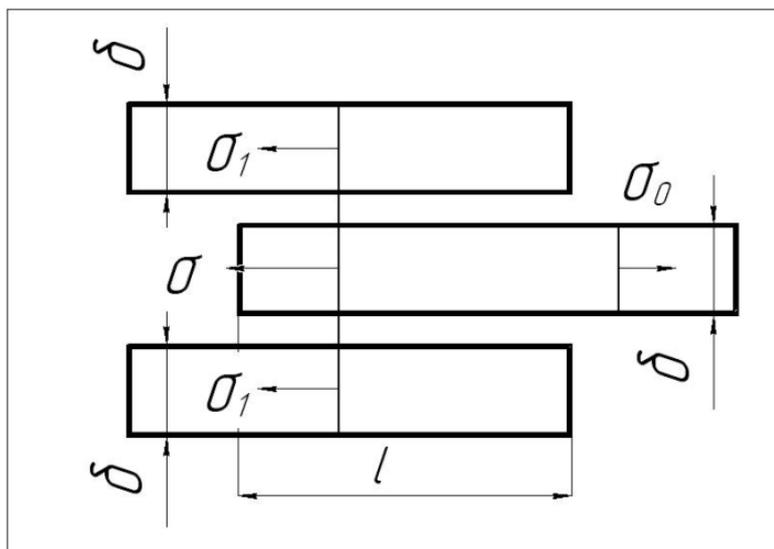


Рисунок 1

При линейной зависимости касательного напряжения в адгезионном слое от относительного смещения его границ [1]

$$\tau = \alpha(u - u_1).$$

Здесь  $u$  и  $u_1$  – перемещения точек внутренней и внешней полос. В случае материала полос, подчиняющегося закону Гука,

$$\frac{d\tau}{dx} = \alpha \left( \frac{du}{dx} - \frac{du_1}{dx} \right) = \frac{\alpha}{E} (\sigma - \sigma_1). \quad (3)$$

Формулы (1), (2) и (3) приводят к уравнению

$$\frac{d^2\sigma}{dx^2} - k^2\sigma = -\frac{k^2}{3}\sigma_0, \quad \text{где } k^2 = \frac{3\alpha}{\delta E}. \quad (4)$$

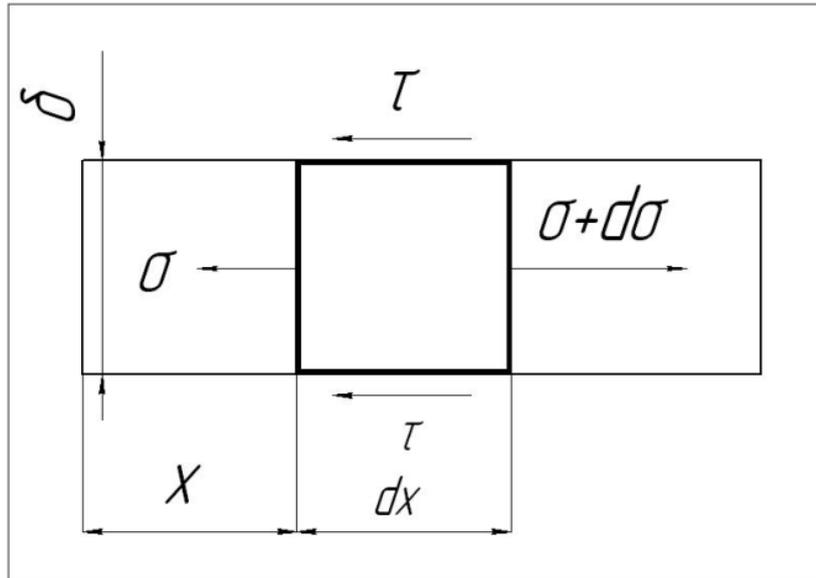


Рисунок 2

Общее решение уравнения (4) представляется в виде:

$$\sigma = C_1 e^{kx} + C_2 e^{-kx} + \frac{\sigma_0}{3}.$$

По граничным условиям  $\sigma(0) = 0$ ,  $\sigma(l) = \sigma_0$  и уравнению (2) получаем формулу для касательного напряжения:

$$\tau = \frac{\sigma_0 \delta k}{6 \left( e^{kl} - e^{-kl} \right)} \left[ 2 \left( e^{kx} + e^{-kx} \right) + e^{k(l-x)} + e^{-k(l-x)} \right]. \quad (5)$$

При изменении толщины полос, подходящих к склейке слева, равенства (2) и (3) остаются неизменными, а уравнение (1) при уменьшении толщины этих полос вдвое (рис. 3) принимает вид:

$$P_0 - P - P_1 = 0.$$

В результате уравнение (4) представляется в виде:

$$\frac{d^2\sigma}{dx^2} - k^2\sigma = -\frac{k^2}{2}\sigma_0 \quad \text{при } k^2 = 4 \frac{\alpha}{\delta E}.$$

Формула для касательного напряжения в этом случае существенно меняется:

$$\tau = \frac{\sigma_0 \delta k}{4(e^{kl} - 1)} [e^{kx} + e^{k(l-x)}]. \quad (6)$$

По формуле (6) видно, что при суммарной толщине полос, подходящих к склейке слева, равной толщине средней полосы, касательное напряжение на границах склейки принимает равные (наибольшие) значения, то есть

$$\tau(0) = \tau(l) = \sigma_0 \cdot \frac{\delta k}{4} \cdot \frac{e^{kl} + 1}{e^{kl} - 1}.$$

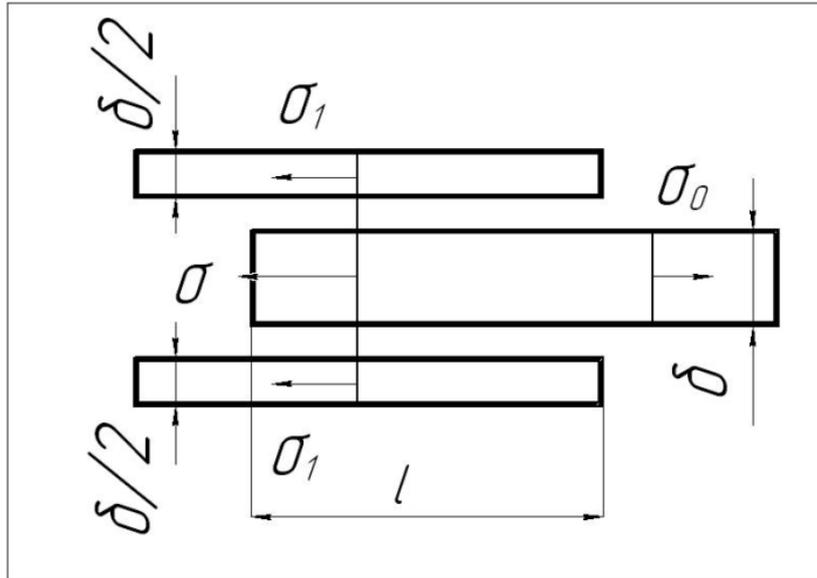


Рисунок 3

Такой симметрии нет в формуле (5).

В соединении, изображенном на рисунке 1, касательное напряжение принимает наибольшее значение при  $x = l$ , то есть на конце более жесткого пакета полос

$$\tau_{max} = \sigma_0 \frac{\delta k \cdot 2}{3(e^{kl} - e^{-kl})} [e^{kl} + e^{-kl} + 1].$$

На рисунке (4) приведены графики касательных напряжений, вычисленных по формуле (5) при значениях параметра  $\frac{\alpha}{\delta E} l = \eta l$ , равных 1, 2, 3.

Графики касательных напряжений, вычисленных по формуле (6) при тех же значениях  $\eta l$ , изображены на рисунке 5.

Заметим, что соединение двух тонких полос с одной более толстой полосой (рис. 3) является более прочным по сравнению с соединением полос, изображенных на рисунке 1. Расхождение в максимальных напряжениях в этих склейках возрастает с увеличением длины склейки.

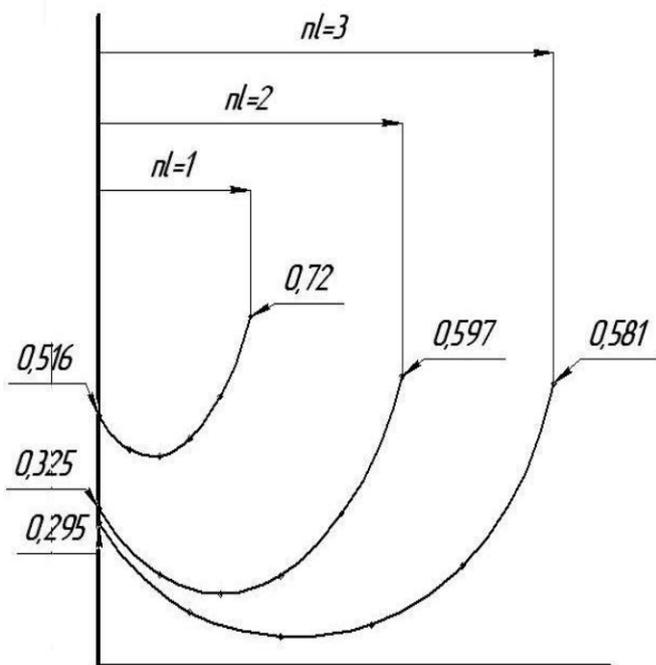


Рисунок 4

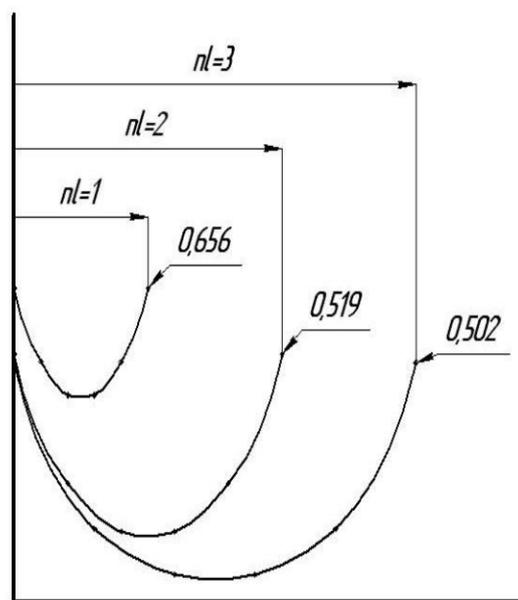


Рисунок 5

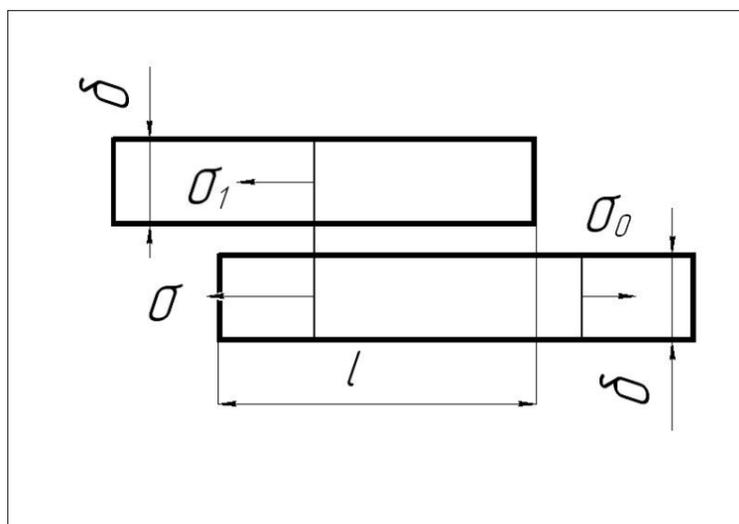


Рисунок 6

Ниже приводятся соотношения максимальных напряжений, вычисленных по формулам (5) и (6) при рассмотренных ранее значениях параметра  $\frac{al}{\delta E}$  :

$$\frac{0,720}{0,656} = 1,097; \quad \frac{0,597}{0,519} = 1,150; \quad \frac{0,584}{0,502} = 1,157.$$

Подобное различие в графиках касательных напряжений получается при соединении трех полос с различным модулем продольной упругости. Так, при

равной толщине полос и модуле упругости внешних полос в 2 раза меньшем, чем модуль упругости внутренней полосы ( $E_I = E/2$ ), касательные напряжения совпадают с напряжениями формулы (6).

Соединение двух полос равной толщины внахлест (рис. 6) рассмотрено в работе [2]. Полученная формула для касательных напряжений

$$\tau = \frac{\sigma_0 \delta k}{2(e^{kl} - 1)} [e^{kx} + e^{k(l-x)}] \quad (7)$$

отличается от формулы (6) знаменателем и параметром  $k$ . В формуле (6)  $k^2 = \frac{4\alpha}{\delta E}$ , а в формуле (7)  $k^2 = \frac{2\alpha}{\delta E}$ .

Методика определения разрушающего касательного напряжения в адгезиве по результатам испытания соединений при различной длине области контакта основана на формуле (7). Полученные значения  $\tau_{max}$  отличались от среднего значения  $\tau_{max}$  не более чем на 1,5 %.

В соединении, изображенном на рисунке 3, суммарная жесткость двух тонких полос равна жесткости одной верхней полосы односторонней склейки (рисунок 6) при площади контакта в два раза большей. Однако такое увеличение площади контакта при неизменной длине не приводит к двойному снижению максимального касательного напряжения.

На рисунке (7) приведен график напряжения (7) при  $\eta l = 2$ .

Для сравнения здесь же изображен график касательного напряжения в двухсторонней склейке полос неравной толщины (вторая задача). Уменьшенные в два раза напряжения (7) (они показаны штриховой линией) не равны напряжениям (6).

Если материал одной из полос при односторонней склейке обладает жесткостью значительно превышающей жесткость другой полосы, то, положив  $E = \infty$ , получим однородное дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^2 \sigma}{dx^2} - k^2 \sigma = 0, \text{ при } k^2 = \frac{\alpha}{\delta E}.$$

Решение этого уравнения при найденных постоянных по граничным условиям приводит к формуле для касательных напряжений:

$$\tau = \sigma_0 \delta k \frac{e^{kx} + e^{-kx}}{e^{kl} - e^{-kl}}. \quad (8)$$

Наибольшее значение это напряжение принимает при  $x = l$ .

$$\tau_{max} = \sigma_0 \delta k \frac{e^{kl} + e^{-kl}}{e^{kl} - e^{-kl}}.$$

На рисунке 8 построены графики этого напряжения при  $\eta l$  равном 1, 2 и 3.

Видно, что возрастание длины склейки  $l$  приводит к медленному снижению  $\tau_{max}$ . Предельное значение его при  $l = \infty$

$$\tau_{max} = \sigma_0 k \delta.$$

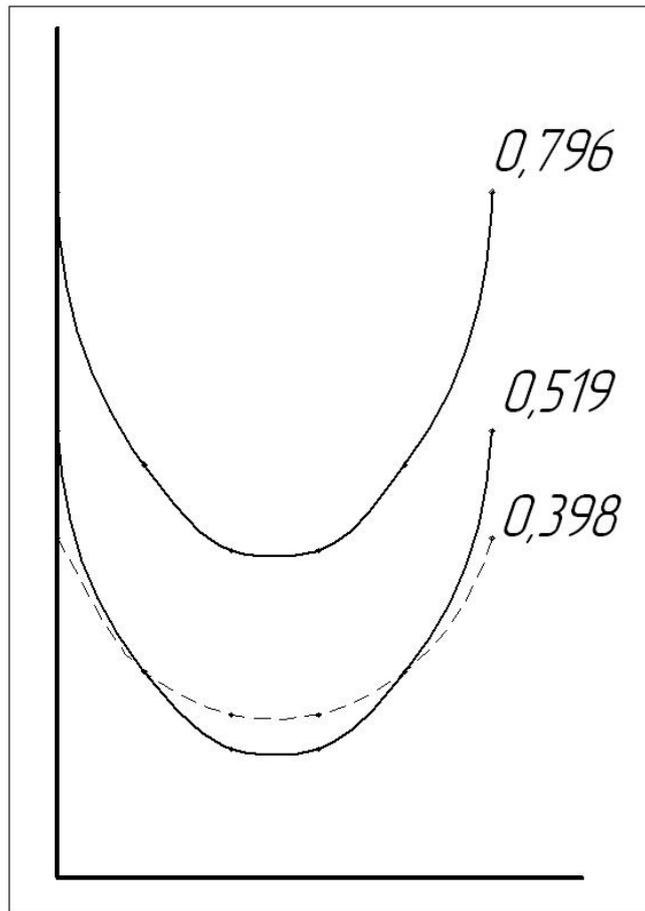


Рисунок 7

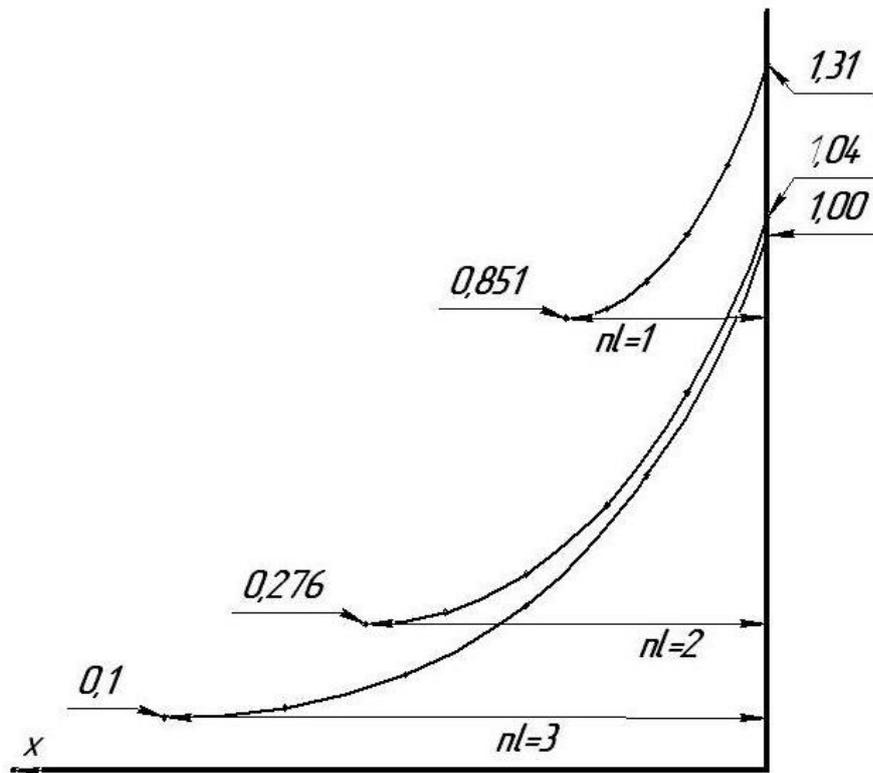


Рисунок 8

Сравнение наибольших напряжений в адгезионном слое соединений, изображенных на рисунках 1 и 3 с односторонним соединением (рис. 6) показало, что при равной площади контакта двухстороннее соединение является более прочным. Так, наибольшее напряжение при  $\eta l = 1$  в двухстороннем соединении составляет:

$$\frac{0,720}{0,796} \cdot 100\% = 90,5\% \quad (\text{рис.1})$$

и

$$\frac{0,656}{0,796} \cdot 100\% = 82,4\% \quad (\text{рис.3})$$

от наибольшего напряжения в одностороннем соединении при  $\eta l = 2$ . Значит наиболее прочным является соединение, изображенное на рисунке 3.

Список использованных источников

1. Раяцкас, В. Л. Механическая прочность клеевых соединений кожевенно – обувных материалов / В. Л. Раяцкас. – Москва : Легкая индустрия , 1976. – 124 с.
2. Калинин, А. А. Определение прочности клеевых соединений / А. А. Калинин, Б. Р. Фомченко // Пути совершенствования технологических процессов в машиностроении / ВТИЛП. – Минск, 1990. – С. 38-43.

*Статья поступила в редакцию 13.10.2010*

#### SUMMARY

The dependance of strength of glue connection of bands by displacement from the rigidity of bands materials and their thickness by two – and onside connection is examined in the article. The drawings of the strain in the adhesion layer in adhesion length are given. But also from mechanical features of bands materials and the connection type.

УДК 677.017:621.3

### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕРМОСТОЙКИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПРЯЖИ И НИТЕЙ ДЛЯ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*П. Акин , Е.Г. Зисоцкіў*

Производство термостойких и электропроводящих нитей является одним из наиболее развивающихся современных производств текстильных материалов. На основе электропроводящих нитей можно получить экранирующие и антистатические текстильные материалы, защитную спецодежду, обладающую высокой удельной проводимостью, для людей, работающих в условиях повышенной опасности.

Высокая термостойкость нитей и пряжи позволяет эксплуатировать изделия при температуре 250 °С сроком до 3 лет, кратковременно изделия выдерживают температуру до 400 °С, при этом практически не усаживаются и не плавятся.

Высокая гигроскопичность арселоновых волокон, подобная хлопку способность окрашиваться, пониженная горючесть, сохранение эластических свойств при низких температурах позволяют использовать нити, пряжу в тканях и нетканых материалах для изготовления спецодежды и средств индивидуальной защиты (костюмов, перчаток, рукавиц) [1].

Кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ» в условиях РУП «БПХО» г. Барановичи разработана новая технология получения термостойкой электропроводящей пряжи по кардной системе прядения хлопка с применением модернизированной пневмомеханической прядильной машины ППМ-120МС с полым ротором, где в качестве сырья используется арселоновое волокно и медная микропроволока. На машине дополнительно установлены узлы питания (питающие валики) для подачи в структуру пряжи медной микропроволоки.

Сущность предложенного способа формирования термостойкой электропроводящей пряжи состоит в том, что в рабочую зону прядильной камеры вместе с дискретным потоком арселоновых волокон подается с определенной постоянной скоростью медная микропроволока линейной плотности 18 текс, которая обкручивает формируемую в камере пряжу. Полученная комбинированная термостойкая электропроводящая пряжа выводится из камеры и наматывается на бобину. Структура комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи зависит от скорости подачи медной микропроволоки и от ее натяжения.

Линейная плотность комбинированной электропроводящей пряжи определяется по формуле

$$T_{комб} = (T_{мпр} + T_{мычки}) \cdot K_y, \quad (1)$$

где  $T_{комб}$  – линейная плотность комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи, текс;

$T_{мпр}$  – линейная плотность медной микропроволоки (в нашем случае  $T = 18$  текс);

$T_{мычки}$  – линейная плотность арселоновой мычки, текс;

$K_y$  – коэффициент укрутки, по расчетам составляет 0,98.

Для определения степени влияния технологических параметров работы пневмомеханической прядильной машины ППМ-120 на качественные характеристики пряжи был проведен двухфакторный эксперимент по матрице Бокса, которая является D-оптимальным планом второго порядка. Исследуемые факторы и интервалы их варьирования были выбраны в соответствии с техническими характеристиками оборудования и результатами предварительных экспериментов и представлены в таблице 1.

В качестве критериев оптимизации были выбраны: разрывная нагрузка  $P$ , сН; разрывное удлинение  $L$ , %; коэффициент вариации по разрывной нагрузке  $C_{вр}$ , %; коэффициент вариации по разрывному удлинению  $C_{вл}$ , %.

Таблица 1 – Таблица интервалов и уровней варьирования факторов

Параметры	Уровни варьирования факторов			Интервал варьирования факторов
	-1	0	1	
Крутка, кр/м, $X$	850	950	1050	100
Коэффициент нагона медной микропроволоки, сН, $Y$	1	1,03	1,06	0,03

Запланированный эксперимент был проведен в производственных условиях РУП «БПХО». Область ограничений выбрана в соответствии с техническим описанием получения комбинированной электропроводящей пряжи.

Используя метод положения графической интерификации графических моделей, построена область совмещенных линий равных уровней для принятых показателей качества термостойкой комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности 60 текс (рисунок 1).

Получена область рациональных значений, и при анализе данной области можно отметить, что для получения комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи  $T = 60$  текс заданного качества из области ограничений необходимо использовать  $X$  (крутку) от 900 до 1000 кр/м и  $Y$  (нагон медной микропровоолоки) от 1,012 до 1,018.

Кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ» в условиях ОАО «ВКШТ» г. Витебск разработана новая технология получения термостойких электропроводящих нитей в два перехода с использованием тростильно-крутильной машины ТК-2-160М. На первом переходе скручивается комплексная арселоновая нить с микропровоолокой в правом направлении, а на втором переходе для стабилизации полученная нить с первого перехода скручивается с комплексной арселоновой нитью в левом направлении.

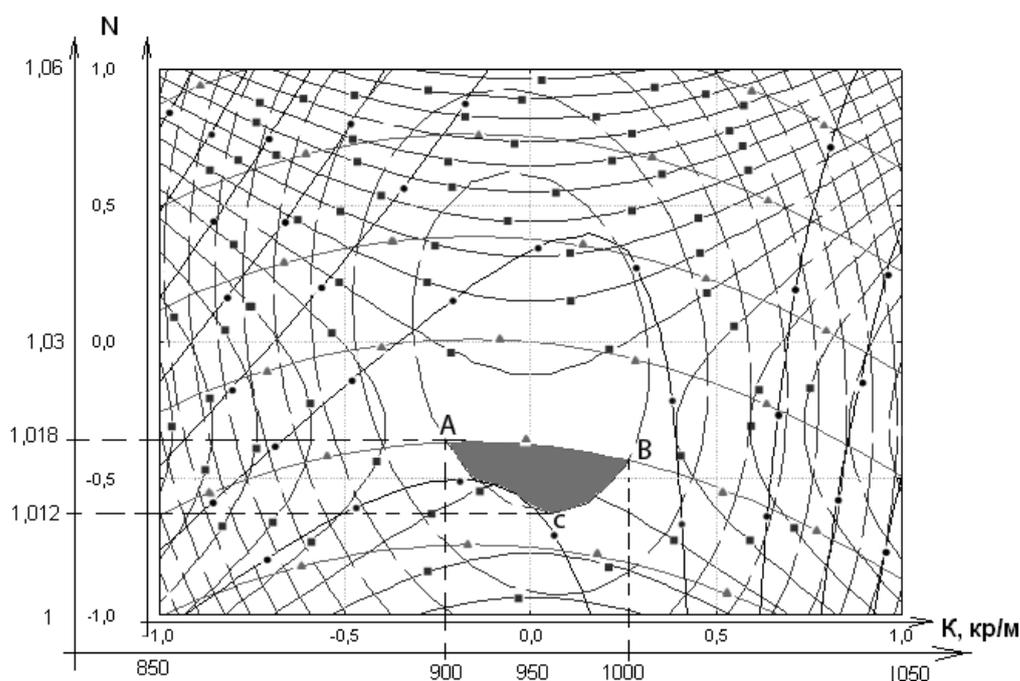


Рисунок 1 – Совмещенные линии равных уровней для принятых показателей качества комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи  $T = 60$  текс

- — разрывная нагрузка  $P$ ;
- ▲— — коэффициент вариации по разрывной нагрузке  $C_{vp}$ ;
- — разрывное удлинение  $L$ ;
- — коэффициент вариации по разрывному удлинению  $C_{vl}$ .

В качестве компонентов для первого кручения используются комплексные арселоновые нити линейной плотности 29,4 текс производства РУП «Светлогорское ПО «Химволокно» и медная микропровоолока  $T = 18$  текс диаметром 0,05 мм.

В качестве компонентов для второго кручения используются нить первичной крутки и комплексные арселоновые нити линейной плотности 29,4 текс производства РУП «Светлогорское ПО «Химволокно».

Линейная плотность комбинированной термостойкой электропроводящей нити (75 текс) определяется по формуле

$$T_{\text{комб. нити}} = T_{\text{сер}} + T_{\text{микропров}} \cdot K_{\text{микропров}} + T_{\text{обкр}} \cdot K_{\text{наг.обкр}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{сер}}$  – линейная плотность сердечника (29,4 текс);

$T_{\text{микропров}}$  – линейная плотность микропровода (18 текс);

$T_{\text{обкр}}$  – линейная плотность обкручивающего компонента (29,4 текс);

$K_{\text{микропров}}$  – коэффициент нагона микропровода 1,025;

$K_{\text{наг.обкр}}$  – коэффициент нагона обкручивающего компонента 1,02.

Для определения степени влияния технологических параметров работы тростильно-крутильной машины ТК-2-160М на качественные характеристики нити был проведен эксперимент, факторы которого и интервалы их варьирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Таблица интервалов и уровней варьирования факторов

Параметры	Уровни варьирования факторов			Интервал варьирования факторов
	-1	0	1	
Первичная крутка, кр/м, $X$	400	485	570	85
Вторичная крутка, кр/м, $Y$	480	525	570	45

Используя метод положения графической интерификации графических моделей, построена область совмещенных линий равных уровней для принятых показателей качества термостойкой комбинированной электропроводящей нити линейной плотности 75 текс (рисунок 2).

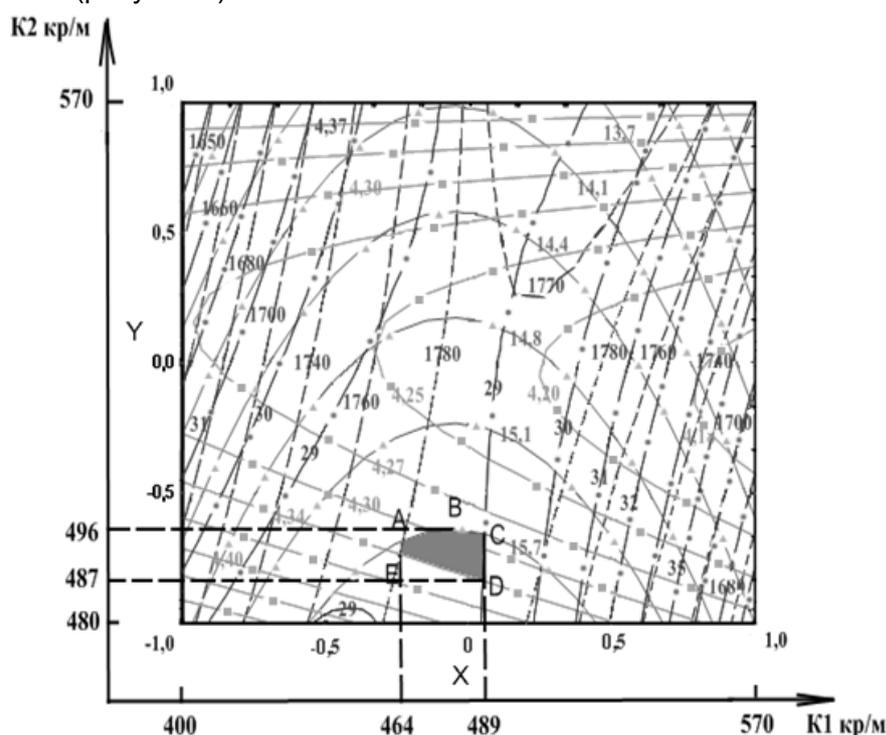


Рисунок 2 – Совмещенные линии равных уровней для принятых показателей качества комбинированной электропроводящей нити линейной плотности 75 текс

- — — — — разрывная нагрузка  $P$  (не менее 1780 сН);
- ▲ — — — — разрывное удлинение  $L$  (не менее 15,7 %);
- ■ — — — — коэффициент вариации по разрывной нагрузке  $C_{vp}$  (менее 4,3 %);
- ● — — — — коэффициент вариации по разрывному удлинению  $C_{vl}$ : (менее 29%).

В качестве критериев оптимизации были выбраны: абсолютная разрывная нагрузка,  $P$ , сН; разрывное удлинение,  $L$ , %; коэффициент вариации по разрывной нагрузке  $C_{vp}$ ,%; коэффициент вариации по разрывному удлинению  $C_{vl}$ ,%.

Запланированный эксперимент был проведен в производственных условиях ОАО «ВКШТ».

Проанализировав полученные модели, можно сделать следующие выводы:

1. Для определения области оптимальных значений накладываем ограничения на выходные параметры.
2. Получена область рациональных значений ABCDE. При анализе данной области можно отметить, что для получения комбинированной арселеновой электропроводящей нити линейной плотности 75 текс заданного качества необходимо использовать  $X$  (первичная крутка) от 465 кр/м до 490 кр/м, и  $Y$  (вторичная крутка) от 485 кр/м до 495 кр/м.

По предложенным заправочным параметрам наработаны опытные партии комбинированных электропроводящих пряжи и нити, физико-механические и электрофизические свойства которых представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства термостойких электропроводящих пряжи и нити

Показатель	Термостойкая электропроводящая пряжа	Термостойкая электропроводящая нить
Линейная плотность $T$ , текс	60	75
Коэффициент вариации линейной плотности $C_{vt}$ , %	9,6	6,8
Разрывная нагрузка $P$ , сН	480	1800
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке $C_{vp}$ , %	8,6	7,3
Разрывное удлинение $L$ , %	14	15
Коэффициент вариации по разрывному удлинению $C_{vl}$ , %	14,5	12,3
Диаметр электропроводящей пряжи $d$ , мм	0,155	0,235
Крутка $K$ , кр/м	950	480/480
Кислородный индекс $Ku$ ,%	27	27,8

Фотографии опытных образцов комбинированных термостойких пряжи и нити под микроскопом представлены на рисунке 3 (а – нить и б – пряжа соответственно).

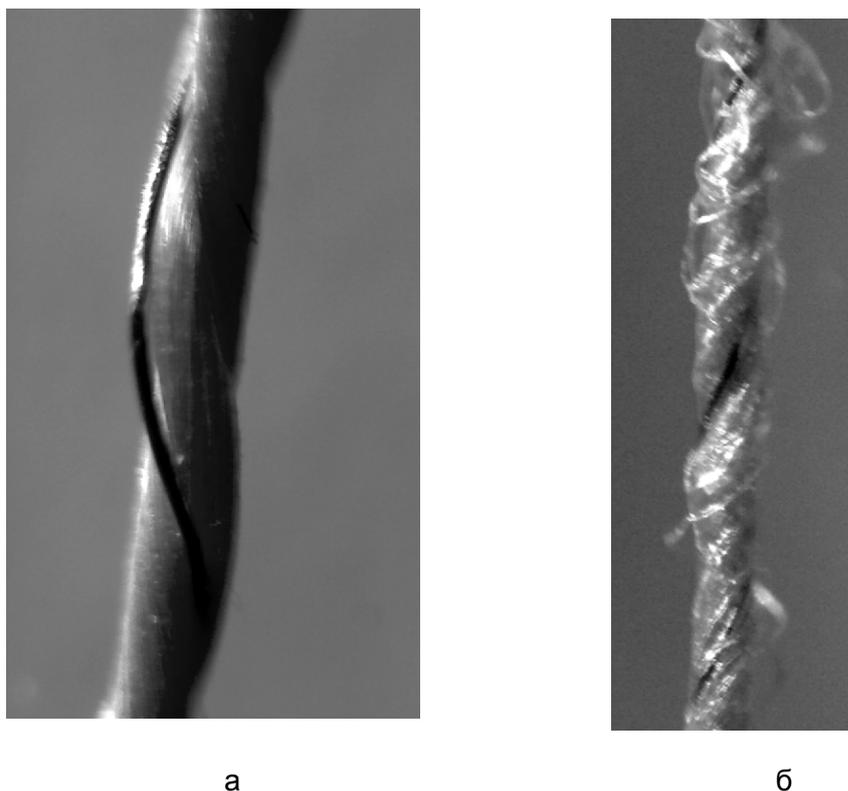


Рисунок 3 – Изображения комбинированной термостойкой электропроводящей нити и пряжи, полученные под микроскопом

На базе сертифицированной лаборатории УО «ВГТУ» в соответствии с ГОСТ 19806—74 на приборе ИЭСН-2 проведены испытания по определению электрического поверхностного сопротивления полученной комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи линейной плотности  $T = 60$  текс, комбинированной термостойкой электропроводящей нити линейной плотности  $T = 75$  текс, арселоновой комплексной нити  $T = 29,4$  текс, а также арселоновой пряжи  $T = 42$  текс. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний электрического сопротивления исходных компонентов и термостойких электропроводящих нитей и пряжи

Исследуемый объект	Среднее результатов измерений $R_{изм}$ , Ом
Арселоновая пряжа $T = 42$ текс	$4,42 \cdot 10^9$
Комбинированная термостойкая электропроводящая пряжа $T = 60$ текс	$2,3 \cdot 10^2$
Арселоновая комплексная нить $T = 29$ текс	$3,6 \cdot 10^9$
Комбинированная термостойкая электропроводящая нить $T = 75$ текс	$0,52 \cdot 10^2$

Электрическое сопротивление пряжи длиной 1 см ( $R_{ICM}$ , Ом) вычисляют по формуле

$$R_{ICM} = R_{изм} \cdot n_1 \cdot n_2, \quad (3)$$

где  $R_{изм}$  — среднее арифметическое результатов измерений, Ом;

$n_1$  — число контактных групп в датчике;

$n_2$  — число витков нити на датчике.

Удельное поверхностное электрическое сопротивление пряжи ( $R_{удс}$ , Ом) вычисляют по формуле

$$R_{удс} = \frac{0,01 \cdot R_{ICM}}{l} \cdot \sqrt{\frac{T}{\rho}}, \quad (4)$$

где  $l$  — длина пряжи, равная расстоянию между электродами (0,01 м);

$T$  — номинальная линейная плотность пряжи, текс;

$\rho$  — средняя плотность комбинированной пряжи, г/м<sup>3</sup>.

График сравнения удельного поверхностного электрического сопротивления электропроводящей пряжи линейной плотности  $T = 60$  текс, комбинированной термостойкой электропроводящей нити линейной плотности  $T = 5$  текс, арселеновой комплексной нити  $T = 29,4$  текс, а также арселеновой пряжи  $T = 42$  текс представлен на рисунке 4.

Среднюю плотность комбинированной нити и пряжи вычисляют по формуле:

$$\rho_{ТЭП(ТЭН)} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i \cdot x_i}{n}, \quad (5)$$

$$\rho_{ТЭП} = \frac{1,4 \cdot 0,7 + 8,9 \cdot 0,3}{2} = 1,822 / \text{м}^3;$$

$$\rho_{ТЭН} = \frac{1,44 \cdot 0,76 + 8,9 \cdot 0,24}{2} = 1,612 / \text{м}^3;$$

где  $\rho_{ТЭП}$  — средняя плотность комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи, г/м<sup>3</sup>;

$\rho_{ТЭН}$  — средняя плотность комбинированной термостойкой электропроводящей нити, г/м<sup>3</sup>;

$\rho_i$  — средняя плотность  $i$ -го компонента в комбинированной нити (пряже), г/м<sup>3</sup>;

$x_i$  — долевое вложение  $i$ -го компонента в комбинированной нити (пряжи);

$n$  — количество компонентов в комбинированной пряже и нити, 2;

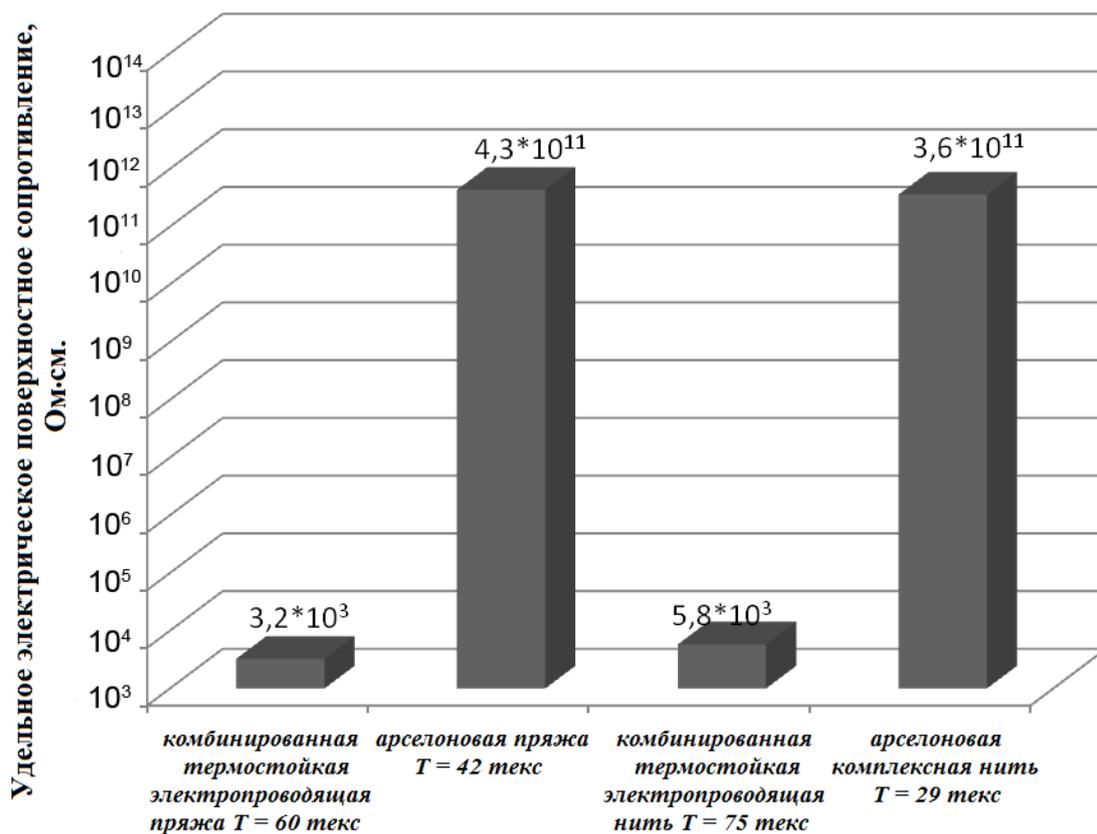


Рисунок 4 – Удельное поверхностное электрическое сопротивление исследованных текстильных нитей

Установлено, что введение медной микропроволоки в структуру термостойкой арселоновой пряжи и нити приводит к снижению электрического сопротивления на 10 порядков (с  $10^{14}$  до  $10^4$  Ом) по сравнению с арселоновыми комплексными пряжей и нитями, а удельного поверхностного электрического сопротивления – на 11 порядков (с  $10^{15}$  до  $10^4$  Ом), что позволяет использовать разработанные пряжу и нити в производстве термостойких тканей специального назначения с антистатическим эффектом.

В Республике Беларусь в настоящее время используется спецодежда с введением в структуру ткани зарубежных электропроводящих нитей, которые имеют известные недостатки: прежде всего низкое разрывное удлинение и высокую стоимость. Предложенные технологии позволят начать выпуск термостойких электропроводящих нитей и пряжи на имеющемся отечественном парке оборудования с меньшей себестоимостью и необходимыми качественными характеристиками для тканей, используемых при изготовлении специальной одежды для работников МЧС, горнодобывающей отрасли, пожарных и т.д.

#### Список использованных источников

1. Коган, А. Г. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.
2. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Колбяков ; под ред. Г. Н. Кукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

## SUMMARY

The scientific article is devoted to the complex researches of technologies of producing electro-conductive yarns and threads. The main properties of physical-mechanical properties of thermo resistant and electro conductive yarns and threads for fabrics of special purposes are determined. The results of experiments of defining of influence of technological parameters of machines on physical-mechanical properties of yarns and threads are described. It was defined, that including the copper wire in the structure of yarn and thread allows to lower specific surface resistance at 11 orders (from 1015 at 104 Ohm), that allows to use invented yarns and threads in producing of thermo resistant fabrics of special purposes with antistatic effect.

УДК 677.017

## ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ХЛОПКОВОГО И ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА С ПОМОЩЬЮ МНОГОСЕКЦИОННЫХ НАКЛАДНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

*А.М. Юсупов, А.А. Дюжа*

Применение электроемкостных измерительных датчиков для анализа текстильных материалов позволяет получить информацию, характеризующую влажность, структуру, ориентацию волокон, степени загрязненности, а также прогнозировать их деформационные и прочностные свойства. Новой сферой применения электроемкостных измерительных датчиков является оценка состава текстильных материалов на основании их диэлектрических характеристик. Для разработки эффективного метода оценки состава текстильных материалов необходимо получить зависимости диэлектрических характеристик текстильных волокон и определить оптимальные параметры для их измерения.

Измерение диэлектрических характеристик текстильных материалов эффективно осуществлять с помощью многосекционных накладных измерительных конденсаторов (МНИК), создающих плоскопараллельные поля в зоне контроля материала. МНИК широко используются в неразрушающем контроле физических, физико-механических свойств материалов, таких как влагосодержание, пористость, вязкость, температура, твердость, степень вулканизации, контроле геометрических размеров изделий, диагностике состояния объектов.

Данная статья посвящена описанию принципа работы МНИК и исследованию зависимости диэлектрической проницаемости льняного и хлопкового волокна от влажности и частоты электрического поля.

Для определения диэлектрической проницаемости волокон применим способ определения диэлектрической проницаемости в материалах с ортогональной анизотропией, когда в качестве одного из информационных параметров используется разность констант тензора диэлектрической проницаемости, измеренных вдоль осей анизотропии [1].

Для одновременного создания плоскопараллельных полей вдоль различных осей анизотропии используем конструкцию двух идентичных МНИК (рис.1). Каждый из МНИК состоит из системы ленточных электродов 1 и 2, расположенных на поверхностях плоских подложек. Чаще всего в качестве подложек служат тефлон ( $\epsilon_l = 2.1$ ) либо полипропилен ( $\epsilon_l = 2.4$ ). Выбор указанных материалов связан с их низкими гидрофобными свойствами. Кроме того, малые значения диэлектрической проницаемости подложек оптимизируют чувствительность датчика к

контролируемым материалам над плоскостью электродов. В основании подложек потенциальные электроды соединены перемычками, изолированными от плоского заземленного экрана 3. Над контролируемым материалом находится плоский заземленный экран 4, плоскость его параллельна плоскости электродов МНИК. Низкопотенциальные электроды 1 и экраны 3, 4 имеют практически одинаковый потенциал земли. Ленточные электроды создают плоскопараллельные поля в двух взаимно перпендикулярных направлениях, в плоскостях XOZ и YOZ.

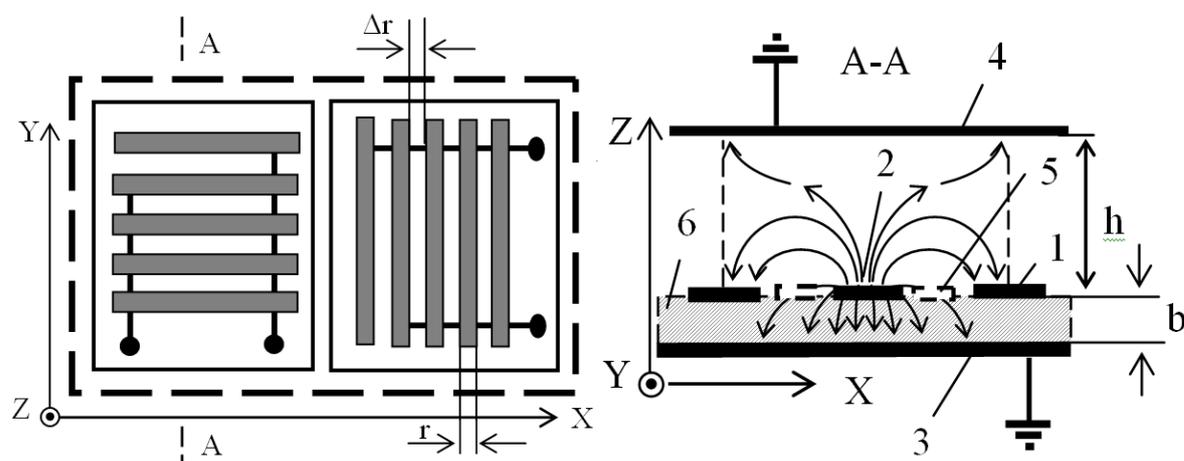


Рисунок 1 – Дифференциальный датчик: вид сверху и вид сбоку для одной из секций: 1, 2 – потенциальные электроды; 3, 4 – заземленные экраны; 5 – виртуальный электрод; 6 – подложка

При выборе геометрических размеров конструкции МНИК необходимо исходить из следующего. Во-первых, датчик должен создавать плоскопараллельное поле, и доля горизонтального потока, идущего вдоль оси анизотропии, должна быть значительна. Во-вторых, толщина подложки  $b$  должна быть мала по сравнению с межэлектродным расстоянием  $\Delta r$ . В этом случае в межэлектродном зазоре между высокопотенциальными 1 и низкопотенциальными 2 электродами будут созданы виртуальные электроды охраны 5 (на рис. 1 они показаны штрихпунктиром). Виртуальные электроды создаются частью потока электрического поля, исходящего из высокопотенциальных электродов 1 со стороны, обращенной к контролируемому материалу, и замыкающегося на заземленный экран 3 в основании подложки [2]. Это позволит устранить паразитную емкость в подложке, снизить влияние неплотностей прилегания к электродам НИК. Однако это возможно только в том случае, если влияние второго заземленного экрана 4 над контролируемым материалом будет ослаблено. Следовательно, должно выполняться условие: толщина контролируемого материала должна быть больше толщины подложки  $h > b$ .

Количественные и качественные оценки позволили выработать рекомендации по обеспечению эффективного функционирования электроемкостных МНИК. Для волокон хлопка, льна значения констант тензора диэлектрической проницаемости при относительной влажности 0 % лежат в пределах  $2,5 \div 5$  [3]. Ширина области, занимаемой исследуемыми волокнистыми материалами  $h = 5$  мм. Расчеты показывают, что для экранированных НИК, выполняемых на подложке из фольгированного тефлона толщиной  $b = 2$  мм, когда толщина медного покрытия составляет 0,01 мм, должно выполняться условие:  $b/\Delta r < 0,8$ . Межэлектродный зазор  $\Delta r$  должен быть не менее 2,5 мм, ширина электродов должна составлять 3 – 4,5 мм. С учетом выработанных рекомендаций был изготовлен МНИК со следующими размерами: толщина подложки  $b = 2$  мм, ширина области контроля  $h = 5$  мм, межэлектродный зазор  $\Delta r = 3$  мм, ширина электродов  $r = 3$  мм.

При измерении диэлектрической проницаемости с помощью разработанного МНИК необходимо учитывать, что текстильные волокна обладают диэлектрической дисперсией. Для них наблюдается зависимость диэлектрической проницаемости от частоты электромагнитного поля. Помимо этого волокна хлопка, льна обладают явно выраженной анизотропией диэлектрических свойств, что связано с анизотропией структуры самих волокон.

Диэлектрическая проницаемость исследуемых материалов определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{C_1}{C_2}, \quad (1)$$

где  $C_1$  – емкость МНИК, заполненного исследуемым материалом;

$C_2$  – емкость МНИК в вакууме.

Для определения зависимости между емкостью исследуемого материала, измеренной с помощью МНИК,  $C_1$  и его диэлектрической проницаемости  $\varepsilon$  были исследованы диэлектрические характеристики стеклотекстолита КАСТ-В. По ГОСТ 10292 – 74 диэлектрическая проницаемость стеклотекстолита марки КАСТ-В при частоте электрического поля  $f = 1$  МГц равна  $\varepsilon = 5,3$ . При использовании МНИК величина диэлектрической проницаемости составила  $\varepsilon = 5,16$  ( $C_1 = 1,589$  пФ,  $C_2 = 0,308$  пФ), следовательно, методическая погрешность измерения диэлектрической проницаемости не превышает 2,5 %.

Применение двух заземленных экранов снижает рабочую емкость измерительного конденсатора, так как часть потока силовых линий замыкается на данные экраны, поэтому уменьшается часть потока силовых линий, поступающих на ленточные электроды. Для проверки точности измерений рассчитаем абсолютную инструментальную погрешность измерения диэлектрической проницаемости  $\Delta\varepsilon$ . Так как абсолютная погрешность измерения емкости прибора «Измеритель иммитанса Е7-20» составляет  $\Delta C = 0,001$  пФ, а емкость пустого МНИК  $C_2 = 0,3$  пФ, то абсолютная инструментальная погрешность измерения диэлектрической проницаемости  $\Delta\varepsilon$  определяется по формуле:

$$\Delta\varepsilon_{инс} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial\varepsilon}{\partial C_i} \right| \times \Delta C = \left( \frac{1}{C_2} + \frac{C_1}{(C_2)^2} \right) \times \Delta C = \frac{C_1 + C_2}{(C_2)^2} \times \Delta C. \quad (2)$$

В результате проведенных исследований, представленных ниже, величина диэлектрической проницаемости изменялась в пределах от 1,14 до 14,7. Следовательно, относительная инструментальная погрешность измерения диэлектрической проницаемости не превышает 1,2 %.

На основании полученных значений методической и инструментальной погрешностей можно сделать вывод, что разработанный МНИК обеспечивает высокую точность измерения диэлектрической проницаемости.

На основании приведенных теорий в условиях УО «ВГТУ» проведен эксперимент по исследованию зависимостей диэлектрических характеристик хлопковых, льняных волокон от влажности и частоты электрического поля. Для приготовления образцов использовались льняные, хлопковые ленты с ленточной машины, смешанные ленты с содержанием 50 % хлопковых и 50 % льняных волокон. Волокнистые ленты высушивались в сушильном шкафу в соответствии с ГОСТ 3274.4 – 72 для хлопкового волокна и ГОСТ 25133 – 82 для льняного

волокна. Далее из высушенных лент формировались образцы массой  $20 \pm 0,05$  г для обеспечения необходимой точности измерения влажности. Измерения проводились с помощью разработанного МНИК, создающего плоскопараллельные электрические поля вдоль и поперек текстильных волокон, и прибора «Измеритель иммитанса Е7-20».

В ходе эксперимента влажность образцов  $W$  изменялась от 2 до 8 %, частота электрического поля  $f$  – от 0,5 до 100 кГц. Изменялись следующие зависимости:

- диэлектрической проницаемости текстильных волокон в продольном направлении от влажности ( $W$ ) и частоты электрического поля ( $f$ );
- диэлектрической проницаемости текстильных волокон в поперечном направлении от влажности ( $W$ ) и частоты электрического поля ( $f$ ).

В результате обработки экспериментальных данных получены следующие математические модели.

$$\varepsilon = a_0 + a_1 * e^{(a_2 * W)} / (f^{a_3}), \quad (3)$$

где  $a_0, a_1, \dots, a_4$  – коэффициенты регрессии.

Математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости хлопкового волокна в продольном направлении (рисунок 2) от влажности ( $W$ ) и частоты электрического поля ( $f$ ):

$$\varepsilon_{хл}^{II} = 1,693 + 0,136 * e^W / (f^{0,434}), \quad (4)$$

где  $W$  – влажность волокна, %;  $f$  – частота электрического поля,  $f^{0,434} = \sqrt[10]{f^{\ln 10}}$  – показатель, отражающий влияние частоты электрического поля.

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9931 > 0,9$ , поэтому разработанную модель можно считать адекватной.

Математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости смеси хлопкового и льняного волокна в продольном направлении (рисунок 3) от влажности ( $W$ ) и частоты электрического поля ( $f$ ):

$$\varepsilon_{хл/л}^{II} = 1,644 + 5 * e^{(0,469 * W)} / (f^{0,434}). \quad (5)$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9603$ .

Математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости льняного волокна в продольном направлении (рисунок 4) от влажности и частоты электрического поля:

$$\varepsilon_{л}^{II} = 1,628 + e^{(0,59 * W)} / (f^{0,434}). \quad (6)$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9901$ .

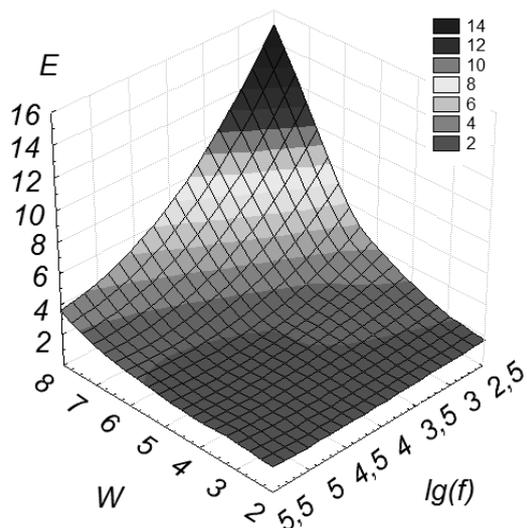


Рисунок 2 – Зависимость диэлектрической проницаемости хлопкового волокна в продольном направлении от влажности и частоты электрического поля

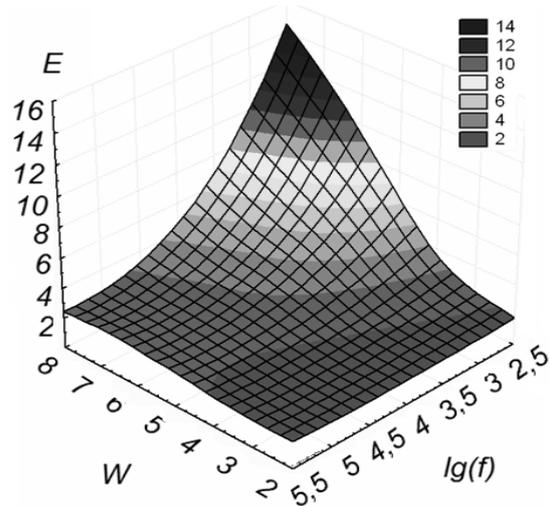


Рисунок 3 – Зависимость диэлектрической проницаемости смеси хлопкового и льняного волокна в продольном направлении от влажности и частоты электрического поля

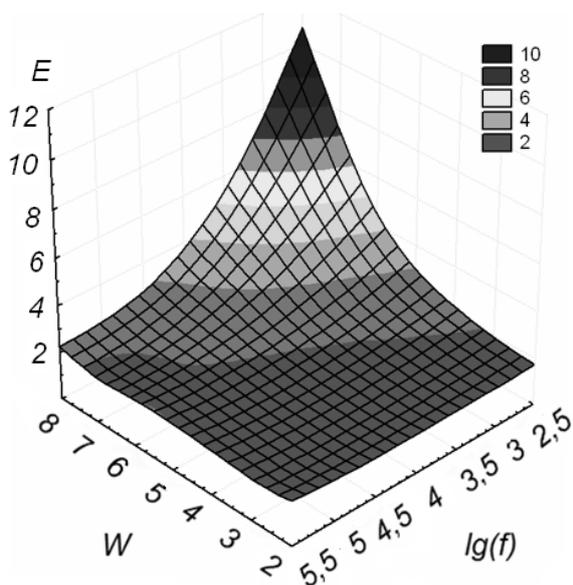


Рисунок 4 – Зависимость диэлектрической проницаемости льняного волокна в продольном направлении от влажности и частоты электрического поля

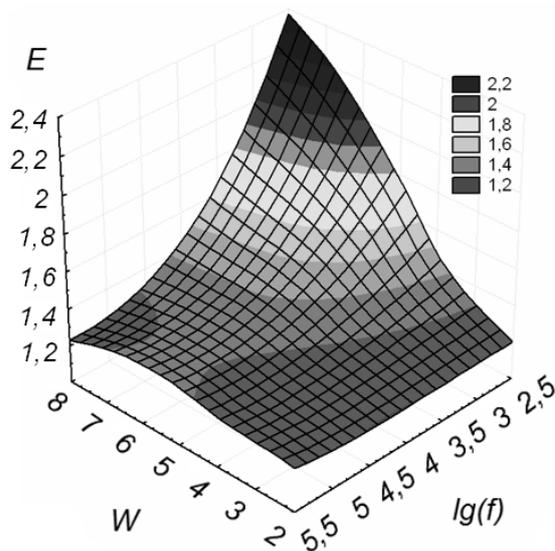


Рисунок 5 – Зависимость диэлектрической проницаемости хлопкового волокна в поперечном направлении от влажности и частоты электрического поля

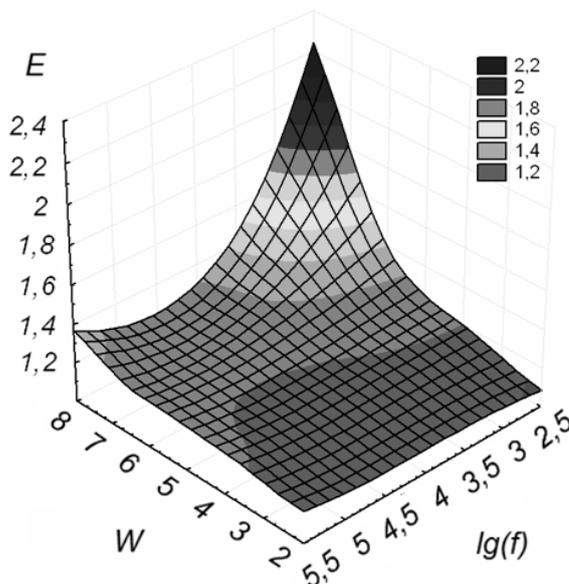


Рисунок 6 – Зависимость диэлектрической проницаемости смеси хлопкового и льняного волокна в поперечном направлении от влажности и частоты электрического поля

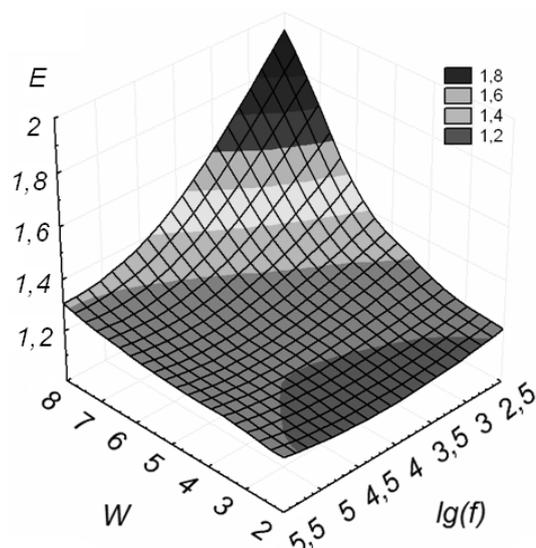


Рисунок 7 – Зависимость диэлектрической проницаемости льняного волокна в поперечном направлении от влажности и частоты электрического поля

Математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости хлопкового волокна в поперечном направлении (рисунок 5) от влажности и частоты электрического поля:

$$\varepsilon_{хл}^{\perp} = 1,197 + 0,008 * e^{W} / (f^{0,434}). \quad (7)$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9509$ .

Математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости смеси хлопкового и льняного волокна в поперечном направлении (рисунок 6) от влажности и частоты электрического поля:

$$\varepsilon_{хл/л}^{\perp} = 1,168 + 1,1 * e^{(0,368 * W)} / (f^{0,434}). \quad (8)$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9332$ .

Математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости льняного волокна в поперечном направлении (рисунок 7) от влажности и частоты электрического поля:

$$\varepsilon_{л}^{\perp} = 1,153 + 0,06 * e^{(0,655 * W)} / (f^{0,434}). \quad (9)$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9425$ .

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что зависимости диэлектрической проницаемости в продольном и в поперечном направлении имеют общие закономерности. Диэлектрическая проницаемость хлопковых и льняных волокон в продольном направлении изменяется в пределах от 1,49 до 14,7; в поперечном направлении – от 1,14 до 2,42. Для хлопкового волокна получены наибольшие значения диэлектрической проницаемости во всем диапазоне исследуемой влажности  $W$  и частоты электрического поля  $f$ . Для льняного волокна получены минимальные значения диэлектрической проницаемости во всем диапазоне исследуемой влажности и частоты электрического поля. Значения

диэлектрической проницаемости для хлопкольнай смеси находят я в диапазоне между значениями хлопкового и льняного волокна.

Полученные модели имеют постоянную составляющую  $\varepsilon_n$ . Максимальное значение постоянной составляющей получено для хлопкового волокна  $\varepsilon_{n \text{ хл}}^{\perp} = 1,693$ ,  $\varepsilon_{n \text{ хл}}^{\parallel} = 1,197$ ; минимальное – для льняного волокна  $\varepsilon_{n \text{ л}}^{\perp} = 1,153$ ,  $\varepsilon_{n \text{ л}}^{\parallel} = 1,628$ ; значения постоянной составляющей для смеси волокон  $\varepsilon_{n \text{ хл/л}}^{\perp} = 1,644$ ,  $\varepsilon_{n \text{ хл/л}}^{\parallel} = 1,168$  находятся в диапазоне между значениями хлопкового и льняного волокна.

Диэлектрическая проницаемость волокон уменьшается с увеличением частоты электрического поля  $f$  и увеличивается с увеличением влажности  $W$ .

Анализ результатов, полученных в результате эксперимента, позволил составить общую зависимость диэлектрической проницаемости ( $\varepsilon$ ):

$$\varepsilon = \varepsilon_n + W/F, \quad (10)$$

где  $\varepsilon_n$  – постоянная составляющая диэлектрической проницаемости;

$W = aI * e^{a2*w}$  – показатель, отражающий влияние сорбционных свойств волокон;

$F = \sqrt[ln10]{f} = f^{0,434}$  – показатель, отражающий влияние частоты электрического поля.

Разработанная модель позволяет прогнозировать диэлектрическую проницаемость волокон в продольном и поперечном направлениях. Показатель  $\varepsilon_n$  численно равен значению диэлектрической проницаемости при влажности  $W = 0$ . Влияние частоты электрического поля на величину диэлектрической проницаемости одинаково для всех исследованных волокон  $F = f^{0,434}$ . Влияние влажности на диэлектрическую проницаемость волокон неоднозначно, так как значения показателя  $W = aI * e^{a2*w}$  сильно различаются для различных образцов. Поэтому для применения разработанной модели необходимо провести дополнительные исследования сорбционных свойств текстильных волокон.

#### ВЫВОДЫ

Выработаны рекомендации по обеспечению эффективного функционирования многосекционных экранированных накладных измерительных конденсаторов, обеспечивающих контроль диэлектрических характеристик волокнистых материалов в продольном и поперечном направлениях.

Исследованы зависимости диэлектрической проницаемости в продольном и поперечном направлениях хлопковых и льняных волокон от влажности и частоты электрического поля.

Разработана общая зависимость диэлектрической проницаемости текстильных волокон от влажности и частоты электрического поля

#### Список использованных источников

1. А. С. 1778661, МКИ G 01 R 27/26. Способ определения структурной влаги в материалах с ортогональной анизотропией / А. А. Джежора. – № 4878623/25 ; заявл. 29.10.90 ; опубл. 30.11.92 , Бюллетень № 44. – 1 с.
2. Джежора, А. А. Влияние экрана подложки на емкость датчика / А. А. Джежора, В. В. Рубаник // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов : материалы III междунар. научно-технич. конф. – Могилев, 2009. – С.110-112.
3. Радовицкий, В. П. Электродинамика текстильных волокон (Поведение волокон в электрических полях) / В. П. Радовицкий, Б. Н. Стрельцов. – Москва : Легкая индустрия, 1967. – 253 с.

Статья поступила в редакцию 25.11.2010

## SUMMARY

The article is devoted to research of dielectric characteristics of flax and cotton fibres. Electrocapacitor sensors are widely used for nondestructive control of physical and mechanical properties of materials, such as moisture, homogeneity, porosity. Application of electrocapacitor measuring sensors for the analysis of textile materials allows to receive the information about quality parameters, moisture, structure, orientation of fibres, impurity degree and to forecast the deformation and strength properties.

УДК 677.021.188.2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ РАЗНОУСАДОЧНЫХ ВОЛОКОН В ЛЕНТЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКООБЪЕМНОЙ ПРЯЖИ

*С.А.Ольвий* , *С.С.Мурзин*

В настоящее время высокообъемная пряжа широко используется в трикотажном производстве во всем мире. Для повышения конкурентоспособности отечественной пряжи кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ» на ОАО «Полесье» были проведены исследования по повышению качества высокообъемной полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи в связи с масштабным перевооружением в 2008 – 2010 г. на ОАО «Полесье» и установкой современного технологического оборудования. На предприятии установлены ленторазрывные конверторы фирмы «Seydel» модели 873, ленточные интегральные машины фирмы «Schlumberger».

Целью исследований являлось разработка нового метода оценки качества смешивания, а также повышение качества смешивания разноусадочных волокон в поперечном сечении ленты.

Для проведения данных исследований на ОАО «Полесье» использовался жгут из ПАН волокон марки НД производства завода «Полимир» ОАО «Нафтан» г. Новополоцк. Жгут был переработан в ленту на ленторазрывном конверторе «Seydel 873». Полученные ленты из высоко- и низкоусадочных волокон далее подавались на ленточную разрыво-смешивающую машину D5 GC – 30 фирмы «Schlumberger», где производилось смешивание лент из низкоусадочных и высокоусадочных волокон в требуемом процентном соотношении, а также дорывание в многозонном вытяжном приборе волокон, неразорвавшихся при штапелировании. Далее лента перерабатывалась на трех переходах ленточных машин GC – 30 фирмы «Schlumberger». Ленточная машина первого перехода оснащена автоматическим регулятором вытяжки.

Высокоусадочные и низкоусадочные волокна смешивались в соотношении 55 % к 45 % соответственно. Процентное содержание разноусадочных компонентов задается при сложении определенного количества лент из высоко- и низкоусадочного волокна на интегральной ленточной машине. Для упрощения анализа качества смешивания компонентов использовался высокоусадочный компонент черного цвета, а низкоусадочный компонент – белого цвета.

Для выявления зависимости между числом сложений лент и неровнотой смешивания на первом переходе ленточных машин производилась наработка трех вариантов лент при изменении числа сложений лент на питании от 8 до 10. Далее полученные при разном числе сложения опытные ленты с первого перехода подавались на второй и третий переходы ленточных машин. Таким образом, было получено 10 вариантов ленты: один образец с интегральной машины и по три образца с каждого из трех переходов ленточных машин.

Исследования были проведены в два этапа. Так как одной из наиболее важных характеристик ленты является ее неровнота по линейной плотности, то для определения этой величины на первом этапе все образцы ленты были

исследованы на приборе «Uster Tester 3». Полученные в результате показатели неровноты ленты представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных выявил, что наименьшая неровнота по линейной плотности опытной ленты получена при использовании 10 сложений лент на первом ленточном переходе.

На втором этапе исследований определялась неровнота распределения волокон разных компонентов по сечению волокнистого продукта. В настоящее время известны микроскопические методы оценки эффективности смешивания волокнистых материалов, такие как метод Гамильтона, метод Милларда, метод Де Барра и Уолкера, а также визуальная оценка перемешивания компонентов в продукте. Однако визуальная оценка связана с субъективным восприятием каждым исследователем степени смешивания.

Микроскопический метод широко применяется для оценки качества смешивания пряжи. Его достоинством является возможность определения радиальной, секториальной и других видов структурной неровноты. Однако применение этого метода для измерения структурной неровноты ленты затруднено в связи со значительным количеством волокон в сечении ленты (более 20 тысяч).

Для определения неровноты по длине продукта используются и химические методы. Химический метод является наиболее удобным для нахождения количественного состава химических и натуральных волокон в смеси. По сравнению с микроскопическим методом он обладает более низкой точностью из-за невозможности полного растворения веществ в результате реакции. Однако данным методом невозможно определить содержание высокоусадочного и низкоусадочного компонента в ленте, так как оба компонента состоят из ПАН волокон [1].

Таблица 1 – Неровнота опытной ленты по вариантам смешивания

Количество сложений на первом переходе	Неровнота на коротких отрезках, %	Неровнота на метровых отрезках, %
Лента с интегральной ленточной машины	2,33	
Первый переход ленточных машин		
8	3,18	0,92
9	2,62	0,59
10	2,38	0,47
Второй переход ленточных машин		
8	2,14	0,58
9	1,97	0,96
10	1,85	0,56
Третий переход ленточных машин		
8	1,42	1,21
9	1,35	0,88
10	1,25	0,62

Так как описанные методы требуют больших расчетов и занимают много времени, то при исследовании процесса смешивания лент из высоко- и низкоусадочных компонентов была применена принципиально новая методика и программное обеспечение, разработанное кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ» для оценки

качества меланжевого эффекта [2]. Эта методика позволяет комплексно оценить качество смешивания компонентов в поперечном сечении ленты.

Суть используемой методики заключается в следующем. От каждого опытного образца ленты получают по 20 срезов. Срез ленты необходимо делать через интервалы, большие максимальной длины волокна, с той целью, чтобы одно и то же волокно не входило в два разных среза. В нашем случае срезы делались через 150 мм. Далее срезам придается форма прямоугольника, и каждый образец при помощи сканера сканируется в черно-белых цветах с высоким разрешением, после чего полученное электронное изображение образца обрабатывается специальным программным обеспечением.

Обработка программным обеспечением заключается в текстурном анализе изображения. Для текстурного анализа предварительно требуется разбить анализируемое изображение на участки с однородной текстурой (провести текстурную сегментацию), то есть необходимо четко выделить на изображении цветовые области (пятна) одного цвета. Процесс такого выделения называется сегментацией. Далее необходимо провести кластеризацию.

Кластеризация (или кластерный анализ) — это задача разбиения множества объектов на группы, называемые кластерами. Внутри каждой группы должны оказаться «похожие» объекты, а объекты разных групп должны быть как можно более отличны. Главное отличие кластеризации от классификации состоит в том, что перечень групп четко не задан и определяется в процессе работы алгоритма.

Применение кластерного анализа в общем виде сводится к следующим этапам:

- отбор выборки объектов для кластеризации;
- определение множества переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке (при необходимости – нормализация значений переменных);
- вычисление значений меры сходства между объектами;
- применение метода кластерного анализа для создания групп сходных объектов (кластеров);
- представление результатов анализа.

В результате кластеризации образуются «кластеры» (англ. *cluster* скопление) — объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами [3].

В случае решения задачи кластеризации изображения задан набор пикселей, каждый из которых определяется тремя цветовыми компонентами в одном из цветовых пространств. С помощью процедуры кластеризации осуществляется выделение групп пикселей, имеющих наиболее «близкие» цветовые характеристики.

Для представления цвета в разработанной программе использовались модели RGB и HSV, как наиболее удобные и информативные с точки зрения пользователя.

В данном программном обеспечении технически кластеризация выполняется обходом всех точек изображения с определением отклонения от уже существующих центров кластеров. Если это отклонение меньше заданного значения, то точка включается в существующий кластер, если больше – создается новый кластер. При добавлении точки в существующий кластер производится перерасчет центра (среднего цвета) кластера.

Для каждого кластера цвета автоматически определяются статистические данные, такие как:

- общая площадь, занимаемая кластером;
- кодированное значение данного цвета в системе RGB;
- количество пятен каждого кластера;
- среднее значение площади пятен кластера.

После этого программа определяет для всех связанных пятен каждого цветового кластера среднее количество пятен в цветовом кластере, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

Для наглядности целесообразно также рассматривать гистограммы цветов, в которых программа указывает цвет каждой отдельной ячейки изображения, а также количество точек данного цвета.

Интерфейс программы и вид результатов представлены на рисунке.

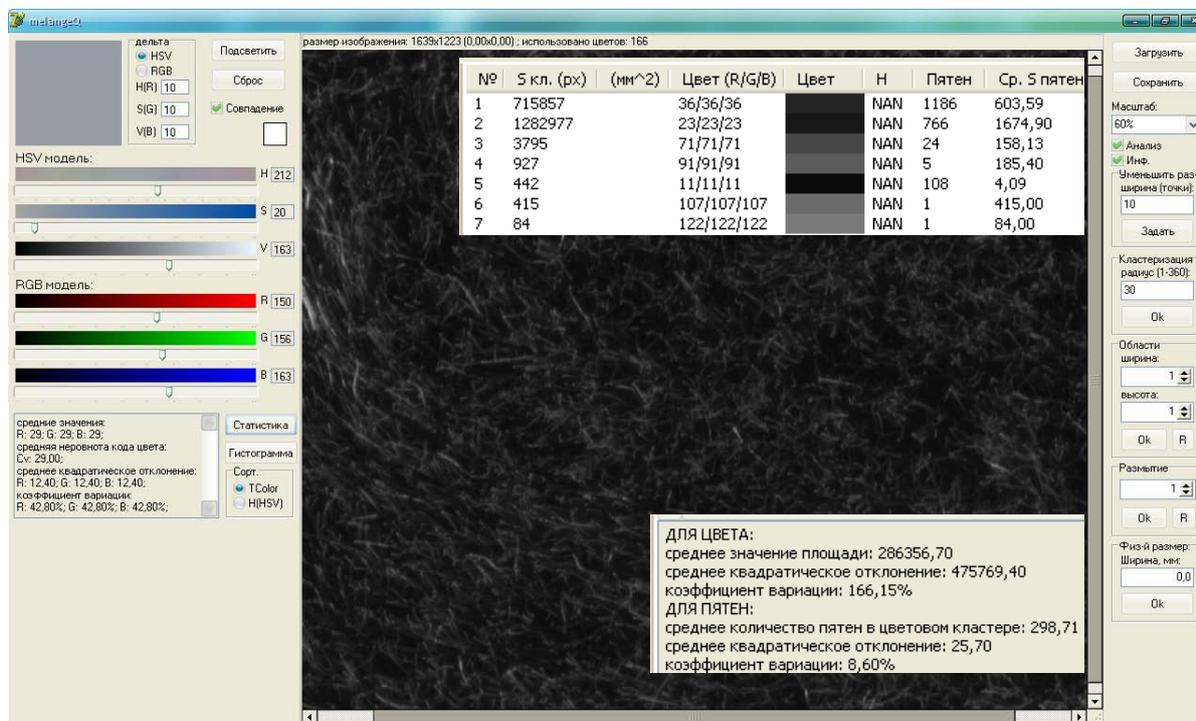


Рисунок – Рабочее окно программы

Эффективность смешивания разнородных волокон определяется равномерностью распределения волокон различных компонентов в поперечном и продольном сечении пряжи, а также наличием различных групп волокон и их размером. Равномерность распределения разноусадочных волокон оценивается полученным в результате работы программы средним количеством пятен в цветовом кластере (таблица 2); чем меньше этот показатель, тем лучше перемешаны волокна между собой. Второй выходной параметр программы показывает разброс значений количества пятен в цветовых кластерах; чем меньше данный показатель, тем лучше смешаны волокна.

Анализ экспериментальных данных, полученных при обработке опытных образцов ленты, показал:

– при увеличении числа сложений наблюдается улучшение качества смешивания волокон и характера их распределения по сечению ленты. Наиболее равномерное распределение волокон высоко- и низкоусадочного компонентов в поперечном сечении ленты было получено в третьем варианте смешивания при числе сложений лент, равном 10.

Таблица 2 – Результаты работы программы

Номер перехода	Число сложений лент на первом ленточном переходе	Среднее значение пятен в цветовом кластере	Коэффициент вариации по количеству пятен в цветовом кластере, %
Интегральная машина		850,098	157,641
1 вариант заправки			
1 переход ленточных машин	8	1201,747	70,403
2 переход ленточных машин		1319,095	63,543
3 переход ленточных машин		730,614	58,136
2 вариант заправки			
1 переход ленточных машин	9	930,735	69,231
2 переход ленточных машин		971,770	53,964
3 переход ленточных машин		629,697	44,105
3 вариант заправки			
1 переход ленточных машин	10	875,473	58,048
2 переход ленточных машин		620,99	46,015
3 переход ленточных машин		522,395	33,806

#### ВЫВОДЫ

Разработана методика оценки параметров смешивания разноусадочных волокон с помощью созданного сотрудниками УО "ВГТУ" программного обеспечения.

При анализе процесса смешивания высокоусадочных и низкоусадочных волокон установлено, что общая неровнота смешивания компонентов по их долевого содержанию снижается с увеличением числа сложений. При увеличении числа сложений улучшается качество смешивания волокон и характер их распределения по сечению ленты.

#### Список использованных источников

1. Рашкован, И. Г. Методы оценки распределения волокон по поперечным сечениям пряжи / И. Г. Рашкован. – Москва, 1970. – С. 199.
2. Яковлев, В. В. Оценка качества меланжевого эффекта / В. В. Яковлев, А. Г. Романовский // Вестник ВГТУ. – 2008. – Вып. 15. – С. 56-59.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Москва : «Техносфера», 2005. – С. 1072.

*Статья поступила в редакцию 13.04.2011*

#### SUMMARY

Application of the technique based on the use of modern software created by «VSTU» staff allows to determine the quality of mixing fibers with different shrinkage in the sliver.

This article is devoted to analysis of the draw frames work and studying of the process of sliver mixing from high-and low-shrinkage components on these machines. Is listed in this article new technique for determining the quality of fibers mixing with different shrinkage.

## АНАЛИЗ СИСТЕМ ВВОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Ю.В.Плюс*

Успешными предприятиями легкой промышленности в процессе разработки геометрической модели будущего изделия активно используются САД системы, интегрированные в САПР различного уровня. Однако этого становится недостаточным, так как в современных экономических и технологических реалиях интенсивно развивается дифференцированный подход к заказчикам, а также увеличивается удельный вес конструкторских проектных решений, принимаемых отдельным специалистом. Вследствие этого возрастает актуальность проблемы автоматизации частных задач, обусловленной их разнообразием и малой степенью формализованности. Современные пакеты компьютерной 3D графики ориентированы, главным образом, на эффективное конструирование поверхностей, имеющих закономерно изменяемую (часто правильную) форму. Поэтому процесс интерактивного конструирования поверхностей пространственно-сложных (нерегулярных) объектов (например (рисунок 1), манекенов, обувных колодок, пресс-форм для их изготовления и т.п.) приводит к скачку в повышении трудоемкости, зачастую делая его невыполнимой задачей, а выбранную САД систему – неэффективной. Очевидно, что этап проектирования, в конечном итоге, определяющим образом влияет на себестоимость продукции. Например, по данным В. Хубки [1], затраты на проектирование объекта могут достигать более 60 % в общем объеме единичного производства изделий пространственно сложной формы (рисунок 2).



Рисунок 1 – Примеры объектов легкой промышленности, имеющих нерегулярную форму

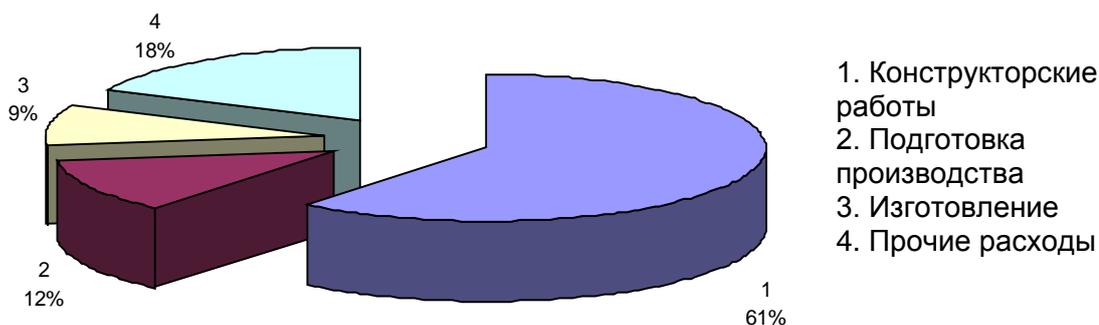


Рисунок 2 – Распределение расходов при единичном производстве сложных изделий

Выходом из сложившейся проблемной ситуации в проектировании нерегулярных объектов является внедрение программно-технических комплексов, направленных на автоматизацию математического формоописания (оцифровки) поверхностей физических объектов. Посредством систем оцифровки традиционная производственная цепочка, предусматривающая переход от геометрической модели продукции к физическому объекту, при проектировании новой продукции дополняется этапом сканирования поверхностей физических объектов-аналогов. В результате такого подхода обеспечивается обратный переход от физических объектов к конструкторско-геометрической модели [2].

На рынке представлен широкий спектр систем оцифровки, основанных на тактильном исследовании поверхности объекта (измерительные руки – FaroArm, MicroScirbe3D и др.) и наиболее эффективных, использующих различные волноотражательные свойства материала объектов: лазерные системы – ModelMaker, Replica, Arius3D, CyraX 2500 и др., фотограмметрические, а также ультразвуковые, пьезометрические и т.п. [3]. Поиск оптимального исполнения системы оцифровки, обеспечивающей наибольшую эффективность в условиях разнообразия как принципиально отличающихся, так и сходных технических и технологических предложений, должен быть основан на оценке ряда их функционально-стоимостных требований. Это вызывает необходимость систематизации и последующего анализа систем оцифровки и их технико-экономических параметров. Расширенная классификация и описание принципов действия различных систем оцифровки приведены в работе [3]. Эта классификация может быть полезна на стадии принятия концептуального варианта технического исполнения системы оцифровки. В дальнейшем выбор системы оцифровки должен определяться целями, которые преследует предприятие-заказчик, имеющимися финансовыми возможностями, функциональным обеспечением системы оцифровки и т.д. Ключевыми условиями успешного применения системы оцифровки в производственной сфере являются определение области специализации и выбор соответствующего этой области метода оцифровки. Для оценки эффективности внедрения комплексов оцифровки целесообразно использовать следующие показатели качества [4, 5]: технические, к которым относятся эксплуатационные показатели: уровень автоматизации, быстродействие, надёжность работы; конструктивные: габариты установки, габариты рабочего пространства, масса, мобильность; технологические: ограничения по технологии (возможность оцифровки мягких, хрупких, прозрачных, зеркальных и т.п. поверхностей); сложность поверхности объекта, точность измерений, экономические: стоимость оборудования; затраты на обслуживание; энергоёмкость; организационные: длительность, сложность этапа подготовки процесса, обучение персонала; эргономические: степень неблагоприятного воздействия на человека (вредность, физическая и психологическая утомляемость), удобство обслуживания. Также следует провести анализ

возможностей программного обеспечения, которые должны как минимум поддерживать решение следующих основных задач: ввод полученной информации в компьютер; числовое описание геометрии поверхности объекта; управление точностью при формировании цифровой модели объекта; представление измерительной информации в форме, удовлетворяющей стандартам, обеспечивающим экспорт/импорт цифровых моделей с возможностью их модификаций в пакетах компьютерного геометрического моделирования и вывод на периферийные устройства; а также дополнительных задач: управление данными, в том числе промежуточными; визуализация результатов оцифровки; обеспечение хранения и поиска геометрической информации. Функциональное наполнение программного обеспечения компьютеризированных комплексов оцифровки определяет их место в пространстве САПР как:

- САПР среднего уровня, поддерживающая программно-технический комплекс, обеспечивающий сквозную автоматизацию формообразования изделий;
- специализированная САПР нижнего уровня, ориентированная на информационное обеспечение САПР среднего или высокого уровня.

При создании САПР, основанной на применении систем оцифровки, разработчики зачастую реализуют собственную CAD систему, внедрение которой может вызвать полный отказ от ранее используемой в процессе проектирования и, соответственно, потребует дополнительных финансовых и временных затрат на ее приобретение и освоение.

Для оценки эффективности внедрения систем оцифровки на предприятиях среднего и малого уровня, в том числе на предприятиях легкой промышленности, был проведен квалиметрический анализ, который показал, что в наибольшей степени комплексу функционально-стоимостных требований отвечают фотограмметрические системы (рисунок 3) [5].

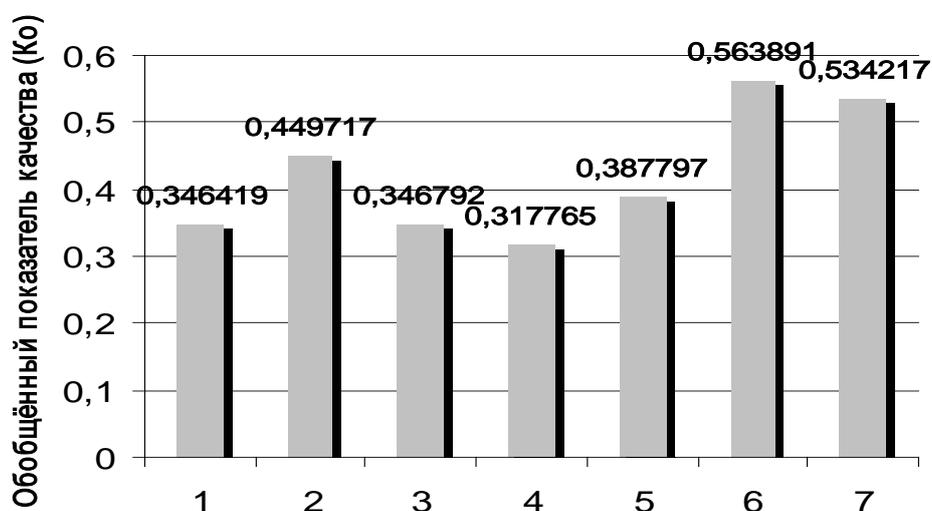


Рисунок 3 – Результаты квалиметрического анализа систем оцифровки нерегулярных объектов:

- 1 – контактные механические устройства и приспособления; 2 – ручные дигитайзеры; 3 – специализированные автоматизированные устройства; 4 – контурографы; 5 – координатные измерительные машины; 6 – фотограмметрические системы; 7 – лазерные сканирующие системы

Различными фотограмметрическими системами реализуются методы, основанные на обработке одиночных снимков (плоскостная фотограмметрия), и методы, использующие стереоскопическое зрение, в которых обрабатываются два и более снимка (стереофотограмметрия) [6]. Фотограмметрическая обработка

снимков базируется на методах проективной геометрии и теории перспективы. Фотограмметрические системы можно классифицировать на системы авиа-, космической съемки и системы наземной съемки. Первые – геоинформационные системы (ГИС) – применяются, главным образом, в геодезии и картографии. Системы, ориентированные на применение в сферах, связанных с формообразованием нерегулярных изделий (в основном это системы наземной съемки), можно разделить на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальная автоматизированная фотограмметрическая система позволяет оцифровывать наиболее широкий спектр пространственно сложных технических объектов. Такие системы часто представляют собой стационарные установки с достаточно большим рабочим пространством и относятся к классу дорогостоящего оборудования, стоимость которого измеряется десятками тысяч долларов. К таким системам можно отнести, например, семейство систем ATOS фирмы GOM mbh, стоимостью от \$ 60 000, семейство систем OptoTOP, OptoSIS фирмы Breuckmann GmbH, системы Rexcan фирмы Solutionix и т.п. Повышенная стоимость обусловлена использованием в них специальных прецизионных фотограмметрических камер, различных метрических устройств, специального программного обеспечения. Причем, как правило, универсальные автоматизированные фотограмметрические системы реализуют методы стереофотограмметрии, т.е. конфигурация систем включает две и более специальные цифровые камеры высокого разрешения. Кроме того, для обеспечения качественного результата фотограмметрической обработки, проводимой в автоматическом режиме, зачастую требуется выполнять трудоемкий этап калибровки и юстировки системы с помощью различных маркеров, координатных сеток и т.п.

Специализированные системы позволяют получать цифровые модели объектов определенного класса, например, промышленных изделий, арт-форм, зданий, микрообъектов и т.п. Объекты могут ограничиваться диапазоном размеров, степенью сложности геометрической формы и некоторыми другими параметрами. Данные системы находят применение в строительстве, легкой промышленности, машиностроении, трехмерной фотографии, web-дизайне и т.д. Ограничение области их специализации обусловлено использованием заранее сформированных математических моделей поверхностей (цифровых шаблонов), составляющих формальный базис для создания моделей исследуемых объектов по данным фотограмметрической обработки, а также техническим исполнением, ограничивающим радиус рабочего пространства, обычно составляющий порядка 200 – 400 мм. Это, в свою очередь, существенно сужает сферу их применения. К специализированным системам можно отнести 3D Scantop фирмы Olympus, систему TriForm Body Scanner компании Wicks & Wilson и т.п. Кроме того, на рынке представлены системы цифровой фотограмметрии, предназначенные для оцифровки мебели, помещений и строительных объектов. Стоимость специализированных систем находится в пределах от нескольких сот до нескольких тысяч \$.

Специальные фотограмметрические системы ориентированы на геометрическое описание объектов определенного типа и применяются, например, для создания Game-моделей, а также в медицине, антропоморфных исследованиях и т.п.

Таким образом, дорогостоящие универсальные фотограмметрические системы являются доступными только крупным предприятиям и предприятиям, специализирующимся на оцифровке объектов. На предприятиях среднего и малого уровня могут эффективно использоваться специализированные системы. Однако их широкое применение сдерживается областью специализации, сложностью и трудоемкостью технической эксплуатации. Следует отметить, что в стремлении к повышению универсальности и сокращению стоимости фотограмметрических измерений разработчиками интенсивно развивается направление теоретических и экспериментальных исследований по переходу от специальной к бытовой

цифровой фототехнике, даже несмотря на некоторые потери в точности [6]. В этой связи активно разрабатываются методы фотограмметрии, в том числе плоскостной, основанные на использовании структурированного освещения [7, 8, 9]. Потенциальная эффективность систем, реализующих данные методы, обусловлена ресурсной избыточностью (для получения информации о трехмерной сцене требуется обработка одного снимка, сформированного с помощью одной цифровой камеры). В таких системах принцип действия позволяет симультанно получать исходную информацию о целых участках поверхности, обработка данных основана на относительно простых моделях фотограмметрических преобразований, в процессе обработки данных отсутствует необходимость решения таких трудно формализуемых задач, как обработка стереопар, кадров видеопотока и поиск сопряженных точек. Для обеспечения наибольшей эффективности при использовании на малых и средних предприятиях легкой промышленности сотрудниками кафедры “Инженерная графика” Витебского государственного технологического университета разработана экспериментальная система цифровой фотограмметрии, основанная на применении структурированного освещения, которая реализована на базе одной обычной цифровой фотокамеры [2, 3]. Этой системой реализуются оригинальные алгоритмы калибровки камеры, обработки изображений, графических образов, что позволило при относительно невысокой стоимости системы, определяемой затратами на приобретение цифровой фотокамеры, охватить широкий диапазон технических объектов пространственно сложной формы.

Разработанная классификация систем оцифровки, систематизация, методика и результаты проведенного квалиметрического анализа основных показателей качества этих систем [3, 5] позволят сократить строки и повысить объективность оценки систем геометрического описания сложных поверхностей при их внедрении в процесс компьютерной подготовки производства объектов нерегулярной формы на малых и средних предприятиях легкой промышленности.

#### Список использованных источников

1. Хубка, В. Теория технических систем : пер. с нем. / В. Хубка. – Москва : Мир, 1987. – 208 с.
2. Полозков, Ю. В. Компьютерная обработка изображений для рекурсивного восстановления нерегулярных объектов / Ю. В. Полозков, Д. Н. Свирский // Информатика. – 2005. – № 4. – С. 47–56.
3. Полозков, Ю. В. Автоматизация ввода геометрической информации для рекурсивного формообразования нерегулярных объектов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12 / Ю. В. Полозков. – Минск, 2009. – 177 с.
4. Князь, В. А. Анализ состояния разработок видеометрических технологий оперативной подготовки данных для CAD/CAM систем / В. А. Князь, С. Ю. Желтов // Доклады конференции CAD/CAM/PDM [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа : [http://lab18.ipu.rssi.ru/projects/conf2004/3/009Доклад\(Князь,Желтов\).htm](http://lab18.ipu.rssi.ru/projects/conf2004/3/009Доклад(Князь,Желтов).htm). – Дата доступа : 20.05.2010.
5. Полозков, Ю. В. Квалиметрический анализ современных систем оцифровки нерегулярных объектов / Ю. В. Полозков, Д. Н. Свирский // Метрологическое обеспечение качества 2000 : материалы Междунар. конф., Минск, 28 – 30 ноября 2000 г. / БГПА, Тесей ; редкол. : И. Е. Зуйков [и др.]. – Минск, 2000. – С. 108–111.
6. Смирнов, С. А. Измерительная фотография / С. А. Смирнов // Измерительная техника. – 1996. – № 5. – С.28–32.
7. W, Li. Object adapted pattern projection – Part I : generation of inverse patterns / W. Li [et al.] // Optics and Lasers in Engineering. – 2004. – № 41. – P. 31–50.
8. Pawłowski, M. Shape and position determination on combination of photogrammetry with phase analysis of fringe patterns / M. Pawłowski, M.

- Kujawińska // Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP'2001) : Ninth International Conference proceedings, Warsaw, 5-7 September 2001. / Warsaw University of Technology, Springer; Ed.: W. Skarbek [et al.]. – Warsaw, 2001. – Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2124. – P. 391–399.
9. Pollefeys, M. Self-calibration and metric reconstruction in spite of varying and unknown intrinsic camera parameters / Pollefeys, M., R. Koch and L. V. Gool // International Journal of Computer Vision. – 1999. – Vol. 32, № 1. – P. 7–25.

*Статья поступила в редакцию 17.11.2010*

#### SUMMARY

The problem of the geometrical description automation of technical objects with an irregular surface for CAD designing is considered. Systems of the automated description (digitizing) of irregular surfaces are analyzed. The basic quality parameters of digitizing system are given. Their estimation will provide efficiency of these systems introduction in manufacturing. Photogrammetric systems as the most effective means for CAD designing of the irregular form objects at the light industry enterprises are considered.

УДК 677.021.16/.022.019

### **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПРОДУКТАХ**

***Д. БУЛИН А. ЕВАНОВ***

В настоящее время существенную долю всей выпускаемой в мире пряжи составляет пряжа из смеси разнородных волокон. Как известно, сочетание волокон нескольких видов позволяет получить пряжу, обладающую комплексом ценных свойств, присущих ее отдельным компонентам, но только при качественном смешивании компонентов. Плохое качество смешивания приводит к повышению неровноты по всем свойствам пряжи, снижению стабильности технологических процессов ее производства и переработки.

Однако в производственных условиях неровнота смешивания компонентов не определяется из-за отсутствия апробированного инструментального метода для ее оценки. В то же время возможность определения неровноты смешивания разнородных компонентов в продуктах прядения позволила бы осуществлять оценку эффективности процессов переработки смесей волокон и оперативно вносить корректировки в технологии производства многокомпонентной пряжи.

Наиболее распространенным способом определения неровноты волокнистых продуктов по линейной плотности является применение приборов, основанных на емкостном методе измерения. Однако данные приборы не позволяют оценить неровноту смешивания компонентов в неоднородных волокнистых продуктах.

Решение данной задачи возможно в случае модернизации электронно-емкостных приборов за счет установки на них дополнительного датчика (конденсатора), отличающегося частотой электромагнитного поля, создаваемого между его пластинами. Сигнал, получаемый с основного датчика, используется для определения традиционных характеристик неровноты продуктов прядения по линейной плотности (диаграмма и гистограмма массы отрезков, градиент, спектр неровноты и т.д. [1]), а соотношение сигналов, получаемых от основного и дополнительного датчиков – для определения неровноты смешивания компонентов.

Известно, что с увеличением частоты электромагнитного поля происходит существенное снижение величины диэлектрической проницаемости материалов. Так при частоте 1 кГц и относительной влажности воздуха 65 % эффективная диэлектрическая проницаемость хлопкового волокна составляет 18, а полиэфирного волокна – 2,62 [2, 3], в то время как при частотах выше 10 МГц различия диэлектрической проницаемости текстильных волокон незначительны, что позволяет использовать данный метод для оценки неровноты по линейной плотности не только однородных, но и смесовых продуктов прядения.

Пусть волокнистый материал проходит через два емкостных датчика, отличающихся рабочей частотой. Частота  $f_1$  электромагнитного поля, создаваемого между пластинами первого датчика, значительно ниже, чем частота  $f_2$  между пластинами второго датчика.

Допустим, что при частоте  $f_2$  диэлектрическая проницаемость волокон компонентов практически одинакова. Тогда при близкой объемной плотности волокон компонентов емкость второго конденсатора  $C_2$  за вычетом емкости конденсатора, определенной при отсутствии в нем волокнистого материала, можно считать пропорциональной линейной плотности текущего участка продукта  $T$ , находящегося между пластинами.

$$C_2(T) - C_0 \approx k_0 T, \quad (1)$$

где  $k_0$  – коэффициент пропорциональности.

При низкой частоте электромагнитного поля значения диэлектрической проницаемости компонентов различны. Тогда

$$C_1(T) - C_0 \approx k_1 T_1 + k_2 T_2, \quad (2)$$

где  $k_1$  и  $k_2$  – коэффициенты пропорциональности для каждого компонента при низкой частоте электромагнитного поля,  $T_1$  и  $T_2$  – линейные плотности компонентов в продукте.

$$T_1 = \beta_1 T, \quad T_2 = \beta_2 T, \quad (3)$$

где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – массовые доли содержания компонентов в волокнистом продукте.  
Соотношение сигналов

$$Z = \frac{C_1(T) - C_0}{C_2(T) - C_0} \approx \frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{k_0 T} = \frac{k_1 T_1}{k_0 T} + \frac{k_2 T_2}{k_0 T} = Z_1 \beta_1 + Z_2 \beta_2, \quad (4)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – соотношение сигналов для волокнистых продуктов, полученных из каждого компонента в отдельности, которые могут быть определены заранее.

Среднее значение соотношения  $Z$

$$\bar{Z} = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2, \quad (5)$$

Среднее квадратическое отклонение соотношения  $Z$ , определенное при  $n$  измерениях:

$$\begin{aligned}\sigma(Z) &= \sqrt{\frac{\sum (Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2 - Z_1 \beta_1 - Z_2 \beta_2)^2}{n}} = \\ &= \sqrt{\frac{\sum (Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 (1 - \bar{\beta}_1) - Z_1 \beta_1 - Z_2 (1 - \beta_1))^2}{n}} = \\ &= |Z_1 - Z_2| \sqrt{\frac{\sum (\bar{\beta}_1 - \beta_1)^2}{n}} = |Z_1 - Z_2| \cdot \sigma(\beta_1)\end{aligned}\quad (6)$$

Квадратическая неровнота показателя  $Z$

$$C_v(Z) = \frac{\sigma(Z)}{\bar{Z}} \cdot 100. \quad (7)$$

$$\bar{Z} = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2 = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 (1 - \bar{\beta}_1) = \bar{\beta}_1 (Z_1 - Z_2) + Z_2 = \bar{\beta}_1 \left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]. \quad (8)$$

Тогда

$$\begin{aligned}C_v(Z) &= \frac{\sigma(Z)}{\bar{Z}} \cdot 100 = \frac{|Z_1 - Z_2| \cdot \sigma(\beta_1)}{\bar{\beta}_1 \left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]} \cdot 100 = \\ &= \frac{\sigma(\beta_1)}{\bar{\beta}_1} \cdot 100 \cdot \frac{|Z_1 - Z_2|}{\left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]} = C_v(\beta_1) \cdot \frac{|Z_1 - Z_2|}{\left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]}.\end{aligned}\quad (9)$$

Таким образом, квадратическая неровнота по доле первого компонента может быть рассчитана по формуле

$$\begin{aligned}C_v(\beta_1) &= C_v(Z) \cdot \frac{Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1}}{|Z_1 - Z_2|} = C_v(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 - Z_2 \bar{\beta}_1 + Z_2}{\bar{\beta}_1 |Z_1 - Z_2|} = \\ &= C_v(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2}{\bar{\beta}_1 |Z_1 - Z_2|}.\end{aligned}\quad (10)$$

Аналогичным образом можно получить формулу для расчета квадратической неровноты по доле второго компонента:

$$C_v(\beta_2) = C_v(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2}{\bar{\beta}_2 |Z_1 - Z_2|}. \quad (11)$$

Неровнота смешивания волокон в двухкомпонентном продукте рассчитывается по формуле, предложенной проф. А.Г. Севостьяновым [4]:

$$C_{CM} = \sqrt{\frac{C_V^2(\beta_1) + C_V^2(\beta_2)}{2}}. \quad (12)$$

После подстановок формул (10) и (11) в формулу (12) и преобразований получаем

$$C_{CM} = C_V(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2}{|Z_1 - Z_2|} \sqrt{\frac{1}{2\bar{\beta}_1^2} + \frac{1}{2\bar{\beta}_2^2}}. \quad (13)$$

Однако использование формулы не всегда возможно, так как фактический состав волокнистого материала может существенно отличаться от планируемого, что ведет к погрешности оценки средних значений долей компонентов.

Таким образом, из формулы (13) необходимо исключить величины  $\bar{\beta}_1$  и  $\bar{\beta}_2$ . С учетом формулы (6)

$$\bar{Z} = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2 = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 (1 - \bar{\beta}_1) = (Z_1 - Z_2) \bar{\beta}_1 + Z_2. \quad (14)$$

Тогда

$$\bar{\beta}_1 = \frac{\bar{Z} - Z_2}{Z_1 - Z_2}. \quad (15)$$

Аналогично

$$\bar{\beta}_2 = \frac{\bar{Z} - Z_1}{Z_2 - Z_1}. \quad (16)$$

Подставляя полученные формулы в формулу (13) находим

$$\begin{aligned} C_{CM} &= C_V(Z) \cdot \frac{\bar{Z}}{|Z_1 - Z_2|} \sqrt{\frac{(Z_1 - Z_2)^2}{2(\bar{Z} - Z_2)^2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{2(\bar{Z} - Z_1)^2}} = \\ &= C_V(Z) \cdot \bar{Z} \sqrt{\frac{1}{2(\bar{Z} - Z_2)^2} + \frac{1}{2(\bar{Z} - Z_1)^2}}. \end{aligned} \quad (17)$$

Для использования формулы (17) не требуется точной информации о процентном вложении компонентов, что позволяет снизить погрешность расчета неровноты смешивания.

С целью проверки полученной аналитической формулы (17) разработана имитационная программа для моделирования процесса испытания многокомпонентного волокнистого материала новым методом. Программа позволяет моделировать двух- и трехкомпонентные волокнистые продукты, которые обладают случайной или комбинированной неровнотой, включающей до трех периодических составляющих.

Для оценки достоверности полученной формулы для расчета неровноты смешивания осуществлено моделирование пряжи линейной плотности 20 текс из смеси хлопка и полиэфирных (ПЭ) волокон, результаты которого представлены в таблице 1. Можно отметить, что отклонение значений неровноты смешивания,

полученных в процессе моделирования, от результатов расчетов по формуле (17) не превышает 5 %, что является приемлемым для решения практических задач.

Таблица 1 – Результаты моделирования пряжи из смеси хлопка и полиэфирных волокон

Вид компонента	Содержание компонента, %	Длина волны периодической составляющей неровности, мм	Амплитуда колебаний в % от среднего процентного содержания компонента	Неровнота смешивания, %	
				Рассчитанная по формуле (17)	Определенная в процессе моделирования
Хлопок	80	-	-	13,00	12,78
ПЭ волокно	20	-	-		
Хлопок	67	-	-	9,48	9,84
ПЭ волокно	33	-	-		
Хлопок	50	-	-	8,54	8,78
ПЭ волокно	50	-	-		
Хлопок	33	-	-	9,60	9,79
ПЭ волокно	67	-	-		
Хлопок	67	500	10	10,20	10,58
ПЭ волокно	33	-	-		
Хлопок	67	500	20	12,09	12,38
ПЭ волокно	33	-	-		
Хлопок	67	-	-	11,93	12,39
ПЭ волокно	33	500	20		
Хлопок	67	500*	10	10,16	10,61
ПЭ волокно	33	500*	20		

\* без сдвига фаз периодической составляющей

## ВЫВОДЫ

Предложен новый метод определения неровности смешивания волокон в неоднородных волокнистых продуктах и формула для расчета данного показателя с использованием полученной данным методом информации.

В результате моделирования процесса испытания двухкомпонентного продукта с применением специально разработанной программы подтверждена возможность использования полученной формулы для расчета неровности смешивания волокон.

Использование предложенного метода позволит осуществлять оценку эффективности процессов переработки смесей волокон в производственных условиях и оперативно вносить корректировки в технологии производства многокомпонентной пряжи.

## Список использованных источников

1. Uster Tester 5 : Application Handbook. – Uster, 2007.
2. Радовицкий, В. П. Электродинамика текстильных волокон / В. П. Радовицкий, Б. Н. Стрельцов. – Москва : Легкая индустрия, 1967. – 254 с.
3. Радовицкий, В. П. Электроаэромеханика текстильных волокон / В. П. Радовицкий, Б. Н. Стрельцов. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – 432 с.

4. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник для вузов / А. Г. Севостьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

*Статья поступила в редакцию 14.04.2011*

#### SUMMARY

New method for determining of mixing irregularity index is offered. Formula for calculation this index is developed. The simulation of cotton/polyester yarn using testing by specially designed program confirms the possibility of using this formula for calculating of mixing irregularity index.

Developed method allows to evaluate the effectiveness of fibrous blend processing and to make adjustments in technology of blended yarn production.

УДК 677.022.484.9:533.6

### **АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

***М. В. В. Юлиной***

Разработка новых видов текстиля и декоративных материалов для разных отраслей промышленности в настоящее время является весьма перспективным направлением деятельности в экономически развитых странах мира.

Комбинации различных сырьевых компонентов, всевозможных связующих и добавок, применение высокотехнологичных способов производства позволяют создавать многослойные материалы с широчайшим спектром свойств. Многослойные материалы встречаются практически во всех областях техники и быта.

Анализ мирового промышленного производства текстильных материалов показал, что постоянное расширение сферы производства многослойных декоративных материалов объясняется спецификой состава, шириной их использования, особенностью свойств.

Многослойные текстильные материалы целесообразно получать с использованием имеющегося на предприятиях Республики Беларусь оборудования с незначительной модернизацией, используя классические технологии получения композиционных материалов. Значительный экспериментальный и теоретический опыт исследований данных технологических процессов позволяет использовать его при получении многослойных текстильных материалов декоративного назначения.

Основным технологическим процессом в производстве многослойных декоративных материалов является процесс аэродинамического транспортирования и осаждения волокнистых либо мелкодисперсных частиц и процесс взаимофиксации слоев [1].

В лаборатории кафедры “ПНХВ” УО “Витебский государственный технологический университет” разрабатывается технология получения многослойного декоративного материала аэродинамическим способом формирования и параллельно идет разработка экспериментальной установки для получения декоративного материала с деформированной поверхностью при помощи аэродинамического механизма с вертикальной подачей воздуха.

Суть аэродинамического способа формирования многослойного материала заключается в изменении влажной поверхности материала с помощью вертикально

подаваемых потоков воздуха. На подложку (это может быть как бумага, так и ткани) наносится жидкий полимерный материал слоем не более 1 – 3 мм, далее полученная основа проходит через устройство с вертикальной подачей воздуха, где материал под действием потоков воздуха изменяет свой верхний слой. В сушильной установке происходит процесс термофиксации полученных слоев и удаление влаги из многослойного полотна. Материал приобретает рельефную текстуру.

Основной целью является определение основных параметров круглой и плоской струй, вертикальной силы потока воздуха на жидкую преграду и волновых сил, способствующих смешиванию и растеканию жидкого слоя материала.

При разработке аэродинамического способа формирования многослойного декоративного материала рассматривались следующие конструкционные свойства:

1. Закон формирования турбулентной затопленной струи.
2. Действие турбулентной затопленной струи на преграду в виде материала с нанесенным жидким слоем.
3. Волновое расхождение материала под действием потоков воздуха.

Рассмотрим струйное течение газа, которое широко применяется в системах вентиляции, воздушных завес, турбинах и т.д.

Рассчитаем основные начальные параметры турбулентной затопленной струи.

Одной из важных обобщающих характеристик струи является автомодельность ее поперечных профилей скорости, температуры и концентрации.

Основными параметрами, характеризующими турбулентную струю, являются осевая скорость  $\omega$ , диаметр  $D$  для круглых и ширина  $b$  для плоских струй, расход воздуха  $Q$  и скорость  $v_0$ .

Основные параметры затопленной струи можно определить по следующим формулам [2,3].

Расстояние  $x_0$  от полюса до выходного отверстия:  
круглая струя

$$x_0 = 0,15d_0/a, \quad (1)$$

плоская струя

$$x_0 = 0,41b_0/a, \quad (2)$$

где  $d_0$  – диаметр отверстия или насадки;

$a$  – коэффициент турбулентности;

$b_0$  – половина высоты устья плоской насадки;

Длина начального участка  $x_n$  струи:

круглой

$$x_n = 0,335d_0/a, \quad (3)$$

плоской

$$x_n = 1,03b_0/a. \quad (4)$$

Осевая скорость  $\omega$  в основном участке на расстоянии  $x$  от полюса струи:

круглой

$$\omega = \frac{0,48d_0v_0}{ax+0,145d_0}, \quad (5)$$

плоской

$$\omega = \frac{1,2v_0}{\sqrt{\frac{ax}{b_0} + 0,41}} \quad (6)$$

Для определения начальной скорости  $v_0$  в формуле (5) и (6) воспользуемся формулой Сен – Вентцеля, которая принимает следующий вид:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0} \left[ 1 - \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (7)$$

где коэффициент  $k$  равен 1,4 для воздуха.

В аэродинамике за стандартный газ принимают сухой атмосферный воздух, взятый в нормальных физических условиях ( $t = 0$  °С и  $p = 10^5$  Па) или в стандартных физических условиях ( $t = 20$  °С и  $p = 10^5$  Па).

Статическое давление в разных точках струи изменяется незначительно и приблизительно равно давлению в окружающем пространстве, т.е. сводную струю можно считать изобарической.

$p_0 = 4 \times 10^5$  Па – начальное давление,

$p = 10^5$  Па – давление на выходе.

Плотность воздуха  $\rho_0$  определяется по следующей формуле:

$$\rho_0 = \frac{p_0}{RT_0}, \quad (8)$$

где  $R = 287,14$  Дж/(кг·К) [2,3].

$T_0$  – температура потока, равная 293 К.

Влияние сжатия струи, потерь давления и других факторов учитывается, как и при истечении несжимаемой жидкости, введением коэффициента  $\varphi$ . [2] Тогда формулу для нахождения начальной скорости потока можно записать в следующем виде:

$$v_0 = \varphi \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0} \left[ 1 - \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (9)$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости, равный 0,82.

Расход воздуха  $Q$  в основном участке на расстоянии  $x$  от полюса струи: круглой

$$Q = 4,36Q_0 \left( \frac{ax}{d_0} + 0,145 \right); \quad (10)$$

плоской

$$Q = 1,2Q_0 \sqrt{\frac{ax}{b_0} + 0,41}, \quad (11)$$

$$Q_0 = v_0 \omega_0, \quad (12)$$

где  $\omega_0$  – площадь отверстия сопла.

Средняя скорость в основном участке струи: круглой

$$v_{\text{ср}} = \frac{0,095v_0}{\frac{ax}{d_0} + 0,145}, \quad (13)$$

плоской

$$v_{cp} = \frac{0,492v_0}{\sqrt{\frac{ax}{b_0} + 0,41}} \quad (14)$$

Диаметр круглой струи в основном участке на расстоянии  $x$  от полюса

$$D = 6,8d_0 \left( \frac{ax}{d_0} + 0,145 \right) \quad (15)$$

Высота плоской струи

$$b = 4,8b_0 \left( \frac{ax}{b_0} + 0,41 \right) \quad (16)$$

Как показали теоретические и экспериментальные исследования Г.Н. Абрамовича [4], основные параметры струи зависят от коэффициента турбулентности  $a$ , характеризующего интенсивность перемешивания и зависящего от конструкции насадки, из которой вытекает струя. Чем больше коэффициент турбулентности, тем интенсивнее перемешивание и больше угол одностороннего расширения струи  $\beta$ .

Рассмотренные параметры затопленной струи, исходящей из круглого отверстия, можно применить к расчетам осесимметричной и плоской струй.

Эта струя образуется при истечении из сопла, круглого отверстия, открытого торца трубы и т.д. [4].

Расчет основных параметров, характеризующих турбулентную струю (расстояние от полюса до выходного отверстия  $x_0$ , длина начального участка струи  $x_n$ , осевая скорость  $\omega$ , диаметр  $D$  для круглых и ширина  $b$  для плоских струй, расход воздуха  $Q$  и средняя скорость  $v_{cp}$  в основном участке струи), приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры затопленной струи

Круглая струя					
$d_0$ , м	$x_0$ , м	$x_n$ , м	$\omega$ , м/с	$D$ , м	$v_{cp}$ , м/с
0,05	0,11	0,24	215,6	0,37	41,93
0,1	0,21	0,48	329,8	0,44	65,26
0,15	0,32	0,76	399,9	0,54	79,35
Плоская струя					
$b_0$ , м	$x_0$ , м	$x_n$ , м	$\omega$ , м/с	$b$ , м	$v$ , м/с
0,05	0,21	0,52	392	0,44	160,72
0,1	0,41	1,03	419,8	0,63	188,67
0,15	0,62	1,55	460	0,83	200,9

Рассмотрим действие потока воздуха на преграду в виде материала с нанесенным жидким слоем под действием потоков воздуха, чтобы выяснить, как происходит перемещение потоков воздуха по поверхности материала, как изменяется жидкий слой полотна, возможно ли получить рельефную текстуру, используя аэродинамические законы.

Элементарные силы, действующие на поверхность материала, суммируясь, образуют систему сил, которая в наиболее общем случае может быть приведена к

главному вектору и паре сил, образующих главный момент относительно центра приведения (рис.1).

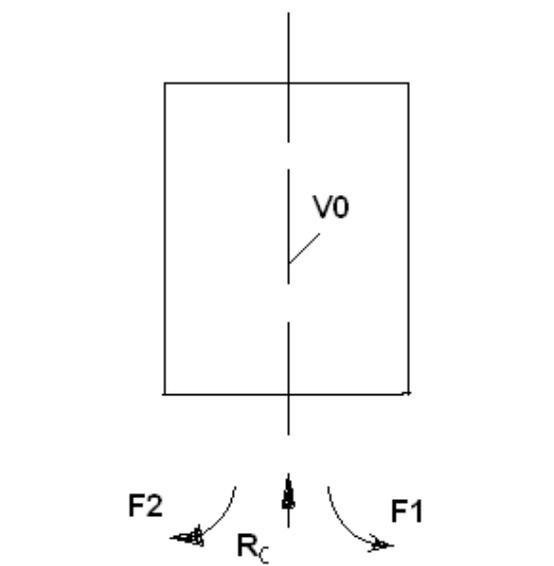


Рисунок 1 – Рисунок распределения сил потоков воздуха, действующих на поверхность материала

При контакте струи с твердой поверхностью происходит растекание потока и, соответственно, растекание действующих сил. Это приводит к растеканию жидкого материала за счет сил потока, обозначенных на рис. 1 как  $F_1$  и  $F_2$ . Вертикально направленная сила создает волновое движение жидкого слоя материала на основе акрила [5,6].

$F_1$  и  $F_2$  – силы, действующие вдоль поверхности материала и вызывающие волновое течение жидкого слоя.

$R_c$  – сила сопротивления материала.

$$F_1 = F_2 = R_c$$

$$R_c = \rho v_0^2 f, \quad (17)$$

где  $f$  – площадь круглого отверстия,  $f = \pi d^2 / 4$ ,

$v_0$  – начальная скорость потока воздуха на выходе с отверстия либо насадки.

$$R_c = \rho v_0^2 \frac{\pi d^2}{4}. \quad (18)$$

Плотность воздуха  $\rho$  рассчитаем по формуле (8).

При взаимодействии вертикально подаваемых потоков воздуха с жидкой основой материала происходит расслоение материала. Воздух насквозь проходит жидкую основу материала и заставляет ее растекаться, смешиваться до момента действия силы давления потока. Необходимо рассчитать скорость распространения жидкой основы материала под действием сил давления воздуха, также можно определить скорость движения жидкости на определенной глубине слоя, рассматривая значение глубины  $H$  интервально.

Рассмотрим закон трения в жидкости по Ньютону, который имеет следующий вид:

$$F = -\mu f \frac{du}{dn}, \quad (19)$$

где  $du/dn$  – градиент скорости, который выражаем для рассматриваемого случая через  $dv/dH$ ,

$v$  – скорость потока воздуха,

$H$  – глубина жидкого слоя материала; тогда формула (12) приобретает следующий вид:

$$F_{\text{тр}} = -\mu f \frac{dv}{dH}, \quad (20)$$

Значения силы сопротивления  $R_c$  приравняем к  $F_{\text{тр}}$  и получаем следующее выражение:

$$R_c = -\mu f_c \frac{dv}{dH}, \quad (21)$$

где  $f_c$  – площадь рассматриваемого сечения расслоенного материала, значение площади  $f_c$  находим по следующей формуле:  $f_c = bl$ ,

где  $b$  – ширина слоя, равная 0,3 м,

$l$  – длина слоя, равная 0,15 м,

$\mu$  – коэффициент динамической вязкости жидкости, Н·с/м<sup>2</sup>. При  $t = 20$  °С динамический коэффициент вязкости акрила в системе СИ равен 0,00101 Н·с/м<sup>2</sup> [2,3].

Тогда формула приобретает следующий вид:

$$-\frac{R_c dH}{\mu bl} = dv, \quad (22)$$

$$-\frac{R_c h_i}{\mu bl} + C = v_i. \quad (23)$$

Растекание жидкости под действием сил давления воздуха происходит послойно. Для определения значений интервальной скорости  $v_i$  на определенной глубине вводится параметр  $h_i$  – интервал глубины слоя, равный значениям 0, 0,1H; 0,2H; 0,3H до H. Если  $h_i = H$ , то значение  $v_i = 0$  – минимальное значение скорости, максимальное значение скорости наблюдаем при  $h_i = 0$ .

$$v_i = \frac{R_c(H-h_i)}{\mu bl}. \quad (24)$$

Расчет параметров устройства и силы, действующий на жидкую основу материала, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет параметров устройства и сил, действующих на жидкую основу материала

$d$ , м	$f$ , м <sup>2</sup>	$\rho$ , кг/м <sup>2</sup>	$R_c$ , Н
0,05	0,00196	1,19	4,1
0,1	0,00785	1,19	39,78
0,15	0,01766	1,19	132,78

Далее взаимодействие потоков воздуха с жидкой основой материала приводит к волновому растеканию жидкости под действием силы давления воздуха.

Рассмотрим волновое движение жидкой основы материала под действием сил давления воздуха.

В общем случае на характеристики волн влияет полная глубина жидкости  $H$ . В волне, имеющей вид  $\omega = k\sqrt{gH}$ , фазовая и групповая скорости равны одной и той же величине, не зависящей от частоты:

$$v = \sqrt{gH}. \quad (25)$$

Из формулы видно, что при увеличении значений глубины  $H$  соответственно будут увеличиваться фазовая и групповая скорости. Значения глубины при теоретических и экспериментальных расчетах принимали  $H = 3$  мм.

Волны меньшей длины называются капиллярными, а более длинные – гравитационными, на их распространение влияют силы поверхностного натяжения и тяжести. Для гравитационных волн фазовая скорость  $v_\phi$  рассчитывается по следующей формуле:

$$v_\phi = 2v_{гр} = g/\omega. \quad (26)$$

Из этой формулы можно определить угловую частоту  $\omega$  и волновое число  $k_B$ :

$$\omega = v_\phi/g, \quad (27)$$

$$k_B = v_\phi/\omega. \quad (28)$$

Величины  $\omega$  и  $k_B$  связаны дисперсионным уравнением (30):

$$\omega = \sqrt{gk_B + \frac{\sigma k_B^2}{\rho}}, \quad (29)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>,

$g$  – ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с<sup>2</sup>,

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения. Поверхностное натяжение полимерных материалов: от 18 – до 50 мН/м, для акрила: 35 – 40 мН/м [5].

Поверхностное натяжение  $\sigma$  жидкости обуславливается силами взаимного притяжения молекул поверхностного слоя, стремящихся сократить свободную поверхность жидкости. Влияние поверхностного натяжения приходится учитывать при работе с жидкостными приборами для измерения давления, при истечении жидкости из малых отверстий, при фильтрации и при образовании капель в сводных струях. При определении сил, действующих на жидкую поверхность, также следует учитывать поверхностное натяжение  $\sigma$ .

Из формул 26 – 28 определяются фазовая скорость ( $v_\phi = \omega/k_B$ ), с которой движется точка с фиксированной фазой, и групповая скорость ( $v_{гр} = d\omega/dt$  – скорость движения энергии).

При взаимодействии потока направленного воздуха с жидкой основой происходит эффект волнового движения жидкости, существование которого связано с изменением формы ее границы и формируется благодаря действию сил тяжести и поверхностного натяжения. Если какое-либо внешнее воздействие (например, поток направленной струи воздуха) нарушает равновесие жидкости, то указанные силы, стремясь восстановить равновесие, создают движения, передаваемые от одних частиц жидкости к другим, порождая волны. При этом волновые движения охватывают всю толщину жидкой основы. Простейший вид таких волн – плоская синусоидальная волна, в которой поверхность жидкости

синусоидальна в одном направлении, а все возмущения физических величин, направление вертикального смещения частиц  $\xi(z, x, t)$  имеют следующий вид:

$$\xi = A(z)\cos(\omega t - k_g z), \quad (30)$$

где  $z$  – вертикальная координата, м;

$\omega$  – угловая частота, м/с;

$k_g$  – волновое число, рад/м;

$A$  – амплитуда колебания частиц, зависящая от глубины  $z$ , м.

$t$  – координата по времени, с.

Используем уравнение гидродинамики несжимаемой жидкости для расчета радиусов частиц жидкости [7]:

$$A(z) = A_0 e^{-k_g z}, \quad (31)$$

где  $A_0$  – амплитуда смещения поверхности.

При этом каждая частица жидкости движется по окружности, радиус которой равен  $A(z)$  (рис. 2а). Колебания затухают в глубине жидкости по экспоненте, и чем быстрее, тем короче волна (больше  $k_g$ ). Для того чтобы проверить, как изменяются значения  $A(z)$  на глубине, необходимо  $z$  разложить на составляющие:  $z_n = 0,1 H$ ;  $0,2 H$ ;  $0,3 H$  до  $H$ , чтобы определить величину  $A(z)$  на каждом интервале и проанализировать полученные результаты. Расчетные данные указывают на то, что с увеличением  $z$  уменьшается  $A(z)$  и движение частиц в длинной волне происходит по эллипсам, сильно вытянутым в горизонтальном направлении, причем амплитуда горизонтальных движений частиц почти одинакова по всей глубине (рис. 2 б). Движение волны происходит до момента действия сил давления потоков воздуха [7].

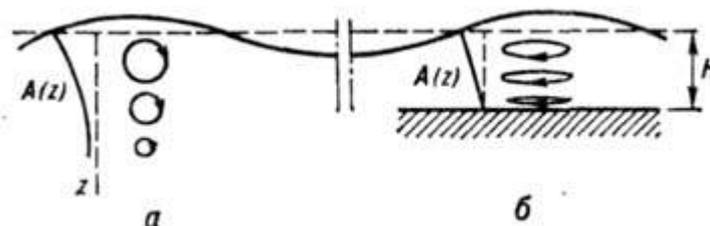


Рисунок 2 – Траектория движения частиц воды в синусоидальной волне:  
а – на глубокой, б – на мелкой воде

Расчетные значения радиусов частиц на разной глубине слоя  $A(z)$ :

$$A(z)_1 = 0,00299 \text{ м};$$

$$A(z)_2 = 0,00298 \text{ м};$$

$$A(z)_3 = 0,00297 \text{ м}.$$

Данные результаты показывают, что потоки воздуха насквозь проходят через жидкий слой материала, и за счет силы потока формируется волновое растекание жидкой составляющей материала до момента затухания. Полученные значения  $A(z)$  показывают, что на маленькой глубине (3 мм) амплитуда горизонтальных движений частиц почти одинакова по всей глубине.

Теоретические исследования аэродинамических законов, использующихся при разработке устройства для подачи воздуха, проводились с целью определения основных параметров турбулентной струи (осевая скорость  $\omega$ , диаметр  $D$  для круглых и ширина  $b$  для плоских струй, расход воздуха  $Q$  и скорость  $v_{cp}$ ), сил

давления воздуха, действующих на жидкий слой материала и траекторий частиц в синусоидальной волне.

## ВЫВОДЫ

В результате теоретических исследований доказано, что под действием силы давления потока воздуха происходит смешивание жидкого слоя материала, изменение поверхностного слоя, механическое создание рельефа за счет волновых процессов, происходящих в результате действия устройства для подачи воздуха.

### Список использованных источников

1. Кулаженко, Е. А. Использование текстильных отходов при производстве многослойных материалов на тканой основе / Е. А. Кулаженко, А. Г. Коган // Вестник ВГТУ. Пятнадцатый выпуск / УО "ВГТУ". – Витебск, 2008. – 84 с.
2. Альтшуль, А. Д. Гидравлика и аэродинамика : учебн. пос. для вузов / А. Д. Альтшуль, П. Г. Киселев. – Москва : Стройиздат, 1975. – 323 с.
3. Примеры расчетов по гидравлике : учебн. пос. для вузов / под ред. А. Д. Альтшуля. – Москва : Стройиздат, 1977. – 255 с.
4. Калицун, В. И. Основы гидравлики и аэродинамики : уч. пособие для колледжей и техникумов / В. И. Калицун [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : – Стройиздат, 2001 – 296 с.
5. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ / под ред. В. В. Гезеева. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 608 с.
6. Безруков, Ю. Ф. Океанология. Часть II. Динамические явления и процессы в океане / Ю. Ф. Безруков. – Симферополь : Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, 2006. – 123 с.

*Статья поступила в редакцию 01.02.2011*

### SUMMARY

Method of producing of multilayered decorative material by aerodynamic way of formation by using the experimental set – up is developed.

As a result of theoretical research the key parameters a turbulent stream are defined, wave processes are investigated.

УДК 677.022.668

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ ТЕРМОСКРЕПЛЕНИЯ

*Н.В. ~~Свет~~ ИВ Крац*

Производство нетканого материала в последнее время является одним из наиболее перспективных направлений в текстильной индустрии. Это связано с коротким циклом изготовления от исходного сырья до готовой продукции и возможностью производить с небольшими затратами широкий ассортимент материалов как бытового, так и технического назначения. Особенно актуально с экономической точки зрения использовать нетканые материалы для изготовления изделий медицинского назначения (одноразовые пеленки, халаты, бахилы, шапочки; гигиенические полотна для подгузников и т. д.). На сегодня это наиболее востребованная продукция в хирургических отделениях больниц и в медицинских диагностических центрах.

Специалистами Светлогорского РУП «СПО "Химволокно"» разработана технология получения нетканого материала на установке нового поколения

«SpunJet», позволяющей получать полотно из комплексных полипропиленовых нитей двумя способами: гидроскреплением и термоскреплением. В зависимости от назначения нетканого полотна выбирают способ скрепления комплексных полипропиленовых волокон в структуре формируемого материала.

Полипропилен термопластичен, обладает высокой ударной прочностью, высокой стойкостью к многократным изгибам, низкой паро- и газопроницаемостью, хороший диэлектрик, не растворяется в органических растворителях, устойчив к воздействию кипящей воды и щелочей, обладает низкой термо- и светостойкостью. Все перечисленные свойства делают этот вид комплексных химических нитей пригодным для изготовления нетканого материала гигиенического назначения.

Суть технологии заключается в следующем. Полипропиленовые гранулы проходят ряд подготовительных операций (сушку, дозирование, транспортирование), после чего поступают в зону плавления, гранулы под действием высокой температуры (около 260 град.) плавятся. Полученный расплав продавливается через фильеры – происходит процесс формования. Расплавленные струйки полимера (6800 шт. на 1 м ширины машины) поступают в зону охлаждения (обдувочную камеру), где под действием потоков воздуха они затвердевают. Для создания стабилизированной макроструктуры нитей их вытягивают в вытяжной камере под воздействие потоков сжатого воздуха. Ориентированные комплексные нити в хаотичном порядке распределяются на движущейся транспортирующей решетке, образуя полотно, для закрепления структуры которого применяют термо- или гидроскрепление. Для придания нетканому материалу товарного вида его увлажняют и сушат, причем на этом этапе возможно нанесение на полотно различных видов аддитивов (огнезащитные, антистатические, гидрофильные, гидрофобные и т.д.), придающих изделию дополнительные специфические свойства. Заключительным процессом является резка, намотка и упаковка нетканого материала.

Выбранный ассортимент нетканых полотен в зависимости от назначения должен соответствовать требованиям нормативных документов, поэтому при его наработке требуется оптимизировать технологические режимы заправки установки «SpunJet».

В производственных условиях РУП «Светлогорское ПО «Химволокно»» проводились экспериментальные исследования процесса получения нетканого материала поверхностной плотностью 12 г/м<sup>2</sup> гигиенического назначения методом термоскрепления из полипропиленовых комплексных нитей.

В качестве входных факторов выбраны параметры, оказывающие значимое влияние на свойства формируемого полотна: давление воздуха в вытяжной камере ( $X_1$ ) и температура гравировочного термовала зоны скрепления ( $X_2$ ). Процесс формирования нетканого материала осуществлялся при температуре плавления гранулята 255 °С, скорости транспортирующей решетки 295 м/мин; температуре воздуха в вытяжной камере 20 °С, и скорости наматывания полотна 300 м/мин.

Уровни варьирования факторов представлены в таблице.

Таблица – Уровни варьирования входных факторов

Параметр	Уровни варьирования факторов			Интервалы варьирования
	-1	0	1	
Давление в вытяжной камере, Па – $X_1$	2000	2500	3000	500
Температура гравировочного термовала зоны скрепления, °С – $X_2$	129	144	159	15

Критерием оптимизации выбрана разрывная нагрузка в продольном и поперечном направлениях, вспомогательными выходными параметрами определено разрывное удлинение в продольном и поперечном направлениях.

По результатам проведенных исследований разработаны регрессионные уравнения зависимости исследуемых параметров заправки установки на свойства нетканого материала:

- разрывная нагрузка в продольном направлении

$$RNPR = 24,35 + 1,13 \cdot X_1 - 1,23 \cdot X_1^2 + 0,77 \cdot X_2^2; \quad (1)$$

- разрывная нагрузка в поперечном направлении

$$RNP = 12,6 + 0,55 \cdot X_2 - 0,44 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,7 \cdot X_1^2 - 0,55 \cdot X_1^2 \cdot X_2; \quad (2)$$

- разрывное удлинение в продольном направлении

$$RUPR = 74,37 - 6,8 \cdot X_1 + 3,05 \cdot X_2 + 4,13 \cdot X_1^2 + 9,75 \cdot X_2^2 \cdot X_1; \quad (3)$$

- разрывное удлинение в поперечном направлении

$$RUP = 84,4 + 4,5 \cdot X_1 - 7,63 \cdot X_1^2 - 9,4 \cdot X_2^2 \cdot X_1. \quad (4)$$

По каждому уравнению построены графические зависимости физико-механических свойств нетканого полотна от выбранных технологических параметров. Путем совмещения графиков определена область оптимальных решений ABCDE (рисунок 1). На совмещенном графике линия АВ соответствует нормативному значению показателя поперечной разрывной нагрузки – 13,0 Н; линия ВС – поперечному разрывному удлинению 80%; CD – продольной разрывной нагрузке 25,0 Н, DE и AE – линии, ограниченные областью эксперимента. При построении совмещенного графика поверхность отклика продольного разрывного удлинения не участвовала, так как все значения показателя удовлетворяют установленным нормам.

Анализируя полученную область оптимума, можно указать рекомендуемые параметры заправки установки «SpunJet» для выработки нетканого материала поверхностной плотностью 12 г/м<sup>2</sup>:

- давление воздуха в вытяжной камере – 2800 – 3000 Па;
- температура термовала зоны скрепления – 129 – 134 °С.

Нетканый материал, выработанный по параметрам из области оптимума, будет обладать следующими свойствами:

- разрывная нагрузка в продольном направлении  $RNPR$  = не менее 25,10 Н;
- разрывная нагрузка в поперечном направлении  $RNP$  = не менее 13,4 Н;
- удлинение в поперечном направлении  $RUP$  = 75 – 76 %;
- удлинение в продольном направлении  $RUPR$  = 76 – 77 %.

Физико-механические свойства нетканого полотна, полученного по параметрам из зоны оптимума, соответствуют нормативным требованиям.

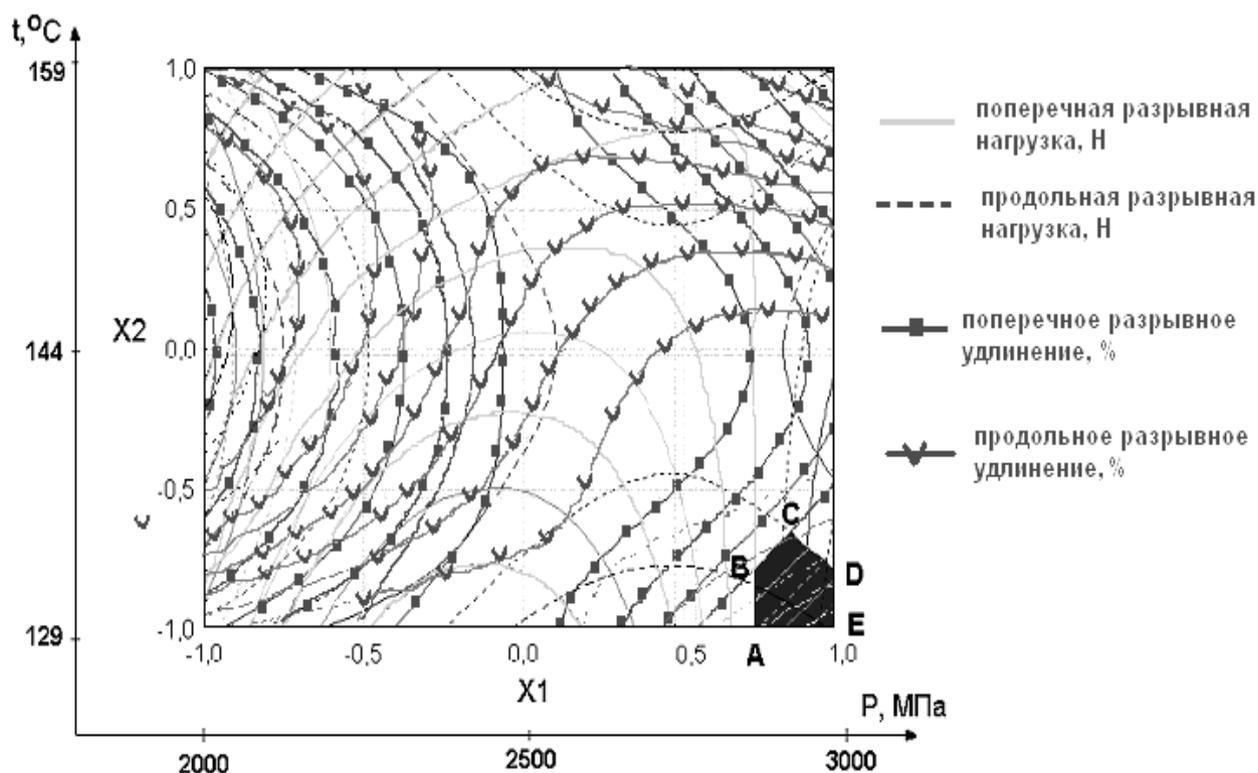


Рисунок 1 – Совмещенный график

Полученные оптимальные значения заправки установки справедливы только для поверхностной плотности полотна  $12 \text{ г/м}^2$ , при переходе на новый ассортимент необходимо откорректировать полученные данные.

Разработанный ассортимент нетканого полотна гигиенического назначения используется в качестве верхнего слоя внутренней поверхности детских подгузников, поэтому он должен обладать повышенными впитывающими свойствами. Как известно, комплексные химические нити являются гидрофобными, поэтому для придания нетканому материалу из этих нитей гидрофильных свойств на этапе увлажнения на полотно наносилась гидрофильная добавка "Duron OS 4012", состоящая из 15 % концентрата добавки и 85 % деминерализованной воды.

С целью определения оптимального процента нанесения гидрофильной добавки на полотно проводился однофакторный эксперимент, в котором в качестве исследуемого входного фактора выбран скоростной режим вала нанесения, изменяющийся в пределах от 8 до 17  $\text{мин}^{-1}$ . Для исключения влияния силы прижима отжимных валов на результат эксперимента этот показатель установлен на постоянном (оптимальном) уровне – 60 Н/мм. Выходными параметрами выбраны свойства нетканого полотна:

- время прохождения жидкости через материал, с (норма – не более 4 секунд);
- возврат жидкости материалом, г (норма – не более 0,5 грамм).

Нанесение гидрофильной добавки осуществлялось на нетканое полотно поверхностной плотности  $12 \text{ г/м}^2$ , полученное при оптимальных параметрах заправки установки «SpunJet»: давление воздуха в вытяжной камере 2900 Па, температуре гравировочного термовала зоны скрепления –  $132 ^\circ\text{C}$ .

Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

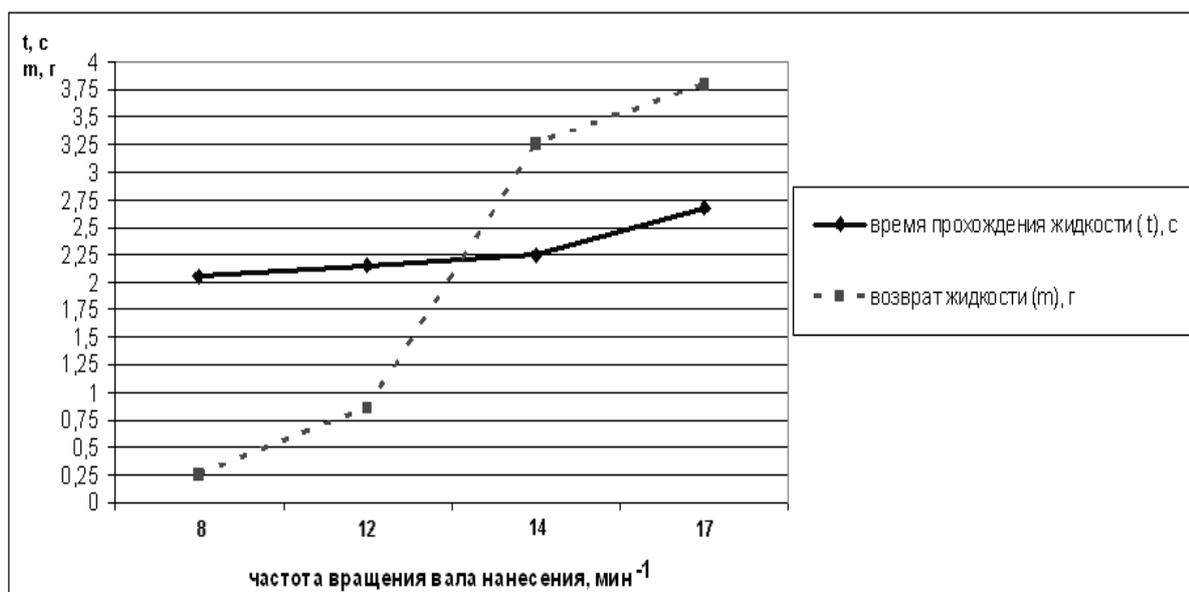


Рисунок 2 – Влияние частоты вращения вала нанесения гидрофильной добавки на свойства нетканого полотна

Анализ графика показывает прямопропорциональную зависимость свойств нетканого полотна от скоростных режимов вала нанесения: с увеличением частоты вращения вала уменьшается процент нанесения аддитивной добавки, что приводит к увеличению времени прохождения жидкости через материал и повышению массы возвращаемой жидкости. Оба показателя отражают снижение впитывающей способности материала. Таким образом, учитывая требования к исследуемым свойствам нетканого полотна, частоту вращения вала нанесения необходимо установить минимально возможной, т.е. 8 мин<sup>-1</sup>.

#### ВЫВОДЫ

В результате проведенных экспериментальных исследований установлены оптимальные параметры заправки установки «SpunJet» для получения нетканого материала поверхностной плотности 12 г/м<sup>2</sup> из полипропиленовых нитей, обладающего повышенными гидрофильными свойствами.

#### Список использованных источников

1. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов. – Москва : «Легкая индустрия», 1980. – 392 с.

*Статья поступила в редакцию 30.03.2011*

#### SUMMARY

This article is devoted to experimental researching of manufacturing of nonwovens from polypropylene yarns for hygienic purpose on the innovation equipment “SpunJet” and to choosing the optimal equipment setting.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

*Н.Е.Соболя Курьбя*

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» разработана технология получения гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 20 текс пневмомеханическим способом формирования для трикотажного производства.

В настоящее время пневмомеханическое прядение является вторым по важности способом выработки пряжи после кольцевого способа. В 2010 г. объем выпуска пневмомеханической пряжи составил около 30 % от общего мирового уровня производства всех видов пряжи, что указывает на востребованность данного вида продукции. Кроме того, пневмомеханический способ формирования позволяет получать пряжу по сокращенной технологической цепочке и более производительным методом, снижая тем самым себестоимость выпускаемой пряжи.

Основным процессом пневмопрядения, влияющим на качество формируемой пряжи, является дискретизация, т.е. разъединение волокнистого продукта на отдельные неконтактируемые волокна. Процесс дискретизации сопровождается ударным воздействием зубьев дискретизирующего барабанчика на волокнистую бородку, в результате которого возможно повреждение продукта. Поэтому важным моментом при переработке волокон пневмомеханическим способом является подбор оптимальных параметров заправки машины.

Интенсивность процесса дискретизации можно определить по формуле

$$m = \frac{Z \cdot n_{д.б} \cdot T_v \cdot l_{вол}}{T_l \cdot 1000 \cdot V_{п.ц}}, \quad (1)$$

где  $Z$  – число зубьев на поверхности дискретизирующего барабанчика;  $l_{вол}$  – средняя длина волокна в ленте, мм;  $V_{п.ц}$  – скорость питающего цилиндра, м/мин;  $T_v$  – линейная плотность волокна, текс;  $T_l$  – линейная плотность ленты, текс;  $n_{д.б}$  – частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин<sup>-1</sup>.

Анализ данной формулы показывает большое количество возможных сочетаний факторов, влияющих на интенсивность дискретизации. Ранее проводились исследования единичного влияния частоты вращения дискретизирующего барабанчика на процесс дискретизации [2], в результате которых установлены рекомендуемые параметры заправки пневмомеханической прядильной машины при переработке волокна с наименьшими повреждениями. В продолжение начатой работы была поставлена задача по оценке взаимного влияния частоты вращения дискретизирующего барабанчика и линейной плотности питающей ленты на процесс дискретизации, определяемой по качеству формируемой пряжи и наличию поврежденных волокон в структуре продукта.

В производственных условиях ОАО «Гронитекс» проводился двухфакторный эксперимент по выбору оптимальных параметров заправки пневмомеханической прядильной машины BD-200 RC для получения гребенной пряжи из средневолокнистого хлопка. План эксперимента строился на D-оптимальной матрице Коно. В качестве входных факторов приняты линейная плотность питающей ленты ( $X_1$ ) и частота вращения дискретизирующего барабанчика ( $X_2$ ). В качестве выходных параметров исследовались физико-механические свойства

пряжи: относительная разрывная нагрузка пряжи, разрывное удлинение, коэффициент вариации по разрывной нагрузке.

Выходные параметры определялись по следующим методикам:

- разрывная нагрузка и удлинение – по ГОСТ 6611.02-75;
- коэффициент вариации по разрывной нагрузке рассчитали с использованием статистических методов обработки данных.

Технологические режимы рабочих органов пневмомеханической прядильной машины, не изменяющиеся в процессе эксперимента, представлены в таблице 1. Уровни варьирования факторов представлены в таблице 2. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 3.

Таблица 1 – Параметры заправки пневмомеханической прядильной машины BD-200 RC

Характеристика	Значение
Линейная плотность вырабатываемой пряжи, текс	20
Диаметр прядильных роторов, мм	54
Частота вращения прядильных роторов, мин <sup>-1</sup>	50000
Крутка, кр/м	980
Направление крутки	правое

Таблица 2 – Уровни варьирования факторов

Параметр	Уровни варьирования факторов			Интервалы варьирования
	-1	0	1	
Линейная плотность питающей ленты, текс – $X_1$	3450	3650	3850	200
Частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин <sup>-1</sup> – $X_2$	6000	7000	8000	1000

Таблица 3 – Матрица планирования эксперимента

$X_1$	$X_2$	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс ( $RN$ )	Разрывное удлинение, % ( $RU$ )	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % ( $CVRN$ )
-1	1	10,95	5,4	10,9
1	1	10,78	4,5	13,2
1	-1	10,87	4,8	12,7
0	1	10,31	5,0	7,4
0	-1	10,97	5,0	12,3
-1	-1	11,95	5,5	6,4
0	0	10,2	5,3	10,5
1	0	10,30	4,9	11,8
-1	0	10,81	5,5	11,0

Полученные данные эксперимента обрабатывались с помощью прикладной программы «Statistics for Windows» на ЭВМ. Зависимости выходных параметров от входного фактора описываются неполным полиномом третьего порядка.

По результатам расчета коэффициентов регрессионных моделей были получены следующие полиномиальные уравнения:

- относительная разрывная нагрузка

$$RN = 10,13 - 0,292 \cdot X_1 - 0,292 \cdot X_2 + 0,227 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,448 \cdot X_1^2 + 0,538 \cdot X_2^2;$$

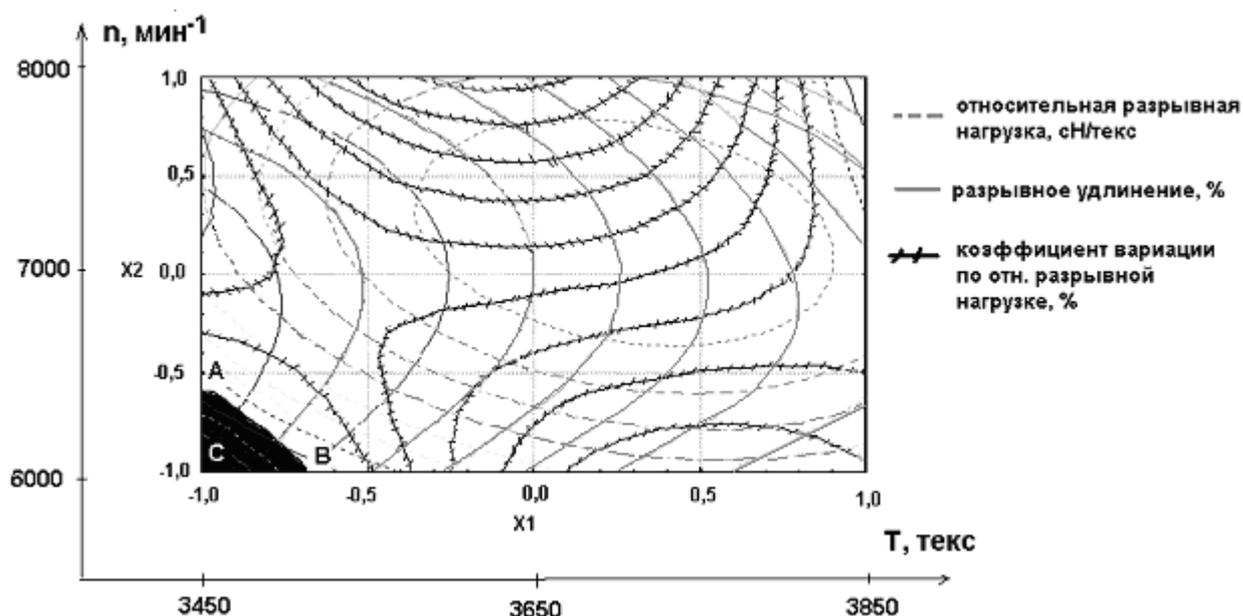
- коэффициент вариации по разрывной нагрузке

$$CVRN = 10,48 + 0,4 \cdot X_1 - 2,45 \cdot X_2 - 1 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,93 \cdot X_1^2 - 0,62 \cdot X_2^2 + 3,7 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 1,75 \cdot X_2^2 \cdot X_1;$$

- разрывное удлинение

$$RU = 5,23 + 0,367 \cdot X_1 - 0,2 \cdot X_2^2 - 0,1 \cdot X_1^2 \cdot X_2.$$

С помощью прикладной программы «Statistics for Windows» построены графические интерпретации полученных моделей. Совместив поверхности отклика рассматриваемых выходных параметров и установив ограничения на свойства формируемой пряжи, определена область оптимальных решений ABC. В качестве нормативных данных использовались характеристики пряжи пневмомеханического способа формирования линейной плотности 20 текс кардной системы прядения: относительная разрывная нагрузка – не менее 10,5 сН/текс, разрывное удлинение – не менее 5,2 %, коэффициент вариации по разрывной нагрузке – не более 8,6%.



Рисунку 1 – Совмещенный график

Границы полученной области позволяют определить значения входных факторов, при установке которых получают пряжу, удовлетворяющую требованиям технических условий: частота вращения дискретизирующего барабанчика – 6000 мин<sup>-1</sup>, линейная плотность питающей ленты – 3450 текс. Гребенная пряжа, выработанная по параметрам из области оптимума, будет обладать следующими свойствами:

- относительная разрывная нагрузка 11,2 сН/текс;
- разрывное удлинение 5,4%;
- коэффициент вариации по разрывной нагрузке 7,6 %.

Для определения количества поврежденных волокон в процессе формирования пряжи построены штапельные диаграммы распределения волокон по длине в

исходной ленте и в волокнистой ленточке, взятой из желоба прядильной камеры в различных сериях опытов. На рисунке 2 представлена усредненная штапельная диаграмма распределения хлопковых волокон по длине в питающей ленте по трем вариантам (усреднение значений возможно, т.к. ленты получены из одинаковой сортировки). Анализ диаграммы показывает, что в ленте имеются волокна с длиной более 40 мм, но не менее 10 мм. Наибольшее количество волокон приходится на группу с длиной 38 – 42 мм.

На рисунках 3 – 5 представлены штапельные диаграммы распределения волокон по длине в волокнистой ленточке, взятой из прядильной камеры при минимальной и максимальной частотах вращения дискретизирующего барабанчика, при использовании на питании ленты трех линейных плотностей.

Сравнительный анализ графиков показывает наличие коротких волокон с длиной менее 10 мм во всех вариантах при частоте вращения дискретизирующего барабанчика  $8000 \text{ мин}^{-1}$ , что свидетельствует о высокой интенсивности воздействия зубьев барабанчика на волокнистую бородку, приводящей к обрывности кончиков волокон.

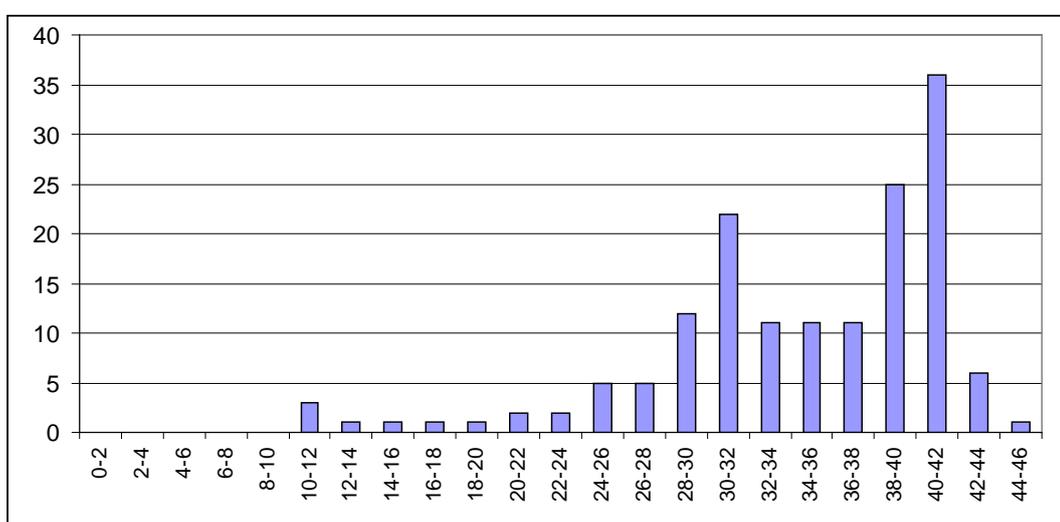
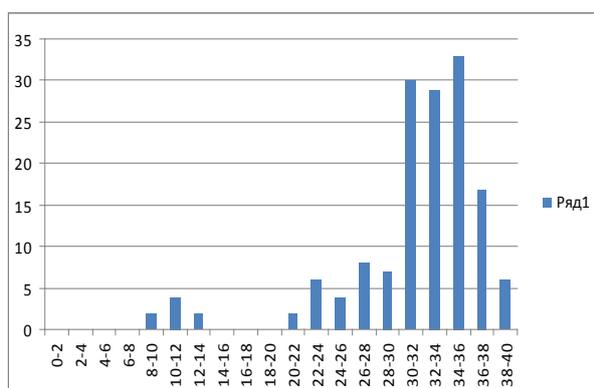
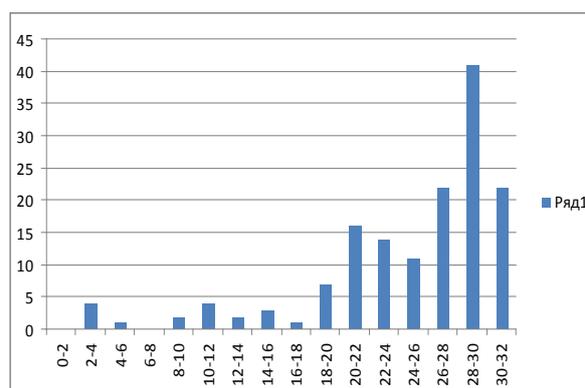


Рисунок 2 – Штапельная диаграмма распределения волокон по длине в питающей ленте



а



б

Рисунок 3 – Штапельные диаграммы распределения волокон по длине в волокнистой ленточке, полученной из ленты линейной плотности 3450 текс: а – при  $n_{д.б.} = 6000 \text{ мин}^{-1}$ ; б – при  $n_{д.б.} = 8000 \text{ мин}^{-1}$

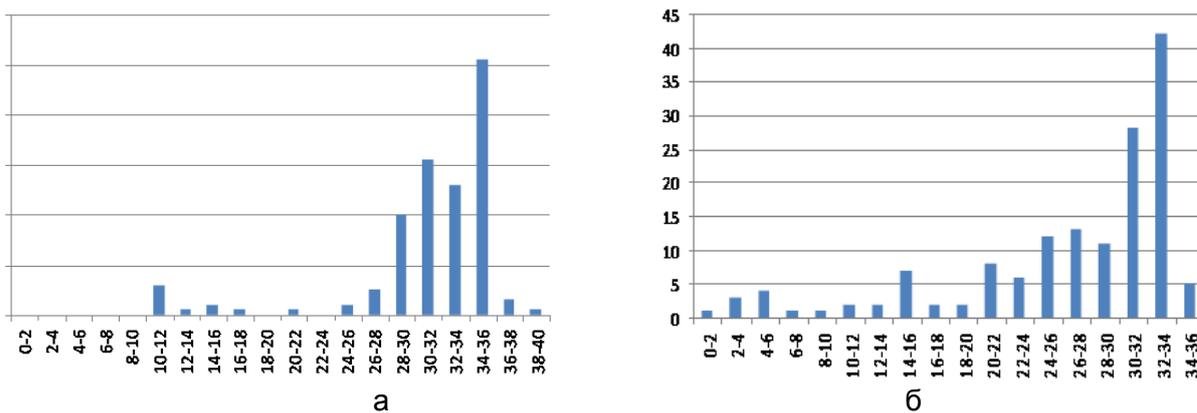


Рисунок 4 – Штапельные диаграммы распределения волокон по длине в волокнистой ленточке, полученной из ленты линейной плотности 3650 текс: а – при  $n_{д.б.} = 6000 \text{ мин}^{-1}$ ; б – при  $n_{д.б.} = 8000 \text{ мин}^{-1}$

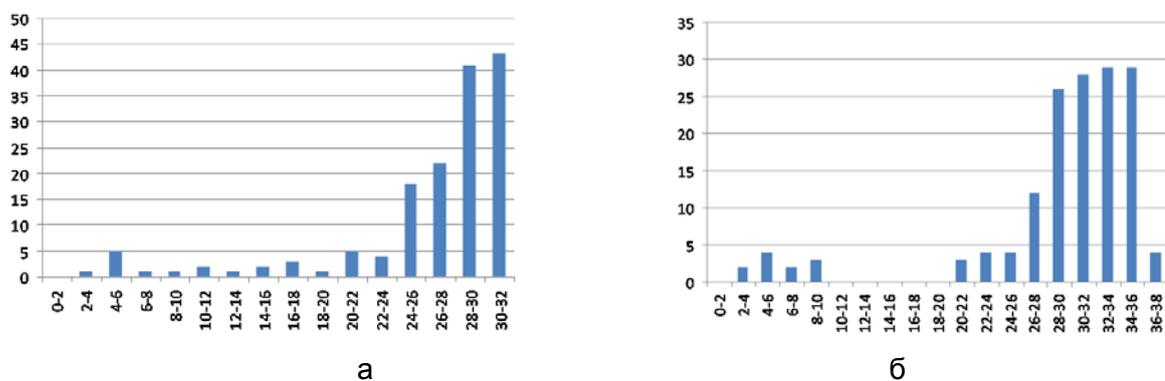


Рисунок 5 – Штапельные диаграммы распределения волокон по длине в волокнистой ленточке, полученной из ленты линейной плотности 3850 текс: а – при  $n_{д.б.} = 6000 \text{ мин}^{-1}$ ; б – при  $n_{д.б.} = 8000 \text{ мин}^{-1}$

При сравнении трех вариантов штапельных диаграмм волокнистой ленточки (рис. 3 – 5) отмечается наличие коротких волокон с длиной менее 10 мм при минимальной и максимальной частоте вращения дискретизирующего барабанчика в ленте линейной плотности 3850 текс, т.е. у более толстого продукта. В двух других вариантах ленты при минимальной частоте вращения барабанчика ( $6000 \text{ мин}^{-1}$ ) количество коротких волокон не изменяется. Таким образом, анализ штапельных диаграмм подтверждает результаты оптимизации параметров заправки пневмомеханической прядильной машины.

Проведенные экспериментальные исследования установили степень влияния частоты вращения дискретизирующего барабанчика и линейной плотности питающей ленты на повреждаемость волокон в процессе дискретизации: при переработке ленты гребенной системы прядения из средневолокнистого хлопка на пневмомеханической прядильной машине рекомендуется использовать продукт толщиной не более 3500 текс и устанавливать частоту вращения дискретизирующего барабанчика – не выше  $6200 \text{ мин}^{-1}$ .

#### ВЫВОДЫ

Проведены экспериментальные исследования процесса формирования гребенной пряжи линейной плотности 20 текс из средневолокнистого хлопка на пневмомеханической прядильной машине. Определены оптимальные параметры заправки оборудования, при которых происходит наименьшее повреждение волокон в процессе дискретизации: частота вращения дискретизирующего

барабанчика – не более 6200 мин<sup>-1</sup>, линейная плотность питающей ленты – не более 3500 текс.

Список использованных литературных источников:

1. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов. – Москва : «Легкая индустрия», 1980. – 392 с.
2. Скобова, Н. В. Исследование процесса формирования гребенной пряжи на пневматической прядильной машине ППМ – 120 А 1 М / Н. В. Скобова, О. М. Катович // Вестник ВГТУ. – 2009. – № 17. – С. 88 – 93

*Статья поступила в редакцию 15.04.2011*

#### SUMMARY

This article is devoted to experimental researching of manufacturing of combed rotor spinning yarn is studied. The influence of the speed of the sampled drum and the linear density of sliver at damage of fiber is studied.

УДК 685.34.017

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ХАРАКТЕРА ДЕФОРМАЦИИ ВЕРХА ОБУВИ ОБТЯЖНО- ЗАТЯЖНОГО МЕТОДА ФОРМОВАНИЯ

*С.Л. Фалев, А.Н. Аюлю, К.А. Зайцев, В.Е. Горбач*

В настоящее время при изготовлении обуви чаще всего применяется обтяжно-затяжной метод формования. Этот метод достаточно трудоемкий, но при нем достигается высокое качество формования, так как он обеспечивает большую степень вытяжки заготовки. Однако, несмотря на это, анализ данных обувных предприятий г. Витебска показал, что существует определенный процент перевода обуви в «некондицию» и возврат обуви от потребителей по дефектам, связанным с потерей формоустойчивости.

Известно, что одним из технологических факторов, влияющих на формоустойчивость верха обуви, является величина и характер деформации заготовки верха обуви. Большое влияние на этот фактор, наряду с материалом верха, оказывают материалы межподкладки и подкладки. Поэтому целью данной работы являлось исследование влияния материала межподкладки на величину и характер деформации верха обуви, что позволило выбрать межподкладочный материал, обеспечивающий повышение формоустойчивости изделия.

Для проведения эксперимента были выбраны мужские полуботинки производства СООО «Марко» клеевого метода крепления с союзкой большой площади, так как особенно часто дефект потери формы встречается в таких конструкциях обуви.

В данной модели в качестве материала наружных деталей верха использовалась натуральная кожа «Navago», в качестве материалов межподкладки и подкладки под союзку – трикотажные полотна с термоклеевым покрытием с поверхностной плотностью 140 г/м<sup>2</sup> и 210 г/м<sup>2</sup> соответственно.

С целью решения поставленной задачи в заготовке полуботинок была осуществлена замена межподкладки из трикотажного полотна на нетканое полотно поверхностной плотности 80 г/м<sup>2</sup>.

В соответствии с методами стандартных испытаний кож для верха обуви, межподкладочных и подкладочных материалов были получены показатели свойств материалов заготовки, представленные в таблице 1.

Таблица – Показатели свойств материалов заготовки

Наименование материала	Показатели свойств				
	Толщина, мм	Нагрузка при разрыве $P$ , Н	Относительное удлинение при разрыве $\varepsilon_p$ , %	Относительное удлинение при напряжении 9,8 МПа, $\varepsilon_I$ , %	Предел прочности $\sigma$ , МПа
Кожа «Navago» – вдоль – поперек	1,2	304 169	67 71	32 50	25 14
Трикотажное полотно для подкладки ХПЭ-210 – вдоль – поперек	0,6	383 90	69 230	–	–
Трикотажное полотно для межподкладки ХПЭ-140 – вдоль – поперек	0,4	187 134	85 189	-	-
Нетканое полотно для межподкладки, арт. 80п-7 – вдоль – поперек	0,3	173 82	110 92	-	-

Величина и характер деформации заготовок верха обуви определялись по методике, предложенной кафедрой технологии обуви МТИЛП [1]. Сущность метода состоит в том, что определение величины и вида растяжения заготовки производится по изменению размеров и формы, предварительно нанесенных на верх обуви окружностей диаметром 20 мм. Вследствие растяжения верха обуви окружность превращается в эллипс или круг с изменением диаметра. Сравнивая какой-либо диаметр эллипса или круга с первоначальным диаметром окружности, можно определить изменение линейных размеров материала в данном направлении, а также определить величины его относительного удлинения или усадки.

Для выполнения эксперимента были изготовлены четыре пары заготовок мужских полуботинок, отличающихся материалом межподкладки (трикотажное полотно и нетканое полотно). После раскроя деталей верха на союзки заготовок наносилась система окружностей диаметром 20 мм. Затем размеченные детали передавались в производство, где осуществлялась сборка заготовки и обуви по действующей технологии и с использованием оборудования предприятия СООО «Марко».

Схема технологического процесса производства обуви представлена на рисунке 1.

Измерение диаметров кругов или осей эллипсов осуществляли после операции формования заготовки на колодке, а также после снятия обуви с колодки и хранения в течение 24 часов. Расчет относительных деформаций в продольном и поперечном направлении рассчитывали по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{(d_1 - d)}{d} \times 100, \quad (1)$$

где  $d_1$  – размер диаметров окружностей или осей эллипсов после формования, снятия обуви с колодки и хранения в течение 24 часов, мм;

$d$  – исходный диаметр окружности, мм.

По полученным значениям удлинений или сокращений, рассчитанным по продольным и поперечным диаметрам кругов, или по большой и малой осям эллипса, строили картограммы, представленные на рисунках 2, 3. Сплошная линия картограмм соответствует + 2,5 % удлинения, пунктирная – 2,5 % сокращения.



Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства обуви

На рисунке 2 представлены картограммы деформации союзок после выполнения операции формования заготовки верха обуви на колодке.

По количеству линий в кругах видно, что деформация союзочной части заготовки в основном происходит в области носка и боковых крыльев союзки. Заготовка, в которой в качестве межподкладки используется трикотажное полотно (рисунок 2 а), растягивается в области союзки в большей степени, чем заготовка с межподкладкой из нетканого полотна (рисунок 2 б). И в одной и в другой заготовке центральная область союзки не деформируется, или деформируется минимально, а площадь недеформируемой зоны в союзке с межподкладкой из нетканого полотна больше, чем в союзке с межподкладкой из трикотажного полотна.

На союзке с трикотажной межподкладкой (рисунок 2 а) наибольшая деформация растяжения наблюдается в поперечном направлении (5 % – 40 %), причем в области носка деформация максимальная. По бокам союзки в пучковой части (сечения 6' – 9') деформация растяжения в поперечном направлении достигает 10 %, а в области крыльев союзки – около 5 %. Деформация растяжения в продольном направлении меньше по величине и составляет в основном 2,5 % – 10 %. Наибольшая по величине деформация также наблюдается в центральной носочной части союзки.

Деформация сокращения в заготовке с межподкладкой из трикотажного полотна наблюдается в продольном направлении в пределах 2,5 % – 15 % (краевые участки носка и при переходе на гребень колодки) и в поперечном направлении до 5 % в области крыльев союзки.

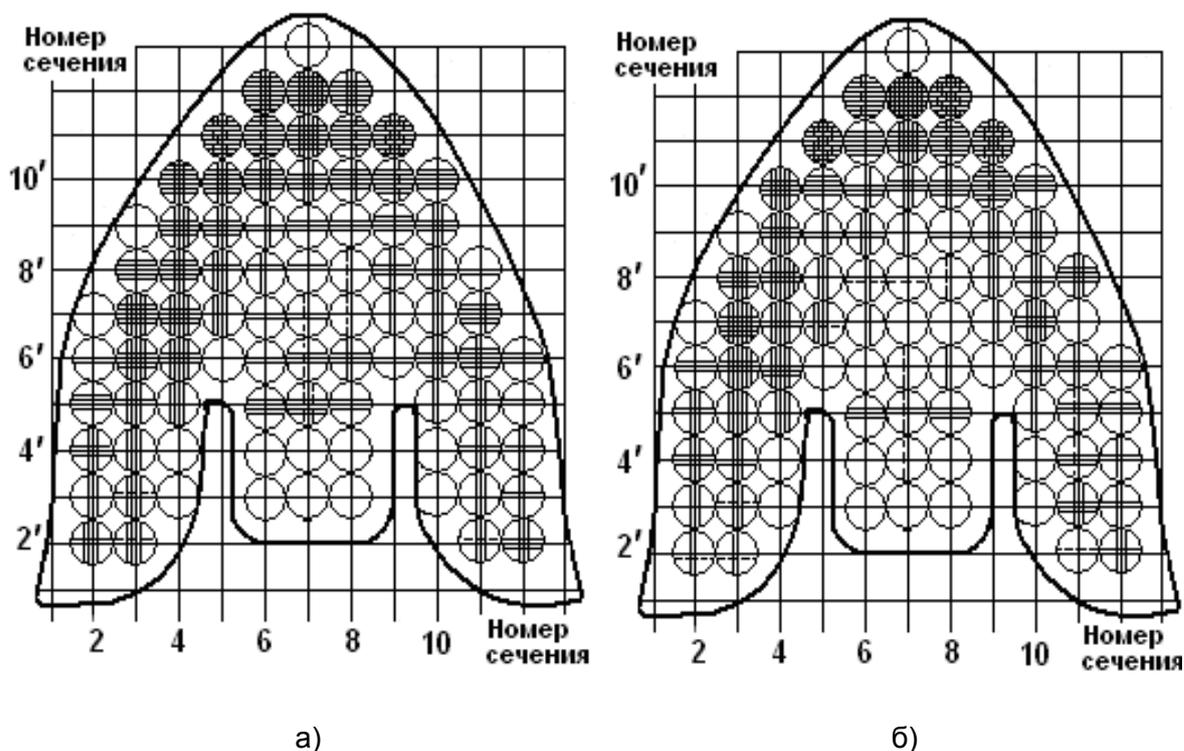


Рисунок 2 – Картограммы распределения деформации союзок после операции формования заготовки верха обуви: а – с межподкладкой из трикотажного полотна; б – с межподкладкой из нетканого полотна

В заготовке с межподкладкой из нетканого полотна (рисунок 2 б) наибольшие деформации наблюдаются в области носка в поперечном направлении (до 25 %). По бокам союзки в пучковой части (сечения 6' – 9') в поперечном направлении деформации достигают 10 %, а в зонах крыльев союзки в основном составляют 5 %. В продольном направлении деформация растяжения в области носка достигает 15 %, по бокам союзки в пучковой части – 10%, и до 5 % в крыльях союзки.

Деформация сокращения проявляется по краям союзки в поперечном направлении в области крыльев (2,5 %) и в продольном направлении до 15 % в области носка. Деформация сокращения (2,5 %) зафиксирована также в центральной части союзки и в области гребня.

На рисунке 3 представлены картограммы деформации союзок, полученные по данным замеров после снятия обуви с колодки и хранения её в течение 24 часов.

Проанализировав картограммы деформации в союзке с межподкладкой из трикотажного полотна (рисунок 3 а), можно сделать вывод, что в заготовке произошли усадочные явления. В основном зона наибольшей усадки приходится на пучковую часть союзки (сечения 8' – 10') и крылья союзки. Деформация в продольном направлении снизилась в среднем на 5 %, а в поперечном направлении – от 2,5 % до 5 %.

В заготовке с межподкладкой из нетканого полотна (рисунок 3 б) также наблюдаются усадочные явления в области сечения 7' – 10' и крыльев союзки, но они меньше по величине (2,5 %), и область их распространения значительно меньше, чем в заготовке с межподкладкой из трикотажного полотна.

Таким образом, сравнивая исследуемые заготовки с различными материалами межподкладки, можно сделать вывод, что равномернее растягивается в продольном и поперечном направлении заготовка с межподкладкой из нетканого полотна, максимальные деформации по направлениям достигают 15 % и 25 % соответственно. Кроме этого, процент усадки в заготовке с межподкладкой из

нетканого полотна по истечении 24 часов после снятия обуви с колодки не превышает 2,5 %.

В заготовке с межподкладкой из трикотажного полотна значительно превалирует по величине поперечное растяжение (до 40 %), а в продольном направлении деформация составляет только 10 %. Наряду с этим, величина деформации, полученная после выполнения операции формования, по истечении 24 часов после снятия обуви с колодки уменьшается более значительно (на 5 %), чем в заготовке с межподкладкой из нетканого полотна.

Формоустойчивость обуви после снятия с колодки и выдержки её в течение 24 часов определялась экспертным методом контролерами ОТК. Оценивая обувь органолептически, было признано, что мужские полуботинки с межподкладкой из нетканого полотна обладают лучшей формоустойчивостью.

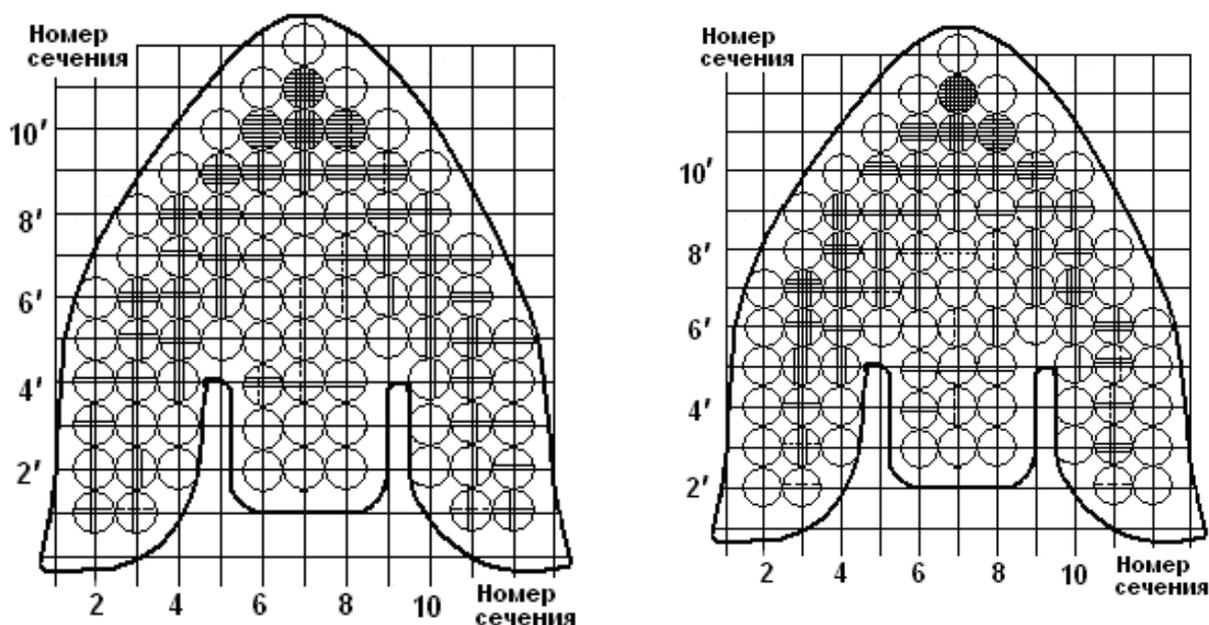


Рисунок 3 – Картограммы распределения деформации союзок после снятия обуви с колодки и хранения в течение 24 часов:  
а – с межподкладкой из трикотажного полотна;  
б – с межподкладкой из нетканого полотна

При исследовании распределения удлинений по верху обуви методом окружностей могут наблюдаться различные сочетания величин удлинений в продольном и поперечном направлениях. При сохранении формы круга и изменении только его размеров наблюдается двухосное симметричное растяжение. Только одноосное растяжение будет наблюдаться при сокращении материала в одном направлении на величину, равную не менее половины удлинения первоначального диаметра окружности по другому направлению. Если эти два условия нарушаются, то происходит сложная деформация с преобладанием одноосного или двухосного растяжения.

Расчет величины относительного удлинения по измерениям диаметров окружностей, нанесенных на союзку заготовки верха обуви, показал, что в основном в этой зоне заготовки наблюдается сложная деформация. Для более детального исследования характера растяжения был использован метод определения доминирующего растяжения [2, с.19].

Метод основан на расчленении сложного растяжения на элементарные виды: одноосное растяжение ( $\varepsilon_0$ ) и двухосное симметричное растяжение ( $\varepsilon_D$ ). Деформации могут быть найдены из условия:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_a &= \varepsilon_\delta + \varepsilon_o \\ \varepsilon_b &= \varepsilon_\delta - \varepsilon_{сок} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_a$  – деформация, рассчитанная по большой оси эллипса, %;

$\varepsilon_b$  – деформация, рассчитанная по малой оси эллипса, %.

При  $\varepsilon_{сок} = \mu \cdot \varepsilon_o$  система уравнений примет вид:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_a &= \varepsilon_\delta + \varepsilon_o \\ \varepsilon_b &= \varepsilon_\delta - \mu \varepsilon_o \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где  $\mu$  – коэффициент поперечного сокращения.

Для величин деформаций, которые наблюдаются при формировании верха обуви, коэффициент  $\mu$  можно считать приближенно равным единицы.

Обозначим отношение величины одноосного удлинения ( $\varepsilon_o$ ) по большой оси эллипса к общей величине удлинения в этом направлении ( $\varepsilon_a$ ) коэффициентом одноосного растяжения:

$$K_o = \frac{\varepsilon_o}{\varepsilon_a} \quad (4)$$

и аналогично отношение величины двухосного удлинения ( $\varepsilon_\delta$ ) к общей величине удлинения ( $\varepsilon_a$ ) через коэффициент двухосного растяжения:

$$K_\delta = \frac{\varepsilon_\delta}{\varepsilon_a}. \quad (5)$$

Так как суммарное удлинение по оси эллипса

$$\varepsilon_a = \varepsilon_o + \varepsilon_\delta, \text{ то } K_o + K_\delta = 1. \quad (6)$$

С использованием вышеизложенного метода для каждой окружности были рассчитаны численные значения коэффициентов одноосного и двухосного растяжения.

Полученные данные показали, что при формировании заготовки с межподкладкой из трикотажного и нетканого полотна в зоне носка (сечения 11' – 12') наблюдается сложный характер деформации. Отмечается доминирование двухосного растяжения в центральной части носка и одноосного растяжения в боковых частях носка в зонах захвата клещей.

Характер распределения деформаций в боковых крыльях союзки и в центральной части примерно одинаковый, независимо от материала межподкладки. В боковых крыльях союзки преобладает двухосное симметричное растяжение ( $K_\delta \approx 1$ ), а в центральной части союзки наблюдаются примерно равные части одноосного и двухосного растяжения ( $K_\delta = K_o = 0,5$ ).

Таким образом, проведенный эксперимент позволил установить, что исследованные материалы межподкладки (трикотажное и нетканое полотно) оказывают существенное влияние на величину растяжения заготовки верха обуви при формировании и практически не влияют на характер распределения деформаций по зонам заготовки.

При использовании в мужских полуботинках в качестве межподкладки нетканого полотна происходит более равномерное растяжение заготовки по направлениям и незначительная усадка верха обуви после снятия её с колодки.

Установленные в работе небольшие величины деформации в центральной части союзки при обтяжно-затяжном способе формования свидетельствуют о необходимости выполнения операции предварительного формования, что обеспечит бóльшую вытяжку союзок по площади и повышение формоустойчивости обуви.

#### Список использованных источников

1. Перельмитер, В. И. Способ исследования деформации верха обуви / В. И. Перельмитер, Ю. П. Зыбин // Известия высш. учеб. завед. Технология легк. пром-ти. – 1960. – № 5. – С. 11–14.
2. Куприянов, М. П. Деформационные свойства кож для верха обуви / М. П. Куприянов. – Москва : Легкая индустрия, 1969. – 248 с.

*Статья поступила в редакцию 19.11.2010*

#### SUMMARY

The article is devoted to research of influence of various materials of an interlining (a knitted and nonwoven cloth) on size and character of deformation of footwear top. The experiment was carried out with use of technology and the equipment of shoe enterprise JLtd «Marco».

It is established, that the investigated materials of an interlining (a knitted and nonwoven cloth) render essential influence on stretching size of footwear top by formation and practically do not influence or the character of distribution of deformations in zones. By using in man's low shoes as an interlining from nonwoven cloth there is more uniform stretching of preparation in directions and insignificant top shrinkage of footwear after its removal.

УДК 677.025.3/.6:687.8

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СВОЙСТВ ВОРСОВОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

*В. Пальтов , АВ Чарний СВГавва*

Искусственный мех на трикотажной основе относится к ассортиментной группе полотен ворсовых трикотажных (ПВТ). Полотна выпускаются в широком ассортименте и используются для изготовления предметов интерьера, одежды, обуви, мягкой игрушки. Актуальными были и остаются задачи расширения ассортимента, повышения качества искусственного меха, эффективности его производства [1, 2].

Способ получения ПВТ заключается в совместном провязывании нити грунта и пучка волокон, подаваемых из чесальной ленты, в петли полотна. Нить и вязанные в остовы петель волокна формируют грунт ПВТ, а свободные концы пучков волокон образуют ворс [1].

ОАО «БЕЛФА» (город Жлобин) – крупнейший в Европе производитель ПВТ. Часть выпускаемого ассортимента – длинноворсовое полотно для декоративных ковровых изделий. Выпуск полотен данного назначения освоен предприятием недавно, что обуславливает наличие ряда нерешенных задач в области

повышения качества данного вида продукции и совершенствования технологического процесса производства.

Цель исследования – расширение ассортимента и повышение качества ворсового полотна для декоративных ковровых изделий за счёт применения в чесальной ленте волокон, выпускаемых в Республике Беларусь, и снижения массы слабозакрепленных волокон.

Объект исследования – технологический процесс производства и свойства ПВТ (код полотна: рисунок ИС-302) в производственных условиях ОАО «БЕЛФА».

Технологический процесс производства ПВТ на ОАО «БЕЛФА» включает поступление и хранение сырья (нитей и пряжи для грунта и волокон для чесальной ленты), изготовление чесальной ленты и подготовку нитей грунта к вязанию, вязание полотна, подготовку сурового полотна к отделке, отделку полотна, сортировку, маркировку, упаковку готовой продукции и ее хранение. По всему технологическому процессу осуществляется контроль и управление качеством продукции.

Вопросы повышения качества ПВТ и совершенствования методов их оценки рассматриваются в работах [2, 3].

Одним из важных показателей качества ПВТ является показатель массы слабозакрепленных волокон. Согласно ТО ВУ 400076540.080 – 2007, для полотна ворсового трикотажное длинноворсового этот показатель должен быть не более 10 г/м<sup>2</sup> полотна.

Методика определения массы слабозакрепленных волокон предусматривает 50-кратное прочесывание образца готового полотна щеткой в направлении ворса по одному и тому же месту с использованием прибора СТН-7 конструкции УкрНИИПВ. Вычесанные волокна снимают со щетки прибора, определяют их массу и пересчитывают на 1 м<sup>2</sup> полотна с учетом площади прочесывания.

Известно, что на показатель массы слабозакрепленных волокон влияют состав и качество чесальной ленты, параметры вязания, подготовки полотна к отделке и параметры отделки [1]. Настоящие исследования выполнялись в два этапа. На первом этапе изучено влияние параметров подготовки полотна к отделке и параметров отделки ПВТ без изменения состава чесальной ленты и параметров вязания. На втором этапе изменен состав чесальной ленты и параметры вязания, а подготовка полотна к отделке и его отделка выполнены с учетом результатов первого этапа. Изменение состава чесальной ленты произведено путем частичной замены волокон импортного производства на волокна отечественного производства.

На первом этапе исследований параметры вязания полотна, состав трехкомпонентной чесальной ленты, содержащей смесь волокон канекарон различной модификации, линейной плотности и длины резки, приняты по технологической документации ОАО «БЕЛФА» и приведены в таблице 1. Скорость подачи чесальной ленты на вязальной машине градуируется и задается в условных единицах (у.е.).

В соответствии с технологическим режимом подготовка сурового полотна к отделке включает разматывание и сшивание кусков полотна в ленту, очистку от незакрепленных волокон, стрижку ворса, укладку полотна в «книжку». Очистка полотна от незакрепленных волокон производится на вычесывающей машине фирмы «Parks and Woolson» (США). Полотно поступает в машину, где подвергается действию щеточного и отколоточного валов.

В эксперименте оценивалось влияние величины захода гарнитуры щеточного вала в ворс полотна на массу слабозакрепленных волокон. Величина захода устанавливалась по шаблону и определялась расстоянием между направляющим валом и гарнитурой щеточного вала, производящего вычесывание в направлении ворса. С уменьшением этого расстояния увеличивается заход гарнитуры щеточного вала в ворс полотна. В контрольном образце (вариант 1)

устанавливалось максимальное расстояние между направляющим валом и гарнитурой щеточных валов, вычесывание отсутствовало, так как щеточные валы не соприкасались с ворсом полотна.

Таблица 1 – Параметры вязания полотна

Наименование параметров вязания	Значение параметров		
Код полотна: рисунок	ИС-302		
Модель вязального оборудования	НР-12		
Число петельных рядов на 100 мм	102		
Число петельных столбиков на 100 мм	60		
Подача чесальной ленты, у.е	4		
Частота вращения игольного цилиндра, мин <sup>-1</sup>	38		
Давление воздуха в воздухоподающих трубках, кПа	2,4		
Вакуумметрическое давление, кПа	-1,0		
Вид и линейная плотность нити грунта, текс	Текстур. п/эф нить 12 x 2		
Натяжение нити грунта, сН	9		
Состав чесальной ленты (три компонента):			
- вид волокна	Кане- карон АНР	Кане- карон RCL	Кане- карон RCL
- линейная плотность волокна, текс	0,44	1,2	1,2
- длина резки волокна, мм	32	44	76
- содержание волокна в смеси, %	30	30	40
Рекомендуемая площадь куска, м <sup>2</sup>	28		

Для варианта 2 устанавливались параметры, рекомендуемые действующим технологическим режимом, а для варианта 3 – минимальные значения установочных параметров. Обработка полотна выполнялась в два прохода через вычесывающую машину. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние параметров подготовки сурового полотна к отделке на массу слабозакрепленных волокон

Параметры	ИС-302 1 вариант опытный	ИС-302 2 вариант базовый	ИС-302 3 вариант опытный
Скорость движения полотна, м/мин	29		
Заход гарнитуры вычесывающего вала в ворс полотна (размер шаблона, мм): - первый вычесывающий вал - второй вычесывающий вал	Вычесы- вание отсутст- вует	26 22	18 22
Физико-механические показатели сурового полотна:	2 прохода через вычесывающую машину		
– длина ворса, мм	27	27	27
– масса ворсового покрова, г/м <sup>2</sup>	384	376	363
– число петельных рядов на 100 мм	102	102	101
– число петельных столбиков на 100 мм	66	65	67
– поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	628	632	645
– масса слабозакрепленных волокон, г/м <sup>2</sup>	4,57	3,40	1,80

Анализ результатов, приведенных в таблице 2, показывает, что при отключении вычесывающих валов (вариант 1) масса слабозакрепленных волокон максимальна, что естественно, так как полотно подвергается воздействию только околочных валов. При минимальном расстоянии между направляющим и первым щеточным валом (вариант 3) масса слабозакрепленных волокон минимальна и уменьшается примерно на 47 % в сравнении с типовой обработкой полотна (вариант 2), следовательно, для обеспечения высокого качества полотна его подготовку к отделке следует производить по режиму варианта 3.

Предварительная стрижка ворса полотна выполнялась без изменения технологического режима стрижки.

Отделка ПВТ выполняется по следующей технологической цепочке: аппретирование грунта; сушка, ширение полотна и стабилизация ворса; заключительная отделка ворса.

Аппретирование грунта ПВТ производится с целью обеспечения прочности закрепления волокон ворса в петлях грунта полотна, придания полотну каркасности и формоустойчивости. Аппретирование заключается в нанесении на полотно (со стороны остовов петель грунта) пленкообразующего аппрета с последующей сушкой и стабилизацией грунта и ворса полотна. Операция выполняется на сушильно-ширильно-стабилизационной машине фирмы «Bruckner» (ФРГ). С целью исследования влияния аппретирования на массу слабозакрепленных волокон для базового варианта полотна, выработанного в соответствии с данными таблицы 1 и подготовленного к отделке в соответствии с данными таблицы 2, изменен состав аппрета при сохранении режимов сушки, ширения и стабилизации полотна.

Аппретирование производилось в соответствии с принятой на предприятии технологией на плюсовочном аппарате сушильно-ширильно-стабилизационной машины. Контрольный вариант полотна обработан аппретом, содержащим только акриловую дисперсию аппретан 92121 15-процентной концентрации, как и предусмотрено технологическим режимом предприятия. Для двух опытных вариантов изменен состав аппрета:

- для первого опытного варианта смесь содержит 80 % аппретана 92121 15-процентной концентрации и 20 % пермацена AP-6;
- для второго опытного варианта смесь содержит 99,8 % аппретана 92121 15-процентной концентрации и 0,2 % генапола UD050.

Пермацен AP-6 – продукт полимеризации на основе акриламида, является катализатором, который способствует ускорению процесса пропитки грунта полотна и лучшему закреплению ворса.

Генапол UD050 – полигликолевый эфир жирного спирта, является смягчающим средством, способствующим лучшей пропитке грунта полотна и закреплению ворса в петлях грунта.

Для каждого из вариантов полотна определена масса слабозакрепленных волокон. Установлено, что в контрольном и первом опытных вариантах полотна масса слабозакрепленных волокон равна 2,9 г/м<sup>2</sup>, во втором опытном варианте – 2,0 г/м<sup>2</sup>. Следовательно, для повышения качества полотна целесообразно использовать смесь аппретана 92121 и генапола UD050.

С целью оценки влияния состава смеси волокон в чесальной ленте и параметров ее подачи в процессе вязания на качество полотна произведена выработка и исследование свойств полотна (рисунок ИС-302) трех вариантов. Базовый вариант ИС-302 получен с базовым составом чесальной ленты, приведенным в таблице 1, и подачей чесальной ленты 4 у.е., рекомендуемой технологическим режимом предприятия. Варианты 1 ИС-302-О34 (опытный) и 2 ИС-302-О34 (опытный) выработаны с измененным составом чесальной ленты и измененной ее подачей: 6 у.е. и 8 у.е. соответственно.

В составе базовой смеси волокон в чесальной ленте при изготовлении полотна ворсового трикотажного (рисунок ИС-302, таблица 1) используются волокна канекарон (Япония). Канекарон – модифицированное полиакрилонитрильное волокно, содержащее акрилонитрил и винилхлорид. Для чесальной ленты в базовой смеси используется безусадочное матированное волокно типа RCL (линейная плотность 1,2 текс, длина резки 44 и 76 мм) и полуматовое высокоусадочное типа АНР (линейная плотность 0,44 текс, длина резки 32 мм).

В опытной смеси используются волокна с увеличенной длиной резки: безусадочный матированный канекарон типа RCL (линейная плотность 1,2 текс, длина резки 76 мм) и полиакрилонитрильное волокно нитрон НД-1 отечественного производства (линейная плотность 0,8 текс, длина резки 64 мм). Процентное соотношение волокон в смеси: 50 % канекарон RCL, 50 % нитрон НД-1.

Для различных вариантов полотна принята разная подача чесальной ленты при вязании, что позволило получить полотна с разной массой ворсового покрова.

Подготовка полотна к отделке выполнена в соответствии с режимом варианта 3 (таблица 2), аппретирование – составом смеси варианта 2 (99,8 % аппретана 92121 15-процентной концентрации и 0,2 % генапола UD050).

Параметры вязания полотна приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технологические параметры вязания опытного полотна

Наименование параметров технологического процесса	Значение параметров технологического процесса		
	ИС-302 базовый	ИС-302-О34 1 вариант опытный	ИС-302-О34 2 вариант опытный
Код полотна: рисунок			
Марка вязального оборудования	НР-12		
Число петельных рядов на 100 мм	102		
Число петельных столбиков на 100 мм	60		
Подача чесальной ленты, у.е.	4	6	8
Частота вращения игольного цилиндра, мин <sup>-1</sup>	38		
Давление воздуха в воздухоподающих трубках, кПа	2,4		
Вакуумметрическое давление, кПа	-1,0		
Вид и линейная плотность нити грунта, текс	Текстур. п/эф нить 12 x 2		
Натяжение нити грунта, сН	9		
Рекомендуемая площадь куска, м <sup>2</sup>	28		

Результаты исследования свойств ПВТ базового варианта ИС-302 и двух опытных вариантов ИС-302-О34 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Свойства готового полотна

Показатели полотна	Нормативные показатели	Варианты полотна		
		ИС-302 базовый	ИС-302-О34 1 вариант опытный	ИС-302-О34 2 вариант опытный
Длина ворса, мм	26-28	27	27	27
Масса ворсового покрова, г/м <sup>2</sup>	Не менее 240	270	326	343
Число петельных рядов на 100 мм	102	99	101	99
Число петельных столбиков на 100 мм	49	50	49	49
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Не менее 364	451	461	511

Масса слабозакрепленных волокон, г/м <sup>2</sup>	Не более 10	2,9	1,35	1,31
------------------------------------------------------	----------------	-----	------	------

Анализируя показатели полотен, приведенные в таблице 4, можно отметить, что:

– изменение состава смеси и использование в ней волокон отечественного производства с увеличенной длиной резки приводит к снижению массы слабозакрепленных волокон до показателя 1,35 – 1,31 г/м<sup>2</sup>;

– увеличение подачи чесальной ленты способствует увеличению массы ворсового покрова, что положительно отразилось на внешнем виде полотна: увеличилась густота ворса и объемность;

– полотно ворсовое трикотажное целесообразно вырабатывать с применением опытной смеси волокон в чесальной ленте и подачей чесальной ленты 8 условных единиц;

– частичная замена импортных волокон на волокна белорусского производства в чесальной ленте экономит валютные средства предприятия.

#### ВЫВОДЫ

В результате экспериментальных исследований технологического процесса производства и свойств полотна ворсового трикотажного:

– разработан состав смеси волокон в чесальной ленте на основе сочетания импортных волокон канекарон и отечественных полиакрилонитрильных волокон с увеличенной длиной резки, что позволило повысить качество и эффективность производства ПВТ;

– установлены оптимальные режимы подачи чесальной ленты при вязании, режимы подготовки полотна к отделке и аппретирования полотна, что позволило повысить качество полотна за счет снижения массы слабозакрепленных волокон.

#### Список использованных источников

1. Гонтаренко, А. Н. Технология искусственного меха / А. Н. Гонтаренко, Г. И. Рукавцев, Л. С. Смирнов. – Киев : Техніка, 1984. – 183 с.
2. Марцинкевич, Т. Ф. Совершенствование качества и методов оценки искусственного трикотажного меха / Т. Ф. Марцинкевич // Трансфер технологий в свободных экономических зонах. Тенденции. Теория и практика ("ТРАНСТЕХ-2002"), Гомель, 15-17 мая 2002 г. : сборник докладов Первой Международной научно-практической конференции / СЭЗ "Гомель-Ратон". – Гомель, 2002. – Ч. 1. – С.146-151.
3. Сыцко, В. Е. К вопросу о повышении качества искусственного трикотажного меха / В. Е. Сыцко, Г. М. Власова, И. Н. Прокофьева // Обеспечение качества и пути оптимизации ассортимента товаров в торговле : материалы республиканской научно-практической конференции, Минск, 1 декабря 2000 г. / БГЭУ. – Минск, 2001. – С.100-101.

*Статья поступила в редакцию 20.11.2010*

#### SUMMARY

The article is devoted to the research of technological process of manufacturing and properties of a nap knitted fabric. As a result of the experimental researches the structure of the mix of the sliver developed, the feeding modes of the sliver by knitting and the preparation modes of the nap knitted fabric for finishing and nap knitted fabric finishing are determined, modes of preparation.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОФОБНОЙ ОТДЕЛКИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*А.А. Брылева, С.А. Южаев, В.П. Рагозин*

В век возросших требований к качеству и конкурентоспособности выпускаемой продукции текстильной промышленности актуальной является задача о создании химических препаратов и технологий для придания комплекса положительных свойств текстильным материалам. К одному из самых быстроразвивающихся направлений в сфере гидрофобных поверхностей можно отнести создание текстильных материалов с водоотталкивающими свойствами. Гидрофобизация является одним из самых распространенных видов заключительной отделки текстильных материалов специального назначения. Ткани с такими свойствами широко используются в производстве палаток, зонтов, рабочей и защитной одежды и т.п. Идея о создании поверхности с водоотталкивающими свойствами позаимствована у природы: листья растений, лапки гекконов, ножки водомерок и т.п. Для создания гидрофобных и олеофобных материалов необходимо изменить значения поверхностной энергии и топографию поверхности материала. Обычно в таких случаях, для достижения гидрофобных свойств, уменьшают значение поверхностной энергии. Хотя замечено, что материалы с наименьшей поверхностной энергией, состоящие из равномерно распределенных гексагональных плотноупакованных  $-CH_3$  групп, при определении краевого угла смачивания демонстрируют значения, не превышающие  $120^\circ$ . Поэтому для повышения гидрофобности необходимо также увеличить неоднородность (шероховатость) поверхности материала. У супергидрофобной поверхности показатели краевого угла смачивания больше  $150^\circ$ , при этом наблюдается также очень низкий гистерезис. Подобные поверхности не смачиваются водой, которая, скатываясь, удаляет также и мелкие частицы, например, пыль. Способность супергидрофобных поверхностей самоочищаться названа «эффектом лотоса». Помимо химических методов модификации поверхности (введение в структуру атомов фтора и т.д.), используют также физико-химические методы модификации:

- пламенное травление;
- плазменное осаждение;
- лазерная обработка;
- процесс золь-геля;
- анодная оксидация алюминия;
- химическое травление и др.

Применение современных технологий в отделочном производстве текстильных материалов обуславливает также создание новых химических препаратов. Так, ученых занимает вопрос о создании гидрофобизатора, способного сохранять свои положительные свойства после многократных циклов стирки, при этом не влияя на физико-механические и эксплуатационные свойства ткани. Сообщается [1], что получена супергидрофобная хлопчатобумажная ткань, способная сохранить водоотталкивающие свойства после обработки, эквивалентной 250 циклам стирки при  $T = 40^\circ C$  в бытовых стиральных машинах. Данный эффект достигнут путем нанесением гидрофобного полимера с последующей обработкой гамма-излучением для образования прочных ковалентных связей между субстратом и полимером. Авторами [2] отмечается попытка улучшения гидрофобизирующих

свойств олигосилоксанов путем введения в их структуру длинноцепочных жирных алифатических радикалов, связанных с атомами кремния через оксиметиленовые фрагменты. Разработанные препараты как в виде растворов, так и в виде водных эмульсий обладают повышенной гидрофобизирующей способностью, по сравнению с промышленным полиэтилгидросилоксаном (ГКЖ-94). В работе [3] сообщается об улучшении гидрофобных свойств целлюлозы путем нанесения на поверхность полимера с присоединенным парафином в боковых частях цепи. С целью уменьшения гидрофильности целлюлозы к базовому материалу присоединены 2-этилгексилакрилат и 2-этилгексилметакрилат путем одновременной прививки. В результате отмечается уменьшение разбухания образцов при 40 % прививке. Введение в структуру атомов фтора, которые обладают малыми атомными радиусами и высокой электроотрицательностью, позволяет достичь низких показателей поверхностной энергии, благодаря чему фторированные полимеры вызывают повышенный интерес ученых. Из-за малорастворимости многие фторированные материалы не используются напрямую, а в результате присоединения или смешения с другими материалами, у которых легче модифицировать поверхность для достижения супергидрофобного эффекта. Группой ученых проведены эксперименты [4] по использованию фторосодержащих гидрофобизаторов – трифторэтиловых эфиров жирных кислот, полученных путем модификации растительных масел: касторового, пальмового и соевого посредством их гидролиза 2,2,2-трифторэтанолом. Авторами сообщается о получении отличных гидрофобных показателей на хлопчатобумажной ткани, отмечая, что наилучшими свойствами, среди представленных, обладает модифицированное пальмовое масло. Действие аппрета сохраняется после 5 циклов стирки. В свою очередь, авторами [5] сообщается о плазменной обработке хлопчатобумажной ткани в атмосфере гексафторпропана. После плазменной обработки в течение 1 минуты краевой угол смачивания образцов достигает  $120^\circ$  и выше, а показатели времени смачивания достигают 60 минут. Учеными указывается также положительное влияние плазменной обработки на показатели разрывной нагрузки ткани и сохранении паропроницаемости после данной обработки.

Несмотря на научные разработки по созданию новых гидрофобизаторов для отделки текстильных материалов, коммерческие препараты занимают стабильную нишу в данном сегменте рынка. Ведущие зарубежные химические компании (Rudolf Chemicals, Huntsman, BASF, СНТ Bezema и др.) предлагают целый ряд гидрофобизаторов, пользующихся спросом, при этом не раскрывая их химического состава, что затрудняет их сравнение. В данном случае появляется необходимость проведения серии экспериментов для сравнения эффективности препаратов. Для оценки эффективности гидрофобной отделки текстильных материалов используют следующие показатели:

- капиллярность – характеризуют высотой  $h$ , на которую поднимается через определенное время  $T$  смачивающая жидкость;
- краевой угол смачиваемости  $\theta$ ;
- водопоглощаемость – характеризует количество поглощенной материалом воды при непосредственном и полном погружении его в воду (по ее величине иногда оценивают водоупорность изделий, которая тем выше, чем меньше водопоглощаемость);
- водопроницаемость – способность изделий пропускать воду, характеризующуюся коэффициентом водопроницаемости, который показывает количество воды ( $\text{дм}^3$ ), проходящей за 1 с через  $1 \text{ м}^2$  изделия при определенном давлении воды  $q$ ;
- паропроницаемость – способность изделий пропускать водяные пары из среды с повышенной влажностью воздуха в среду с меньшей влажностью;
- воздухопроницаемость – способность изделий пропускать через себя воздух, характеризующуюся коэффициентом воздухопроницаемости, который

показывает количество воздуха в кубических метрах, проходящего через 1 м<sup>2</sup> изделия за 1 с при постоянном заданном перепаде давлений  $p$  по обе стороны образца.

Поскольку одной из отличительных черт создания материала с супергидрофобными свойствами является модифицирование его поверхности, то для исследований поверхностной структуры текстильных материалов используются следующие методы:

- сканирующая электронная микроскопия;
- атомная силовая микроскопия.

В свою очередь, для исследования структуры по элементному составу применяют:

- термогравиметрический анализ;
- рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия;
- инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье.

С целью получения достоверных результатов исследований эффективности нанесенного гидрофобного аппрета существует ряд международных и национальных стандартов, регулирующих данную сферу деятельности. Ниже приведены некоторые примеры международных стандартов:

- BS EN ISO 20811:2001 – Текстиль. Определение водоотталкивающей способности. Испытание гидростатическим давлением;
- BS EN ISO 24920:2001 – Текстиль. Определение стойкости к поверхностному смачиванию (испытание обрызгиванием);
- BS EN ISO 29865:2001 – Текстиль. Определение гидрофобных свойств текстильных изделий плоской формы с помощью дождевального испытания;
- BS EN ISO 14419: 2010 – Текстиль. Маслонепроницаемость. Испытание на устойчивость к воздействию углеводов;
- BS EN ISO 15496: 2004 – Текстиль. Измерение паропроницаемости тканей с целью контроля качества;
- BS EN ISO 9237: 2001 – Текстиль. Определение воздухопроницаемости тканей.

#### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРЕПАРАТЫ

Ассортимент изделий из смесей волокон за последнее время все больше расширяется. В данном случае достигается не только снижение расхода ценного природного волокнистого сырья для получения изделий бытового и технического ассортимента, но и повышение качества изделий, их комфортности и удобства практического использования. Ассортимент тканей из смесей полиэфирных и целлюлозных волокон преобладает, по сравнению с изделиями из других волокнистых смесей, поэтому в качестве исследуемого материала выбрана полиэфирно-хлопковая ткань. Целью данной работы является исследование гидрофобизирующих свойств промышленных препаратов и определение их оптимальной концентрации для отделки данной смесевой ткани. Для сравнения эффективности гидрофобной отделки выбраны следующие препараты:

- Tubicoat HP 27 (CHT Bezema, Германия);
- Rucostar DDD (Rudolf Chemicals, Германия);
- Oleophobic ZSR (Huntsman, США).

Перед аппретированием полиэфирно-хлопчатобумажная ткань подверглась промывке в растворе Felosan NOF (CHT Bezema, Германия) (1 г/л) при температуре 60 °С в течение 60 минут. Гидрофобизаторы наносились на ткань плюсованием в течение 15 минут при температуре 40. При использовании Tubicoat HP 27 и Oleophobic ZSR к растворам гидрофобизаторов добавлен 60 % раствор уксусной кислоты (CH<sub>3</sub>COOH), согласно рекомендациям производителей. Термообработку пропитанной ткани проводили при температуре 100 – 105 °С в течение 15 минут с последующей термофиксацией при температуре 160 °С в течение 3 минут. Следует

отметить, что данная технология аппретирования выбрана по результатам ранее проведенных экспериментов по исследованию других препаратов. После пропитки ткани гидрофобный эффект определяли по величине капиллярности, водопроницаемости и воздухопроницаемости.

#### МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Перед началом экспериментов эффективность гидрофобной отделки была оценена визуально, путем нанесения на поверхность образцов ткани капли воды (рис. 1, где а – образец исходного материала, б – образец, аппретированный препаратом Tubicoat HP 27 (20 г/л), в – образец, аппретированный препаратом Rucostar DDD (20 г/л), г – образец, аппретированный препаратом Oleophobol ZSR (20 г/л)).

Как видно из рисунка, образец исходной ткани хорошо смачивается водой. Образцы ткани, аппретированные исследуемыми химпрепаратами, демонстрируют так называемый «эффект лотоса», т.е. вода не впитывается в ткань, а остается на поверхности в виде четких капель.

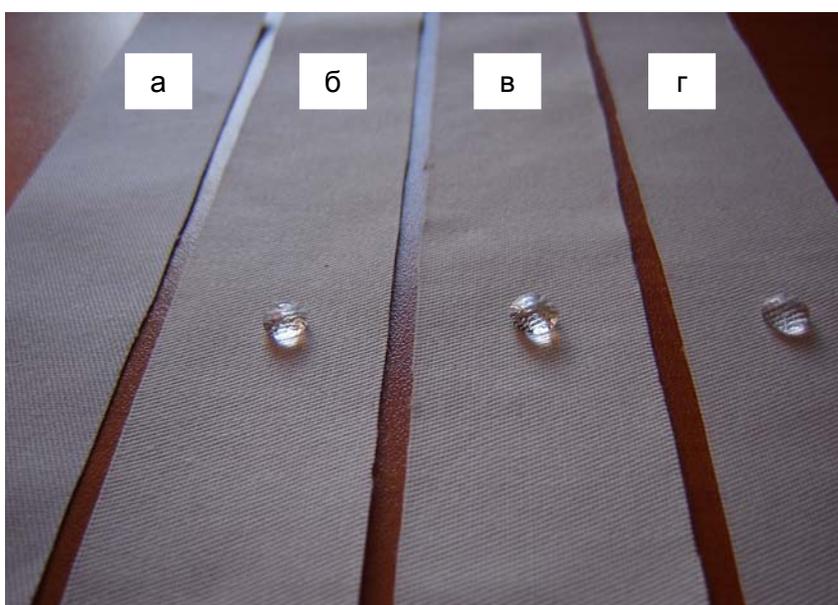


Рисунок 1

Для определения капиллярности ткани использовался раствор бихромата калия (5 г/л). У помещенных одним концом в раствор образцов ткани (5x25 см) измерялась высота подъема жидкости через 0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 15; 20; 30 и 60 минут. В ходе проведенных экспериментов капиллярный подъем не наблюдался для образцов, аппретированных всеми препаратами с концентрацией 20, 30, 40 и 50 г/л. В свою очередь, показатель капиллярности исходного материала составил 17 см/час, у образцов, плюсованных всеми 3 препаратами в концентрации 10 г/л, капиллярный подъем составил 1 см/час. После пропитки ткани препаратами различной концентрации гидрофобный эффект определяли по величине водопроницаемости (высота столба жидкости по пенетрометру на момент образования на поверхности ткани первых трех капель воды при постоянном давлении водяного столба). Рис. 2 отображает влияние концентрации препаратов на показатели водопроницаемости образцов.

Как видно из графиков (рис. 2), с увеличением концентрации препаратов наблюдается увеличение значений водопроницаемости материала. Наибольшие значения показателя отмечаются у образцов, аппретированных препаратом Rucostar DDD, а наименьшие – у образцов, пропитанных препаратом Oleophobol ZSR. Для сравнения, водопроницаемость исходного материала составляет 15 мм

H<sub>2</sub>O. Во время проведения экспериментов было также отмечено, что образцы, аппретированные препаратом Oleophobol ZSR, промокают насквозь. В свою очередь, образцы, пропитанные Tubicoat HP 27 и Rucostar DDD, не промокают, сохраняя свои гидрофобные свойства.

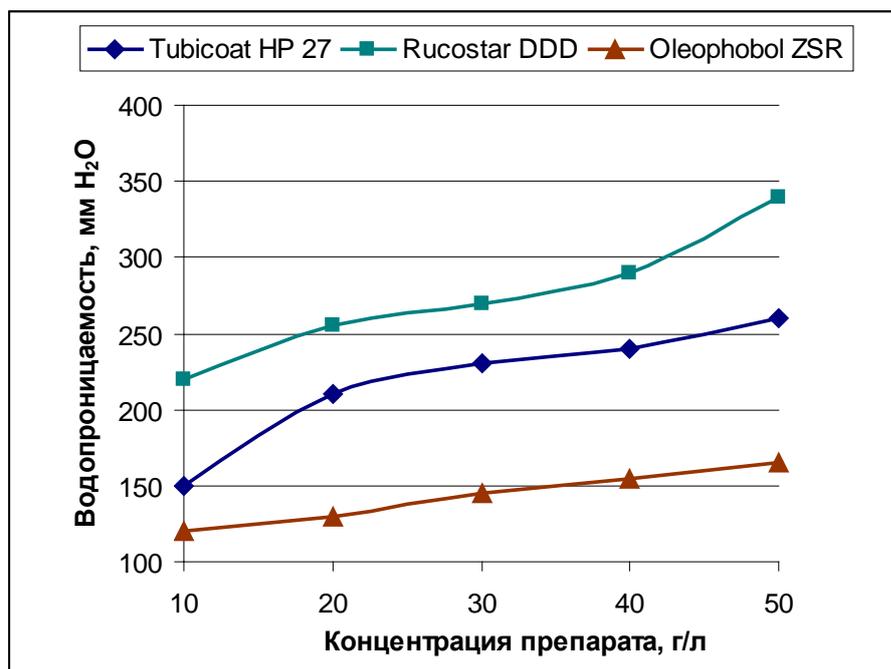


Рисунок 2

Как отмечалось ранее, воздухопроницаемостью материала называется его способность пропускать воздух. Этот показатель влияет на теплообменные процессы человека в условиях эксплуатации одежды. В зависимости от назначения тканей требования к их воздухопроницаемости также различны. Поскольку одним из компонентов исследуемой смесовой ткани является хлопковое волокно, используемое в т.ч. для улучшения санитарно-гигиенических свойств, важно определить влияние технологии аппретирования на воздухопроницаемость ткани в целом. Для решения данной задачи проведена серия экспериментов согласно стандарту LVS EN ISO 9237:2001. Для определения коэффициента воздухопроницаемости используется следующее выражение:

$$R = \frac{\overline{q_v}}{A} \times 167,$$

$\overline{q_v}$  – средняя воздухопроницаемость, л/мин;

$A$  – площадь материала, через которую прошел воздух, см<sup>2</sup>;

167 – численное значение для выражения показателя в мм/сек.

В данном случае  $A = 5$  см<sup>2</sup>, а разность давлений с обеих сторон образца составляет 100 Па. Согласно стандарту, для определения средней воздухопроницаемости необходимо провести 10 измерений в различных местах образца. В таблице отражены результаты изменения воздухопроницаемости полиэфирно-хлопковой ткани, пропитанной промышленными гидрофобизаторами в различных концентрациях.

Из приведенных в таблице данных следует, что, в сравнении с показателем воздухопроницаемости исходного материала ( $R = 67,80$  мм/сек), различная концентрация препаратов практически не влияет на значение данного коэффициента.

Таблица

Наименование препарата	Коэффициент воздухопроницаемости $R$ , мм/с				
	Концентрация препарата, г/л				
	10	20	30	40	50
Tubicoat HP 27	67,47	68,47	68,14	67,47	68,80
Rucostar DDD	68,47	67,80	67,13	67,47	67,80
Oleophobol ZSR	66,80	69,47	69,81	70,14	70,14

Новизна работы заключается в выявлении наиболее эффективного метода гидрофобной отделки способом плюсования-термофиксации с применением ранее не исследованных химических препаратов. Практическая значимость работы состоит в создании промышленно пригодной супергидрофобной отделки, характеризующейся углом смачивания более 150 °С.

#### ВЫВОДЫ

В ходе данной работы исследованы гидрофобизирующие свойства 3 промышленных препаратов, нанесенных на полиэфирно-хлопчатобумажную ткань плюсовочно-термофиксационным методом в концентрациях 10, 20, 30, 40 и 50 г/л.

Установлено, что с увеличением концентрации препаратов увеличиваются значения водопроницаемости образцов. При этом наибольшие значения водопроницаемости отмечаются у образцов, аппретированных препаратом Rucostar DDD, а наименьшие – у образцов, пропитанных препаратом Oleophobol ZSR, которые также промокают насквозь в ходе экспериментов.

Отмечено, что концентрация препаратов практически не влияет на показатели капиллярного подъема и коэффициента воздухопроницаемости ткани.

На основании начальных экспериментальных данных установлено, что для придания ткани гидрофобных свойств достаточно использование данных промышленных препаратов в концентрации 20 г/л. При сравнении препаратов наиболее эффективными являются Rucostar DDD и Tubicoat HP 27.

Для определения более полной картины эффективности данных гидрофобизаторов целесообразно провести исследования устойчивости гидрофобного эффекта к стиркам, а также определить показатели краевого угла смачиваемости.

В заключение хотелось бы добавить, что, несмотря на существование и широкое использование гидрофобной отделки текстильных материалов, вопрос о создании универсальной супергидрофобной отделки, сохраняющей положительные свойства после многократных циклов стирки, пока не решен. Учеными отмечается важность продолжения исследований в направлении создания супергидрофобных поверхностей текстильных материалов с целью оптимизации и удешевления разработанных технологий и нахождения решений для их практического применения, используя современную материальную и техническую базу.

#### Список использованных источников

1. Deng B., Cai R., Yu Y., Jiang H. et.al. Laundering durability of superhydrophobic cotton fabric. *Adv Mater* 2010; 48 (22): 5473-5477.
2. Измайлов, Б. А. Гидрофобная отделка текстильных материалов из хлопчатобумажных и полшерстяных волокон высшими олиго(алкилоксиметил)силоксанами / Б. А. Измайлов, А. В. Неделькин, О. В. Ямбулатова // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2009. – № 2. – С. 43-46.

3. Takacs E., Wojnarovits L., Borsa J., Racz I. Hydrophylic/hydrophobic character of grafted cellulose. *Radiat Phys Chem* 2010, 79: 467-470.
4. Ren Q., Zhao T. Synthesis and application of modified vegetable oils in water-repellent finishing of cotton fabrics. *Carbohyd Polym* 2010; 80: 381-386.
5. Li S., Jinjin D. Improvement of hydrophobic properties of silk and cotton by hexafluoroprene plasma treatment. *Appl Surf Sci* 2007; 253: 5051-5055.

*Статья поступила в редакцию 22.04.2011*

#### SUMMARY

Hydrophobicity is one of the widely-spread examples of textile materials finishing for the special purpose. In spite of a broad use of textile materials with hydrophobic properties, the task of universal superhydrophobic finish creation, which can preserve its positive properties during multi-cycle laundering, is still topical. The purpose of this work is to analyze hydrophobic properties of three commercially available chemicals and determine their optimal concentration for cotton/polyester fabric's finishing. It has been determined that chemicals different concentrations almost don't have an influence on capillarity and air permeability properties of the fabric, but the increase of chemical concentration increases water permeability values. According to experimental study it has been ascertained that the sufficient concentration of examined chemicals for bringing hydrophobic properties to the fabric is 20 g/l. In order to have full measure of chemicals effectiveness, it's necessary to examine washing durability and contact angle of treated samples. The importance of research in the field of superhydrophobic textile materials' surfaces is noted by many scientists in order to optimize and reduce the price of developed technologies, arrive at a solution for its practical application on basis of modern material and technical base.

УДК 504.054

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАКОВ БЕЛОРУССКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*А.В.Без, Н.П.Мелью, А.О.Калеа*

На территории Республики Беларуси ежегодно вывозится в отвалы миллионы тонн промышленных отходов, многие из которых содержат шлак. Запасы шлака в отвалах на данный момент составляют около 2 млн. т, увеличиваясь ежегодно на 120 тыс. тонн [1]. Для хранения шлаков необходимы большие площади. Кроме того, при хранении шлаков происходит загрязнение окружающей среды компонентами, входящими в его состав. Шлаки предлагается использовать в качестве минерального сырья при производстве бетонных и железобетонных конструкций [2,3]. Следует поэтому ожидать, что применение шлаков в строительстве будет расти.

Наиболее значительное количество шлака (электросталеплавильного шлака) образуется на Белорусском металлургическом заводе (БМЗ). Этот шлак используется в дорожном строительстве как заменитель щебня природного камня, в виде самоотверждающихся смесей на его основе или в качестве наполнителя в асфальтобетоне [3]. Особенностью шлака БМЗ является его подверженность распаду с образованием порошка [4]. Причиной распада являются включения негашеной извести и наличие силиката кальция  $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$ . Продукты гидратации

известии занимают большой объем, а  $\beta$ -форма силиката кальция постепенно переходит в более стабильную  $\gamma$ -форму также с увеличением объема. В результате, помимо ущерба для конструкции, где применен шлак, облегчается процесс распространения образовавшихся мелких частиц в окружающую среду. При контакте таких частиц (порошка) шлака БМЗ с водой возможен переход компонентов шлака (в том числе и экологически опасных) в водную среду, что приводит к загрязнению водной среды вредными веществами. Это, в свою очередь, может привести к загрязнению почвы и продуктов питания растительного происхождения, а также кормов. В этой связи необходим контроль миграции компонентов шлака БМЗ в водную среду.

Цель работы – определить миграцию компонентов шлака БМЗ в водную среду методами рН-метрии и кондуктометрии.

Массовую долю элементов, входящих в состав шлака БМЗ, определяли рентгеноспектральным методом, используя электронный микроскоп марки «Jeol» с приставкой рентгеноспектрального анализа.

Переход компонентов шлака БМЗ при контакте с водной средой изучали по изменению рН и общей минерализации водных вытяжек. С этой целью пробы массой 20 г помещали в стеклянные стаканы объемом 250 см<sup>3</sup> и добавляли по 100 см<sup>3</sup> дистиллированной (рН 5,83), питьевой (рН 7,79) или подкисленной хлороводородной кислотой (рН 4,55) воды. Через определенные промежутки времени (как правило, через 10 минут) измеряли рН и общую минерализацию вытяжек.

Определение рН водных вытяжек выполняли с помощью рН-метра марки рН 150М, индикаторного стеклянного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения. Перед измерением рН проводили калибровку прибора с использованием стандартных буферных растворов, показатели рН которых были ниже и выше (4,02 и 10,27) предполагаемого значения рН исследуемого раствора, по методике, изложенной в описании прибора. Абсолютная погрешность единичного измерения рН составляла 0,1–0,2 единиц рН, относительная погрешность не превышала 5 %.

Общую минерализацию водных вытяжек шлака БМЗ (мг/дм<sup>3</sup>) измеряли с помощью кондуктометра марки HI 8734. Перед выполнением эксперимента проводили калибровку прибора с использованием стандартного калибровочного раствора, имеющего минерализацию 6,44 мг/дм<sup>3</sup> в соответствии с инструкцией по применению прибора. Аналитические характеристики определения минерализации воды с помощью кондуктометра марки HI 8734 рассчитали, используя метод «введено–найдено» по результатам 4 измерений общей минерализации (концентрации электролита, мг/дм<sup>3</sup>) четырех стандартных растворов, приготовленных из *NaCl* марки «ЧДА» и дважды дистиллированной воды с минерализацией 0,8 мг/дм<sup>3</sup>.

В таблице представлены результаты измерения общей минерализации стандартных растворов и основные метрологические характеристики.

Из таблицы видно, что относительная погрешность определения общей минерализации растворов не превышает 2,1 %, относительное стандартное отклонение *sr* составляет 0,5 – 1,7 %.

Рентгеноспектральный анализ образцов шлака БМЗ показал, что в нем содержатся следующие элементы (масс. %): кислород – 41,37-42,46; кальций – 19,29-35,73; железо – 4,91-14,58; углерод – 7,09-8,01; кремний – 4,35-7,41; марганец – 1,10-3,19; алюминий – 2,59-4,35; магний – 0,84-1,42 и кадмий – 0,56-1,43. Присутствует в шлаке БМЗ также цинк, свинец и медь, хотя и в небольших количествах (менее 1 мас.%). Элементный состав шлака БМЗ указывает на то, что в нем преимущественно содержится кальций (19,29-35,73 мас.%), железо (4,91-14,58 мас. %) и кислород (41,37-42,46 мас. %). Это значит, что шлак БМЗ содержит, главным образом оксид кальция, который хорошо растворяется в воде, и оксиды

железа (вероятно,  $Fe_2O_3$ ). По содержанию тяжелых металлов шлак БМЗ можно отнести к 4–му классу опасности [5].

Таблица – Результаты измерения общей минерализации стандартных растворов и основные метрологические характеристики

«Введено», концентрация NaCl в стандартном растворе ( $X$ ), мг/дм <sup>3</sup>	«Найдено», измеренная минерализация стандартного раствора ( $X_i$ ), мг/ дм <sup>3</sup>	Относи- тельное стандарт- ное отклонение ( $sr$ ), %	Среднее арифметическое значение измеренной минерализации стандартного раствора ( $X_{cp}$ ), мг/дм <sup>3</sup>	Относительная погрешность [( $X_{cp} - X$ )·100/ $X$ ], %
10	10,2 10,3 9,9 9,8	0,5	10,1	1,0
100	98,8 101,2 101,6 101,7	1,5	100,8	0,8
200	201,4 201,8 201,7 202,1	1,6	201,8	1,8
250	251,9 251,8 252,2 252,3	1,7	252,1	2,1

На рисунке 1 представлены результаты изменения pH (средние арифметические значения pH четырех измерений) растворов во времени. Видно, что при контакте шлака БМЗ с водой во всех случаях наблюдается достаточно резкое увеличение pH растворов. Это связано с активным растворением оксида кальция. С течением времени рост pH замедляется, и через 60 минут значение pH, как правило, изменяется незначительно или не изменяется вовсе, что свидетельствует об установлении состояния равновесия и прекращении растворения компонентов шлака БМЗ в воде. Из рисунка 1 видно, что образовавшийся водный раствор имеет во всех случаях щелочную реакцию среды. Наиболее значительно увеличивается pH раствора при контакте шлака БМЗ с подкисленной водой (исходное значение pH воды 4,55) (рис. 1 в). Менее всего увеличивается pH раствора, если исходное значение pH воды 7,79, т.е. среда слабощелочная (рис. 1 б). Это свидетельствует о том, что в кислой среде растворение компонентов, входящих в состав шлака БМЗ, происходит белее интенсивно, чем в щелочной среде.

По истечении 60 минут во всех случаях значение pH монотонно и незначительно уменьшается. Через 72 часа контакта шлака с водой оно составляет: 10,33; 9,43; 10,98 для дистиллированной, питьевой и подкисленной воды соответственно. Это можно объяснить растворением оксида углерода (IV), содержащегося в воздухе, с

образованием угольной кислоты, которая частично нейтрализует гидроксид кальция и уменьшает значение pH растворов.

На рис. 2 представлены результаты (среднее арифметическое значение), полученные при определении общей минерализации растворов после контакта шлака БМЗ с дистиллированной водой (исходное значение pH 5,83) и питьевой водой (исходное значение pH 7,79). В подкисленной хлороводородной кислотой воде (исходное значение pH 4,55) измерить общую минерализацию раствора не представляется возможным из-за высокой электропроводности такого раствора.

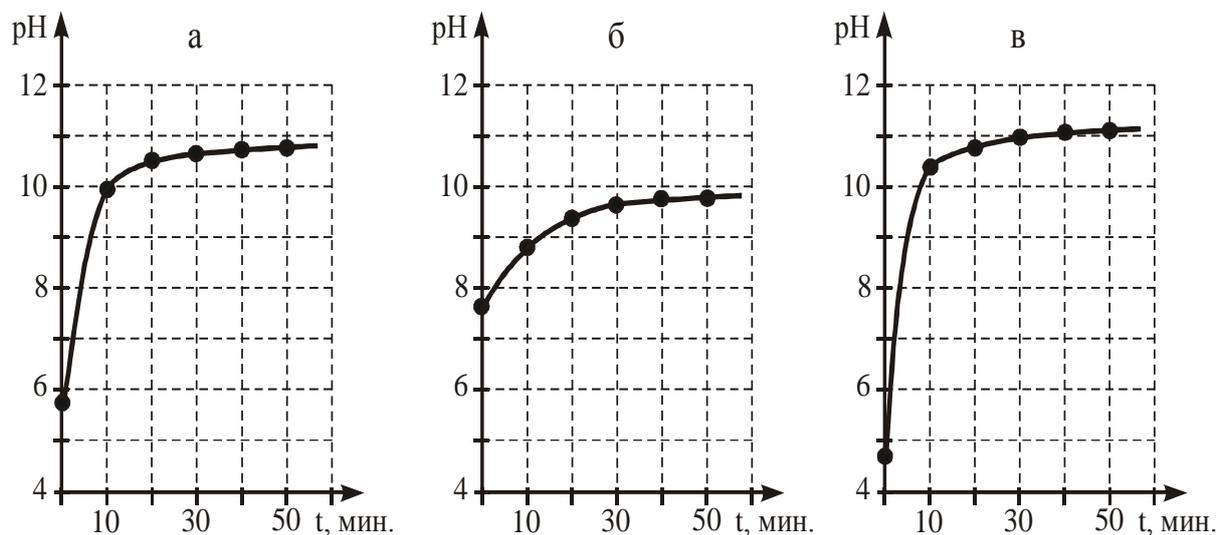


Рисунок 1 – Изменение pH растворов, образующихся при контакте со шлаком БМЗ: а) дистиллированная вода (pH 5,83), б) питьевая вода (pH 7,79), в) вода, подкисленная хлороводородной кислотой (pH 4,55)

Из рисунка 2 б видно, что общая минерализация питьевой воды (исходное значение pH 7,79) при контакте со шлаком БМЗ возрастает с 81,0 мг/дм<sup>3</sup> лишь до 106,4 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. всего на 25,4 мг/дм<sup>3</sup>. Это свидетельствует о незначительном растворении шлака в слабощелочной среде. В случае дистиллированной воды (исходное значение pH 5,83), как видно из рисунка 2 а, растворение шлака значительно больше. Общая минерализация раствора увеличивается с 1,7 мг/дм<sup>3</sup> до 230 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. растворение компонентов шлака в дистиллированной воде значительно выше, чем в слабощелочной воде. Следует отметить, что и после часового контакта шлака с водой общая минерализация продолжает с течением времени, хотя и незначительно, увеличиваться. Через 72 часа контакта шлака с водой общая минерализация составляет (мг/дм<sup>3</sup>): 107,3 и 244,2 – для питьевой и дистиллированной воды соответственно.

Сопоставляя изменение pH водных растворов (рис. 1) и изменение общей минерализации (рис. 2) при контакте со шлаком БМЗ, можно сделать вывод, что эти показатели зависят от исходного значения pH воды одинаковым образом. Из этого следует, что о количестве мигрирующих компонентов шлака БМЗ в водные растворы можно судить по изменению pH раствора и общей минерализации воды после ее контакта со шлаком.

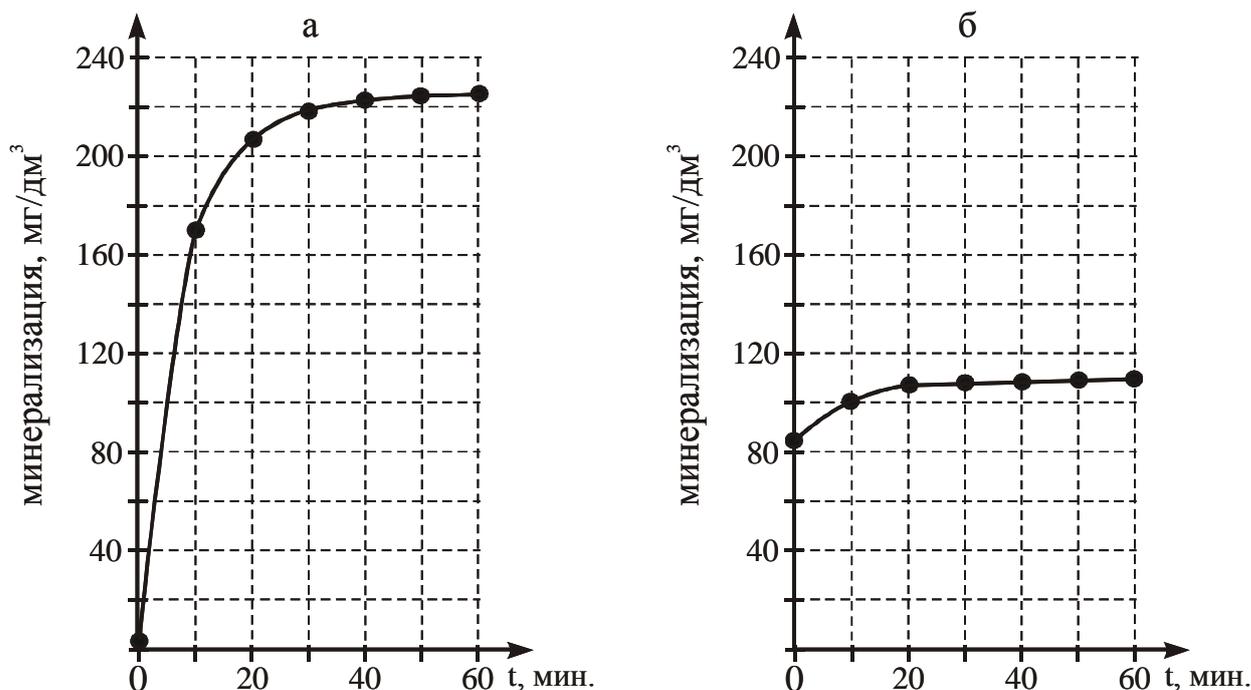


Рисунок 2 – Изменение общей минерализации водных растворов ( $\text{мг/дм}^3$ ), образующихся при контакте со шлаком БМЗ: а) дистиллированная вода ( $\text{pH } 5,83$ ); б) питьевая вода ( $\text{pH } 7,79$ )

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Контакт шлака БМЗ с водой приводит к переходу компонентов, входящих в его состав, в водную среду. При этом чем ниже исходное значение  $\text{pH}$  воды, тем большее количество веществ мигрирует в водную среду. Об этом свидетельствует значительное увеличение  $\text{pH}$  водной среды.

2. При контакте шлака БМЗ с водой происходит увеличение общей минерализации водной среды, что обусловлено миграцией в среду компонентов, входящих в состав шлака.

3. Изменение  $\text{pH}$  и общей минерализации водных вытяжек может быть использовано для оценки миграции компонентов, входящих в состав шлака БМЗ, что позволит оценить экологическую безопасность применения шлака БМЗ для изготовления асфальтобетонных материалов.

#### Список использованных источников

1. Надо ли изобретать велосипед? // [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: [http://WWW.ng.by/ru/issuers?art\\_id=16129](http://WWW.ng.by/ru/issuers?art_id=16129).
2. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский. – Москва : Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Костенко, А. К. Оценка эколого-экономической эффективности использования электросталеплавильного металлургического шлака в дорожном строительстве / А. К. Костенко // Вестник БНТУ. – 2008. – № 2. – С. 65-72.
4. Ицкович, С. М. Отходы металлургии строительству / С. М. Ицкович, В. А. Балашевич. – Минск : Польша, 1973. – 53 с.
5. СТБ 1957–2009. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия. – Введ. 01.09.2009. – Минск : Госстандарт, 2009. – 14 с.

SUMMARY

The migration of components of slag BMZ in the aquatic environment is studied by the methods of pH-metry and conductometry.

УДК 677.08.02.16./022

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНО-СИНТЕТИЧЕСКИХ  
ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ**

*Ю.П.Войца, АС.Дзюв*

*(г.Бобруйск г.гродноМ.Г.Кляс)*

На текстильных предприятиях Республики Беларусь ежегодно образовывается большое количество отходов, из которого утилизируется менее 10 %. Острая проблема стоит в отношении коротковолокнистых отходов коврового производства. Это сырьё практически непригодно для дальнейшей переработки. Утилизация данных отходов является достаточно сложной и дорогостоящей ввиду необходимости создания специального оборудования, поэтому их складировуют, а затем вывозят на полигон для дальнейшего захоронения. В связи с этим можно сделать вывод, что использование отходов в качестве вторичного сырья – это важная экологическая и экономическая проблема.

Сотрудниками кафедры ПНХВ УО «ВГТУ» и ОАО «Витебскдрев» разработана технология получения органо-синтетических волокнистых плит строительного назначения с использованием коротковолокнистых отходов коврового производства с длиной волокон от 0,5 до 25 мм. Получение теплоизоляционных материалов на основе отходов легкой промышленности позволяет значительно удешевить их производство и расширить ассортимент изоляционных материалов, способствует экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов в строительстве за счет уменьшения толщины и массы ограждающих конструкций, снижения теплопотерь при эксплуатации зданий и сооружений.

При производстве органо-синтетических волокнистых плит (ОСВП) по технологии ДСП используется древесина лиственных и хвойных пород (сосна, ель, осина, береза, ольха и др.) в различных соотношениях. В роли связующего для наружных слоёв используется смола карбамидоформальдегидная КФ-НФП (продукт поликонденсации карбамида и формальдегида в присутствии кислотных и щелочных катализаторов).

В качестве коротковолокнистых отходов можно использовать отходы коврового производства – кнопы ткацких. В состав кнопы ткацкого входят – лавсановые, нитроновые и шерстяные волокна в разном процентном соотношении.

В лабораторных условиях предприятия ОАО «Витебскдрев» были получены экспериментальные образцы ОСВП толщиной 16 мм с использованием отходов текстильной промышленности. Изготовление образцов осуществлялось в соответствии с технологической схемой производства ДСП с помощью пресса типа 2ПГ-500.

В результате проведения предварительных экспериментов определено, что физико-механические показатели получаемых ОСВП с понижением температуры прессования ухудшаются. Согласно технологическому регламенту производства ДСП рекомендованы режимы прессования: температура пресса  $180 \pm 5$  °С; время

прессования 7–8 мин. Приведенные параметры технологического процесса обеспечивают получение ОСВП с требуемыми показателями качества. Внутренний слой плиты должен нагреваться до температуры несколько выше, чем 100 °С, что обеспечивает испарение и выход избыточной влаги (более 8 %) из прессуемой плиты, это необходимо также для углубления отверждения связующего. Для быстрого подогрева плиты температуру пресса задают в пределах от 150 до 180 °С. Увеличение температуры выше 200 °С нецелесообразно, т.к. увеличивается энергопотребление. Снижение температуры прессования ведёт к нарушению баланса температуры и времени в заданном цикле. При этом за время прессования (8 мин) во внутреннем слое плит процесс структурообразования не завершён, что приводит к ухудшению физико-механических свойств получаемых плит.

Для определения оптимального состава смеси и параметров работы оборудования при получении ОСВП был проведен эксперимент по исследованию зависимости физико-механических показателей ОСВП от процентного вложения текстильных отходов в композиции и температуры прессования.

В качестве входных параметров эксперимента были приняты: доля коротковолокнистых отходов (%) –  $x_1$  (30 – 50, интервал варьирования 10) и температура прессования (°С) –  $x_2$  (170 – 190, интервал варьирования 10). В качестве критериев оптимизации были приняты основные физико-механические показатели материала в соответствии с требованиями на изоляционные материалы:  $Y_1$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $Y_2$  – прочность при изгибе, МПа;  $Y_3$  – разбухание, %. Вид модели был определен по результатам обработки данных, полученных в результате реализации полного факторного эксперимента (ПФЭ  $3^2$ ). Оценки коэффициентов модели были уточнены по результатам реализации D-оптимального плана эксперимента, сгенерированного в программе STATISTICA (алгоритм Федорова).

Регрессионная модель зависимости плотности от параметров технологического процесса имеет вид:

$$Y_1 = 616,540 - 83,445x_1. \quad (1)$$

Анализ регрессионной модели (1) показал, что с увеличением доли коротковолокнистых отходов ( $x_1$ ) плотность органо-синтетической волокнистой плиты уменьшается, это объясняется тем, что плотность волокнистых отходов меньше плотности древесной стружки. Влияние температуры прессования ( $x_2$ ) на плотность органо-синтетической волокнистой плиты статистически не значимо.

На рисунке 1 а приведены линии равного уровня и поле векторов градиента функции отклика плотности ОСВП. Выделенные линии обозначают минимально и максимально допустимые значение плотности, соответственно 580 кг/м<sup>3</sup> и 620 кг/м<sup>3</sup>, область допустимых значений выделена затемнением.

Регрессионная модель зависимости прочности при изгибе от параметров технологического процесса имеет вид:

$$Y_2 = 2,226 + 0,8x_1 + 0,264x_1^2 + 0,115x_2. \quad (2)$$

Анализ регрессионной модели (2) показал, что с увеличением доли коротковолокнистых отходов ( $x_1$ ) прочность при изгибе увеличивается, при этом зависимость  $Y_2$  от  $x_1$  имеет нелинейный характер, это объясняется тем, что при содержании текстильных отходов до 50 % при прогибе материала в работе участвуют 2 вида компонентов в равной степени, и тем самым их прочность

используется максимально. Увеличение температуры прессования ( $x_2$ ) приводит к увеличению прочности при изгибе в выбранном диапазоне температур, т.к. при увеличении данного параметра химические волокна во внутреннем слое оплавляются и образуют решётчатую структуру неправильной формы с большой частотой сплавления элементарных волокон. За счёт воздействия температуры на волокна смеси различного химического состава, в формировании материала участвует большее количество элементарных химических волокон.

На рисунке 1 б приведены линии равного уровня и поле векторов градиента функции отклика прочности при изгибе ОСВП. Выделенная линия обозначает минимально допустимое значение прочности 1,8 МПа, область допустимых значений выделена затемнением.

Регрессионная модель зависимости разбухания от параметров технологического процесса имеет вид:

$$Y_3 = 29,745 - 4,235x_1. \quad (3)$$

Анализ регрессионной модели (3) показал, что разбухание ОСВП уменьшается с увеличением вложения коротковолокнистых отходов ( $x_1$ ), это объясняется тем, что гигроскопичность синтетических волокон в составе отходов значительно меньше гигроскопичности древесного волокна (18 %).

На рисунке 1 в приведены линии равного уровня и поле векторов градиента функции отклика разбухания ОСВП. Выделенная линия обозначает максимально допустимое значение разбухания 30 %, область допустимых значений выделена затемнением.

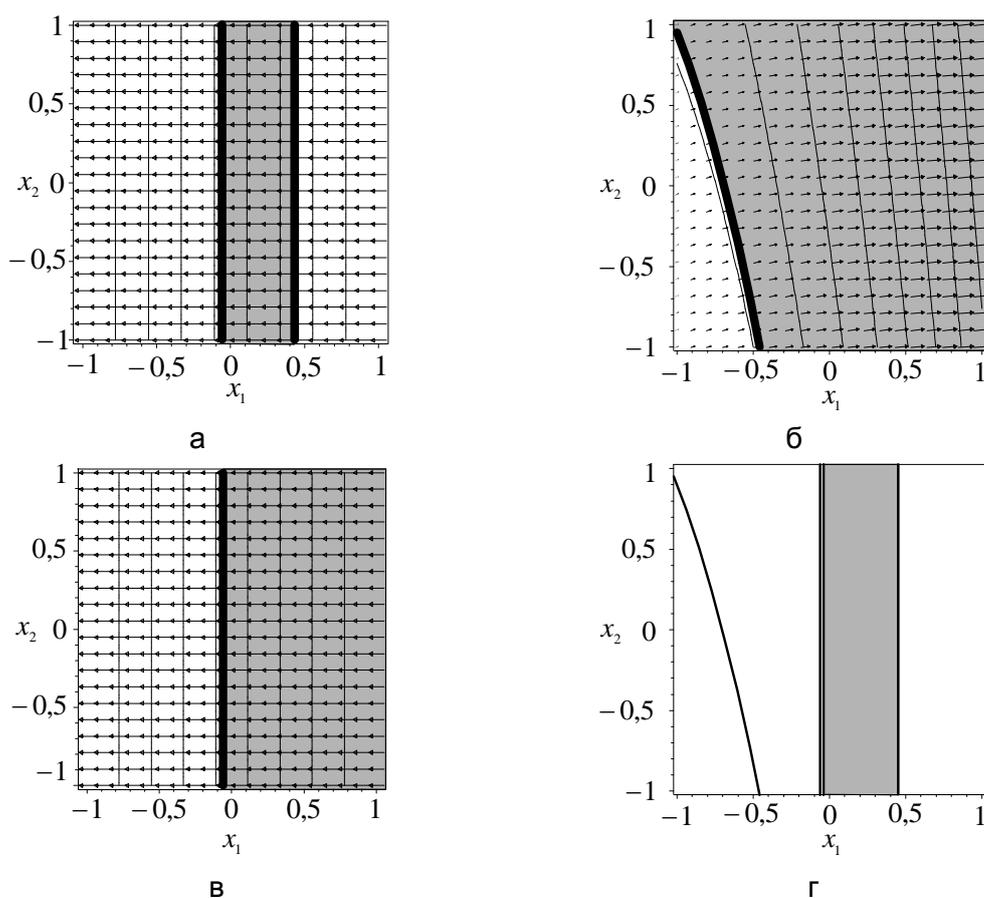


Рисунок 1 – Линии равного уровня и поле векторов градиента целевых функций

При наложении линий равного уровня, ограничивающих области допустимых значений каждого из критериев оптимизации, можно получить область, содержащую множество допустимых решений оптимизационной задачи на рисунке 1 г. Для нахождения компромиссного решения, учитывающего одновременно все три критерия оптимальности ( $Y_1$ ,  $Y_2$  и  $Y_3$ ), использовался метод Дерринжера [1], расчеты проводились в СКМ Maple.

Для определения желательностей отдельных критериев оптимизации были составлены частные функции желательности, преобразующие натуральные значения критерия оптимизации к безразмерной величине  $d$ , определенной на отрезке:  $0 \leq d \leq 1$ , где 1 соответствует наивысшей желательности критерия, 0 соответствует нежелательному значению.

Значение плотности ОСВП  $600 \text{ кг/м}^3$  является наиболее желательным в соответствии с требованиями предъявляемыми к изоляционным материалам, с допуском  $\pm 20 \text{ кг/м}^3$ . Частная функция желательности (рисунок 2 а) для двустороннего критерия оптимизации  $Y_1$  (плотность) определялась по формуле

$$d_1 = \begin{cases} 0 & \text{cos} Y_1 < L_{Y_1} \\ \left( \frac{Y_1 - L_{Y_1}}{T_{Y_1} - L_{Y_1}} \right)^{s_{Y_1}} & \text{cos} L_{Y_1} \leq Y_1 \leq T_{Y_1} \\ \left( \frac{Y_1 - U_{Y_1}}{T_{Y_1} - U_{Y_1}} \right)^{t_{Y_1}} & \text{cos} T_{Y_1} < Y_1 \leq U_{Y_1} \\ 0 & \text{cos} Y_1 > U_{Y_1} \end{cases} \quad (4)$$

где нижнее ограничение функции желательности  $L_{Y_1} = 580 \text{ кг/м}^3$ ; точка, соответствующая наибольшей желательности,  $T_{Y_1} = 600 \text{ кг/м}^3$ ; верхнее ограничение функции желательности  $U_{Y_1} = 620 \text{ кг/м}^3$ . Параметры, определяющие кривизну функции желательности,  $s_{Y_1} = t_{Y_1} = 1$ .

Для ОСВП значение прочности при изгибе 1,8 МПа является минимально допустимым, т.е. наименее желательным. Частная функция желательности (рисунок 2 б) для одностороннего критерия оптимизации  $Y_2$  определялась по формуле

$$d_2 = \begin{cases} 0 & \text{cos} Y_2 < L_{Y_2} \\ \left( \frac{Y_2 - L_{Y_2}}{U_{Y_2} - L_{Y_2}} \right)^{l_{Y_2}} & \text{cos} L_{Y_2} \leq Y_2 \leq U_{Y_2} \\ 1 & \text{cos} Y_2 > U_{Y_2} \end{cases} \quad (5)$$

где нижнее ограничение функции желательности  $L_{Y_2} = 1,8 \text{ МПа}$ ; точка, соответствующая наибольшей желательности,  $U_{Y_2} = 5 \text{ МПа}$ . Параметр, определяющий кривизну функции желательности,  $l_{Y_2} = 1$ .

Для ОСВП значение разбухания 30 % является максимально допустимым значением, т.е. наименее желательным. Частная функция желательности (рисунок 2 в) для одностороннего критерия оптимизации  $Y_3$  определялась по формуле

$$d_3 = \begin{cases} 1 & \cos Y_3 < L_{Y_3} \\ \left( \frac{Y_3 - U_{Y_3}}{L_{Y_3} - U_{Y_3}} \right)^{r_{Y_3}} & \cos L_{Y_3} \leq Y_3 \leq U_{Y_3} \\ 0 & \cos Y_3 > U_{Y_3} \end{cases} \quad (6)$$

где верхнее ограничение функции желательности  $L_{Y_3} = 0$  %; точка, соответствующая наименьшей желательности,  $U_{Y_3} = 30$  %. Параметр, определяющий кривизну функции желательности,  $r_{Y_3} = 1$ .

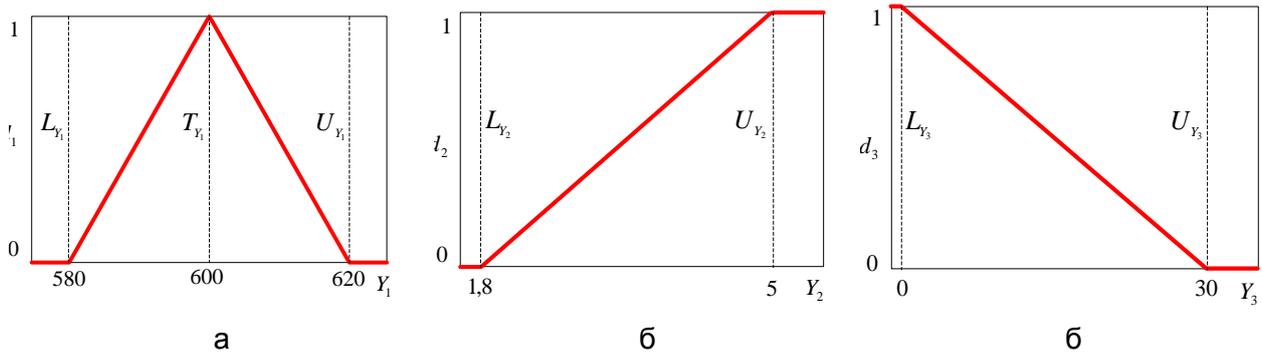


Рисунок 2 – Графики частных функций желательности

После формирования частных функций желательности формируют обобщенную функцию желательности, которая учитывает все требования, предъявляемые к частным функциям. То есть при равенстве нулю хотя бы одной из частных функций желательности обобщенная функция также должна быть равна нулю. При увеличении желательности одной из частных функций желательности обобщенная функция также должна возрастать. Этому добиваются, рассчитывая обобщенную функцию желательности как среднее геометрическое частных желательностей:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i} \quad (7)$$

где  $n$  – количество критериев оптимизации. Трехмерное представление обобщенной функции желательности приведено на рисунке 3 а. На рисунке 3 б приведены линии равного уровня и поле векторов градиента обобщенной функции желательности.

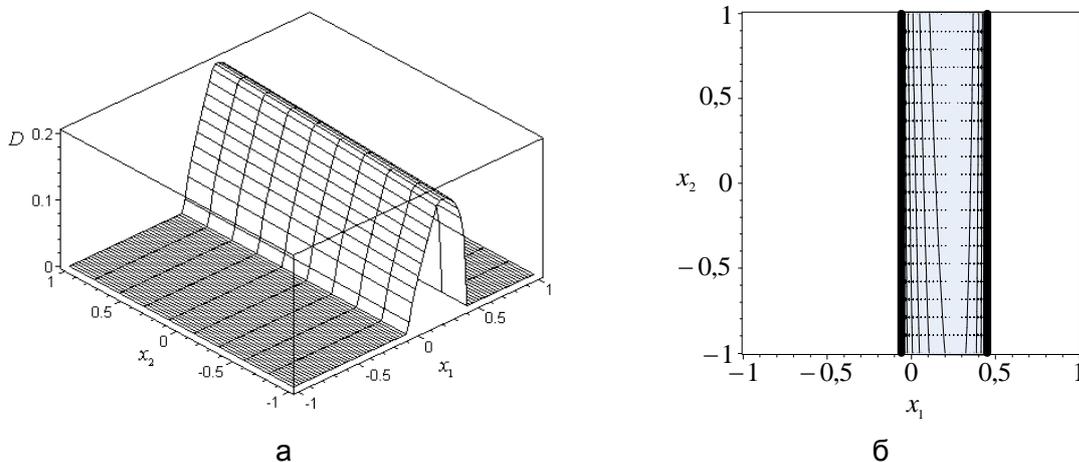


Рисунок 3 – Графики обобщенной функции желательности

Согласно технологическому регламенту производства ДСП не рекомендуется повышать температуру прессования выше 185С. С использованием СКМ Maple найден максимум функции желательности, который достигается при кодированных значениях  $x_1 = 0,229$  и  $x_2 = 0,5$ . Использование обобщенной функции желательности позволяет найти компромиссное решение оптимизационной задачи в натуральных величинах: доля вложения коротковолокнистых отходов 42,29 % и температура прессования 185С, учитывая требования, предъявляемые к каждому из критериев оптимизации. При рассчитанных значениях входных параметров технологического процесса обеспечивается формирование ОСВП с физико-механическими свойствами: плотность – 597.37 кг/м<sup>3</sup>, прочность при изгибе – 2,48 МПа, разбухание – 28,77 %. Данные значения исследуемых показателей отвечают требованиям, предъявляемым к материалам, которые используются в качестве -тепло- и звукоизоляции систем пола и межстенных перекрытий.

#### Список использованных источников

1. G. Derringer, R. Suich Simultaneous Optimization of Several Response Variables: Journal of Quality Technology, Vol. 12, No. 4, 1980, pp. 494-498.
2. Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит / А. А. Леонович. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2003. – 192 с.

*Статья поступила в редакцию 13.04.2011*

#### SUMMARY

Application of a textile waste as secondary material resources is the important ecological and economic necessity.

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

To define optimum structure and the best parameters of work of the equipment experiment has been made. Researches of dependence of physicomachanical indicators of plates from a percentage addition of a textile waste and pressing temperature have been carried out.

УДК 541.49+548.736+538.241

### СИНТЕЗ МЕДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗИМИДАЗОЛА

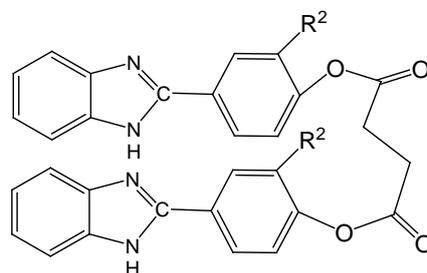
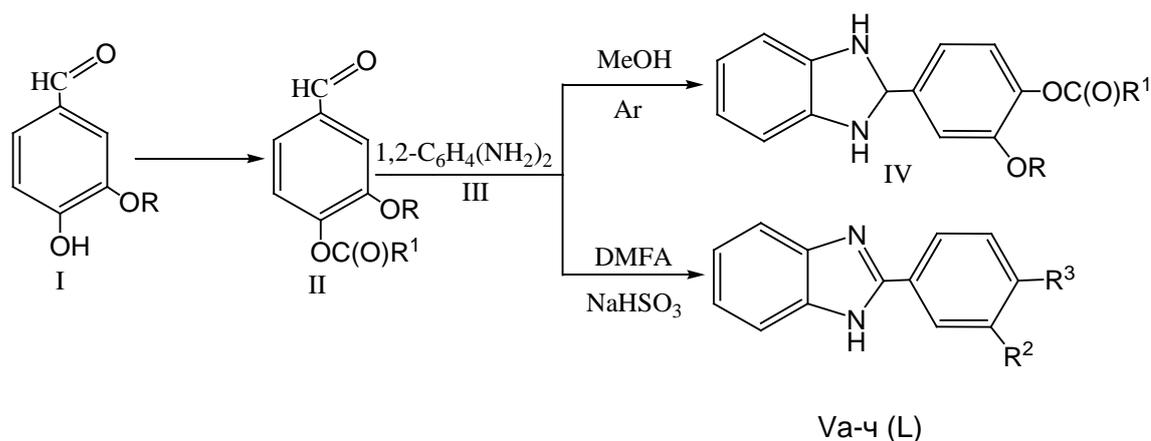
*Е.А. Дур В.И. Голу С.В. Гин*

Целью настоящей работы является разработка препаративной методики синтеза медных комплексов 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1*H*-бензимидазолов и синтез ряда новых медных комплексов содержащих гидроксильные, алкоксильные и сложноэфирные группы в молекулах лигандов. Медные комплексы являются перспективными красителями для тканей и полимерных материалов. Комплексы могут быть использованы для специальной заключительной отделки тканевых материалов с целью придания им фунгицидных свойств.

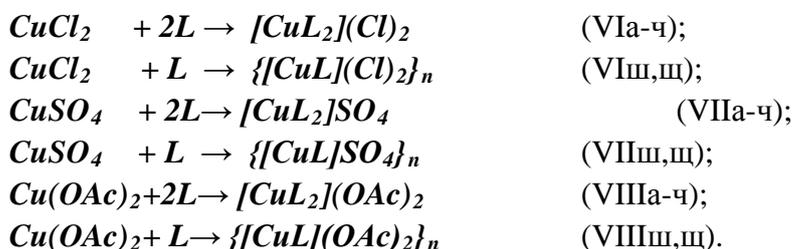
Ацилированием природных 3-метокси(этокси)-4-гидроксибензальдегидов – ванилина и ванилаля (I) – ранее нами был получен ряд сложных эфиров этих соединений (II): удобных и доступных синтонов для проведения синтезов на их основе [1–3]. Замещенные бензальдегиды ванилинового ряда (II), при проведении реакции в метаноле в атмосфере аргона, взаимодействуют с 1,2-

фенилендиамином (III) с образованием 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-2,3-дигидро-1*H*-бензимидазолов (IV) – чрезвычайно неустойчивых и лабильных соединений, быстро темнеющих на свету и при контакте с кислородом воздуха в результате образования смолообразных продуктов окисления [4]. Из тех же исходных соединений (II) и (III) в присутствии кислого сульфита натрия в среде ДМФА при 80 °С нами были синтезированы устойчивые 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1*H*-бензимидазолы (Va-щ) [5], которые способны выступать в качестве бидентатных (Va-ч) или бифункциональных (Vш,щ) лигандов (L) [6].

При взаимодействии 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1*H*-бензимидазолов (Va-щ) с хлоридом, сульфатом и ацетатом меди (II) образуются стабильные комплексы состава  $[CuL_2](Cl)_2$  (VIa-ч),  $\{[CuL](Cl)_2\}_n$  (VIш,щ),  $[CuL_2]SO_4$  (VIIa-ч),  $\{[CuL]SO_4\}_n$  (VIIш,щ),  $[CuL_2](OAc)_2$  (VIIIa-ч) и  $\{[CuL](OAc)_2\}_n$  (VIIIш,щ):



Vш,щ (L)



где V-VIII,  $L$ ,  $R^2 = H$ ,  $R^3 = OMe$  (а);  $R^2 = OMe$ ,  $R^3 = OH$  (б);  $R^2 = R^3 = OMe$  (в);  $R^2 = OMe$ ,  $R^3 = MeC(O)O$  (г),  $Me_2CHC(O)O$  (д),  $Me(CH_2)_3C(O)O$  (е),  $Me(CH_2)_{16}C(O)O$  (ж),  $H_2C=C(Me)C(O)O$  (з),  $C_6H_5CH_2C(O)O$  (и),  $C_6H_5CH(Me)CH_2C(O)O$  (к),  $C_6H_5C(O)O$  (л),  $2,4-Cl_2C_6H_3C(O)O$  (м),  $4-BrC_6H_4C(O)O$  (н),  $3-O_2NC_6H_4C(O)O$  (о);  $R^2 = EtO$ ,  $R^3 = MeO$  (п),  $MeC(O)O$  (р),  $EtC(O)O$  (с),  $PrC(O)O$  (т),  $Me_2CHC(O)O$

(y), *BuC(O)O* (ф), 4-*MeC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>C(O)O* (х), *MeOC(O)O* (ц), *EtOC(O)O* (ч);  $R^2 = MeO$  (ш), *EtO* (щ).

Комплексы (VIa-щ-VIIIa-щ) были впервые получены нами кипячением раствора хлорида, сульфата или ацетата меди (II) и соответствующего 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1*H*-бензимидазола (Va-щ) в абсолютном метаноле в течение 15–20 мин. В процессе разработки методики синтеза комплексов использовали различные соотношения металл-лиганд: 1:1, 1:2 и 1:3. Элементный анализ полученных фаз показал, что при всех соотношениях  $Cu^{2+}$  и *L* выпадает фаза одного состава. Комплексы (VIa-ч-VIIIa-ч) получали при соотношении  $Cu^{2+}:L$  – 1:2, (VIш,щ-VIIIш,щ) – 1:1. Выход комплексов (VIa-щ- VIIIa-щ) практически количественный – 93–97 %.

Комплексы (VIa-щ-VIIIa-щ) представляют собой устойчивые красные, коричневые или черные мелкокристаллические вещества, хорошо растворимые в ацетоне, метаноле, этаноле и диметилсульфоксиде, нерастворимые в углеводородах, эфире и воде. Комплексы, полученные на основе бифункциональных лигандов (VIш,щ-VIIIш,щ), по-видимому, представляют собой полимерную структуру. Получить монокристаллы комплексов (VIa-щ-VIIIa-щ) нам не удалось. В связи с тем, что комплексы (VIa-щ-VIIIa-щ) ранее не описаны их строение было доказано при помощи данных элементного анализа и спектров ИК, УФ и ЯМР  $^1H$ .

В ИК и ЯМР  $^1H$  спектрах комплексов (VIa-щ-VIIIa-щ) присутствуют все характеристические полосы поглощения и сигналы протонов исходных лигандов *L* [5].

ИК спектры соединений записывали на ИК Фурье-спектрофотометре Protege-460 фирмы Nicolet в таблетках бромида калия.

В ИК спектрах комплексов присутствуют следующие полосы поглощения ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ): 3061- 3009 ( $CH_{аром.}$ ), 2960-2830 ( $CH_{алиф.}$ ), 1770-1730 ( $C = O$ ), 1624-1622 ( $C = N$ ), 1500-1430 ( $C=C_{аром.}$ ), 1260-1010 ( $CO$ ), 870-730 ( $CH_{аром.}$ ).

УФ спектры записывали на приборе Specord UV Vis в метанольных растворах, концентрация соединений  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>.

В УФ спектрах комплексов (VIa-щ-VIIIa-щ) присутствуют следующие максимумы поглощения [ $\lambda_{max.}$ , нм ( $\epsilon$ ): 215 (50000), 235 (20000), 290 (30000), 308 (35000), 330 (20000).

Спектры ЯМР  $^1H$  снимали на спектрометре Tesla BS-587A (100 МГц) для 5%-ных растворов в  $DMSO-d_6$ , химические сдвиги определяли относительно внутреннего стандарта – тетраметилсилана.

В ЯМР  $^1H$  спектрах комплексов ( $\delta$  м.д.): сигналы протонов метоксигруппы проявляются в виде синглета в диапазоне 3.90-3.97 м.д. ( $3H$ ), сигналы протонов этоксигрупп – в виде триплета в интервале 1.20-1.60 м.д. ( $3H$ , *Me*) и квартета – 3.90-4.30 м.д. ( $2H$ ,  $CH_2$ ); 6.85-8.00 м. д. (8H, *NH* и  $CH_{аром.}$ ). Наблюдалось уширение сигналов за счет парамагнитного эффекта меди [7].

Элементный анализ выполнен на *C*, *H*, *N*, *O*, *S*-анализаторе Vario EL-III фирмы «Elementar», погрешность определения составляла до 0.5% из-за высокой летучести соединений меди. В связи с тем, что медные комплексы синтезированы впервые, их выходы, физические константы, данные элементного анализа, характеризующие чистоту комплексов, приведены в таблице.

Таблица – Выходы, температуры плавления и данные элементного анализа комплексов (VIa-щ-VIIIa-щ)

№	Выход, %	Т. пл., °С	Найдено, %					Формула	Вычислено, %				
			<i>C</i>	<i>H</i>	<i>Cl(S)</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>		<i>C</i>	<i>H</i>	<i>Cl(S)</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VIa	95	231-232	57.12	3.78	11.43	10.22	9.14	$C_{28}H_{24}Cl_2CuN_4O_2$	57.69	4.15	12.16	10.90	9.61

VIб	94	142-143	54.10	3.90	11.02	9.86	8.95	$C_{28}H_{24}Cl_2CuN_4O_4$	54.69	3.93	11.53	10.33	9.11
VIв	97	183-184	56.17	4.46	10.32	9.11	8.32	$C_{30}H_{28}Cl_2CuN_4O_4$	56.04	4.39	11.03	9.88	8.71
VIг	93	156-157	55.56	3.78	9.54	8.67	7.63	$C_{32}H_{28}Cl_2CuN_4O_6$	54.98	4.04	10.14	9.09	8.01
VIд	94	176-177	57.91	5.13	8.77	8.04	7.01	$C_{36}H_{36}Cl_2CuN_4O_6$	57.26	4.81	9.39	8.42	7.42
VIе	95	94-95	58.97	5.38	8.56	7.45	6.80	$C_{38}H_{40}Cl_2CuN_4O_6$	58.27	5.15	9.05	8.11	7.15
VIж	95	72-73	67.48	8.29	5.67	5.05	4.24	$C_{64}H_{92}Cl_2CuN_4O_6$	66.96	8.08	6.18	5.54	4.88
VIз	93	138-139	58.02	4.76	8.99	8.12	7.11	$C_{36}H_{32}Cl_2CuN_4O_6$	57.57	4.29	9.44	8.46	7.46

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vи	93	92-93	62.45	4.19	7.84	7.07	6.08	$C_{44}H_{36}Cl_2CuN_4O_6$	62.08	4.26	8.33	7.47	6.58
Vк	94	156-157	63.10	4.65	7.18	6.48	5.87	$C_{48}H_{44}Cl_2CuN_4O_6$	63.54	4.89	7.81	7.00	6.17
Vл	94	182-183	61.64	4.18	8.12	7.21	6.24	$C_{42}H_{32}Cl_2CuN_4O_6$	61.28	3.92	8.61	7.72	6.81
Vм	93	167-168	52.95	3.24	21.37	5.98	5.18	$C_{42}H_{28}Cl_6CuN_4O_6$	52.49	2.94	22.14	6.61	5.83
Vн	97	142-143	52.04	3.38	23.95	6.16	5.14	$C_{42}H_{30}Br_2Cl_2CuN_4O_6$	51.42	3.08	23.52	6.48	5.71
Vо	96	196-197	55.53	3.49	7.18	6.44	8.36	$C_{42}H_{30}Cl_2CuN_6O_{10}$	55.24	3.31	7.76	6.97	9.20
Vп	94	151-152	57.68	5.07	10.12	8.87	7.90	$C_{32}H_{32}Cl_2CuN_4O_4$	57.27	4.81	10.57	9.47	8.35
Vр	94	162-163	56.75	4.17	9.21	8.19	7.20	$C_{34}H_{32}Cl_2CuN_4O_6$	56.16	4.44	9.75	8.74	7.71
Vс	94	112-113	57.88	5.13	8.76	7.96	7.20	$C_{36}H_{36}Cl_2CuN_4O_6$	57.26	4.81	9.39	8.42	7.42
Vт	95	143-144	58.03	5.44	8.53	7.45	6.72	$C_{38}H_{40}Cl_2CuN_4O_6$	58.27	5.15	9.05	8.11	7.15
Vу	93	124-125	58.85	4.92	8.36	7.86	6.46	$C_{38}H_{40}Cl_2CuN_4O_6$	58.27	5.15	9.05	8.11	7.15
Vф	94	149-150	59.63	5.65	8.12	7.20	6.38	$C_{40}H_{44}Cl_2CuN_4O_6$	59.22	5.47	8.74	7.83	6.91
Vх	95	166-167	63.80	5.08	5.25	6.50	6.22	$C_{46}H_{40}Cl_2CuN_4O_6$	62.83	4.59	8.06	7.23	6.37
Vц	96	127-128	54.28	4.86	8.93	7.95	6.99	$C_{34}H_{32}Cl_2CuN_4O_8$	53.80	4.25	9.34	8.37	7.38
Vч	95	142-143	55.54	5.02	8.46	7.38	6.45	$C_{36}H_{36}Cl_2CuN_4O_8$	54.93	4.61	9.01	8.07	7.12
Vш	95	174-175	55.61	4.05	9.43	8.66	7.41	$C_{32}H_{26}Cl_2CuN_4O_6$	55.14	3.76	10.17	9.12	8.04
Vщ	96	167-168	56.93	4.52	9.28	8.17	7.70	$C_{34}H_{30}Cl_2CuN_4O_6$	56.32	4.17	9.78	8.76	7.73
VIIа	95	264-265	55.92	4.18	4.70	9.88	8.76	$C_{28}H_{24}CuN_4O_6S$	55.30	3.98	5.27	10.45	9.21
VIIб	96	197-198	52.98	4.07	4.45	9.60	8.29	$C_{28}H_{24}CuN_4O_8S$	52.54	3.78	5.01	9.93	8.75
VIIв	96	144-145	54.30	4.28	4.26	9.12	7.79	$C_{30}H_{28}CuN_4O_8S$	53.93	4.22	4.80	9.51	8.39
VIIг	95	135-136	53.89	4.25	3.97	8.10	7.03	$C_{32}H_{28}CuN_4O_{10}S$	53.07	3.90	4.43	8.77	7.74
VIIд	93	119-120	56.08	4.72	3.60	7.25	6.51	$C_{36}H_{36}CuN_4O_{10}S$	55.41	4.65	4.11	8.14	7.18
VIIе	93	97-98	57.28	5.16	3.34	7.16	6.79	$C_{38}H_{40}CuN_4O_{10}S$	56.46	4.99	3.97	7.86	6.93
VIIж	95	74-75	65.56	8.13	2.18	5.05	4.62	$C_{64}H_{92}CuN_4O_{10}S$	65.53	7.91	2.73	5.42	4.78
VIIз	93	141-142	56.33	4.67	3.80	7.57	6.81	$C_{36}H_{32}CuN_4O_{10}S$	55.70	4.16	4.13	8.19	7.22
VIIи	95	88-89	61.00	4.25	3.08	6.89	5.93	$C_{44}H_{36}CuN_4O_{10}S$	60.30	4.14	3.66	7.25	6.39
VIIк	95	87-88	62.47	4.98	3.02	6.15	5.38	$C_{48}H_{44}CuN_4O_{10}S$	61.82	4.76	3.44	6.81	6.01
VIIл	94	156-157	60.16	4.10	3.19	7.01	6.22	$C_{42}H_{32}CuN_4O_{10}S$	59.46	3.80	3.87	7.49	6.60
VIIм	93	162-163	51.84	3.19	16.90	5.78	5.05	$C_{42}H_{28}Cl_4CuN_4O_{10}S$	51.16	2.86	17.63	6.44	5.68
VIIн	94	157-158	51.16	3.28	18.14	5.87	4.98	$C_{42}H_{30}Br_2CuN_4O_{10}S$	50.14	3.01	19.07	6.32	5.57
VIIо	93	167-168	54.12	3.65	2.80	6.16	9.05	$C_{42}H_{30}CuN_6O_{14}S$	53.76	3.22	3.42	6.77	8.96
VIIп	94	148-149	55.81	4.89	3.87	8.38	7.35	$C_{32}H_{32}CuN_4O_8S$	55.20	4.63	4.61	9.13	8.08
VIIр	95	138-139	54.76	4.72	3.76	8.03	6.92	$C_{34}H_{32}CuN_4O_{10}S$	54.29	4.29	4.26	8.45	7.45
VIIс	93	108-109	55.87	4.80	3.60	7.67	6.50	$C_{36}H_{36}CuN_4O_{10}S$	55.41	4.65	4.11	8.14	7.18
VIIт	95	98-99	56.90	5.31	3.46	7.15	6.28	$C_{38}H_{40}CuN_4O_{10}S$	56.46	4.99	3.97	7.86	6.93
VIIу	94	91-92	57.19	5.76	3.10	7.14	6.51	$C_{38}H_{40}CuN_4O_{10}S$	56.46	4.99	3.97	7.86	6.93
VIIф	96	84-85	57.92	5.74	3.28	7.02	6.12	$C_{40}H_{44}CuN_4O_{10}S$	57.44	5.30	3.83	7.60	6.70
VIIх	95	184-185	61.85	4.41	3.02	6.29	5.70	$C_{46}H_{40}CuN_4O_{10}S$	61.09	4.46	3.55	7.03	6.19
VIIц	95	145-146	52.68	4.73	3.62	7.81	6.43	$C_{34}H_{32}CuN_4O_{12}S$	52.07	4.11	4.09	8.10	7.14
VIIч	95	111-112	53.88	4.79	3.19	7.23	6.21	$C_{36}H_{36}CuN_4O_{12}S$	53.23	4.47	3.95	7.82	6.90
VIIш	94	186-187	53.83	3.63	4.02	8.23	7.15	$C_{32}H_{26}CuN_4O_{10}S$	53.22	3.63	4.44	8.80	7.76
VIIщ	95	215-216	55.10	4.62	3.87	8.12	7.03	$C_{34}H_{30}CuN_4O_{10}S$	54.43	4.03	4.27	8.47	7.47
VIIIа	94	174-175	61.46	4.87	-	9.23	8.22	$C_{32}H_{30}CuN_4O_6$	60.99	4.80	-	10.08	8.89
VIIIб	94	178-179	58.60	4.24	-	9.08	8.00	$C_{32}H_{30}CuN_4O_8$	58.04	4.57	-	9.60	8.46
VIIIв	93	152-153	59.37	5.15	-	8.17	7.49	$C_{34}H_{34}CuN_4O_8$	59.17	4.97	-	9.21	8.12
VIIIг	94	184-185	58.30	4.89	-	8.12	7.18	$C_{36}H_{34}CuN_4O_{10}$	57.94	4.59	-	8.52	7.51
VIIIд	96	122-123	60.78	5.43	-	8.04	6.35	$C_{40}H_{42}CuN_4O_{10}$	59.88	5.28	-	7.92	6.98
VIIIе	95	102-103	61.19	6.04	-	7.07	6.28	$C_{42}H_{46}CuN_4O_{10}$	60.75	5.58	-	7.65	6.75
VIIIж	95	79-80	68.87	8.53	-	4.55	4.12	$C_{68}H_{98}CuN_4O_{10}$	68.34	8.27	-	5.32	4.69
VIIIз	95	119-120	60.98	4.87	-	7.34	6.56	$C_{40}H_{38}CuN_4O_{10}$	60.18	4.80	-	7.96	7.02
VIIIи	95	108-109	64.65	4.98	-	6.50	6.03	$C_{48}H_{42}CuN_4O_{10}$	64.17	4.71	-	7.07	6.24
VIIIк	93	109-110	65.90	5.69	-	6.52	5.20	$C_{52}H_{50}CuN_4O_{10}$	65.43	5.28	-	6.66	5.87
VIIIл	97	159-160	64.01	4.76	-	6.85	6.11	$C_{46}H_{38}CuN_4O_{10}$	63.48	4.40	-	7.30	6.44
VIIIм	96	146-147	55.34	3.67	13.28	6.02	5.10	$C_{46}H_{34}Cl_4CuN_4O_{10}$	54.80	3.40	14.07	6.30	5.56
VIIIн	95	162-163	54.13	3.10	15.05	5.78	5.04	$C_{46}H_{36}Br_2CuN_4O_{10}$	53.74	3.53	15.54	6.18	5.45



## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VIIIo	95	168-169	62.08	4.56	-	6.37	8.86	$C_{46}H_{36}CuN_6O_{14}$	61.64	4.05	-	7.09	9.38
VIIIп	93	108-109	60.85	5.58	-	8.34	7.19	$C_{36}H_{38}CuN_4O_8$	60.20	5.33	-	8.85	7.80
VIIIр	93	121-122	60.57	5.39	-	7.76	6.74	$C_{38}H_{38}CuN_4O_{10}$	58.95	4.95	-	8.21	7.24
VIIIс	94	89-90	60.40	5.29	-	7.18	6.35	$C_{40}H_{42}CuN_4O_{10}$	59.88	5.28	-	7.92	6.98
VIIIт	95	86-87	61.29	5.97	-	7.20	6.18	$C_{42}H_{46}CuN_4O_{10}$	60.75	5.58	-	7.65	6.75
VIIIу	96	103-104	61.14	5.80	-	7.09	6.23	$C_{42}H_{46}CuN_4O_{10}$	60.75	5.58	-	7.65	6.75
VIIIф	95	100-101	62.08	5.99	-	6.93	6.05	$C_{44}H_{50}CuN_4O_{10}$	61.56	5.87	-	7.40	6.53
VIIIх	93	178-179	65.19	5.14	-	6.43	5.44	$C_{50}H_{46}CuN_4O_{10}$	64.82	5.00	-	6.86	6.05
VIIIц	94	127-128	56.94	5.20	-	7.22	6.51	$C_{38}H_{38}CuN_4O_{12}$	56.61	4.75	-	7.88	6.95
VIIIч	94	103-104	58.12	5.67	-	7.10	6.13	$C_{40}H_{42}CuN_4O_{12}$	57.58	5.07	-	7.62	6.72
VIIIш	96	208-209	58.32	4.74	-	7.86	7.04	$C_{36}H_{32}CuN_4O_{10}$	58.10	4.33	-	8.54	7.53
VIIIщ	95	203-204	60.05	5.22	-	7.43	6.50	$C_{38}H_{36}CuN_4O_{10}$	59.10	4.70	-	8.23	7.25

Как видно из данных таблицы, выходы медных комплексов практически не зависят от типа лигандов, характера заместителей в лигандах и типа ионов внешней сферы и изменяются от 93 до 97%. Температура плавления комплексов изменяется в широких пределах от 72–73 °С для VIж до 264–265 °С для VIIa. Все соединения содержат значительное количество меди (от 5 до 10 %), что обуславливает их фунгицидную активность.

Для синтеза использовали следующие соли меди (II) квалификации «х.ч.»: дигидрат хлорида меди, пентагидрат сульфата меди и моногидрат ацетата меди.

Методика синтеза комплексов (VIa-ч - VIIIa-ч).

Смесь 1 ммоль 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1Н-бензимидазола (Va-ч) и 0.5 ммоль  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  или  $Cu(OAc)_2 \cdot H_2O$  в 25 см<sup>3</sup> абсолютного метанола кипятили с обратным холодильником в течение 15–20 мин. Раствор охлаждали до комнатной температуры и разбавляли 25 см<sup>3</sup> воды. Выпавший осадок отделяли фильтрованием на стеклянном пористом фильтре, промывали водой для удаления следовых количеств солей меди, сушили на воздухе при 50-60 °С. Порошкообразные комплексы (VIa-ч-VIIIa-ч) тщательно промывали теплым эфиром для очистки от следов непрореагировавшего 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1Н-бензимидазола (Va-ч), сушили на воздухе при 50-60 °С.

Методика синтеза комплексов (VIш,щ-VIIIш,щ).

Смесь 1 ммоль 2-[3-алкокси-4-сукцинилоксифенил]-1Н-бензимидазола (Vш,щ) и 1 ммоль  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  или  $Cu(OAc)_2 \cdot H_2O$  в 25 см<sup>3</sup> абсолютного метанола кипятили 15-20 мин. Выделение комплексов из раствора проводили по методике, аналогичной описанной выше для соединений (VIa-ч-VIIIa-ч).

Комплексы (VIa-щ-VIIIa-щ) проявили очень высокую фунгицидную активность против штаммов *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Monilia* sp., *Mucor* sp., *Penicillium lividum* и являются перспективными соединениями для разработки лекарственных и противогрибковых препаратов, красителей для тканей и полимеров с фунгицидной активностью [8,9].

## ВЫВОДЫ

1. Разработана препаративная методика синтеза медных комплексов 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1Н-бензимидазолов, позволяющая проводить их наработку в опытно-промышленных масштабах.

2. Впервые получено и описано 75 новых соединений, которые могут найти применение в качестве красителей для полимеров и тканей.

Обнаружена высокая фунгицидная активность синтезированных соединений.

#### Список использованных источников

1. Дикусар, Е. А. Препаративный синтез алканоатов ванилина и ваниляля / Е. А. Дикусар, О. Г. Выглазов, К. Л. Мойсейчук, Н. А. Жуковская, Н. Г. Козлов // ЖПХ. – 2005. – Т. 78. – Вып. 1. – С. 122-126.
2. Дикусар, Е. А. Сложные эфиры ванилина и ваниляля и ароматических и функционально замещенных алкилкарбоновых кислот / Е. А. Дикусар, Н. Г. Козлов // ЖОрХ. – 2005. – Т. 41. – Вып. 7. – С. 1015-1019.
3. Дикусар, Е. А. Новые сложные эфиры ванилина и ваниляля с рядом алкил- и арилкарбоновых кислот / Е. А. Дикусар // ЖПХ. – 2006. – Т. 79. – Вып. 6. – С. 1043-1045.
4. Дикусар, Е. А. 2-[3-(Алкокси)-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-2,3-дигидро-1Н-бензимидазолы на основе производных ванилина и ваниляля / Е. А. Дикусар, Н. Г. Козлов, В. И. Поткин // ЖОХ. – 2007. – Т. 77. – Вып. 11. – С. 1871-1875.
5. Дикусар, Е. А. Препаративный синтез 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1Н-бензимидазолов на основе замещенных бензальдегидов / Е. А. Дикусар, В. И. Поткин // ЖОрХ. – 2010. – Т. 46. – Вып. 2. – С. 273-278.
6. Гринберг, А. А. Введение в химию комплексных соединений / А. А. Гринберг. – Ленинград : Химия, 1971. – 632 с.
7. Альтшулер, С. А. Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп / С. А. Альтшулер, Б. М. Козырев. – Москва : Наука, 1972. – 672 с.
8. Меньшиков, Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение / Н. Н. Меньшиков. – Москва : Химия, 1987. – 712 с.
9. Жилин, А. С. Фунгицидная активность комплексных соединений меди / А. С. Жилин, Д. А. Пирязев, Л. А. Шелудякова, В. Н. Елохина, А. И. Смоленцев, А. В. Вировец, Л. Г. Лавренова // Тез. докл. XXIV Международ. Чугаевской конф. по координац. химии. 15 – 19 июня 2009 г., Санкт-Петербург : АНО ИЦК «Русский запад», 2009. – С. 67

Статья поступила в редакцию 01.04.2011

#### SUMMARY

The complex compositions  $[CuL_2](Cl)_2$ ,  $\{[CuL](Cl)_2\}_n$ ,  $[CuL_2]SO_4$ ,  $\{[CuL]SO_4\}_n$ ,  $[CuL_2](OAc)_2$ ,  $\{[CuL](OAc)_2\}_n$  are synthesized with the help of interaction 2- [3- alkoxy-4 -(hydroxy, alkoxy, acyloxy)phenyl]-1H-benzimidazole derivatives of aldehydes of vanillin row - with cooper chloride (II), cooper sulfate (II), cooper acetate (II). The structure of the composites is proved with the help of UR- и NMR H1 спектра and the data of elementary analysis. The received complex have shown high fungicidal activity against *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Monilia* sp., *Mucor* sp., *Penicillium lividum*.

УДК 677.08.02.16./022

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНО- СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

*А. Моря* ~~В. Моря~~, *Е. Моря*

*(оба вольногрупповые ВМКБ)*

Разработка и внедрение энергосберегающих технологий, рациональное использование местных ресурсов и отходов является важнейшим механизмом обеспечения роста конкурентоспособности выпускаемой продукции, импортозамещения и сокращения материалоемкости продукции.

Острой проблемой в нашей стране является использование текстильных отходов, состоящих из химических волокон. В настоящее время только на ОАО «БелФа» на складах хранится около 20 тыс. тонн отходов. Ежегодно образуется около 2 тыс. тонн. Основная масса текстильных химических отходов направляется в места захоронения и создает серьезную экологическую проблему.

На кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработана технология переработки коротковолокнистых текстильных отходов в твердые органо-синтетические волокнистые плиты (ОСВПт). Сырьем для производства ОСВП являются коротковолокнистые текстильные отходы и древесное волокно, полученное по технологии производства ДВП [1].

При разработке технологии в качестве основного сырьевого компонента использованы коротковолокнистые отходы полиакрилонитрильных [2] волокон, получаемые в результате стрижки искусственного меха производства ОАО «БелФа» (кноп стригальный), с длиной не более 0,5 – 25 мм.

При формировании многослойных материалов широко применяются различные клеящие составы [3] для соединения слоев и полимеризации композиционных материалов.

Выбор клеящего материала при разработке технологических процессов получения многослойных текстильных материалов зависит от назначения разрабатываемого материала, от свойств соединяемых слоев, от клеящей способности самого адгезива, технологии производства материалов.

Свойства композиционных текстильных материалов существенно зависят от свойств, состава и взаимного расположения компонентов, особенностей межфазной границы, а в некоторых случаях — диффузии компонентов матрицы в структуру волокнистого наполнителя, кроме того, в состав композиционных текстильных материалов могут входить компоненты, придающие новые функциональные свойства: мелкодисперсные наполнители, пигменты, антипирены, отвердители, пластификаторы.

В технологии получения плит ДВП [4] в качестве проклеивающих добавок используются: 6%-я парафиновая эмульсия и 10%-й раствор фенолформальдегидной смолы. Для осаждения проклеивающих веществ на волокна добавляли 2%-й раствор серной кислоты [1].

Однако развитие древесно-плитных материалов идет по пути снижения использования смол в качестве связующих материалов, т.е. снижение токсичности строительных плит. В ходе данной работы необходимо исследовать влияние проклеивающих добавок на физико-механические свойства комбинированных волоконсодержащих материалов с целью определения возможности получения органо-синтетических волокнистых плит с пониженным содержанием фенолформальдегидной смолы.

Для проведения экспериментальных исследований по определению влияния проклеивающей добавки на основные физико-механические показатели ОСВПт был проведен однофакторный эксперимент. Согласно разработанной рецептуре наработаны следующие образцы ОСВПт: 100 % древесное волокно (контрольный образец), 30/70 %, 50/50 %, 70/30 % древесное волокно/текстильные отходы, 100 % полиакрилонитрильных волокон с добавлением проклеивающей добавки и без нее.

Анализ полученных данных (рис. 1) показывает, что в зависимости от процента содержания химических волокон в смеси специализированные добавки на плотность образца оказывают различное влияние. Например, контрольный образец 1 (плита ДВП), в составе которого не используются клеящие материалы, имеет низкий показатель плотности, который не соответствует ГОСТ 4598. При

использовании в составе композиции от 30 % до 50 % образцов 2, 3 коротковолокнистых текстильных отходов значение показателя плотности материала повышается и практически не зависит от содержания проклеивающих добавок в составе смеси. Это объясняется тем, что химические волокна в составе композиции в данном процентном диапазоне при формировании ОСВПт равномерно распределяются в объеме плиты и играют роль связующей матрицы, т.е. под воздействием температуры во время прессования химические волокна сплавляются друг с другом, тем самым обеспечивая необходимую плотность и прочность материала. Установлено, что вследствие повышения % содержания химических волокон в смеси повышается равномерность распределения их в объеме плиты, частота спаек элементарных волокон повышается, следовательно, повышается плотность исходного материала. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что увеличение содержания химических волокон в составе композиции ведет к улучшению показателя плотности материала, однако до определенного предела.

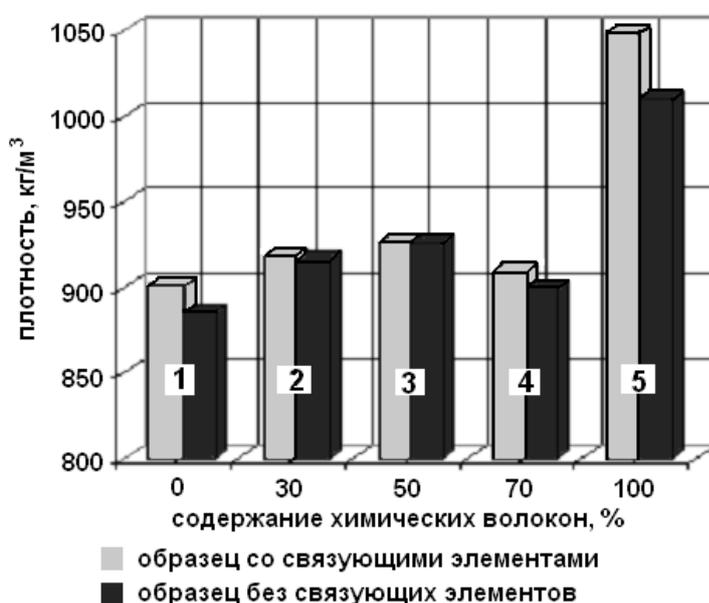


Рисунок 1 – Диаграмма зависимости показателя «Плотность» от процентного содержания химических волокон

Рассматривая вариант с содержанием отходов 70 % (образец 4), видно, что показатель плотности уменьшается, кроме того, в большей степени зависит от применения проклеивающих добавок. Это объясняется тем, что вследствие разнородности химических и древесных волокон по физическим свойствам (масса древесного волокна на два порядка больше химического), увеличение содержания химических волокон в смеси ведет к значительному увеличению разности содержания элементарных частиц смешиваемых волокон, в результате процесс смешивания происходит менее эффективно. Получить равномерное распределение всех волокон в объеме при стандартных параметрах работы смешивающего оборудования невозможно. Поэтому получаемые ОСВПт обладают большей неравномерностью по массе, а значит и высоким коэффициентом вариации по исследуемому параметру. Следовательно, показатель плотности материала снижается, хотя и отвечает требованиям ГОСТ 4598.

Рассматривая рис. 1 (образец 5), где в составе плит используются коротковолокнистые текстильные отходы 100 %, видно, что показатель плотности плит высокий, и его значение в малой степени зависит от содержания проклеивающих добавок в составе композиции. Химические волокна в процессе

термообработки (в отличие от ОСВПт, где химические волокна соединяются лишь частично, образуя своего рода ячеистую структуру, в которых находятся древесные волокна) сплавляются друг с другом по всей поверхности и создают монолитный полимерный материал. Данный продукт обладает повышенным показателем плотности готового материала.

Процент разбухания материала за 24 часа рассчитывается по формуле

$$R = \frac{c_0}{c_1} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $c_0$  – толщина образца до погружения в воду, мм;

$c_1$  – толщина образца после погружения в воду, мм;

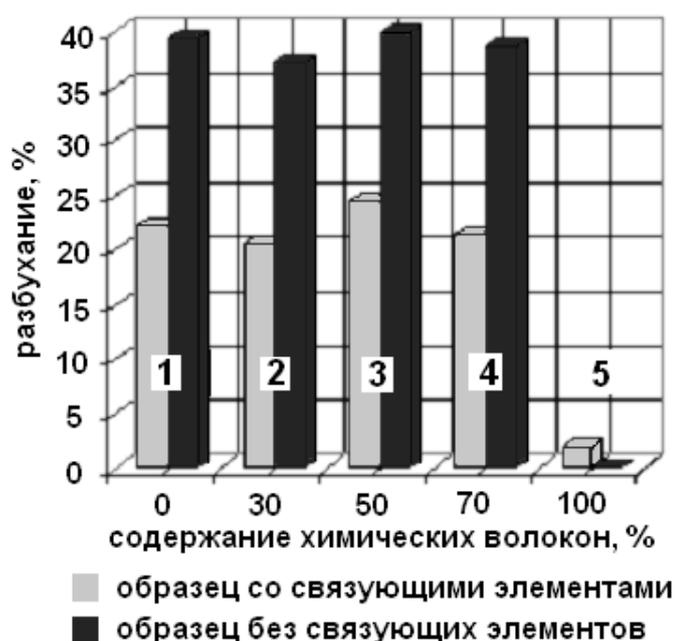


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости показателя «Разбухание» от процентного содержания химических волокон

Анализируя полученную диаграмму (рис. 2), можно сделать вывод, что показатель разбухания ОСВПт зависит от содержания в составе композиции проклеивающих добавок, в частности от содержания парафиновой эмульсии.

Полученные данные показывают, что разбухание в образце с содержанием коротковолокнистых отходов 30 % (образец 2) уменьшается по сравнению с прототипом (плита ДВП, образец 1). Это объясняется тем, что гидрофобные химические волокна (ПАН) спекаются и частично закрывают гидрофильные древесные волокна. С увеличением содержания химических волокон в составе композиции (образец 2, 3, 4) разбухание несколько увеличивается, вследствие увеличения неравномерности распределения химических волокон в объеме плиты.

В отличие от ОСВПт, показатель разбухания за 24 часа СВПт (образец 5) меньше 1 процента без использования парафиновой эмульсии. Получаемая СВПт имеет плотную структуру, без ячеек, кроме того, состоящая полностью из гидрофобного материала, следовательно, готовая плита практически не разбухает. Применение в составе СВПт гидрофобных добавок не имеет практического смысла. Как показывают полученные данные, применение проклеивающих добавок даже несколько увеличивает разбухание готового материала. Это происходит вследствие нарушения монолитной структуры получаемого продукта.

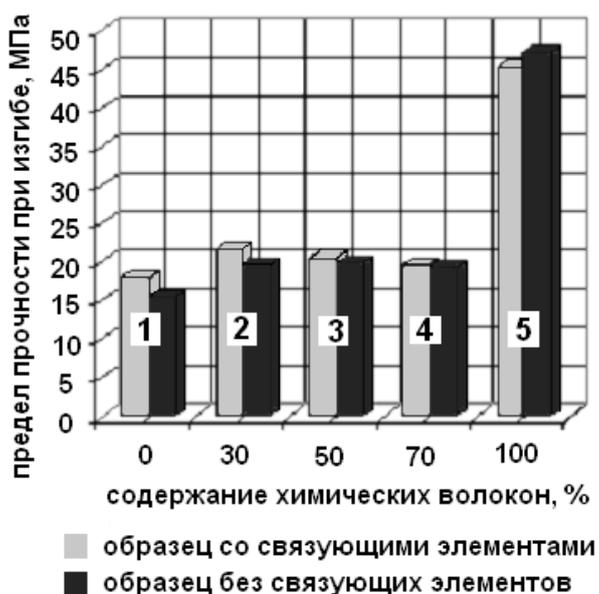


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости показателя «Предел прочности при изгибе» от процентного содержания химических волокон

Анализируя полученные данные (рис. 3), можно сделать вывод, что показатель предела прочности при изгибе в ОСВПт (образцы 2, 3, 4, 5) значительно выше, чем у прототипа (ДВП, образец 1) даже без использования специализированных добавок. Химические волокна, сплавляясь, образуют своего рода полимер. Чем выше равномерность распределения химических и древесных волокон в составе композиции, тем чаще спайки между химическими волокнами, меньше ячейки, образуемые древесными волокнами, структура получаемого материала равномернее, следовательно, прочностные показатели выше.

С увеличением % содержания коротковолокнистых отходов в составе смеси неравномерность распределения волокон увеличивается, следовательно, уменьшается показатель предела прочности при изгибе. Однако, видно, что показатель предела прочности при изгибе в ОСВПт в отличие от прототипа ДВП практически не зависит от содержания клеящего материала в составе композиции. Химические волокна играют роль связующей матрицы. Анализируя диаграмму (рис. 3), можно сделать вывод, что синтетическая волокнистая плита – СВПт (образец 5; 100% химические волокна в составе) обладает повышенным значением показателя предела прочности при изгибе за счет спекания волокон и образования монолитной структуры. Поэтому практическое применение связующих материалов в составе СВПт нецелесообразно.

Таким образом, установлено, что качественные показатели ОСВПт с применением коротковолокнистых текстильных отходов в составе композиции улучшаются в значительной степени. При определенном содержании химических волокон в составе ОСВПт, от 30 % до 50 %, они частично берут на себя функцию связующего элемента, образуя своего рода полимерный материал, сплавляясь друг с другом.

Анализ полученных данных по разбуханию показал, что данный показатель в большой степени зависит от применения в составе композиции гидрофобных добавок (парафиновой эмульсии). Получаемые ОСВПт, вследствие своей ячеистой структуры, в общем случае являются гидрофильными материалами. Гидрофобные химические волокна, даже при хорошем распределении в объеме смеси, не могут обеспечить полную изоляцию гидрофильных древесных волокон. Следовательно, при производстве ОСВПт целесообразно использование парафиновой эмульсии.

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

1. Качественные показатели ОСВПт при использовании в составе композиции 30–50 % химических волокон не ухудшаются и соответствуют нормативам. Более того, в некоторых случаях физико-механические показатели ОСВПт значительно выше стандартных значений, даже в случае, когда в составе не используются проклеивающие добавки. Следовательно, применение связующих материалов при данном соотношении компонентов в составе композиции или необязательно, или возможно полностью исключить.

2. Разработанный новый материал СВПт, с использованием в композиции 100 % отходов химических волокон, представляет собой полимерный пластик монолитной структуры. Качественные показатели данных плит значительно улучшаются и не требуют добавления связующих материалов, так как нитроновые волокна являются полимером, который при термической обработке оплавляется и играет роль связующей матрицы.

*Статья поступила в редакцию 21.04.2011*

#### Список использованных источников

1. Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит / А. А. Леонович. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2003. – 192 с.: ил.
2. Перепелкин, К. Е. Структура и свойства волокон / К. Е. Перепелкин. – Москва : Химия, 1985. – 208 с.
3. Кондратьев, В. П. Водостойкие клеи в деревообработке / В. П. Кондратьев, Ю. Г. Доронин. – Москва : Лесная Промышленность, 1988. – 216 с.
4. Мерсов, Е. Д. Производство древесноволокнистых плит / Е. Д. Мерсов. – Москва : Высшая школа, 1989. – 232 с.

#### SUMMARY

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

Influence of gluing additives on physical and mechanical properties of the combined fibrous materials is investigated. It is established, that the production of organic/synthetic fibrous plates with the lowered pitch content is possible.

УДК 665.64.097.3

### **ОСАЖДЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КИСЛОТНОГО КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОГО ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА**

***И.О. Кутыжа, И.В. Мрзь***

Использование вторичных материальных ресурсов на сегодня является одним из приоритетных направлений во всем мире и в Республике Беларусь в частности.

На предприятиях нефтеперерабатывающей отрасли в качестве источника вторичного материального сырья может рассматриваться отработанный катализатор крекинга углеводородов нефти. Это отход четвертого класса опасности, который в настоящее время не находит применения, складировается в

отвале производственных отходов, оказывая негативное воздействие на окружающую среду.

Отработанный катализатор – это композиционный материал, состоящий из алюмосиликатной матрицы и цеолита, модифицированного ионами редкоземельных элементов (РЗЭ). Их содержание в катализаторе составляет 1,7–2,0 % [1]. Если учесть, что среднее содержание редкоземельных элементов в горных породах  $1 \cdot 10^{-3}$ – $6 \cdot 10^{-3}$  масс % [2], то извлечение их из отработанного цеолитсодержащего катализатора может представлять практический интерес.

Ранее отработанный катализатор крекинга углеводородов в качестве сырья для получения РЗЭ не рассматривался. Известны способы их кислотного извлечения из золошлаковых отходов, красного шлама, фосфогипса [3]. При этом получают сложные растворы, которые, кроме целевых компонентов, содержат большое количество примесных веществ. Выделение соединений редкоземельных элементов из полученных кислотных экстрактов проводят осаждением в виде труднорастворимых осадков (оксалатов, фторидов, гидроксидов и др.), экстракцией, методами селективного окисления-восстановления, методом ионообменной хроматографии [4].

Целью работы является исследование процессов разделения кислотных экстрактов отработанного катализатора крекинга углеводородов нефти для получения соединений редкоземельных элементов.

Для достижения поставленной цели был определен элементный состав отработанного катализатора, проведена обработка минеральными кислотами (соляной, серной, азотной), исследованы условия разделения полученного кислотного экстракта.

Объект исследования – отработанный катализатор крекинга углеводородов нефти, отобранный на ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод».

Качественный и количественный состав катализатора и продуктов разделения кислотного экстракта был получен при проведении рентгенофлуоресцентного анализа на сканирующем электронном микроскопе JSM 5610 LV с системой EDX JED 2201 JEOL. Для идентификации кристаллических фаз, входящих в состав продуктов, полученных при разделении, использовали рентгенофазовый анализ, который проводили на приборе D8 ADVANCE. При построении дифференциальных кривых нефелометрического титрования определяли коэффициент пропускания растворов с помощью нефелометра фотоэлектрического однолучевого НФО. Измерение pH проводили на приборе HANNA HI 221.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа, отработанный катализатор содержит лантан в количестве 1,8 %, алюминий – 27 %. Поэтому при обработке минеральными кислотами кроме РЗЭ в экстракт в большом количестве извлекаются ионы алюминия.

Анализ возможных вариантов разделения полученного кислотного экстракта показал, что наиболее простым является осаждение алюминия и лантана в виде гидроксидов. Известно, что гидроксид алюминия осаждается из водных растворов солей в диапазоне pH 3,5–5,2 [5], гидроксид лантана в диапазоне pH 7,41–8,71 [2].

Гидроксид алюминия может образоваться в аморфной и кристаллической форме. При осаждении из кислых растворов на холоду небольшим избытком аммиака в присутствии аммонийных солей образуется  $\alpha$ -гидроксид состава  $Al(OH)_3$  в виде белого хлопьевидного, аморфного геля.  $\beta$ -гидроксид представляет собой полигидрооксид, продукт соединения нескольких молекул друг с другом при отщеплении воды  $\beta$ -гидроксид отличается от  $\alpha$ -гидроксида незначительной реакционной и абсорбционной способностью. Одновременно образуется  $\gamma$ -гидроксид.  $\beta$ -гидроксид неустойчив в процессе старения осадка постепенно переходит в кристаллическую форму  $AlOO(OH)$  [6].

Гидроксиды РЗЭ выделяются в виде аморфных, объемистых осадков при действии водного (газообразного) аммиака или щелочей на растворы солей. Состав свежевыделенных гидроокисей соответствует гидрату, в котором количество воды может зависеть от условий осаждения и меняться в широких пределах. Температура отщепления гидратной воды для  $La(OH)_3$ , начинается при 190–210 °С и ведет к образованию моногидрооксидов  $LnO(OH)$  [2].

На начальном этапе было проведено совместное осаждение гидроксидов алюминия и лантана из кислотных экстрактов в диапазоне рН от 3 до 9. В качестве подщелачивающего агента использовали 25%-ную аммиачную воду. Состав осадков, полученных из кислотных экстрактов, представлен в таблице.

Таблица – Состав осадков, полученных из кислотных экстрактов в диапазоне рН 3–9

Кислота	Содержание лантана, %		Содержание алюминия, %	
	Элемент $La$	В пересчете на оксид $La_2O_3$	Элемент $Al$	В пересчете на оксид $La_2O_3$
Серная кислота	3,08	3,61	37,07	70,04
Соляная кислота	5,15	6,04	41,07	65,06
Азотная кислота	7,74	9,08	45,49	85,95

Как видно из приведенных данных, на состав осадков существенное влияние оказывает кислота, используемая для выщелачивания. При обработке серной кислотой содержание  $Al_2O_3$  в осадке в 20 раз превышает содержание  $La_2O_3$ , при использовании соляной и азотной кислот – оксида алюминия больше в 10 раз.

Максимальное извлечение лантана достигается при обработке отработанного катализатора азотной кислотой.

Для определения диапазона рН, в котором протекает осаждение гидроксидов металлов из кислотного экстракта, предварительно провели нефелометрическое титрование растворов солей алюминия и лантана, состав которых соответствует составу кислотного экстракта. В процессе добавления осадителя (водный раствор аммиака) контролировали рН.

Дифференциальная кривая нефелометрического титрования раствора сульфата алюминия представлена на рис. 1.

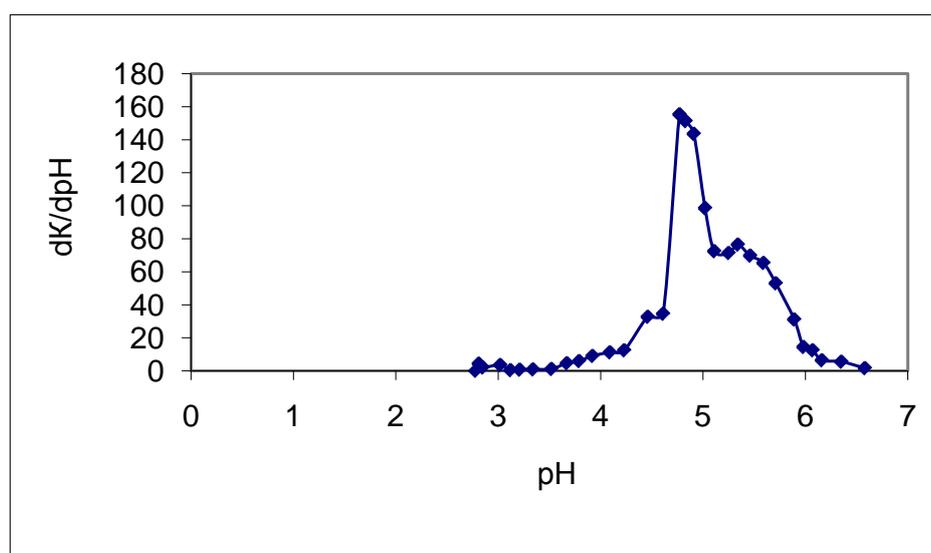


Рисунок 1 – Кривая нефелометрического титрования раствора сульфата алюминия

Как видно из рисунка, осаждение гидроксида алюминия происходит в диапазоне рН от 3,67 до 5,98.

Дифференциальная кривая нефелометрического титрования растворов сульфата и нитрата лантана представлены на рис. 2.

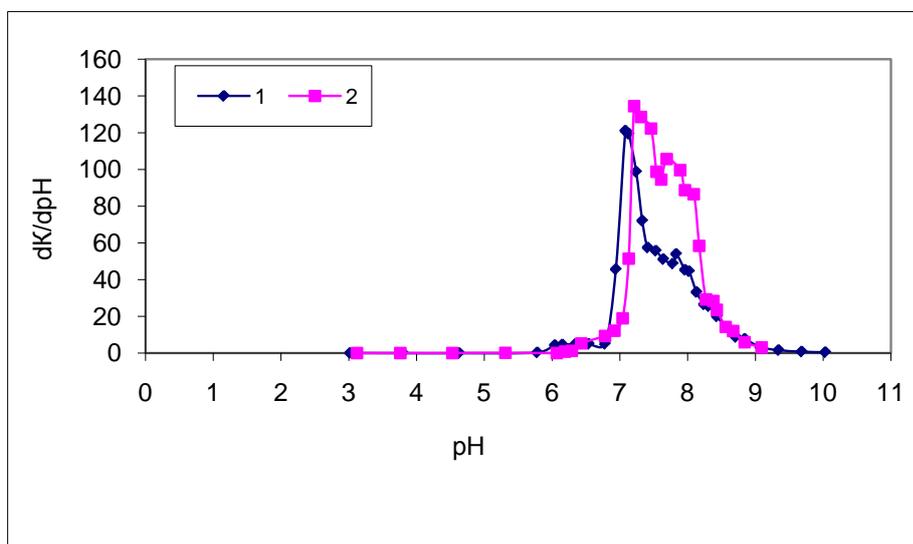


Рисунок 2 – Дифференциальная кривая потенциометрического титрования растворов нитрата (1) и сульфата (2) лантана

На основании полученной дифференциальной зависимости можно сказать, что осаждение гидроксида лантана из раствора нитрата протекает в диапазоне рН от 7,08 до 8,64, из раствора сульфата – от 7,13 до 8,56.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что осаждение гидроксидов лантана и алюминия происходит в разных диапазонах рН, поэтому данный способ может быть использован для их селективного осаждения из кислотных экстрактов.

При проведении избирательного осаждения соединений алюминия и лантана из кислотного экстракта отработанного катализатора это предположение подтвердилось.

Дифференциальная кривая нефелометрического титрования для отработанного катализатора представлена на рис. 3.

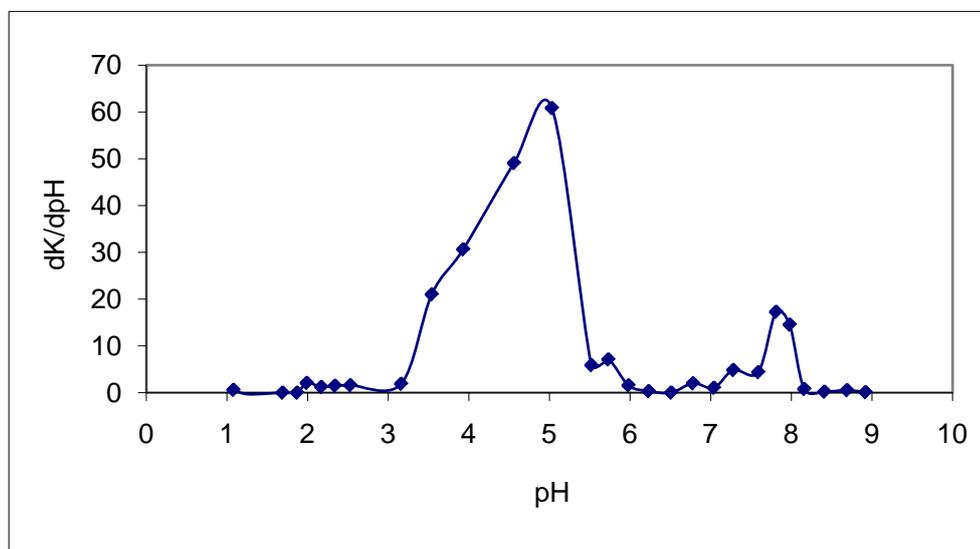


Рисунок 3 – Дифференциальная кривая нефелометрического титрования кислотного экстракта

Полученная зависимость имеет два выраженных пика, которые соответствуют диапазонам осаждения гидроксидов алюминия и лантана из кислотного экстракта: гидроксид алюминия осаждается в диапазоне рН 3,54–5,52, гидроксида лантана – рН 7,28–8,16.

Соединения, полученные при селективном осаждении, исследовали с использованием рентгенофазового анализа без их предварительной промывки.

Рентгенограмма осадка, образующегося в диапазоне рН 3,54–5,52 представлена на рис. 4.

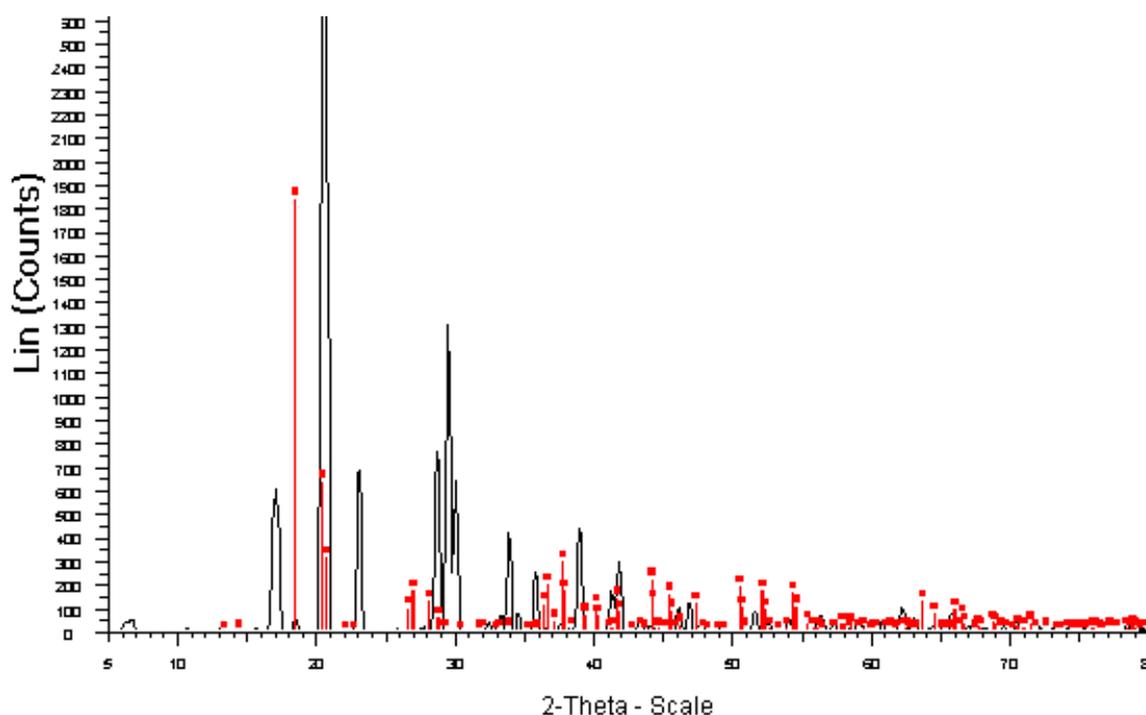


Рисунок 4 – Рентгенограмма осадка, образующегося из кислотного экстракта при рН 3,54–5,52

На основании полученной рентгенограммы можно утверждать, что основной кристаллической фазой данного осадка является  $\gamma$ -гидроксид алюминия.

Осадок, полученный из раствора нитрата лантана при рН 7,08–8,64 представляет собой нитрат гидроксолантана  $La(OH)_2NO_3$  и гидрат этой соли –  $La(OH)_2NO_3 \cdot H_2O$ .

Осадок, образующийся при подщелачивании азотнокислого экстракта отработанного катализатора в диапазоне рН 7,28–8,16, состоит из нитрата гидроксолантана  $La(OH)_2NO_3$  и гексагидрата гексанитроалюминия и лантана  $LaAl(NO_3)_6(H_2O)_6$ . Рентгенограммы осадков представлены на рис. 4 и рис. 5.

Образование сложных соединений объясняется присутствием в экстракте большого количества нитрат-ионов, т.к. для получения нитрата лантана и выщелачивания РЗЭ из отработанного катализатора использовали азотную кислоту высокой концентрации. Примеси алюминия в осадке, полученном из кислотного экстракта, связаны с неполным отделением ионов алюминия. Данные о

количественном составе осадка показали, что содержание лантана в нем составляет 11,1 % (13,03 % в пересчете на оксид), а алюминия – 41,2 % (78,16 % в пересчете на оксид).

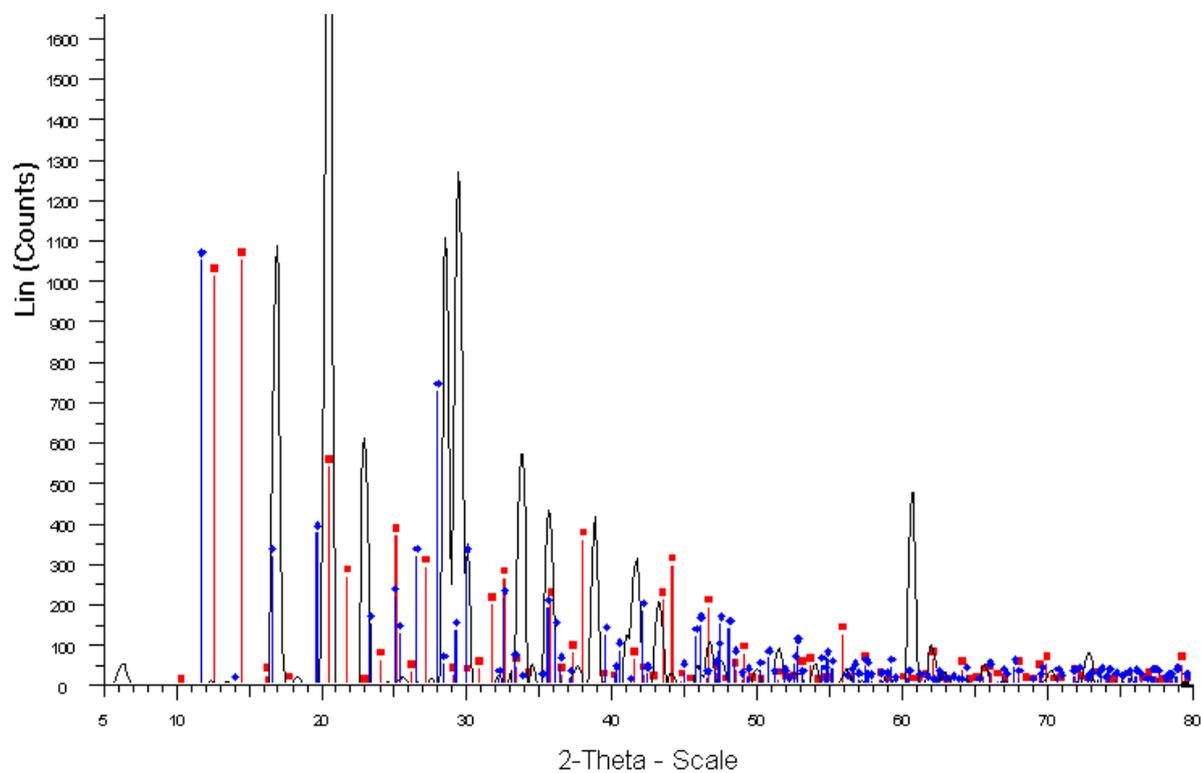


Рисунок 5 – Рентгенограмма осадка, полученного из раствора нитрата лантана при pH 7,08–8,64

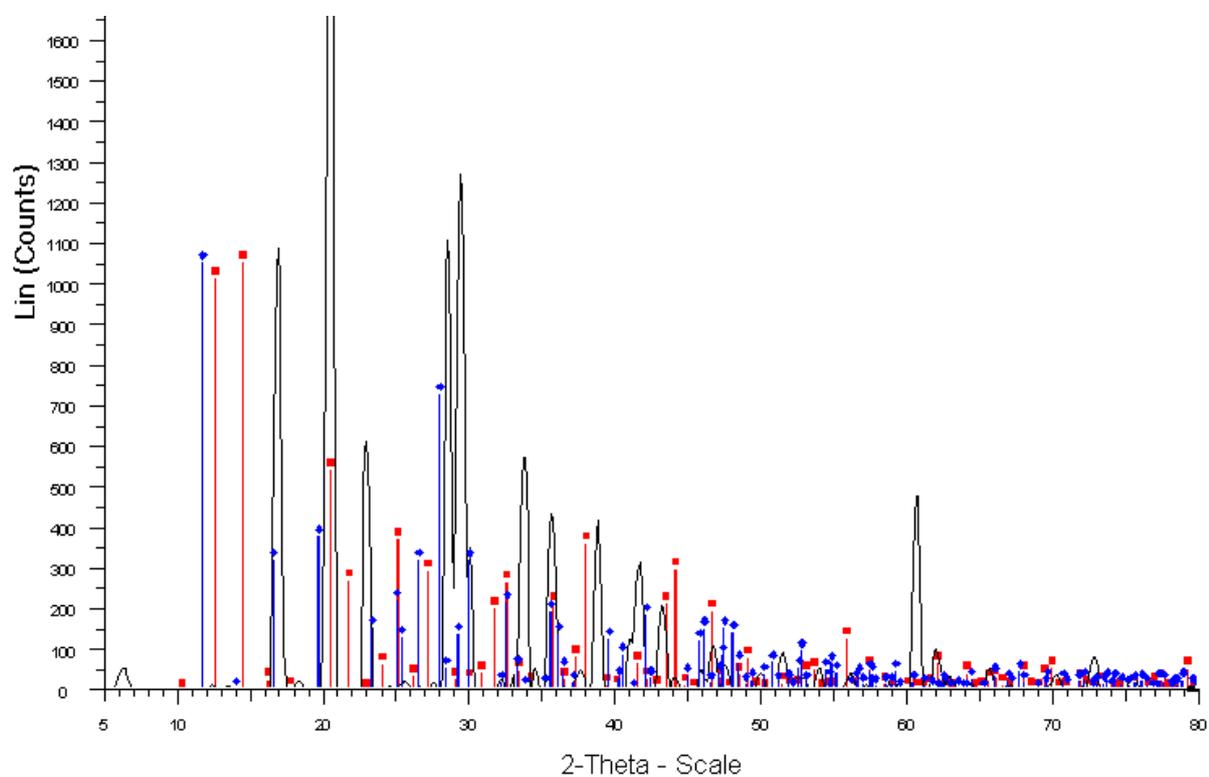


Рисунок 6 – Рентгенограмма осадка, полученного из кислотного экстракта отработанного катализатора при pH 7,28–8,16

Таким образом, экстракты, полученные при обработке отработанного цеолитсодержащего катализатора минеральными кислотами, содержат ионы алюминия и лантана. Их селективное разделение возможно при подщелачивании кислотного экстракта, при этом гидроксид алюминия осаждается в диапазоне pH 3,54–5,52, осаждение соединений лантана происходит при pH 7,28–8,16. Степень чистоты полученных соединений невысока, но данный метод разделения позволяет сконцентрировать редкоземельные элементы, увеличить их содержание в 6 раз (содержание лантана в отработанном катализаторе 1,8 %, в осадке – 11,1 %).

При проведении дальнейших исследований необходимо предусмотреть обязательную промывку осадков и повысить степень их разделения и чистоты.

#### Список использованных источников

1. Каминский, Э. Ф. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты / Э. Ф. Каминский, В. А. Хавкин. – Москва : Техника, ООО «ТУМА ГРУПП», 2001. – 384 с.
2. Рябчиков, Д. И. Аналитическая химия редкоземельных элементов и иттрия / Д. И. Рябчиков, В. А. Рябухин. – Москва : Наука, 1966. – 455 с.
3. Способ извлечения редкоземельных металлов и иттрия из углей и золошлаковых отходов от их сжигания : пат. 2293134 РФ, МПК С 22 В 59/00, С 22 В 3/06, С 22 В 3/26 / В. И. Кузьмин, Г. Л. Пашков, Н. В. Карцева, С. С. Охлопков, В. Р. Кычкин, А. М. Сулейманов ; заявитель ИХХТ СО РАН, ОАО «Нижне-Ленское». – № 200511610/02 ; заявл. 26.05.2005; опубл. 10.02.2007 // Бюл. № 4.
4. Коровин, С. С. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х к. : учеб. для ВУЗов / С. С. Коровин [и др] : под ред. С. С. Коровина. – Москва : МИСИС, 1996. – 376 с.
5. Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды : учеб. для ВУЗов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. – 2-е изд., перераб и доп. – Москва : Химия, 1989. – 512 с.
6. Аналитическая химия алюминия / под ред. В. Н. Тихонова. – Москва : Наука, 1971. – 266 с.

*Статья поступила в редакцию 01.04.2011*

#### SUMMARY

The work considers the separation process of acid liquors of hydrocarbon cracking dead-catalyst that contain aluminum and rear-earth elements (case study for lanthanum). The obtained results demonstrate the possibility of selective precipitation of their compounds in certain pH-ranges.

УДК 543.253

### ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

*Н.П. Мелько СК Прохоров*

Из всего многообразия загрязнителей природной среды по степени опасности для человека и распространенности в объектах окружающей среды первое место принадлежит тяжелым металлам [1,2].

Одним из тяжелых металлов является медь, которая относится к микроэлементам. Она необходима организму человека для их нормального функционирования и протекания физиологических (биохимических) процессов – кроветворения, пигментации волос, воспроизводительной функции и др. Однако избыточное поступление меди вызывает токсические эффекты у людей и животных, связанные с серьезными нарушениями в обмене веществ. Так, хронический избыток меди в организме человека ведет к остановке роста, гемолизу и низкому содержанию гемоглобина, а также к нарушению тканей в печени, почках, мозге [3].

В этой связи необходимо контролировать содержание меди в объектах окружающей среды, воде, биологических средах и продуктах питания.

Для определения содержания меди чаще всего используют достаточно чувствительные и надежные атомно-абсорбционные методы. Однако такие методы требуют применения дорогостоящих и для многих лабораторий мало доступных спектрометров [4].

Перспективным методом определения меди в водных растворах является прямая потенциометрия (ионометрия) [5–7]. Метод прост, не требует дорогостоящих приборов и реактивов, имеет низкую относительную погрешность, является экспрессным и легко может быть автоматизирован [8].

Цель работы – разработка методики ионометрического определения меди в пищевых продуктах.

Все исследования проводили при постоянной температуре 25 °С с использованием иономера лабораторного марки И–130.2М, медьселективного индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01, имеющего (согласно паспортным данным) диапазон линейности электродной функции в интервале концентраций ионов меди от  $10^{-5}$  до  $10^{-1}$  моль/дм<sup>3</sup>, хлорсеребряного электрода сравнения марки ЭВЛ–1М3.1. Растворы готовили на дистиллированной воде из реактивов марки «ЧДА».

Для определения меди ионометрическим методом чаще всего используют фоновые электролиты, содержащие сульфат натрия, нитрат калия или ацетатный буферный раствор [5–8], поэтому в качестве фоновых электролитов исследованы растворы  $Na_2SO_4$ ,  $KNO_3$  и буферный раствор состава 0,05 моль/дм<sup>3</sup>  $CH_3COOH$  + 0,05 моль/дм<sup>3</sup>  $CH_3COONa$ . При этом фоновый электролит определяли, используя два важнейших критерия – наибольший диапазон линейности и максимальную крутизну электродной функции. Зависимости потенциала индикаторного электрода (E) от логарифма концентрации меди в растворе ( $-lgCCu$ ) строили по усредненным результатам трех измерений потенциала индикаторного электрода в стандартных растворах сульфата меди концентрацией (моль/дм<sup>3</sup>):  $8 \cdot 10^{-6}$ ;  $2 \cdot 10^{-5}$ ;  $2 \cdot 10^{-4}$ ;  $2 \cdot 10^{-3}$ ;  $2 \cdot 10^{-2}$ ;  $1 \cdot 10^{-1}$ . Относительная погрешность единичного измерения не превышала 1 %.

С целью апробации методики определяли медь в изюме и пшеничной муке. Подготовку проб к анализу проводили способом сухой минерализации в соответствии с ГОСТ 26929–94 [9], согласно которому пробы массой 25 г помещали в кварцевый тигель и обугливали на электрической плитке. После прекращения выделения дыма выполняли минерализацию проб в электрической печи, постепенно повышая температуру от 250 °С до 500 °С (на 50 °С в течение каждых 30 минут). Минерализацию продолжали при этой температуре до получения золы серого цвета. Затем пробы охлаждали до комнатной температуры, смачивали водным раствором азотной кислоты, выпаривали на водяной бане и сушили при температуре не выше 140 °С в течение 30 минут. После этого пробы помещали в охлажденную электрическую печь, нагревали постепенно до температуры 300 °С и выдерживали при этой температуре 30 минут. Цикл подготовки проб повторяли до тех пор, пока не образовалась зола белого (для муки) или слегка розоватого (для изюма) цвета, не содержащая обугленных частиц. После охлаждения золу изюма растворяли в 30 см<sup>3</sup>, а золу муки – в 10 см<sup>3</sup> фонового электролита и проводили по

три параллельных измерения потенциала индикаторного электрода. По средним арифметическим значениям потенциалов, используя градуировочную зависимость между  $E$  и  $-\lg C_{Cu}$ , определяли концентрацию меди в растворе, а затем рассчитывали содержание меди в изюме и пшеничной муке.

Исследования показали, что крутизна электродных функций для всех составов фоновых электролитов практически одинакова (линейные участки кривых параллельны). Однако наибольший диапазон линейности электродной функции наблюдается для фонового электролита, содержащего  $0,05$  моль/дм<sup>3</sup>  $KNO_3$ , и составляет  $10^{-5}$  –  $10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup> меди. Этот электролит использован в дальнейших исследованиях.

Согласно литературным данным, ионометрическому определению меди практически не мешают ионы других металлов, за исключением ионов железа (III) [8]. Для устранения мешающего влияния ионов  $Fe^{+3}$  в анализируемые растворы добавляют фторид натрия, который связывает железо в прочный комплекс [6,7].

В этой связи выполнены исследования по влиянию ионов  $Fe^{+3}$  и фторида натрия на величину потенциала медьселективного индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01. Основные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения потенциала индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01 в зависимости от состава раствора электролита

Концентрация $CuSO_4$ в растворе, моль/дм <sup>3</sup>	Значение потенциала $E$ , мВ		
	Раствор $CuSO_4$	Раствор $CuSO_4 + 0,001$ моль/дм <sup>3</sup> $Fe_2(SO_4)_3$	$CuSO_4 + 0,001$ моль/дм <sup>3</sup> $Fe_2(SO_4)_3 + 0,02$ моль/дм <sup>3</sup> $NaF$
$1 \cdot 10^{-4}$	0,1837	0,2113	0,1829
$8 \cdot 10^{-4}$	0,2093	0,2152	0,2086
$5 \cdot 10^{-3}$	0,2252	0,2273	0,2246
$1 \cdot 10^{-2}$	0,2392	0,2420	0,2388

Видно, что в присутствии ионов  $Fe^{+3}$  потенциал медьселективного индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01 больше, чем это наблюдается для растворов  $CuSO_4$ , не содержащих железа. При добавлении в раствор  $0,02$  моль/дм<sup>3</sup>  $NaF$  мешающее влияние ионов  $Fe^{+3}$  практически полностью устраняется, и значения потенциала индикаторного электрода во всех исследованных растворах становятся близкими к значениям в отсутствие ионов  $Fe^{+3}$ .

Таким образом, для ионометрического определения меди с применением индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01 оптимальным является фоновый электролит, содержащий  $0,05$  моль/дм<sup>3</sup>  $KNO_3 + 0,02$  моль/дм<sup>3</sup>  $NaF$ .

Таблица 2 – Значения потенциалов индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01 в стандартных растворах

Концентрация меди в растворе ( $C_{Cu}$ ), моль/дм <sup>3</sup>	$-\lg C_{Cu}$	$E$ , В			
		$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_{cp}$
$1 \cdot 10^{-5}$	5,00	0,1570	0,1564	0,1568	0,1567
$5 \cdot 10^{-5}$	4,30	0,1750	0,1748	0,1751	0,1750
$1 \cdot 10^{-4}$	4,00	0,1843	0,1837	0,1835	0,1838
$5 \cdot 10^{-4}$	3,30	0,2025	0,2030	0,2027	0,2027
$1 \cdot 10^{-3}$	3,00	0,2131	0,2127	0,2129	0,2129
$5 \cdot 10^{-3}$	2,30	0,2310	0,2305	0,2311	0,2309
$1 \cdot 10^{-2}$	2,00	0,2400	0,2403	0,2397	0,2400

Для определения меди по значениям измеренных потенциалов в модельных (стандартных) растворах и растворах, полученных после подготовки проб изюма и пшеничной муки, градуировочную зависимость устанавливали с помощью пяти стандартных растворов на фоновом электролите 0,05 М  $\text{KNO}_3$  + 0,02 М  $\text{NaF}$ , содержащих  $\text{CuSO}_4$  (моль/дм<sup>3</sup>):  $1 \cdot 10^{-5}$ ;  $5 \cdot 10^{-5}$ ;  $1 \cdot 10^{-4}$ ;  $5 \cdot 10^{-4}$ ;  $1 \cdot 10^{-3}$ ;  $5 \cdot 10^{-3}$ ;  $1 \cdot 10^{-2}$ . В таблице 2 представлены значения потенциала индикаторного электрода марки ЭМК–Cu–01, измеренные в этих стандартных растворах.

По усредненным значениям потенциала индикаторного электрода  $E_{cp}$  в стандартных растворах с различным содержанием меди построена зависимость  $E$  от  $(-\lg C_{Cu})$ , которая представлена на рисунке.

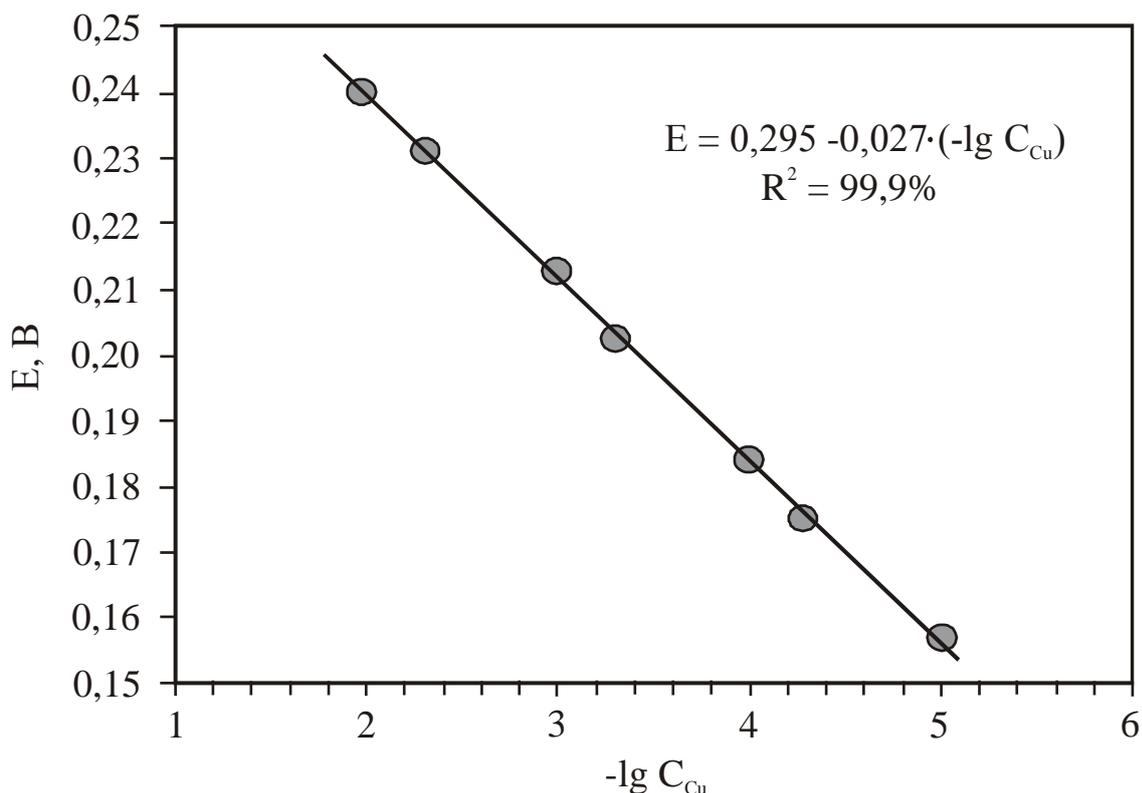


Рисунок – Градуировочная зависимость для меди

В программе Microsoft Excel по методу наименьших квадратов выполнена аппроксимация экспериментально полученных точек с подбором аппроксимирующей зависимости линейного вида и указанием достоверности полученной аппроксимации ( $R^2$ ). Из данных рисунка видно, что градуировочная зависимость для меди с достоверностью полученной аппроксимации  $R^2 = 99,9\%$  выражается уравнением:

$$E = 0,295 - 0,027 \cdot (-\lg C_{Cu}). \quad (1)$$

Для расчета основных аналитических характеристик методики ионометрического определения меди использовали метод «введено-найденно». С этой целью проводили по четыре параллельных измерения значения потенциала индикаторного электрода в каждом модельном (стандартном) растворе  $\text{CuSO}_4$  (моль/дм<sup>3</sup>): 1)  $6 \cdot 10^{-5}$ ; 2)  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 3)  $8 \cdot 10^{-4}$ ; 4)  $6 \cdot 10^{-3}$  («введено»). По значениям потенциала, используя градуировочную зависимость (рисунок, уравнение 1), рассчитали содержание меди в модельных растворах («найденно»). Результаты

обработаны методом математической статистики [10]. Они представлены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что относительная погрешность определения меди для более низких концентраций ( $6 \cdot 10^{-5}$  и  $3 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>) выше (3,75 и 3,63 % соответственно), чем для более высоких концентраций. Например, для концентрации меди в растворе  $8 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup> она составляет 1,00 %, а для концентрации  $6 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> – 1,01 %. Относительное стандартное отклонение также больше для низких концентраций (например, для  $6 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> оно составляет 7,0 %). По мере увеличения концентрации меди в растворе относительное стандартное отклонение уменьшается, и для концентрации меди в растворе  $6 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> оно составляет 0,9 %.

Таблица 3 – Результаты исследований модельных растворов CuSO<sub>4</sub> и основные аналитические характеристики

«Введено» меди моль/дм <sup>3</sup> ( $\mu$ )	«Найдено» меди моль/дм <sup>3</sup> ( $X_i$ )	Среднее арифметическое значение измеренной концентрации меди ( $X_{cp}$ ), моль/дм <sup>3</sup>	Относитель- ное стандартное отклонение ( $s_r$ ), %	Интервальное значение с доверительной вероятностью 95% $\mu_{изм} = X_{cp} \pm \Delta x$ , моль/дм <sup>3</sup>	Относитель- ная погрешность $\delta = (X_{cp} - X_i) \cdot 100 / X_{cp}$ , %
$6 \cdot 10^{-5}$	$6,16 \cdot 10^{-5}$ $6,43 \cdot 10^{-5}$ $6,48 \cdot 10^{-5}$ $6,52 \cdot 10^{-5}$	$6,40 \cdot 10^{-5}$	7,0	$(6,40 \pm 0,67) \cdot 10^{-5}$	3,75 0,47 1,25 1,88
$3 \cdot 10^{-4}$	$2,92 \cdot 10^{-4}$ $3,07 \cdot 10^{-4}$ $3,05 \cdot 10^{-4}$ $3,08 \cdot 10^{-4}$	$3,03 \cdot 10^{-4}$	2,5	$(3,03 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$	3,63 1,32 0,66 1,65
$8 \cdot 10^{-4}$	$8,09 \cdot 10^{-4}$ $7,94 \cdot 10^{-4}$ $8,08 \cdot 10^{-4}$ $7,93 \cdot 10^{-4}$	$8,01 \cdot 10^{-4}$	1,0	$(8,02 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$	1,00 0,75 0,87 1,00
$6 \cdot 10^{-3}$	$5,94 \cdot 10^{-3}$ $6,02 \cdot 10^{-3}$ $5,93 \cdot 10^{-3}$ $5,95 \cdot 10^{-3}$	$5,96 \cdot 10^{-3}$	0,9	$(5,96 \pm 0,08) \cdot 10^{-3}$	0,33 1,01 0,50 0,16

В ходе анализа изюма и пшеничной муки измеренные значения потенциала индикаторного электрода в растворе, полученном после подготовки проб, оказались равными (В): для пробы изюма 0,1678; 0,1673; 0,1675 (среднее арифметическое значение потенциала 0,1675 В); для пробы муки 0,1734; 0,1732; 0,1724 (среднее арифметическое значение потенциала 0,1730 В). По градуировочной зависимости (рисунок, уравнение 1) такие значения потенциала соответствуют концентрации меди в растворе  $1,925 \cdot 10^{-5}$  и  $3,029 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> соответственно для проб изюма и муки. Зная массу пробы и объем раствора, легко рассчитать, что содержание меди в изюме составляет 1,45, а в пшеничной муке – 0,77 мг/кг. Такое содержание меди не превышает ПДК этого металла, которое по нормативным документам составляет 5 мг/кг для изюма и 15 мг/кг для пшеничной муки [11].

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Определение ионов меди в пищевой продукции можно проводить потенциометрическим методом с применением ионселективного индикаторного

электрода марки ЭМК–Cu–01 на фоне 0,05 М  $KNO_3$  + 0,02 М  $NaF$  в интервале концентраций от  $1 \cdot 10^{-5}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>.

2. Разработанная методика позволяет определять медь в водных растворах электролитов с относительной погрешностью, не превышающей 3,75 % и относительным стандартным отклонением менее 7,0 %.

#### Список использованных источников

1. Тиво, П. Ф. Тяжелые металлы и экология / П. Ф. Тиво, И. Г. Быцко. – Минск : Юником, 1996. – 185 с.
2. Трахтенберг, И. М. Тяжелые металлы во внешней среде / И. М. Трахтенберг, В. С. Колесников, В. П. Луковенко. – Минск : Наука и техника, 1994. – 120 с.
3. Рейли, К. Металлические загрязнители пищевых продуктов / К. Рейли. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 184 с.
4. Сырье и продукты пищевые. Атомно–абсорбционный метод определения токсичных элементов: Гост 30178. – введ. 01.07.1998. – Москва : Издательство стандартов, 1998. – 16 с.
5. Шпигун, Л. К. Проточно-инжекционный анализ. Потенциометрическое определение меди (II) в водах / Л. К. Шпигун, О. В. Базанова, Н. М. Кузьмин // ЖАХ. – 1988. Т. 43. – № 12. – С. 2200–2205.
6. Овчинников, А. А. Потенциометрический метод определения критического содержания меди в полимерных композитах / А. А. Овчинников, А. А. Хорошилов, К. Н. Булгакова, Н. Д. Володин // ЖАХ. – 1999. Т. 54. – № 7. – С. 725–727.
7. Гуськова, В. П. Ионметрическое определение меди в молоке и молочных продуктах / В. П. Гуськова, И. В. Крупина, Л. С. Сизова // ЖАХ. – 1988. Т. 43. – № 11. – С. 2036–2038.
8. Демина, Л. А. Ионметрия в неорганическом анализе / Л. А. Демина, Н. Б. Краснова, Б. С. Юрищева, М. С. Чупахин. – Москва : Химия, 1991. – 192 с.
9. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. – Введ. 01.01.1996. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 12 с.
10. Дерффель, К. Статистика в аналитической химии / К. Дерффель. – Москва : Мир, 1994. – 146 с.
11. СанПиН 11 63 РБ 98. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. – Введ. 29.04.1998. – Минск : 1999. – 218 с.

*Статья поступила в редакцию 13.04.2011*

#### SUMMARY

The technique of electrometric definition of ions of copper in food production against 0,05 M  $KNO_3$  + 0,02 M  $NaF$  is offered.

УДК 661.872+628.1.033

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ ИЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ

Рациональное использование природных ресурсов в настоящее время приобретает особое значение. Решение этой актуальной народнохозяйственной проблемы предполагает разработку эффективных безотходных технологий за счёт комплексного использования сырья, что одновременно приводит к ликвидации огромного экологического ущерба, оказываемого хранилищами отходов. Большинство отходов промышленного производства отходами не являются, поскольку могут заменить природные ресурсы, а во многих случаях по своим качественным показателям являются уникальным сырьём [1, 2]. Годовой экономический ущерб от загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления оценивается на уровне 10 % от ВВП.

Наиболее рациональным направлением утилизации промышленных отходов является их использование как техногенного сырья при получении различного вида продукции и, прежде всего, строительного назначения. Важнейший резерв ресурсосбережения в строительстве – это широкое использование вторичных материальных ресурсов: неорганических отходов теплоэлектроцентралей и станций обезжелезивания. Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – их использование в производстве строительных материалов, что позволяет удовлетворить потребности в сырье до 40 %. Применение отходов промышленности позволяет на 10 – 30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с их производством из природного сырья [3].

Республика Беларусь не имеет собственного производства железосодержащих пигментов, а потребность в них превышает 5000 тонн в год [4, 5].

В Республике Беларусь не решён вопрос утилизации отходов станций обезжелезивания. Ежегодно на четырёх станциях обезжелезивания Витебска образуется около 3000 тонн железосодержащих отходов. Подземные воды большинства регионов Беларуси характеризуются повышенным содержанием железа. На водозаборе № 4 Витебска вода, подающаяся на станцию обезжелезивания, содержит 3,5 мг/л ионов железа, при санитарно-гигиенической норме – 0,3 мг/л. Повышенное содержание железа в воде придаёт ей буроватую окраску, неприятный металлический привкус, вызывает зарастание водопроводных сетей, является причиной брака в текстильной, пищевой, бумажной, химической промышленности. Повышенное содержание железа в питьевой воде вредно для здоровья человека. При продолжительном введении в организм железа его избыток накапливается в печени в коллоидной форме оксида железа, получившей название гемосидерина, который вредно действует на клетки печени, вызывая их разрушение. Поэтому воду с повышенным содержанием железа необходимо обезжелезивать [6].

Преобладающей формой существования железа в подземных водах является бикарбонат железа (II). Железо встречается также в виде сульфида, карбоната и сульфата. Гидроксид железа может присутствовать в воде в коллоидном состоянии, которое является одной из основных форм его существования. Окисление железа (II) кислородом воздуха происходит по реакции



По стехиометрии на окисление 1 мг железа (II) расходуется 0,143 мг растворённого в воде кислорода. Скорость окисления соединений железа (II) значительно возрастает при хлорировании воды (нормальный окислительно-восстановительный потенциал хлора равен 1,36 В). Соединения железа (II) в присутствии гидрокарбонатов полностью гидролизуются по реакции:



По стехиометрии на окисление 1 мг железа (II) расходуется 0,64 мг хлора.

Обезжелезивание поверхностных вод можно осуществлять лишь реагентными методами, а для удаления железа из подземных вод наибольшее распространение получили безреагентные методы. К реагентным методам относятся: аэрация, окисление, фильтрование, известкование, электрокоагуляция, катионирование, озонирование. Из применяемых в настоящее время безреагентных методов обезжелезивания воды перспективными являются: вакуумно-эжекционная аэрация и фильтрование, упрощённая аэрация и фильтрование, фильтрование на каркасных фильтрах, ультрафильтрование. Безреагентные методы обезжелезивания могут быть применены, когда исходная вода характеризуется рН не менее 6,7. На водозаборе № 4 Витебска для обезжелезивания воды применяется метод фильтрования на каркасных фильтрах. Сущность обезжелезивания воды по этому методу заключается в том, что ионы железа (II) после окисления переходят в осаждающиеся ионы железа (III). Гидроксид железа, формирующийся в нижней части аппарата, намывается на патрон. Нарастающий на патроне слой гидроксида железа служит контактным материалом для новых постоянно намываемых агрегатов. Авторы настоящей работы установили, что неорганические отходы станций обезжелезивания можно использовать для изготовления высококачественных пигментов. Пигменты являются важными ингредиентами пластмасс, резины, синтетических волокон, бетона, керамики, лакокрасочных и других строительных материалов. Повторное применение пигментов невозможно, поэтому вопрос об экономном их использовании с каждым годом приобретает всё большую актуальность. По литературным данным, основным источником сырья для получения высококачественных синтетических железосодержащих пигментов является металлическое железо и его растворимые соли [4]. В настоящее время наметились определённые тенденции между стремлением к повышению качества выпускаемых синтетических пигментов и использованием дешёвого сырья для их получения, в частности, отходов различных производств. Такими отходами являются: растворы, содержащие соли железа (отработанные травильные растворы), твёрдые соли (железный купорос), твёрдые оксидные и пастообразные гидроксидные железосодержащие отходы (железосодержащие шламы). В литературе нет сведений о получении пигментов из отходов (шлама) станций обезжелезивания.

Химический состав неорганических отходов станций обезжелезивания определялся с помощью методов количественного анализа. В зависимости от сезона и места добычи образцы содержали от 5 до 35 % влаги. Образцы массой от 4 до 11 г высушивались до постоянного веса при 105 – 110 °С. Анализы проводились в усреднённой пробе в трёх параллельных образцах. Качественный анализ показал, что ионы двухвалентного железа в пробах отсутствуют. Для определения ионов трёхвалентного железа был выбран гравиметрический метод осаждения в виде гидроксида, так как определение ионов  $Fe^{3+}$  с помощью жёлтой кровяной соли затруднительно из-за плохого осаждения мелкодисперсного синего осадка и длительного фильтрования. Осаждение ионов  $Fe^{3+}$  проводилось 1,5-кратным избытком  $NH_4OH$  при нагревании согласно методике [7]. Прозрачный фильтрат после осаждения гидроксида железа использовался для определения содержания кальция и магния. Анализ проводился комплексонометрическим методом с помощью трилона Б и индикаторов хромогена чёрного для определения суммы  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  и мурексида для определения  $Ca^{2+}$ .

Высушенный шлам с влажностью 2 – 3 % по качественным показателям не уступает строительному пигменту типа «охра» с содержанием оксида железа (III) 18 – 30 %. Размер частиц строительного пигмента не должен превышать 150 мк. Поэтому высушенный шлам необходимо измельчать в шаровой мельнице в течение 2 часов. Установлен температурный режим прокаливания отходов. Учитывая, что соединения железа, кальция и магния разлагаются при следующих

температурах:  $Fe(OH)_3$  и основные соли железа – 600 – 630 °С;  $CaCO_3$  – 898 °С;  $MgCO_3$  – 350 °С, шлам прокаливался при 900°С в течение 2 ч. В прокалённых отходах с помощью метода гравиметрии определялось только содержание железа, так как от этого зависит технология производства строительных материалов. Содержание оксида трёхвалентного железа в прокалённых отходах изменялось в пределах 68 – 84 %. Прокалённые отходы по качественным показателям соответствуют железному сурику.

Содержание тяжёлых металлов (микроэлементов) в железосодержащем шламе определялось на спектрографе. Установлено, что содержание в отходах большинства тяжёлых металлов незначительно, т.е. не превышает предела чувствительности метода анализа. К таким элементам относятся кадмий, сурьма, висмут, мышьяк, вольфрам, германий, хром, стронций, ванадий, никель, бериллий, скандий, цинк, ртуть, свинец, медь, олово.

Определение технических характеристик пигментов, полученных из отходов станций обезжелезивания, проводилось по стандартным методикам. Укрывистость определялась по ГОСТ «Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости». Для проведения испытаний использовали стеклянную пластинку размером 100x300 мм, толщиной 2 – 2,5 мм, на одной стороне которой имеются три полосы: по краям две полосы, нанесённые чёрной краской, а между ними – полоса, нанесённая белой краской. Ширина каждой полосы 15 мм, длина 250 мм. Непрокалённые и прокалённые отходы растирались с натуральной олифой «Оксоль» и кистью наносились на лицевую сторону поверхности предварительно взвешенной пластинки с тремя полосами, закрашивая площадь 100x250 мм до тех пор, пока полосы на пластинке становятся невидимыми.

Укрывистость определялась по следующим формулам:

1. В расчёте на сухой пигмент

$$X = \frac{(m_1 - m) \cdot 10000}{S}, \quad (1)$$

где  $X$  – укрывистость, г/м<sup>2</sup>;

$m_1$  – масса стеклянной пластинки с нанесённым слоем краски, г;

$m$  – масса стеклянной пластинки до покраски, г;

**10000** – площадь 1 м<sup>2</sup>, выраженная в см<sup>2</sup>;

$S$  – укрываемая площадь стеклянной пластинки, см<sup>2</sup>.

2. В расчёте на малярную консистенцию

$$X = \frac{(m_1 - m) \cdot (100 - m_2) \cdot 10000}{S \cdot 100}, \quad (2)$$

где  $X$  – укрывистость, г/м<sup>2</sup>;

$m_1$  – масса стеклянной пластинки с нанесённым слоем краски, г;

$m$  – масса стеклянной пластинки до покраски, г;

$m_2$  – содержание олифы в краске, г;

**100** – **100** % малярная консистенция;

**10000** – площадь 1 м<sup>2</sup>, выраженная в см<sup>2</sup>;

$S$  – укрываемая площадь стеклянной пластинки, см<sup>2</sup>.

Для определения маслоёмкости пигментов навеску 5±0,1 г помещали в стакан, в который из микробюретки по каплям приливали льняное масло при перемешивании. Приливание масла прекращали в момент образования сплошного комка. Маслоёмкость пигмента вычисляли по формуле

$$M = \frac{V \cdot P \cdot 100}{m}, \quad (3)$$

где  $M$  – маслоёмкость, г;

$V$  – объём льняного масла, израсходованный на насыщение пигмента, мл;

$P$  – плотность льняного масла, г/см<sup>3</sup>;

**100** – **100** г пигмента;

$m$  – масса навески пигмента, г.

Для определения реакции водной вытяжки (рН пигмента) в стакан на 200 мл к навеске 2±0,0002 г пигмента приливали 100 мл дистиллированной воды и кипятили в течение 5 минут. После охлаждения содержимое переливали в мерную колбу ёмкостью 200 мл, добавляли до метки дистиллированную воду и фильтровали. Затем определяли рН отобранной водной вытяжки при помощи рН-метра со стеклянным электродом. В таблице 1 приведены качественные показатели непрокалённых и прокалённых неорганических отходов станций обезжелезивания Витебска.

Таблица 1 – Качественные показатели отходов

Наименование показателя	Значение показателя	
	Непрокалённые отходы	Прокалённые отходы
Внешний вид	Тонкодисперсный порошок оранжевого цвета	Тонкодисперсный порошок тёмно-красного цвета
Степень дисперсности	140 – 150 мкм	140 – 150 мкм
Содержание оксида трёхвалентного железа	18 – 30 % (мас.)	68 – 84 % (мас.)
Укрывистость	60 – 70 г/м <sup>2</sup>	15 – 20 г/м <sup>2</sup>
Потери при прокаливании	–	22 – 25 % (по массе)
Маслоёмкость	30 – 32 г на 100 г пигмента	19 – 20 г на 100 г пигмента
Реакция водной вытяжки (рН)	7,2 – 7,4	7,1 – 7,3

Вторая задача настоящего исследования – разработка неэнергоёмкой, ресурсосберегающей, экологобезопасной технологии утилизации шлама продувочной воды теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Вопрос утилизации отходов ТЭЦ, образующихся после водоподготовки, в Республике Беларусь до сих пор не решён. На многих ТЭЦ для очистки воды от примесей в качестве коагулянта используют сульфат железа. Согласно данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, ежегодно на ТЭЦ, входящих в состав РУП «Минскэнерго», образуется 3700-3800 тонн железосодержащих отходов (Минские теплоэлектроцентрали № 3, № 4, № 5). Ежегодно на ТЭЦ республики образуется около 14 тысяч тонн сухого шлама (отходов). Периодически, не реже одного раза в год, на ТЭЦ производят чистку ёмкостей, накопившийся шлам сливают в отстойники. Через 2-3 года отстойники освобождают от шлама и вывозят его на свалку. В результате требуются средства на природоохранные мероприятия.

Авторы настоящей работы установили, что прокалённые железосодержащие отходы ТЭЦ могут быть использованы в качестве пигмента и наполнителя в составе фасадной краски. В таблице 2 приведён состав фасадной краски.

Таблица 2 – Состав фасадной краски коричневого цвета

Сополимер	Растворители, кг/мас. %	Диоктилфталат	Прокалённые	Общий

акрилонитрила и винилхлорида, кг/мас. %	Диметил- формаид	Бутилацетат	кг/мас. %	отходы ТЭЦ, кг/мас. %	вес состава, кг/мас. %
91,8/9,0	255/25	255/25	20,4/2,0	397,8/39	1020/100

Технология производства фасадной краски заключается в следующем: 25 мас. % диметилформаида смешивают с 25 мас. % бутилацетата в ёмкости (реакторе) при температуре 15 – 25 °С. В полученный смешанный растворитель закачивается насосом диоктилфталат (2 мас.%) и при непрерывном перемешивании загружается сополимер акрилонитрила и винилхлорида (9 мас.%). Растворение сополимера и получение лака происходит в течение 3,5 – 4 часов при непрерывном механическом перемешивании. Полученный лак перекачивается насосом в шаровую мельницу, куда загружаются предварительно отвешенные прокалённые отходы ТЭЦ (39 мас.%). Перетир компонентов производится в течение 10 – 12 часов. Контроль качества перетира производят по прибору «Клин». В таблице 3 приведены свойства фасадной краски.

Таблица 3 – Свойства фасадной краски

Свойства	Единица измерения	Норма оптимальных показателей	Свойства новой фасадной краски
Массовая доля нелетучих веществ	%	56–60	57–59
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при 20±0,5 °С	с	50–100	65–85
Степень перетира, не более	мкм	100	100
Время высыхания при 20±0,5 °С до степени 3	час	2,0	2,0
Укрывистость	г/м <sup>2</sup>	110–140	115–120
Стойкость к статическому действию воды	час	10	20–22
Атмосферостойкость	год	5–6	9–10

Новая композиция может найти широкое применение в качестве фасадной краски, а также как антикоррозионное покрытие металлических и железобетонных конструкций.

#### Список использованных источников

1. Бусел, А. В. Использование крупнотоннажных бытовых и промышленных отходов / А. В. Бусел // Строительные материалы. – 1994. – № 9. – С. 7-9.
2. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учебно-справочное пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 368 с.
3. Киушкин, Э. В. Разработка экологически безопасной технологии утилизации шлама химводоподготовки ТЭЦ : автореф. дис. ... канд. тех. наук: 250036 / Э. В. Киушкин // Нижегород. гос. арх. строит. ун-т. – Н.Новгород, 2002. – 21 с.
4. Ещенко, Л. Получение высокодисперсного  $\text{-Fe}_2\text{O}_3$  и композиционных пигментов на его основе / Л. Ещенко, В. Салоников // Наука и инновации. – 2004. – № 3. – С. 6-16.

5. Корди́ков, В. Д. Разработка технологии пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих отходов : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.17.01 / В. Д. Корди́ков // Бел. госуд. технолог. ун-т. – Минск, 2001. – 21 с.
6. Фрог, Б. Н. Водоподготовка : учебн. пособие для вузов / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – Москва : МГУ, 1996. – 680 с.
7. Крешков, А. П. Основы аналитической химии : учеб. для студ. вузов / А. П. Крешков. – 3-е изд., перераб. – Москва : Химия, 1970. – Т. 2. – 456 с.

*Статья поступила в редакцию 21.02.2011*

#### SUMMARY

A resource-saving, ecology-friendly technology to utilize disiron stations and thermal power plants waste has been developed. The chemical contents of the waste and hard metal contents have been studied. The volume of hard metal contents has been defined by atomic-emission analysis. It has been stated that the waste may be used for production of construction pigment and facade paint.

УДК 502.51(476.5)

### **ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

***В.Е. Савиц, О.Н. Мана***

Добыча и переработка нефти, транспортировка, использование и хранение нефтепродуктов (мазута, дизтоплива, бензина, масел) связаны с загрязнением нефтью территорий скважин, чрезвычайными ситуациями при ее транспортировке всеми видами транспорта и по трубопроводам, утечками нефтепродуктов из хранилищ. Аварийные разливы нефти приводят к загрязнению значительных по площади территорий, являющихся районами водосбора различных рек. Последствием нефтяного загрязнения территорий и водных объектов является ущерб здоровью людей и окружающей природной среде, приводящий даже к человеческим жертвам, а также к значительным материальным и финансовым потерям, нарушению условий жизнедеятельности людей, производственной деятельности предприятий.

Обзор литературных источников позволил выделить основные источники попадания нефти в водный объект, провести анализ существующих методов предупреждения разливов нефти и способов ее ликвидации. На основе этого сделан вывод о необходимости повышения качества организации и управления деятельностью государственных контролирующих и надзорных органов власти, крупных предприятий нефтяной отрасли по предупреждению и ликвидации последствий разливов нефти по водным объектам за счет автоматизации обработки разнотипной пространственной информации. Анализ применяемых методов и способов борьбы с аварийными разливами нефти по водной поверхности показал, что недостаточно уделено внимания применению современных информационных систем для прогнозирования последствий воздействия аварийных разливов нефти на окружающую среду, которые учитывали бы весь возможный спектр параметров аварий и морфологические характеристики объекта воздействия (динамические характеристики рек, метеорологических условия, сезонность) [1].

Водно-экологическое картографирование применимо в рамках выполнения основных задач управления водными ресурсами: при разработке современных методов и средств оценки состояния водных объектов и прилегающих территорий с

целью своевременного снижения антропогенных воздействий на водные объекты; для оценки роли различных источников загрязнения в общем процессе формирования качества воды, а также отвечает основным стратегическим направлениям совершенствования мониторинга водных объектов, в том числе совершенствованию технологии обработки информации и ведения баз данных о состоянии водных объектов [2].

Водно-экологическое картографирование включает несколько основных направлений: картографирование качественного состояния водных объектов, антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны, самоочищения поверхностных вод и условий выноса загрязняющих веществ с водосборных территорий в водные объекты; медико-гигиенической обстановки, связанной с качеством воды; водоохраных мероприятий и организации водопользования. Применение данных направлений в комплексе для единой территории позволяет решать информационно-справочные и аналитическо-оценочные задачи при изучении процессов, состояния и взаимосвязей отдельных компонентов в системе «водные объекты – водосборные бассейны – антропогенное воздействие – водно-экологические проблемы» [2].

Геоинформационное водно-экологическое картографирование, отражающее пространственно-временные аспекты взаимодействия в системе «водные объекты – водосборные бассейны – антропогенное воздействие – водно-экологические проблемы – гидроэкологическая безопасность», образует самостоятельное направление в тематическом картографировании, позволяющее на основе создания взаимосвязанной серии карт аналитико-оценочного содержания проанализировать водно-экологическую обстановку, в том числе в условиях недостаточного информационного обеспечения [2].

Геоинформационная технология (ГИС–технология) – это совокупность приемов, способов и методов применения средств вычислительной техники, позволяющая реализовать функциональные возможности ГИС для анализа исходных данных, выполнения расчетов и представления в картографической форме полученных результатов. Эта технология объединяет преимущества визуализации и географического анализа изучаемых объектов реального мира, которые предоставляет карта, с возможностью работы с базами цифровых данных. Кроме того, она позволяет представить результаты анализа в печатном виде. Большие возможности дает использование ГИС для анализа гидрологической информации, предсказания наводнений, управления водными ресурсами и других работ, где необходимо точно знать временное и пространственное распределение различных гидрологических характеристик на речном водосборе и иметь возможность как оценки их состояния, так и прогноза возможных изменений [3].

Для полноценного научного оформления рассматриваемого направления необходимо научное обобщение опыта работ, разработка единого методологического подхода к созданию водно-экологических карт с выделением основных принципов исследования, тематическое наполнение подсистем водно-экологических ГИС.

Среди общенаучных принципов, применимых к водно-экологическому картографированию с использованием ГИС-технологий, наиболее важными являются принципы системности картографирования и картографического моделирования [2].

Применение ГИС-технологий позволит на высоком уровне обрабатывать разнотипную пространственную и атрибутивную информацию об общегеографических объектах и источнике аварии, описывать природные характеристики и использовать эту информацию для анализа и расчета распространения нефти по водной поверхности, получать не только наглядный картографический материал, но и рекомендуемый список действий для локализации и ликвидации возможной аварии [1].

Целью данной работы была оценка районов водосбора реки Западная Двина на территории Витебской области, являющихся потенциальными источниками нефтяного загрязнения реки при попадании на них нефтепродуктов, вследствие аварии на трубопроводном транспорте или на объектах использования нефтепродуктов. Оценка районов водосбора производилась с использованием картографического моделирования.

Проведенный анализ исследований, основанных на применении аппарата математического моделирования качества поверхностных вод, предусматривающего использование классических подходов (с использованием уравнения турбулентной диффузии, моделирования распространения примесей в потоке, статистических методов обработки информации, техники имитационного моделирования) и современного опыта создания и исследования моделей оценки качества поверхностных вод, а также принципов геомоделирования пространственно распределенных объектов, позволяет выявить наиболее оптимальные пути решения проблемы минимизации экологического ущерба при загрязнениях водных объектов.

Одним из методов оценки уровня загрязнения водных объектов является метод предварительного ранжирования загрязняющих веществ по трем классам [4]. Для каждого вещества из перечня, у которого концентрация не равна 0, вычисляется коэффициент воздействия (нормирование концентрации относительно предельно допустимого значения – ПДК). Вещества ранжируются (упорядочиваются) по степени воздействия. Все вещества, для которых коэффициент воздействия больше 1, объединяются в группу лимитирующих показателей. Для каждой группы рассчитывается ИЗВ исходя из лимитирующих показателей. За индекс качества воды принимается интегральный скалярный показатель качества воды, равный большему из рассчитанных показателей:

$$J = \max(J1, J2, J3). \quad (1)$$

Для оценки уровня загрязненности водных объектов используется также методика определения приоритетности поллютантов поверхностных вод, в основу которой положен принцип реализации экспоненциального закона, характеризующего динамику нарастания поражающего эффекта при контакте с токсикантом [4]. В качестве оценочных показателей опасности поллютанта для определенного водоема предлагается использовать коэффициент приоритетности поллютанта, который можно выразить в виде формулы:

$$K_{пр.поллют.} = a_i \cdot b_i \cdot e^{\left( \frac{c_i \cdot ПДК_i}{ПДК_i} \right)}, \quad (2)$$

где  $a_i$  – весовой коэффициент, отражающий долю вклада каждого загрязнителя в общий объем негативного воздействия поллютантов на рассматриваемый водный объект;

$b_i$  – коэффициент биодоступности, характеризующий свойства поллютанта входить в контакт с объектом воздействия;

$e$  – экспонента, описывающая зависимость биологического эффекта действия поллютанта на здоровье человека от роста концентрации данного поллютанта в водном объекте;

$c_i$  – концентрация оцениваемого поллютанта;

$ПДК_i$  – ПДК оцениваемого поллютанта.

Для проведения исследований нами использовалась методика пространственного моделирования на основе цифровой модели рельефа с целью построения линий водоразделов и водосборных бассейнов для исследования

антропогенной нагрузки на водные объекты [5]. При использовании данной методики была разработана математическая модель формирования качества воды на части водосбора реки Западная Двина.

Общая длина реки Западная Двина составляет 1020 км, из которых 328 км – на территории Республики Беларусь. Площадь бассейна Западной Двины — 87,9 тыс. км<sup>2</sup>. Общее падение реки на территории республики составляет 38 м, плотность речной сети 0,45 км/км<sup>2</sup>, озёрность – 3 %. Долина реки трапецеидальной формы, местами глубоко врезанная или невыразительная. Ширина долины в верхнем течении до 0,9 км, в среднем 1—1,5 км, в нижнем – 5—6 км. Пойма преимущественно двусторонняя. Русло умеренно извилистое, слабо разветвлённое, местами с порогами. Выше Витебска выход на поверхность девонских доломитов образует пороги протяжённостью 12 км [6].

Для оцифровки рельефа применялась топографическая карта "Витебская область" (масштаб 1:100000). На основе оцифрованной карты рельефа местности была построена сеточная модель (грид-модель) четырех участков р. Западная Двина, которые сравнивались с первым участком (базовым, не имеющим уклона):

- первый участок – базовый;
- второй участок от г.п. Бешенковичи до г.п. Улла;
- третий участок от г. п. Будилово до г. п. Шумилино;
- четвертый участок от г. Новополоцка до г. Дисна;
- пятый участок от г.п. Сураж до г. Витебска.

Каждый из рассматриваемых участков включает 8x9 ячеек с размерами 2000 на 2000 м. Высоты на исследованных участках изменяются следующим образом: от 113 до 153 м (Бешенковичи – Улла), от 117 до 157 м (Будилово – Шумилино), от 105 до 155 м (Новополоцк – Дисна), от 136 до 184 м (Сураж – Витебск) с шагом 20 м. Таким образом, полученная сетка представляет собой двумерный массив значений высот рельефа местности  $Z_{i,j}$ :

$$\begin{aligned} Z_{(i,j)}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; \\ x_i = (i-1) \cdot dx + x_0; \\ y_i = (j-1) \cdot dy + y_0; \\ Z_{min} \leq Z_{(i,j)} \leq Z_{max}, \end{aligned} \quad (3)$$

где ось  $x$  направлена слева направо; ось  $y$  снизу вверх;  $dx$  – шаг по оси  $x$ , м;  $dy$  – шаг по оси  $y$ , м;  $Z_{(i,j)}$  – высота, м;  $Z_{min}$ ,  $Z_{max}$  – минимальная и максимальная высоты соответственно.

Общая площадь водосбора определялась по формуле

$$S = n \cdot m \cdot dx \cdot dy, \quad (4)$$

где  $S$  – общая площадь, м<sup>2</sup>

Таким образом, любой рассматриваемый участок представляет собой матрицу. Для объективности сравнения рассматривали одинаковую базовую матрицу для всех участков. Базовая (контрольная) площадь для рассматриваемых участков водосбора р. Западная Двина при  $dx = 2000$  м,  $dy = 2000$  м,  $n = 8$ ,  $m = 9$  составит  $288 \cdot 106 \text{ м}^2$  ( $288 \text{ км}^2$ ).

Каждому элементу этой матрицы соответствует элементарная площадка водосборной территории площадью:

$$dS_{i,j} \cong dx \cdot dy \cdot \sqrt{(I_{i,j}^2 + 1)}, \quad (5)$$

где  $I_{ij}$  – средний уклон.

По формулам (4), (5) были произведены расчеты элементарных площадей  $dS_{ij}$  для каждого из рассматриваемых участков и определена суммарная площадь водосбора на каждом из четырех рассматриваемых участков  $S_{ij}$ . Результаты расчетов элементарных площадей водосборной территории исследуемых участков р. Западная Двина представлены в таблице. Нами была составлена компьютерная программа, позволяющая автоматизировать расчет с использованием данной картографической модели.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что элементарная площадь водосбора зависит от уклона местности и увеличивается при увеличении уклона местности на данной элементарной площадке.

Таблица – Элементарные площади водосборной территории исследуемых участков реки Западная Двина

Исследуемый участок	Средний уклон, $I$	Средняя площадь, $dS$ , м <sup>2</sup>
1. Базовый (контрольный)	0	4000000,00
2. Сураж – Витебск	0,0102	4000208,07
3. Бешенковичи – Улла	0,0129	4000399,98
4. Будилово – Шумилино	0,0194	4001505,44
5. Новополоцк – Дисна	0,0284	4001612,79

На рис. представлены результаты расчетов общей площади водосбора исследуемых участков. Наибольшую площадь водосбора имеют участок 4 – 288,108 км<sup>2</sup> (Будилово – Шумилино) и участок 5 – 288,116 км<sup>2</sup> (Новополоцк – Дисна). Наименьшую площадь водосбора 288,014 км<sup>2</sup> имеет участок 2 (Сураж – Витебск) с меньшим средним уклоном по ячейкам.

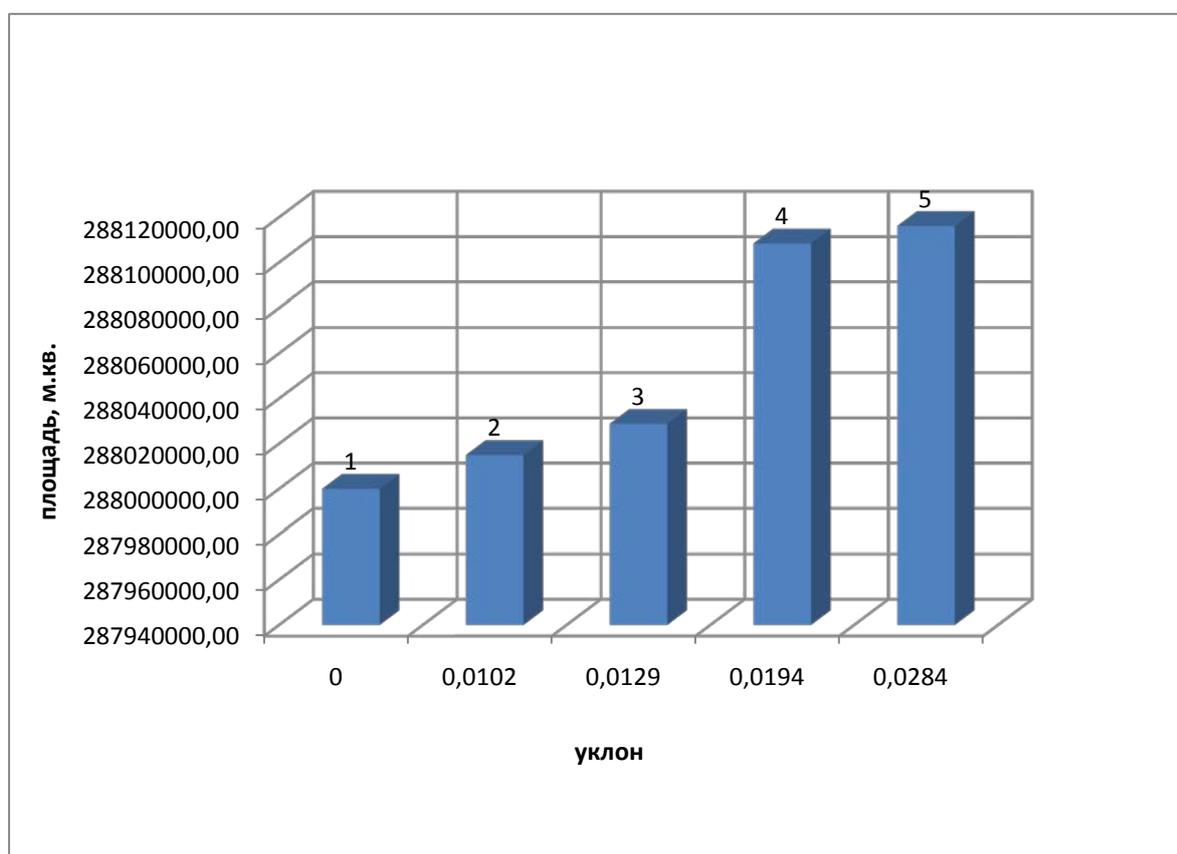


Рисунок – Площадь водосбора исследуемых участков:

- 1 – базовый (контрольный); 2 – Сураж – Витебск; 3 – Бешенковичи – Улла;  
4 – Будилово – Шумилино; 5 – Новополоцк – Дисна

Прослеживается следующая закономерность: чем больше показатель уклона местности, тем больше значение площади водосбора, причем это можно отметить как для отдельных (элементарных) площадок, так и для площади водосборной территории всего исследуемого района.

Масштабное расширение задач по оценке состояния окружающей среды требует разработки новых методик, позволяющих на современном уровне технических решений оценивать масштабы загрязнения нефтяного загрязнения водных объектов. Актуальным является проведение превентивных мероприятий, которые позволят минимизировать экологический ущерб в случае возможного нефтяного загрязнения водотоков (рек) в каждом отдельном районе водосбора.

Построение модельных водосборов позволяет определить площади водосбора на уровне любого створа для оценки вклада неточечных источников загрязнения. Проведенные исследования дают возможность оценить масштабы загрязнения нефтепродуктами при возникновении аварийной ситуации, учитывая рельеф местности, и в дальнейшем применить адекватные меры по ее ликвидации.

#### Список использованных источников

1. Атнабаев, А. Ф. Геоинформационное моделирование аварийных разливов нефти по крупным и мелким рекам / А. Ф. Атнабаев, С. В. Павлов, И. А. Галлямов // Проблемы и перспективы внедрения информационных технологий в Росводресурсах : матер. Всероссийского совещания Федерального агентства водных ресурсов. – Уфа : УГАТУ, 2005. – С. 69-75.
2. Ротанова, И. Н. Геоинформационное картографирование для оценки водно-экологической ситуации (Опыт на примере Алтайского края) / И. Н. Ротанова, В. Г. Ведухина // Эко-бюллетень ИНЭКА. – 2009. – № 4 (135). – С. 25-30.
3. Орлова, Е. В. Определение географических и гидрологических характеристик бассейна Печоры с использованием ГИС-технологии / Е. В. Орлова // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 4. – 81-88.
4. Мазурова, В. Е., Определение приоритетных для исследования загрязнителей поверхностных вод на примере бассейна реки Дон / В. Е. Мазурова // Экологические аспекты сохранения исторического и природно-культурного наследия : Всероссийская научно-практическая конференция. – Волгоград, 2008. – С. 180 – 182.
5. Архипова, О. Е. Информационно-аналитическая среда оценки качества поверхностных вод речного бассейна / О.Е. Архипова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2006. – № 56. – С. 3-12.
6. Западная Двина – Даугава. Река и время / Л. С. Аносова [и др.] ; под общ. ред. В. Ф. Логинова, Г. Я. Сегалю. – Минск : Беларус. наука, 2006. – 270 с.

*Статья поступила в редакцию 13.04.2011*

#### SUMMARY

The emergency floods of oil result in to impurity of significant terrains on the area, being regions of a drainage area of the various rivers.

The purpose of the yielded work was an assessment of regions of a drainage area of the river Zapadnaya Dvina in terrain of Vitebsk region. The assessment of regions of a drainage area was made with use of cartographical simulation.

Carried out studies enable to size up plotting scales of impurity by petroleum derivatives at origination of a contingency situation, allowing for a hypsography.

## ВЛИЯНИЕ СШИВАЮЩЕГО АГЕНТА НА ВОДОРАСТВОРИМОСТЬ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО

*В.Г. Сидина ИМРавел, ТВ Мнню*

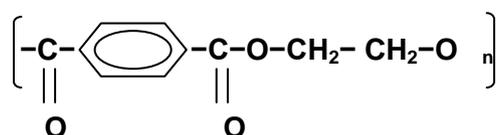
*А.В Чравий ИМТрва*

Полимерные материалы природного и синтетического происхождения широко используются для восстановления, замены или укрепления биологических тканей. Благодаря развитой пространственной структуре после вживления в организм они способны прорасти тканью, образуя на поверхности биологическую выстилку, хорошо совместимую с организмом. Однако, в отличие от живых тканей, обладающих генетически заданной способностью самовосстановления и адаптации к внешней среде, искусственные материалы в той или иной степени провоцируют воспалительные процессы. В зависимости от реакции ткани на имплантат, материалы делят на четыре категории [1], из которых наиболее перспективными для хирургии являются биоактивные материалы. Активные компоненты материала создают межповерхностную связь, благодаря которой инкапсуляция (образование волокнистой непрлегающей капсулы) минимальна либо вообще не происходит. Биологическая активность материала обуславливается выбором волокна, целевым назначением лекарственного препарата (ЛП) и прочностью связи его с волокном. Закрепление ЛП на волокне является актуальным вопросом, т.к. позволяет создать биологически активный протезирующий материал с регулируемым терапевтическим действием.

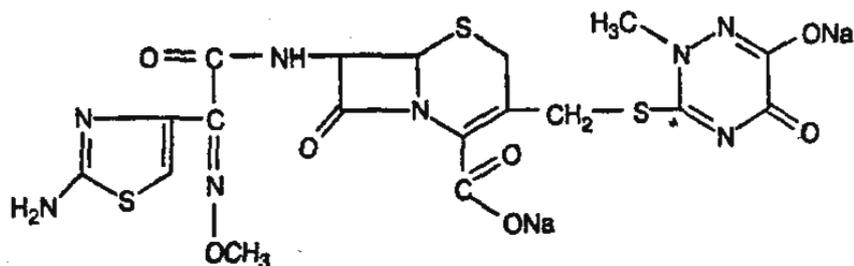
Результаты проведенных ранее исследований [2] показали, что более эффективным способом закрепления ЛП на готовом трикотажном имплантате является его пропитка в растворе ЛП с последующим нанесением биосовместимой водорастворимой полимерной пленки. При таком способе нанесения основное количество ЛП (~95 %) высвобождается в течение суток, что ограничивает терапевтический эффект трикотажного имплантата. Обусловлен данный процесс быстрой растворимостью полимера, составляющего основу полимерной пленки.

В данной работе исследовано влияние дополнительно введенных веществ, так называемых сшивающих агентов, на продолжительность высвобождения ЛП из биосовместимой водорастворимой полимерной пленки, нанесенной на трикотажный имплантат.

Объектом исследования является сетчатый основовязанный трикотаж из полиэфирных нитей (лавсан), используемый в хирургии:

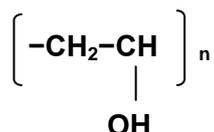


Для придания биологической активности применяли ЛП – цефтриаксон, который относится к β-лактамам антибиотикам и в сравнении с пенициллином обладает более широким спектром действия, влияет на грамотрицательные микроорганизмы.



Цефтриаксон

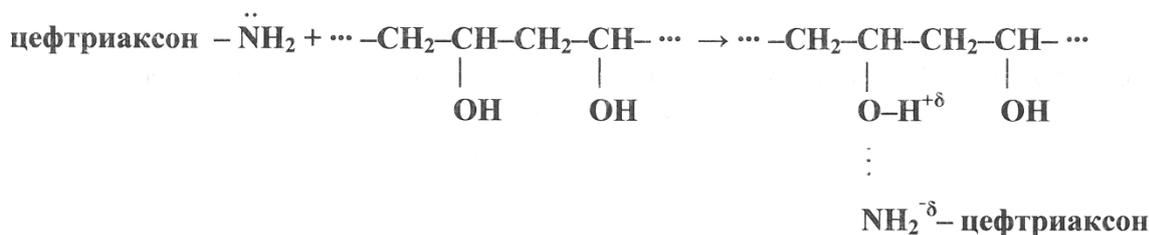
Закрепляли ЛП на трикотажном имплантате с помощью биосовместимого полимера-загустителя поливинилового спирта (ПВС):



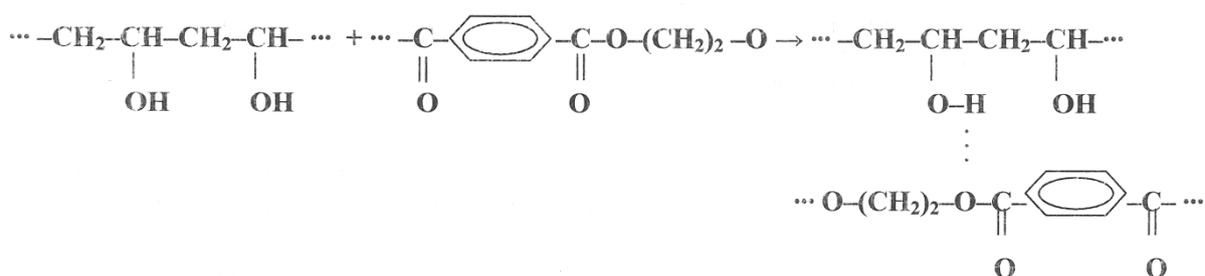
Нанесение ЛП в различной концентрации на трикотажном материале производили наиболее доступным способом – пропиткой материала в растворе ЛП. Для сравнительного анализа пролонгирующего действия цефтриаксона применяли два сшивающих агента, дополнительно вводимых в полимерную композицию: щавелевую и янтарную кислоту.

Механизм присоединения препаратов допускает возможность закрепления их связями любого типа и в любых комбинациях.

Реакция присоединения цефтриаксона к ПВС имеет вид:

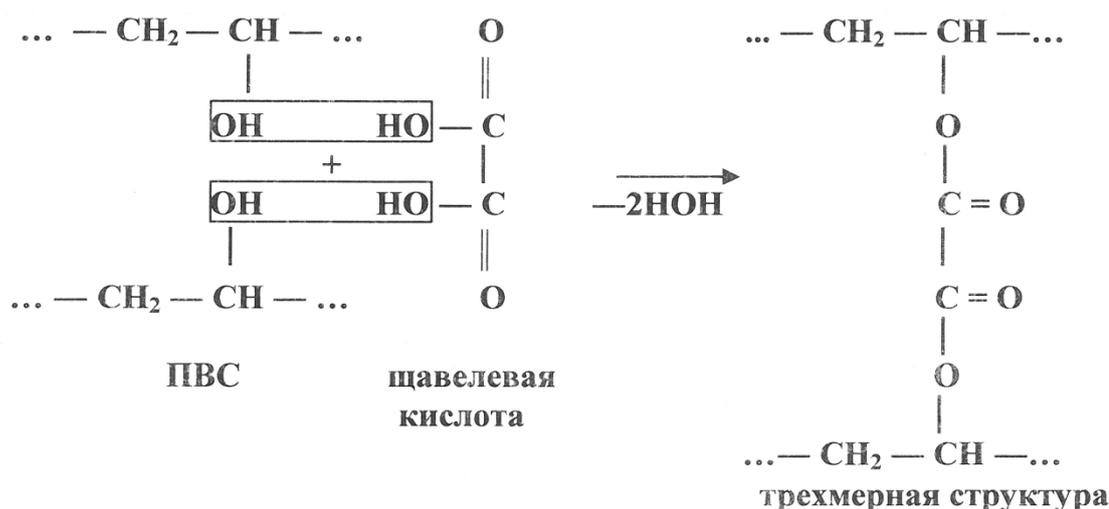


Реакция присоединения ПВС к трикотажу из полиэфирных нитей имеет вид:



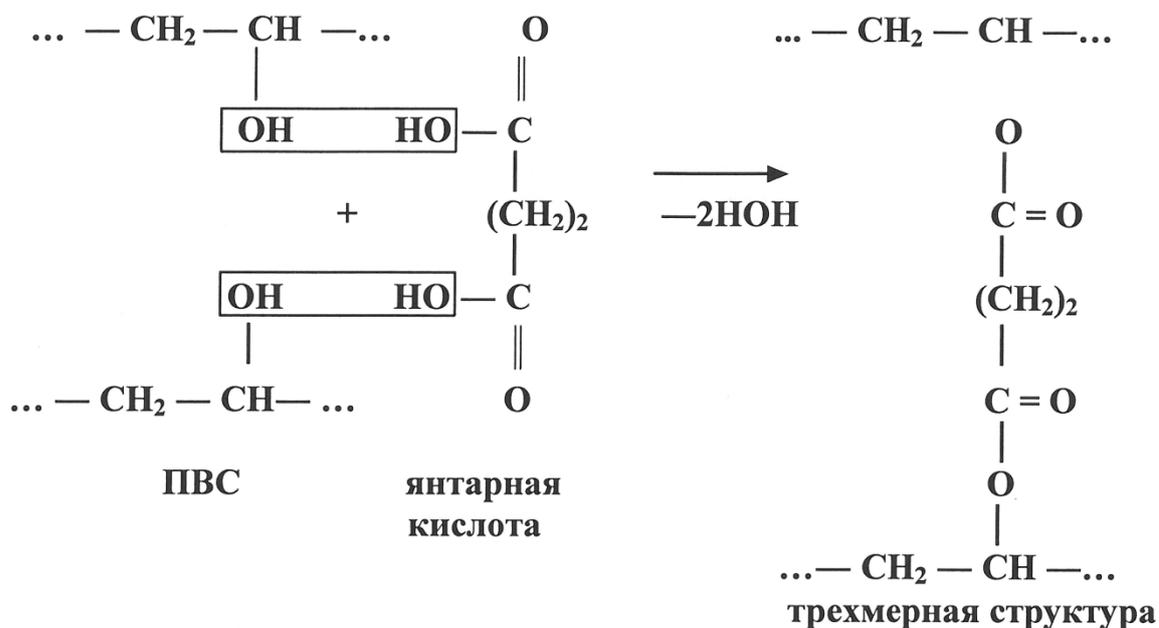
Для уменьшения растворимости ПВС использовали реакции сшивания. В качестве сшивающих агентов можно применять различные вещества: бихромат калия ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), борную кислоту ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), хлорид железа ( $\text{FeCl}_3$ ), дикарбоновые кислоты и другие вещества. В настоящей работе, учитывая назначение исследуемого материала, в качестве сшивающих агентов были выбраны дикарбоновые кислоты: щавелевая  $\text{HOOC}-\text{COOH}$  и янтарная  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$ . Эти кислоты образуются в организме и являются безвредными.

Реакция взаимодействия ПВС со щавелевой кислотой:



За счет взаимодействия ПВС с группами OH образуются трехмерные структуры, снижающие растворимость ПВС, и как следствие, задерживающие высвобождение ЛП во внешнюю среду.

Реакция взаимодействия ПВС с янтарной кислотой:



Таким образом, составными компонентами полимерной композиции были выбраны: ПВС, щавелевая и/или янтарная кислота и цефтриаксон.

Оценка длительности десорбции ЛП с поверхности трикотажного носителя во внешнюю среду проводилась по методике, основанной на измерении равновесных концентраций лекарственного препарата при полной замене объема среды, в которую десорбирует препарат. Образцы трикотажа с нанесенной полимерной композицией, включающей цефтриаксон, помещали в ванну с дистиллированной водой объемом 100 мл и выдерживали 24 часа, после чего проводили замену объема ванны, в которую проходила десорбция, таким же объемом дистиллированной воды. Высвобождение цефтриаксона производилось в течение четырех суток. Далее в отобранной части объема методом спектрофотометрии [3, 4] определяли концентрацию цефтриаксона. В эксперименте пипеткой отмеряли 1 мл раствора, в который десорбировал цефтриаксон, помещали его в мерную колбу объемом 25 мл, доводили дистиллированной водой до метки и перемешивали. Исследовались растворы, полученные при десорбции цефтриаксона за первые, вторые, третьи и четвертые сутки, а также раствор цефтриаксона 1 %

концентрации и 1 % раствора ПВС. В количественном спектральном анализе определяли содержание исследуемого вещества по интенсивности линий в спектрах. Спектры поглощения цефтриаксона и ПВС представлены на рисунках 1 – 3.

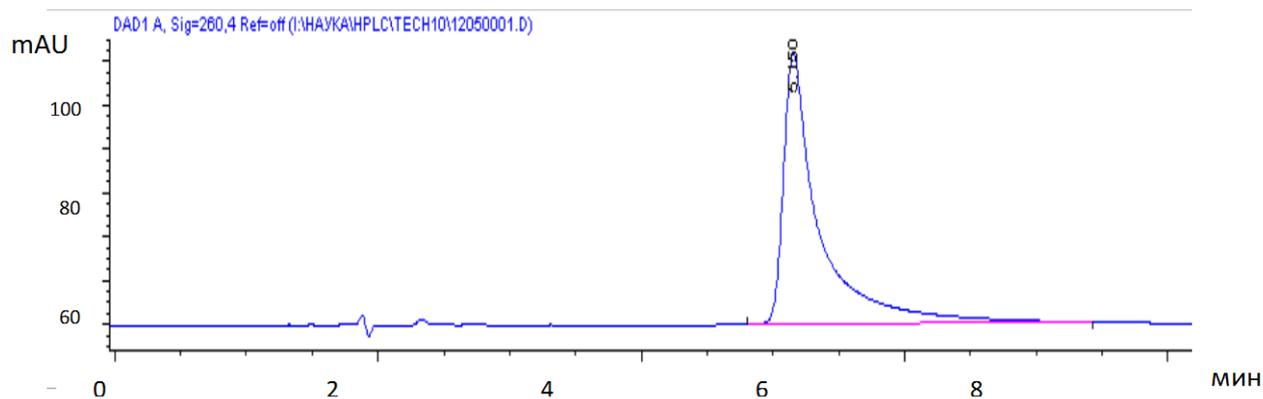


Рисунок 1 – Хроматограмма раствора цефтриаксона-стандарта

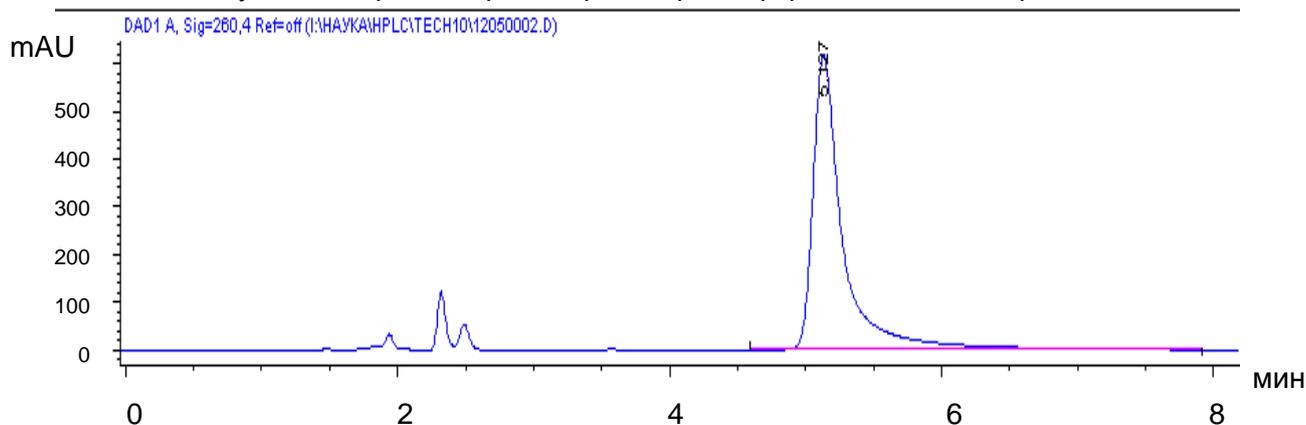


Рисунок 2 – Хроматограмма раствора после погружения образца

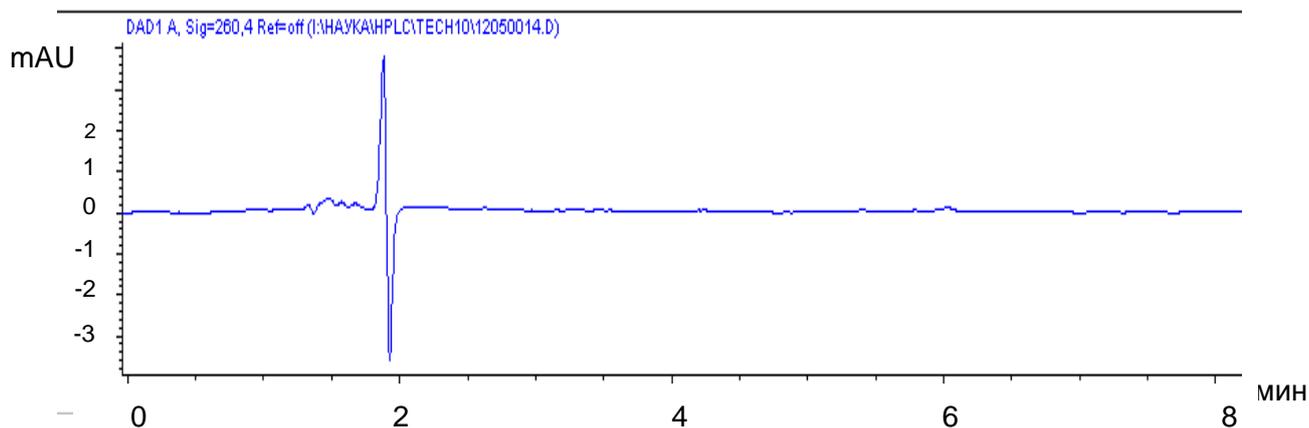


Рисунок 3 – Хроматограмма водного раствора ПВС

На хроматограмме стандартного образца цефтриаксона присутствует один пик, соответствующий цефтриаксону со временем удерживания 5,1 минуты. На хроматограмме раствора после погружения образца также имеется основной пик вещества, соответствующий цефтриаксону. Отсутствие пика цефтриаксона на хроматограмме раствора ПВС свидетельствует о том, что ПВС не мешает определению антибиотика.

Результаты обнаружения концентраций антибиотика в растворах представлены в таблице.

Таблица – Концентрации антибиотиков в растворах после высвобождения

Название среды	Время высвобождения, ч	Концентрация вещества, мкг/мл (в %)
Янтарная кислота	3	1112 (97,42)
	5	24,2 – 2,12%
	19	5,28 – 0,46%
	24	0,00
Щавелевая кислота	3	1217 – 95,69%
	5	52,9 – 4,16%
	19	1,94 – 0,15%
	24	0,00

### ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ результатов, представленных в таблице, показывает, что янтарная кислота задерживает десорбцию ЛП из трикотажа. Однако, несмотря на это, высвобождение ЛП из трикотажного материала происходит в течение суток.

Спектрофотометрическое определение концентрации цефтриаксона в растворах при десорбции лекарственного препарата в дистиллированную воду показывает, что более эффективной в составе полимерной композиции является янтарная кислота.

### Список использованных источников

1. Разработка новых видов текстильных изделий медицинского назначения / В. Н. Филатов [и др.] // Сборник научных трудов / ЦНИИГЭИ ; под. общ. ред. В. Н. Филатова. – Москва : ЦНИИГЭИ легк. пром., 1988. – 104 с.
2. Получение трикотажного имплантата с пролонгированным лечебным действием / В. Г. Солдаткина [и др.] // Тезисы докладов XLII научно – технической конференции преподавателей и студентов университета. – Витебск, 2010. – С. 160.
2. Накамото, К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений : пер. с англ. / К. Накамото. – Москва, 1991. – 378 с.
3. Ляликов, Ю. С. Физико–химические методы анализа / Ю. С. Ляликов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия , 1973. – 536 с.

*Статья поступила в редакцию 25.11.2011*

### SUMMARY

The article is devoted to the investigation of polymeric film watersolubility containing biological active agent. It is determined that biological active agent from polymeric film is freed during twenty-four hours and the amber acid becomes more effective sewing agent in the structure of polymeric composition.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФТАЛЕВОГО И МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

*Н.С. Чус*

Производство фталевого ангидрида и полиэфирных материалов на основе фталевого ангидрида неизбежно сопровождается образованием токсичных газов, подлежащих очистке перед выбросом в атмосферу. В современных цехах производительностью 10 тыс. тонн фталевого ангидрида в год, образуется до 50 тыс. м<sup>3</sup>/ч отходящих газов. По составу отходящие газы представляют собой отработанный воздух, обедненный кислородом и содержащий в качестве основных примесей фталевый ангидрид (ангидрид 1,2-бензолдикарбоновой кислоты) и малеиновый ангидрид (ангидрид цис-этилен-1,2-дикарбоновой кислоты) [1]. Несмотря на отличия в строении малеиновый и фталевый ангидриды имеют схожие химические свойства, что, безусловно, вызывает определенные трудности при количественном определении фталевого ангидрида [2].

Существующие методики определения фталевого ангидрида, базирующиеся в основном на спектральных методах [3, 4], направлены на индивидуальное определение фталевого ангидрида в пробе. При этом чувствительность спектрофотометрии не всегда достаточна для определения фталевого ангидрида в реальных условиях. В настоящее время отсутствие селективных методов определения фталевого ангидрида затрудняет проведение экологического контроля производственных выбросов, содержащих одновременно с фталевым ангидридом побочные продукты синтеза.

Высокой чувствительностью по отношению к фталевым соединениям обладают газохроматографические методики, которые, в большинстве случаев, сводятся к проведению реакции этерификации и хроматографированию полученных эфиров фталевой кислоты. Газохроматографические методики разнятся между собой типом и фазой хроматографической колонки, используемой для анализа, температурными режимами хроматографирования, расходами газов и др. [5].

Целью проведенных исследований являлась разработка способа количественного определения фталевого ангидрида в жидких и газообразных средах в присутствии малеинового ангидрида методом газовой хроматографии, которая требует перевода ангидридов в эфирную форму. Основными задачами, которые решались при разработке способа газохроматографического определения фталевого ангидрида в присутствии малеинового ангидрида являлись: перевод ангидридов в эфиры о-фталевой и малеиновой кислот с максимальным выходом; выбор оптимальных параметров разделения эфиров о-фталевой и малеиновой кислот на хроматографической колонке и сокращение продолжительности определения.

Реакции этерификации ведутся продолжительное время в безводных спиртах с применением кислоты в качестве катализатора. Начальная попытка получить диэтиловые эфиры о-фталевой и малеиновой кислот путем кипячения в безводном этаноле в присутствии серной кислоты в течение 4-х часов не увенчалась успехом. Этерификация происходила легко по одной гидроксильной группе, а выход эфиров был небольшим.

Вторая попытка перевести фталевый и малеиновый ангидриды в эфиры заключалась во взаимодействии натриевых солей о-фталевой и малеиновой кислот с галогеналканом. Учитывая, что данная реакция идет лучше при уменьшении длины галогеналкана [6], были изучены галогеналканы с числом атомов углерода от двух до четырех. После проведения реакции взаимодействия натриевых солей, полученных из ангидридов, с хлористым бутилом, бромистым

пропилом и йодистым этилом наибольшая степень протекания реакции (60 %) была достигнута с использованием йодистого этила.

В связи с токсичностью реагента йодистого этила и других галогеналканов поиски максимизации реакции этерификации были продолжены в другом направлении и остановились на проведении прямой реакции этерификации фталевого и малеинового ангидридов с гидролизным этиловым спиртом в присутствии бензола. Бензол, образуя с выделяющейся в результате реакции этерификации и содержащейся изначально в спирте водой азеотропную смесь, кипящую при  $69,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  [2], при кипячении в колбе Вюрца (колбе Энглера) на водяной бане испаряется, удаляя с собой воду из зоны реакции. Вода является одним из продуктов, и ее удаление из системы приводит к сдвигу равновесия по принципу Ле-Шателье в сторону образования продуктов реакции. Это было подтверждено экспериментально, причем выход диэтиловых эфиров о-фталевой и малеиновой кислот был очень высок, достигал 99 %.

pH пробы после проведения реакции этерификации находятся в интервале 2-4, поэтому для удаления избыточной кислоты в конце синтеза в пробу добавляли органическое основание. Можно использовать амины, пиридин и другие органические основания, элюирующиеся при хроматографировании ранее синтезированных эфиров. Учитывая токсичность органических оснований, для повышения pH рекомендовано использовать триэтиламин. Схема установки для проведения реакции этерификации фталевого и малеинового ангидридов приведена на рисунке 1.

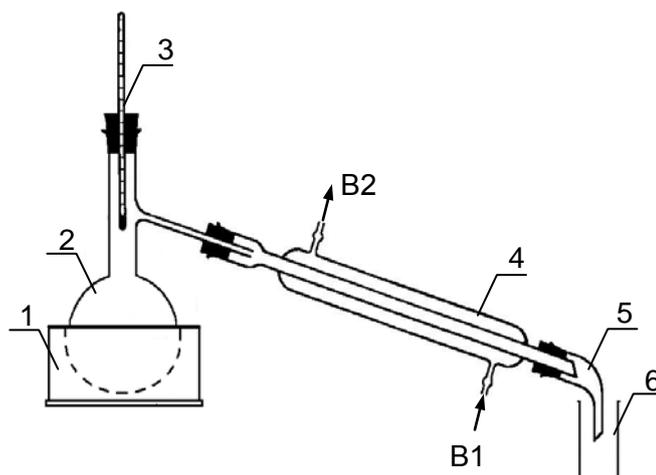


Рисунок 1 – Схема установки для проведения реакции этерификации:

1 – колбонагреватель, 2 – колба Энглера, 3 – термометр, 4 – прямой холодильник, 5 – аллонж, 6 – приёмный стакан, B1 – вход охлаждающей воды, B2 – выход охлаждающей воды

Фталевый и малеиновый ангидриды растворяют в смеси, содержащей спирт, бензол и  $0,5\text{ см}^3$  уксусной кислоты. К раствору добавляют 5 капель концентрированной серной кислоты, помещают в колбу с прямым холодильником и нагревают на водяной бане в течение 15 – 20 мин. Объем раствора в процессе отгонки азеотропной смеси уменьшается до  $3 - 5\text{ см}^3$ . Для нейтрализации кислоты в раствор добавляют  $0,5\text{ см}^3$  триэтиламина. При необходимости раствор дополнительно упаривают, пробу объемом 2 мкл вводят в испаритель газового хроматографа.

Для газохроматографического разделения синтезированных диэтиловых эфиров опробовали насадочную колонку с фазой N-AW-HMDS, пропитанной 5 % SE-30 и колонку с фазой N-AW-HMDS, пропитанной 5 % апиезон-L. Первоначальное предположение, что диэтиловые эфиры о-фталевой и малеиновой кислот в силу

различий температур кипения должны хорошо разделяться на хроматографической колонке в режиме программирования температуры, не подтвердилось. Диэтиловый эфир о-фталевой кислоты и диэтиловый эфир малеиновой кислоты не разделялись ни на одной из изученных насадочных колонок при варьировании режимов хроматографирования. Эфиры не разделились и на капиллярной колонке (5 % SE-30). Очевидно, что решающую роль в разделении синтезированных эфиров играет стерический фактор, и дальнейшие исследования были связаны с решением главной проблемы: разделения эфиров о-фталевой и малеиновой кислот. Для проверки данного предположения вышеописанным методом были получены эфиры о-фталевой и малеиновой кислот со спиртами: пропиловым, изопропиловым, бутиловым, изобутиловым, амиловым и изоамиловым. Поиск и проведение реакции этерификации был остановлен только на изоамиловом спирте, эфир о-фталевой кислоты которого хорошо отделялся от эфира малеиновой кислоты.

Следующим этапом работы был поиск оптимального соотношения изоамилового спирта, бензола, серной кислоты (катализатор этерификации) для проведения реакции. С использованием метода маятника было установлено соотношение компонентов в смеси, при котором реакция протекала за максимально короткие сроки и с максимальным выходом эфиров о-фталевой и малеиновой кислот. Это соотношение составило: 8 мл изоамилового спирта, 10 мл бензола, 5 капель серной кислоты.

На заключительном этапе проводилась работа по подбору оптимальных параметров хроматографирования, при которых выход эфиров кислот был бы максимальным.

Подбор температуры испарителя. При исследовании режима хроматографирования учитывали следующие факторы: диизоамиловые эфиры о-фталевой и малеиновой кислот являются высококипящими веществами, соответственно, температура испарителя должна быть максимальной. Экспериментальные данные подтвердили данное предположение. При изменении температуры испарителя от 240 до 330 °С площади пиков диизоамиловых эфиров о-фталевой и малеиновой кислот увеличивались на 5-8 % с увеличением температуры испарителя на 20 °С. При температуре ниже 240 °С диизоамиловые эфиры о-фталевой и малеиновой кислот не выходили на хроматограмме или выходили без чётких границ, что осложняло их обсчёт и трактование. Исходя из возможностей применяемых прокладок, срок службы которых резко сокращается после 300 °С, наиболее приемлемой температурой испарителя была принята температура 300 °С.

Подбор колонки. Для разделения эфиров о-фталевой и малеиновой кислот, исходя из имеющихся данных, возможно применение как полярных, так и неполярных колонок с высокой температурой эксплуатации. При выполнении исследований были проведены эксперименты с применением неполярной колонки с жидкой фазой 5 % SE-30 (максимальная рабочая температура 300 °С), с полярной колонкой с жидкой фазой 5 % апиезон-L (максимальная рабочая температура до 250 °С), и с 5 % ПЭГ-1500 (максимальная рабочая температура 200 °С). Во всех случаях носителем был хроматон N-AW-HMDS. Наилучшим вариантом для разделения изоамиловых эфиров является колонка, где в качестве жидкой фазы выступает апиезон-L. Были проведены исследования по изучению влияния длины колонки с апиезоном-L на качество анализа. Исследовались насыпные колонки длиной 1, 2, 3 м. Удлинение колонки не сыграло существенной роли на качество анализа и степень разделения. Поэтому оптимальной длиной колонки явилась длина в 1 – 3 м. Внутренний диаметр насыпной колонки 3 мм, материал – нержавеющая сталь.

Определение вида детектора и его оптимальной температуры. При проведении эксперимента были исследованы два вида детекторов: пламенно-ионизационный (ПИД) и детектор электронного захвата. Как показали экспериментальные данные,

для определения диизоамиловых эфиров о-фталевой и малеиновой кислот наибольшая чувствительность достигается при использовании детектора ПИД. При проведении исследований влияния температур детектора ПИД на чувствительность анализа в диапазоне 200 – 300 °С не было выявлено существенного влияния на чувствительность и качество анализа. Поэтому температура детектора была принята равной 250 °С.

Определение температуры термостата. При использовании высоких температур хроматографирования в изотермическом режиме было установлено, что разделение эфиров о-фталевой и малеиновой кислот не происходит. При использовании температур ниже 140 °С диизоамиловые эфиры о-фталевой и малеиновой кислот не обнаруживались на хроматограмме. Использование изотермических режимов в диапазоне 140-200 °С не выявило достаточной степени разделения эфиров, при этом время анализа (при использовании температур порядка 140 – 170 °С) удлинилось до 20 – 25 минут, что неприемлемо. Таким образом, была выявлена необходимость программирования температуры для того, чтобы отделить при более низких температурах растворитель и другие мешающие вещества, а с увеличением температуры вывести анализируемые эфиры о-фталевой и малеиновой кислот. В ходе проведенных экспериментов установлен оптимальный режим температуры термостата: начальная температура 140 °С, время выдержки при этой температуре 1 минута, затем увеличение температуры до 240 °С со скоростью 10 град в минуту и выдержка в изотермическом режиме температуры 240 °С в течение 10 минут.

Помимо перечисленных параметров хроматографирования были проведены исследования по изучению влияния расходов газов на чувствительность методики и качество анализа. Итоговые параметры хроматографического анализа диизоамиловых эфиров о-фталевой и малеиновой кислот представлены в таблице.

Таблица – Параметры хроматографирования

Показатель	Значение
Температура термостата колонки:	
Начальный изотермический участок, температура, °С	140
Начальный изотермический участок, продолжительность, мин	1
Скорость подъема температуры, °С /мин	10
Конечный изотермический участок, температура, °С	240
Конечный изотермический участок, продолжительность, мин	10
Температура испарителя, °С	300
Температура детектора, °С	250
Расход газа-носителя, см <sup>3</sup> /мин	30
Расход газов для пламенно-ионизационного детектора:	
водород, см <sup>3</sup> /мин	30
воздух, см <sup>3</sup> /мин	300

График хроматограммы диизоамиловых эфиров о-фталевой и малеиновой кислот представлен на рисунке 2.

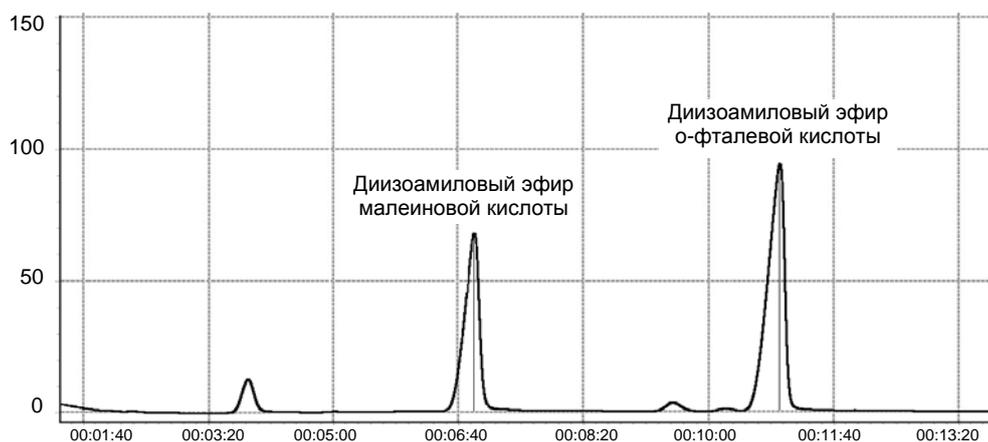


Рисунок 2 – График хроматограммы

Время элюирования диизоамилового эфира малеиновой кислоты составило 6,50 минут; диизоамилового эфира о-фталевой кислоты – 10,52 минуты.

Разработанный способ определения фталевого и малеинового ангидридов при совместном присутствии методом газовой хроматографии был положен в основу методики выполнения измерений фталевого и малеинового ангидридов в промышленных выбросах в диапазоне концентраций 0,5 – 133 мг/м<sup>3</sup>, прошедшей метрологическую аттестацию. Разработанная методика измерений востребована на предприятиях по производству фталевого ангидрида и полиэфирных материалов на основе фталевого ангидрида, в органах контроля за продуктами питания и санитарно-экологических инспекциях.

#### Список использованных источников

1. Гуревич, Д. А. Фталевый ангидрид / Д. А. Гуревич. – Москва : Химия, 1968. – 232 с.
2. Химическая энциклопедия. Т.1. – Москва : Научное издательство «Большая российская энциклопедия», 1992. – 512 с.
3. Быховская, М. Л. Методы определения вредных веществ в воздухе: Практическое руководство / М. Л. Быховская, О. Д. Хализова. – Москва : Медицина, 1966. – 531 с.
4. Коренман, И. М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений / И. М. Коренман. – Москва : Химия, 1975. – 313 с.
5. Березина, В. Г. Хроматографический анализ окружающей среды / В. Г. Березина. – Москва : Химия, 1979. – 608 с.
6. Робертс, Д. Основы органической химии : учебное пособие. Т.2. / Д. Робертс, М. Кассерио. – Москва : Мир, 1978. – 457 с.

*Статья поступила в редакцию 01.04.2011*

#### SUMMARY

The purpose of this study is to develop a method of quantitative determination of phthalic anhydride in the liquid and gaseous media in the presence of maleic anhydride by gas chromatography. The main problems solved in developing a method of gas chromatographic determination of phthalic anhydride in the presence of maleic anhydride were: the transfer of anhydrides to esters of phthalic and maleic acids with a maximum output, the choice of optimal parameters of the separation of esters of phthalic and maleic acids by column chromatography, and the shortening of the definition.

## ПРЕДПОСЫЛКИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКАМИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*А.Алекс* *А.Д.Ев*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современный этап развития белорусской экономики характеризуется рядом проблем, основной из которой представляется наличие и устойчивое увеличение отрицательного баланса внешней торговли, что подрывает стабильность финансовой системы страны и представляет угрозу ее экономической безопасности. Отмеченное явление имеет целый ряд причин, связанных с диспропорциями как в финансовом, так и в реальном секторах экономики, анализу этих причин посвящены исследования ведущих белорусских экономистов [1]. Одной из причин наличия отрицательного внешнеторгового сальдо является превышение роста реальных денежных доходов населения над ростом предложения потребительских товаров надлежащего качества местными производителями. Как результат – возрастает объем импорта потребительских товаров при применении импортерами агрессивной политики проникновения на внутренний рынок. Такая ситуация характерна, в частности, для товаров легкой промышленности. О кризисном, депрессивном характере изменений в отрасли свидетельствуют следующие цифры: по состоянию на 1990 г. доля продукции легкой промышленности в общем объеме промышленного производства составляла 17,2 %; к 2000 г. она снизилась до 8,4 %, а к 2009 – до 4,0 % [2, с. 315]. Такая же пропорция приблизительно соблюдается для основных подотраслей легкой промышленности – текстильной, швейной и кожевенно-обувной. Более чем четырехкратное снижение данного показателя не наблюдалось ни в одной другой отрасли белорусской экономики. Между тем, успех предприятий отрасли невозможен без предпринимательской инициативы, формирующей гибкость и мобильность производственных структур, что необходимо для учета быстро меняющихся предпочтений потребителя. Ускоренное развитие отрасли способствовало бы росту чистого экспорта и импортозамещению потребительских товаров, а также повышению занятости и благосостояния граждан в регионах страны. Выработка мер по преодолению кризисных тенденций в отрасли требует анализа их причин, в том числе с ориентацией на мировой опыт.

### АНАЛИЗ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ ДОЛИ ПРОДУКЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В БЕЛАРУСИ

На рис. 1 представлена динамика индексов прироста объема промышленного производства Республики Беларусь, а также прироста объема производства продукции легкой промышленности. Разница между названными показателями определяет опережение (отставание) объемов производства в легкой промышленности над общим объемом промышленного производства.

Как видно из данных рис. 1, кризисная ситуация в отрасли наблюдается на протяжении как минимум 10 лет, и она не связана только лишь с влиянием мирового кризиса, последствия которого наблюдались, начиная с 2008 г. Аналогичная тенденция видна при анализе результатов внешней торговли товарами легкой промышленности: их доля в общем объеме экспорта товаров в Республику Беларусь снизилась с 7,1 % в 2000 г. до 2,7 % в 2009 г., а в объеме импорта – с 3,9 до 1,7 %. Между тем по данной группе товаров наблюдается положительное внешнеторговое сальдо в размере 53 млн. долл. США в 2009 г. (177 млн. долл. в 2000 г.) [2, с. 556 – 557].

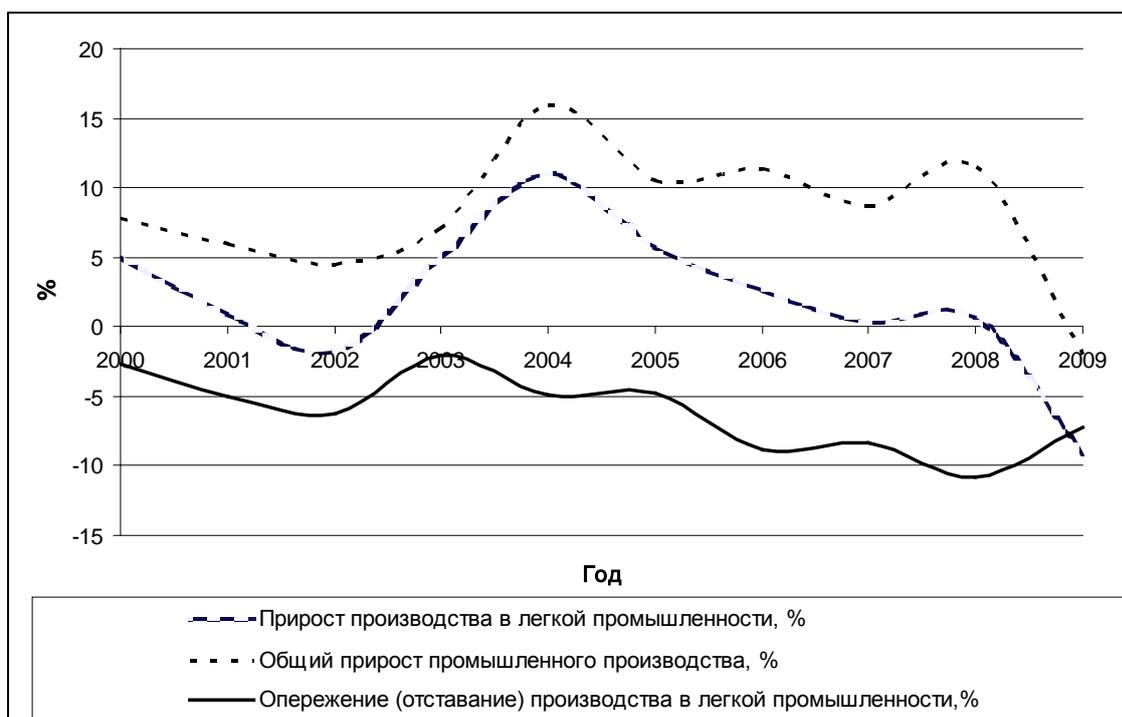


Рисунок 1 – Расчет опережения (отставания) производства в легкой промышленности над общим объемом промышленного производства

Источник: рассчитано авторами на основе [2].

В табл. 1 приведена динамика изменения физических объемов производства важнейших товаров легкой промышленности, которая свидетельствует о некотором снижении объемов выпуска в натуральном выражении.

Таблица 1 – Производство важнейших товаров легкой промышленности

Товар	2000	2008	2009
Ткани всех видов, млн. м <sup>2</sup>	287	322	275
Трикотажные изделия, млн. шт.	59	55	54
Обувь, млн. пар	15,4	11	11,1

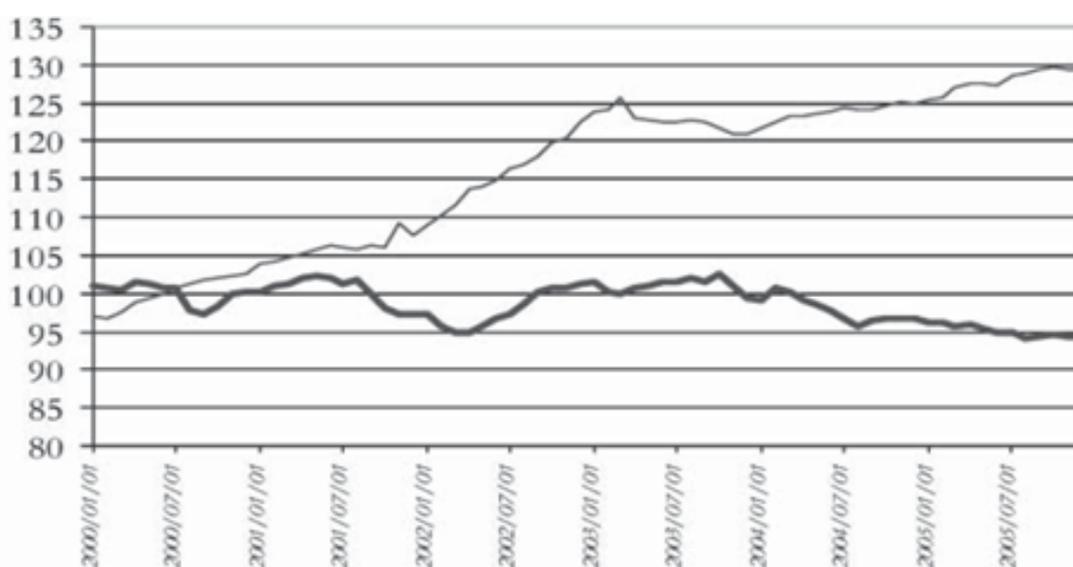
Источник: [2, с. 349 – 350].

Из приведенных данных следует, что снижение доли легкой промышленности в общем объеме промышленного производства обусловлено влиянием двух факторов: снижением физических объемов производства и изменением цен. Снижение под воздействие первого фактора составляет от 5 до 40 % по различным товарным группам. Однако сумма внешнеторгового сальдо, измеренного в долл. США, за анализируемый период снизилась более чем в 3 раза, что свидетельствует о значительном влиянии цен на результаты работы отрасли. Справедливо предположить, что цены на товары легкой промышленности в течение последнего десятилетия снижались, по сравнению с ценами прочих товаров, занимающих значительную долю в торговом балансе страны – прежде всего топливно-энергетических ресурсов, минерального сырья и произведенной из них продукции. Данный фактор существенно повлиял на снижение доли легкой промышленности в общем объеме промышленного производства Беларуси.

Подтверждением выдвинутой гипотезы служат результаты исследования, проведенного группой ученых из ЮАР [3], в котором доказывается влияние

китайского экспорта дешевого текстиля и одежды на ситуацию на мировых рынках данной продукции.

В работе [3, с. 355] констатируется, что с момента вступления в ВТО в 2001 г. и особенно после прекращения действия соглашения, регулирующего торговлю одеждой и текстилем в 2004 г., китайский экспорт товаров легкой промышленности стал доминировать на мировом рынке. С этого момента правительства многих государств, включая США и страны Евросоюза, предпринимали попытки защиты внутреннего рынка одежды. Результаты исследования показывают, что по состоянию на 2006 г. доля экспорта одежды из Китая достигла почти 40 % от общемировой (в 1980 г. она составляла менее 7 %) [3, с. 357]. При этом конкурентоспособность китайской продукции обеспечивалась главным образом за счет ценового фактора. В частности, за период с 2000 по 2005 гг. на рынке одежды США цена единицы китайской продукции снизилась в среднем на 33 – 52 % [3, с. 362]. Местные производители и прочие экспортеры не смогли снизить цены на свои товары на такую же величину, что привело к постепенному вытеснению их с рынка. Аналогичная ситуация наблюдалась на рынке одежды Южно-Африканской Республики: индекс потребительских цен (ИПЦ) в обозначенном временном отрезке устойчиво превышал индекс цен, рассчитанный для одежды (см. рис. 2).



Условные обозначения:

- ИПЦ для одежды, % к 2000 г.
- Общий ИПЦ, % к 2000 г.

Рисунок 2 – Расхождение индекса потребительских цен, рассчитанного для одежды и для всех товаров, % к 2000 г.

Источник: [3, с. 365, рис. 2]

Оценки доли китайской продукции на белорусском рынке одежды и соотношения цен импортных и местных товаров не проводились, но можно с уверенностью утверждать, что в условиях функционирования Таможенного союза ограничение ее поступления на внутренний рынок страны с помощью мер тарифного регулирования маловероятно, и в дальнейшем при сохранении существующих тенденций доля импорта на белорусском рынке будет только расти.

По результатам исследования Южно-африканских специалистов определены основные направления обеспечения конкурентоспособности и развития предприятий легкой промышленности [3, с. 373], которые в силу схожести ситуации в отрасли могут быть приняты на вооружение и в Беларуси:

- увеличение производительности предприятий,

- снижение логистических издержек,
- снижение реальных затрат на оплаты труда за счет аутсорсинга,
- снижение цен импортируемых материалов и комплектующих,
- изменение распределения доходов внутри цепочки стоимости.

Приведенная система мероприятий имеет комплексный характер и охватывает всю цепочку создания стоимости – от закупки сырья до распределения доходов от продажи готовой продукции. По нашему мнению, именно совершенствование управления цепочками создания стоимости должно быть положено в основу антикризисной политики, проводимой на белорусских предприятиях легкой промышленности.

Обоснование целесообразности управления цепочками создания стоимости на белорусских предприятиях легкой промышленности

Существует мнение, что стимулирование предпринимательской инициативы и либерализация хозяйственных отношений представляют собой ключевой фактор успеха предприятий, в том числе в легкой промышленности. По нашему мнению, данный фактор является необходимым условием для выхода отрасли из кризиса, но не достаточным. Вторым, не менее важным условием, должно стать целенаправленное проектирование бизнес-процессов, объединяющих предприятия в рамках цепочки создания стоимости – от производства или импорта сырья и до распределения результатов финансовой деятельности. Некоторые из звеньев производственных цепочек уже созданы, а недостающие должны выявляться и создаваться.

Данное положение основано на эмпирических оценках размеров добавленной стоимости, производимой на различных стадиях глобальных производственных цепочек [4]. Технологическая цепочка производства конечной продукции включает следующие основные звенья:

- 1) начальные знаниеемкие операции (НИОКР);
- 2) промышленное производство;
- 3) реклама, реализация конечной продукции, эксплуатация торговой марки.

На рисунке 3 представлены две типичные кривые распределения ролей и доходов (добавленной стоимости) между промышленно развитыми странами (ПРС) и развивающимися странами. Кривая А-А соответствует так называемому верхнему пути промышленного развития (*high road to competitiveness*), основанному на ускоренном освоении новейших мировых знаний и технологий, развертывании собственных НИОКР и собственного инновационного производства. Из рисунка 2 видно, что этот путь позволяет реализовать большую часть совокупной добавленной стоимости, связанной с производством и реализацией данного вида конечной продукции.

Кривая В-В соответствует так называемому нижнему пути промышленного развития (*low road to competitiveness*), основанному на привлечении иностранных инвесторов ценой предоставления в их распоряжение как можно более дешевых трудовых и природных ресурсов. Этот путь позволяет реализовать лишь малую часть интегральной добавленной стоимости, связанной с производством и реализацией данного вида конечной продукции. Поэтому в работе [4] этот путь считается обедняющим, разорительным для национальной экономики.

Для обоснования применения данного теоретического положения в легкой промышленности нами проведено исследование, охватывающее 135 предприятий концерна «Беллегпром», среди которых 88 предприятий специализируются на производственной деятельности, 33 торговых предприятия и 14 заняты прочими видами деятельности (управление, проектирование, финансы, маркетинг). Среди производственных предприятий выделены три группы, в зависимости от организационно-правовой формы – 54 хозяйственных обществ без участия иностранного капитала (ОАО, ЗАО, ООО), 20 предприятий государственной собственности (РУП) и 14 предприятий с участием иностранного капитала (СООО,

СП, ИП). Информационная база охватывает период 2008 – 2009 гг. При проведении исследования поставлены следующие вопросы:

- Влияет ли организационно-правовая форма на финансовый успех предприятий?
- Влияет ли на финансовый успех предприятий их распределение по звеньям технологической цепочки (1) – (3) согласно рис. 3?

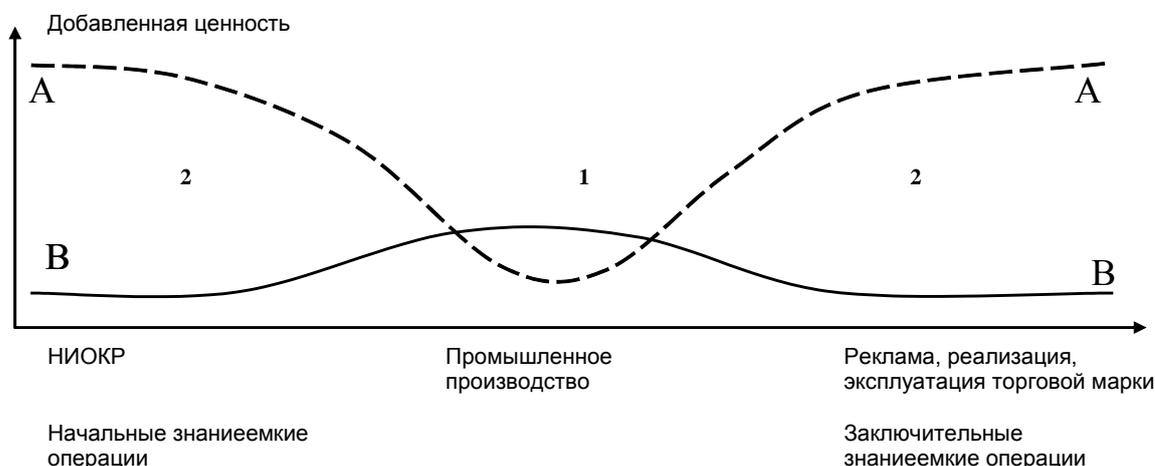


Рисунок 3 – Схема разделения труда и доходов в глобальных производственных цепочках:

- A–A – примерная кривая добавленной ценности, типичная для технологических лидеров, контролирующих глобальные производственные цепочки;
- B–B – примерная кривая добавленной ценности, типичная для бедных, низкостоимостных участников глобальных производственных цепочек, контролируемых из-за рубежа

Источник: [4, с.50].

В качестве оценочных показателей финансового успеха использовался индекс роста выручки от реализации за период с 2008 по 2009 г. и показатель рентабельности реализованной продукции. Для каждой выделенной группы предприятий рассчитаны средние значения оценочных показателей. Затем для некоторых выбранных групп попарно был рассчитан Т-критерий Стьюдента, который показывает вероятность того, что две рассматриваемые выборки принадлежат к одной генеральной совокупности. При достаточно низких значениях Т-критерия (5% и ниже) гипотеза о принадлежности двух выборок к одной совокупности отклоняется. Результаты анализа приведены в табл. 2.

По результатам анализа сделаны следующие выводы:

1. Влияние организационно-правовой формы предприятий на финансовые результаты их деятельности не является статистически значимым в исследуемом периоде – об этом свидетельствуют сравнительно высокие значения Т-критерия для выборок по организационно-правовым формам. Следовательно, изменение организационно-правовой формы нельзя назвать достаточным для обеспечения финансового успеха условием.

2. Рост объемов продаж торговых организаций концерна «Беллепром» превысил увеличение аналогичного показателя для производственных организаций концерна, причем разница между группами организаций является статистически значимой. Данный факт объясняется увеличением продаж импортируемых товаров через торговые сети концерна.

3. Рентабельность реализованной продукции производственных предприятий концерна существенно уступает аналогичному показателю для прочих организаций, в состав которых входят управленческие, проектировочные финансовые подразделения концерна. Разница является статистически значимой, о чем свидетельствуют низкие значения Т-критерия для соответствующих групп. Данный факт доказывает присутствие трех звеньев технологической цепочки и возможность выделения «верхнего» и «нижнего» пути промышленного развития в исследуемой отрасли, что актуализирует исследования в области анализа и проектирования цепочек создания стоимости в легкой промышленности.

Уязвимость производственных предприятий легкой промышленности за счет перераспределения прибыли в пользу торговых, финансовых и прочих звеньев технологической цепочки характерна не только для Беларуси, но и для большинства других стран, что подчеркивается в работе [3, с. 373].

Таблица 2 – Влияние характеристик предприятий концерна «Беллепром» на финансовый успех

Показатель	Темп роста выручки, %	Рентабельность реализованной продукции, %
Средние значения показателей:		
Торговые организации	133	12,9
Прочие организации	127	20,0
Производственные предприятия, в т.ч.:	117	7,3
хоз. общества без иностранной собственности (АО)	119	5,5
хоз. общества с долей иностр. собственности (СО)	118	7,3
республиканские унитарные предприятия (РУП)	111	13,2
Т-критерий		
АО / РУП	0,3729	0,4756
АО / СО	0,8458	0,6836
СО / РУП	0,5170	0,6007
Производственные предприятия / Прочие организации	0,1825	<b>0,0167</b>
Производственные предприятия / Торговые организации	<b>0,0005</b>	0,3455

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Представляется целесообразным вести проектирование и совершенствование цепочек создания стоимости в легкой промышленности Беларуси в двух направлениях.

Во-первых, в направлении развития смежных предприятий в области НИОКР, реализации, рекламы и эксплуатации торговой марки, что позволит увеличивать добавленную стоимость, создаваемую в рамках «верхнего» пути промышленного развития. Перечисленные знаниеемкие операции не требуют закупок материальных ресурсов, позволяют радикально повысить качество продукции и сопутствующих услуг, особенно на премиум-сегменте одежды и прочих товаров отрасли. На практике данное направление развития может реализовываться в форме создания дизайнерских центров при крупных предприятиях, развития региональных дилерских сетей, фирменных магазинов и бутиков.

Между тем, ориентация только на данное направление развития связана с некоторыми рисками, в числе которых опасность вытеснения белорусских товаров с дешевых сегментов рынка, необходимость конкуренции с известными мировыми брендами, риск потери производственного потенциала при масштабном использовании аутсорсинга. Наличие перечисленных и прочих неучтенных рисков стимулирует к совершенствованию производственных процессов, что относится ко второму направлению совершенствования цепочек создания стоимости в легкой промышленности.

В данном случае необходимо искать пути снижения себестоимости производимой продукции. По состоянию на 2009 г. в себестоимости продукции отрасли 61 % составляли материальные затраты, 30 % – затраты на оплату труда с отчислениями [2, с. 322]. С целью снижения данных статей затрат необходимо развивать собственную сырьевую базу отрасли – кожевенное производство, выпуск высококачественного льняного сырья, производство синтетических тканей. В этом направлении уже ведется работа – в частности, создается льняной холдинг на базе Оршанского льнокомбината. Снижение затрат на оплату труда может быть достигнуто за счет внутреннего аутсорсинга, в рамках которого трудоемкие производства перемещаются из крупных городов в регионы со сравнительно низким средним уровнем оплаты труда. Такая стратегия реализуется, в частности, брестской швейной фабрикой «Нелва».

Процессы оптимизации цепочек создания стоимости, в отличие от традиционных методов производственного менеджмента, охватывают несколько хозяйствующих субъектов, объединенных технологическим циклом, что требует выработки механизма согласования решений между независимыми предприятиями. Данное направление представляет собой специфическую задачу, требующую научной проработки.

#### Список использованных источников

1. Рудый, К. В. Внешнеэкономическое равновесие и финансовые механизмы его формирования в странах с транзитивной экономикой: автореферат дисс. на соиск. уч. ст. доктора экон. наук / К. В. Рудый. – Минск : БГЭУ, 2011. – 41 с.
2. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2010 : стат. сб. / Национальный стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: В. И. Зиновский (пред.) [и др.]. – Минск : [б. и.], 2010. – 607 с.
3. Morris M., Einhorn G. Globalisation, Welfare and Competitiveness: The Impacts of Chinese Imports on the South African Clothing and Textile Industry // Competition & Change, Vol. 12, No. 4, 2008. – p. 355–376.
4. Субботина, Т. Россия на распутье: два пути к международной конкурентоспособности / Т. Субботина // Вопр. экономики. – 2006. – № 2. – С. 46–64.

*Статья поступила в редакцию 25.04.2011.*

## SUMMARY

The causes of crisis in light industry in Belarus have been analyzed. It is determined that relative price reduction for light industry products is typical as for Belarusian market as for some foreign markets. The topical character of value chain management of price generation in light industry has been grounded. Some concepts of value chain improvement in Belarusian companies have been considered.

УДК (330.111.4:001); 334.012.42

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ НАУЧНОЙ СФЕРЫ: ВЕДУЩИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ\***

*Т.И. Булюк*

Динамика современного мирового экономического развития свидетельствует о том, что используемые традиционные источники экономического роста имеют свой технологический, экономический и социальный предел. В условиях перехода к инновационной экономике особую значимость приобретают творческий потенциал исследователей и создаваемые ими интеллектуальные продукты как прогрессивные средства производства, потенциально неисчерпаемые ресурсы и источники высокой доходности, экономического роста. Однако реализация потенциала этих продуктов, их коммерциализация – это сложный и противоречивый процесс, формирующийся и осуществляющийся под воздействием множества разнообразных условий и факторов.

Главным объектом изучения в настоящем исследовании являются интеллектуальные продукты научной сферы и процесс их коммерциализации. Считаем целесообразным особо выделить именно эти продукты, рассматривая их как потенциальные и реальные объекты интеллектуальной собственности.

Целью исследования сложной и многогранной проблемы коммерциализации интеллектуальных продуктов научной сферы, ее ведущих условий и факторов, безусловно, является обеспечение наиболее рационального и эффективного использования их богатого потенциала, конкурентоспособности и доходности для формирования экономики знаний, национальной инновационной системы.

Соответственно задачами исследования являются:

- анализ и определение, с позиций авторского подхода, сущностных характеристик интеллектуальных продуктов в системе продуктов научного труда;
- структурирование основных точек зрения на проблему теоретических основ коммерциализации результатов научно-технической и инновационной деятельности;
- выявление специфических факторов, детерминирующих результативность процесса коммерциализации интеллектуальных продуктов.

Интеллектуальные продукты в системе продуктов научного труда.

В литературе, посвященной научному потенциалу, научному труду, наиболее представленной в 80 – 90-е гг. XX века, а также и в более современной соответствующей литературе, основное внимание уделяется изучению структурных составляющих научного потенциала, что представляется актуальным и правомерным [1–7]. Продукты научного труда рассматриваются преимущественно как однородные по своим функциональным и качественным

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 29 «Закономерности формирования и функционирования саморазвивающихся экономических систем» (проект УрО РАН № 09-П6-1003) и гранта РГНФ (проект № 11-32-00218а1 «Моделирование системы оценки потенциала интеллектуальных продуктов научной сферы»).

характеристикам. К особым объектам изучения относят, по существу, только объекты интеллектуальной собственности.

По нашему мнению, продукты научного труда целесообразно дифференцировать, выделяя научный продукт, интеллектуальный продукт и объекты интеллектуальной собственности.

Безусловно, эти продукты объединяют общие критериальные особенности, включая:

- общность источника происхождения – творческий труд (сложный и интенсивный);
- ограниченность материально-вещественного воплощения;
- являются носителями прироста знаний;
- отличаются преимущественным наличием конкретных авторов, создателей;
- возникающие по поводу этих объектов общественные, экономические отношения подпадают под специальное правовое регулирование;
- обладают преимущественно высоким уровнем качественных характеристик, потребительской ценности;
- являются общественными, смешанными и частными благами;
- могут иметь стоимостную оценку, быть объектами трансфера и коммерциализации, договорных (контрактных) отношений в многообразии их видов и форм.

Вместе с тем, имеется и ряд принципиальных различий между этими продуктами. Так, научным продуктом могут быть не только новые знания, но и результаты трансформации уже известных знаний, а также разнообразные виды научных услуг. Категорией «интеллектуальный продукт» можно объединить, по нашему мнению, потенциальные и реальные объекты интеллектуальной собственности (а также те объекты творческого труда в науке, правовой режим для которых еще не разработан). Интеллектуальная собственность является специфическим видом собственности, категорией не только социально-экономической, но и экономико-правовой. Отношения по поводу ее объектов характеризуются экономической и правовой сопряженностью.

Для интеллектуального продукта характерен более высокий уровень качественных характеристик, отражающихся как в приращении знаний, так и в возможности их успешного трансфера и коммерциализации, учитывая высокий уровень потребительской ценности, потенциальной конкурентоспособности и доходности.

Потенциал интеллектуальных продуктов научной сферы трактуется нами как реализованные и нереализованные возможности аккумуляции и продуктивного использования интеллектуальных продуктов для удовлетворения потребностей государства, научного сообщества, образования, бизнеса, других заинтересованных субъектов.

Такая трактовка представляется адекватной значимости острой социально-экономической проблемы достижения высокого уровня реализуемости и востребованности национальных интеллектуальных продуктов научной сферы.

Воплощения и превращения интеллектуального продукта

Нами выделены следующие основные виды интеллектуального продукта, которые могут быть объектом рыночных сделок (рис. 1).

Сложность коммерциализации этих продуктов заключается не только в том, что они воплощают в себе целую гамму отношений и прав субъектов – участников их создания, разработки и коммерциализации. Немало теоретических, методологических и практических проблем возникает также в связи с разнородностью их воплощения и функционирования, их метаморфозами, причем нередко эти продукты могут одновременно сочетать в себе все или отдельные

характеристики разновидностей их воплощения. Все более сложной является их защита и оценка.

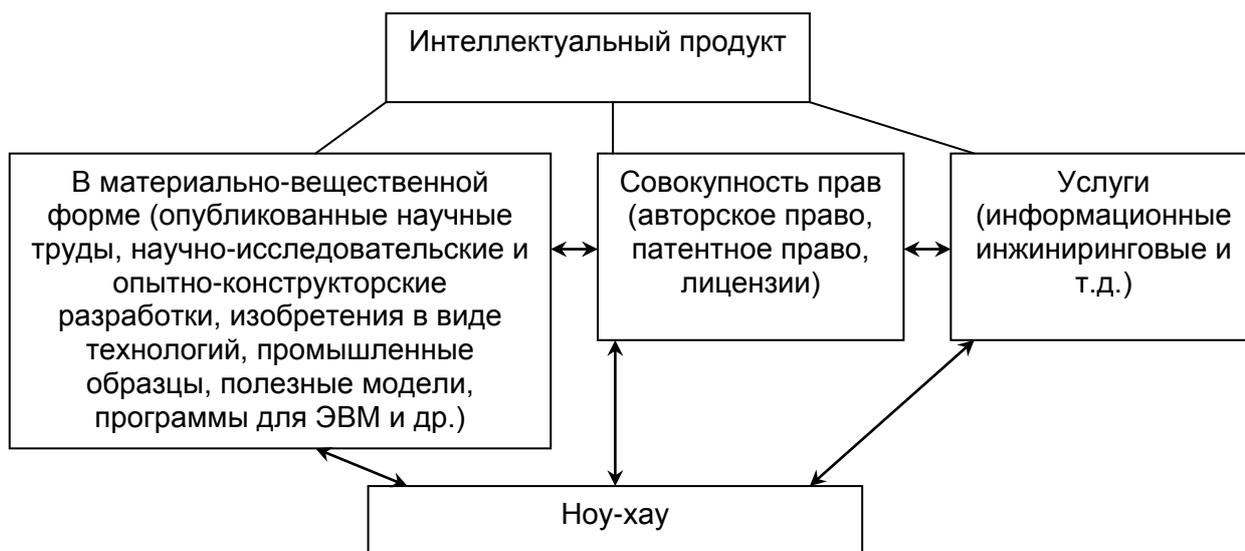


Рисунок 1 – Виды воплощений интеллектуального продукта научной сферы

Это явление можно проиллюстрировать на примере комплекса воплощений и превращений в процессе вовлечения в хозяйственный оборот такого интеллектуального продукта, как интегральная микросхема, вызывающих, соответственно, необходимость «возведения» правовых барьеров, которые могут обеспечить ее защиту как единой технологии (рис. 2) [8].

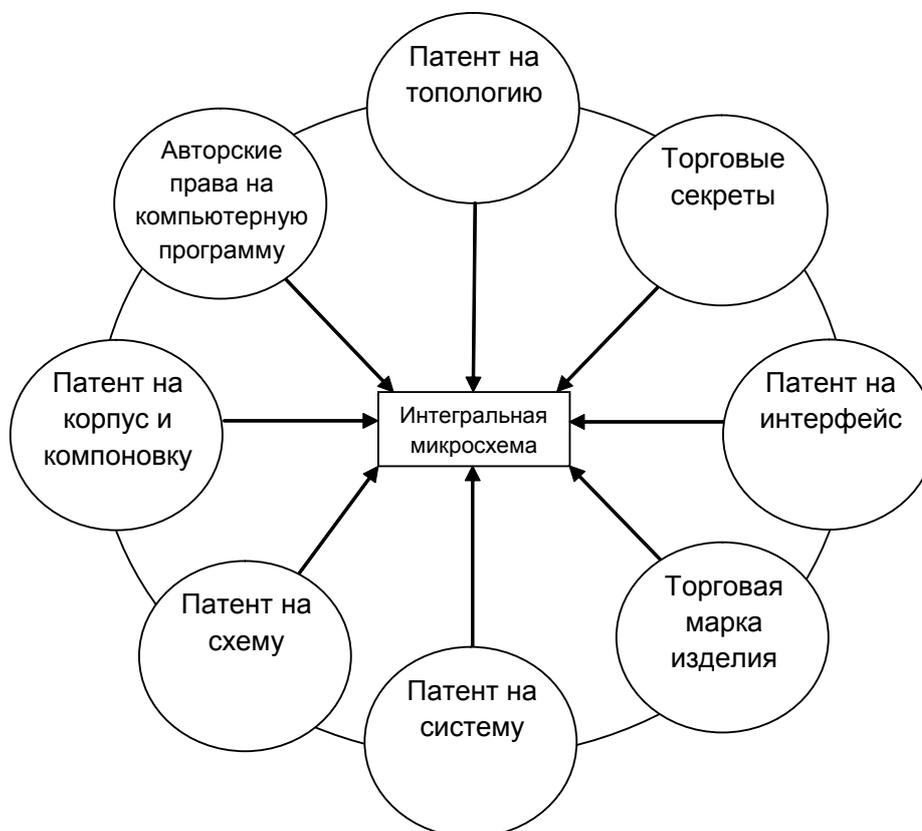


Рисунок 2 – Превращения интеллектуального продукта и способы его защиты

Процесс коммерциализации в целом обычно трактуется в следующих аспектах:

- как объективный процесс диффузии (в той или иной степени) коммерческих (рыночных) начал в некоммерческие сферы экономики;
- как приоритетное условие и инструмент получения дохода от востребуемой рынком деятельности, прежде всего инновационной;
- как один из ведущих источников получения финансовых средств на обновление научно-технологической и материальной базы предприятий (компаний, фирм).

Один из наиболее распространенных из указанных подходов отражается, например, в сущностных характеристиках коммерциализации, представленных Д. Хиксом. Коммерциализация трактуется им как процесс, при котором «рыночная система проникает (или «колонирует») в смежные «территории», к которым первоначально ее принципы были неприменимы или применимы лишь с трудом» [9]. Такой подход разделялся и отечественными экономистами в переходный период развития рыночных отношений. Например, процесс коммерциализации увязывается с трансформацией государственной собственности в частную [10]. В современной достаточно обширной литературе этот процесс нередко анализируется в рамках формирования и развития инновационной системы, включая проблемы введения в хозяйственный оборот, трансфера результатов интеллектуальной деятельности, объектов интеллектуальной собственности [7, 11–13].

Вместе с тем следует отметить, что проблема реализации на практике результатов научно-технической деятельности волновала ученых и в советское время. Учитывая особенности предшествующего социально-экономического развития, государственное управление социально-экономическими процессами, в этот период изучался и реализовывался на практике процесс внедрения НИР и ОКР в производство [1, 14–16]. Ведущим звеном этого процесса была разветвленная система отраслевых НИИ и КБ, где продукт научного труда (по существу, «интеллектуальное сырье») доводился до опытно-промышленного образца, до стадии адаптации к требованиям производства. С переходом к рыночным отношениям это важнейшее звено из единого процесса – от теории к практике – можно сказать, выпало.

Факторы и противоречия коммерциализации интеллектуальных продуктов

При трактовке процесса коммерциализации интеллектуальных продуктов мы придерживаемся расширительного подхода, рассматривая его как сложную систему социально-экономических и организационно-экономических отношений в процессе разработки интеллектуальных продуктов, продвижения их на рынок, введения в хозяйственный оборот, реализации в доходных активах, продуктах, технологиях, разнообразных инновациях. Считаем, что при исследовании процесса коммерциализации должен использоваться воспроизводственный подход.

Если структурировать многообразие исследуемых факторов, обуславливающих коммерциализацию интеллектуальных продуктов научной сферы в современных условиях, то можно выделить следующие основные группы:

- институциональные организационные факторы;
- инфраструктурные;
- финансового обеспечения, включая венчурное финансирование;
- реального спроса заказчиков и потребителей;
- экономико-технологические;
- неопределенности, риска и др.

Безусловно, как свидетельствует практика и научные исследования, большая часть этих факторов реализуется далеко не полно, противоречиво, и нередко в усеченном виде. Достаточно часто учеными правомерно особо выделяется проблема невостребованности реальным сектором экономики результатов научной и научно-технологической деятельности. Не вдаваясь в подробное изложение

результатов соответствующих исследований, в качестве одной из иллюстраций несбалансированности спроса и предложения на рынке научных разработок можно привести статистику по крупным российским сетям трансфера технологий: Russian Technology Transfer Network (RTTN) и Сеть трансфера технологий высшей школы. Эти сети объединяют практически все крупные инновационные центры России. В RTTN представлено 711 технологических предложений, большая часть которых – это промышленные технологии (446 – более 60 %). На долю медицинских технологий приходится 15 % всех предложений; информационных технологий – 17 %, экологии и охраны окружающей среды – 14 %, доля биотехнологий – 13 %, новых материалов – 13 %. Вместе с тем, количество технологических запросов (фактический спрос) всего 46, в том числе 33 запроса на промышленные технологии [17]. То есть, предложение превышает спрос в 15,5 раза.

В Сети трансфера технологий высшей школы имеется 353 технологических предложения и 129 запросов [18], то есть соотношение более благоприятное, но также имеет место превышение предложения над спросом в 2,7 раза.

Как показали наши исследования [19], невостребованность или низкий уровень востребованности научных разработок отечественной промышленностью не может быть объяснен их недостаточно высоким научным, научно-техническим уровнем и конкурентоспособностью. С учетом разработок ученых ведущих институтов РАН, на основе собственных исследований, в том числе с опорой на статистические данные авторитетных международных организаций, нами обосновано, что российские ученые (особенно представители РАН) имеют достаточно высокий уровень достижений по критерию и показателям публикационной активности. Несколько ниже рейтинговые позиции России среди развитых стран по изобретательской и патентной активности. Но при использовании удельных показателей, соотношении полученных результатов и понесенных затрат рейтинг страны существенно повышается [19]. Вместе с тем, следует отметить, что нередко имеет место слабая адаптированность научных разработок к конкретным производственным процессам. Это происходит во многом по причине разрушения опытно-промышленной базы научных организаций в переходный экономический период.

Конечно, в целом, особенно в связи с экономическим кризисом, в системе факторов невостребованности главенствуют финансовые проблемы реального сектора экономики.

Эндогенные факторы коммерциализации интеллектуальных продуктов научной сферы

Но не только указанные выше факторы, главным образом экзогенные, исследуемые учеными преимущественно на макроуровне в рамках формирования национальной инновационной системы, детерминируют, на наш взгляд, проблемы и противоречия коммерциализации интеллектуальных продуктов научной сферы.

Незаслуженно не уделяется внимания эндогенным факторам. Эндогенный потенциал и факторы успешной коммерциализации интеллектуальных продуктов, заключающиеся, прежде всего, в специфических особенностях данных продуктов, практически не изучены и реализуются слабо. Именно они, на наш взгляд, могут быть отнесены к разряду ведущих, во многом обуславливая проблемы и противоречия в осуществлении этого процесса. Из этих особенностей наиболее значимыми представляются способности интеллектуальных продуктов к разнообразным метаморфозам, к воплощению и функционированию во множестве видов и форм, их комбинациях и сочетаниях, по существу, к саморазвитию. Их познание, учет, наиболее полная реализация способствуют обеспечению коммерциализации интеллектуальных продуктов научной и научно-технологической сферы.

Для выявления и реализации наиболее выгодного использования потенциала интеллектуальных продуктов, их воплощения в высокодоходные нематериальные активы, снижения рисков участников процесса коммерциализации может быть использован, на наш взгляд, такой инструментарий, как бизнес-моделирование.

Этой институциональной форме российские компании, даже инновационно-ориентированные, уделяют явно недостаточно внимания, в отличие от зарубежных компаний и фирм.

Г. Чесбро, осуществив глубокий анализ опыта ряда ведущих компаний по введению технологий в коммерческий оборот, справедливо подчеркивает, что менеджеры испытывают серьезные затруднения, выбирая «подходящие способы соединения новых технологий с новыми рынками», действуя в условиях «огромной технической и рыночной неопределенности» [13]. Именно разработка и выбор адекватной бизнес-модели с учетом сложности и противоречивости интересов, мотивов, отношений, возможных вариантов метаморфоз интеллектуальных продуктов может способствовать выявлению их экономической ценности.

Опираясь на исследования Г. Чесбро и Р. Розенблюма [13], с учетом эндогенного потенциала коммерциализации интеллектуальных продуктов нами сформулирован ряд функций разработчиков бизнес-модели, формирующих ее содержание:

- определение потребности в той или иной форме воплощения интеллектуального продукта и сущности ценности, которую он создает для пользователей;
- идентификация рыночного сегмента (пользователей) и целей, для которых он будет использоваться;
- определение структуры цепи ценности предприятия (фирмы), которая требуется для создания и распространения разнообразных превращений интеллектуальных продуктов, а также дополнительных активов, требующихся для устойчивого функционирования фирмы в этой цепи;
- осуществление сравнительного анализа и оценки с учетом транзакционных издержек, выгодных (доходных) вариантов модификаций интеллектуальных продуктов в процессе их введения в хозяйственный оборот, трансформации в нематериальные активы;
- разработка механизма генерирования доходов предприятия (фирмы), оценка структуры затрат и целевой валовой прибыли, учитывая выбранные технологические варианты и структуру цепи ценности;
- разработка механизма воспроизводства перспективных технологий и продуктов, включая прямое и обратное продвижение бизнеса от продуктовых к технологическим инновациям на основе достижения высокого уровня качества нематериальных активов;
- определение позиции предприятия (фирмы) в сети, связывающей поставщиков и заказчиков, включая выявление возможных потенциальных фирм-участников и конкурентов;
- оценка необходимости и возможности создания гибридных форм интеграции и кооперации заинтересованных агентов и контрагентов (кластеры, альянсы, партнерства, сетевое взаимодействие, коллективные товарные знаки, франчайзинг и др.);
- разработка конкурентной стратегии, при помощи которой инновационная фирма получит преимущества перед соперниками и сохранит его.

С учетом изложенного считаем, что основные этапы коммерциализации интеллектуальных продуктов научной и научно-технологической сферы могут быть охарактеризованы следующим образом:

- разработка конкурентоспособных, с высоким коммерческим потенциалом, интеллектуальных продуктов, включая объекты интеллектуальной собственности;
- экспертиза потенциала модификаций и форм воплощения интеллектуальных продуктов, их оценка, отбор наиболее перспективных, доходных и востребованных потребителями;

- распределение соответствующих прав и доходов с их юридическим (включая контрактное) оформлением, выбор способа правовой защиты в зависимости от форм воплощения интеллектуальных продуктов;
- разработка системы продвижения интеллектуальных продуктов на рынок (включая разработку бизнес-модели, маркетинговые исследования на всех этапах создания и продвижения интеллектуальных продуктов, поиск возможных инвесторов и партнеров, венчурное финансирование, трансфер технологий и др.);
- создание институтов инновационной инфраструктуры, включая адекватные возможностям реализации потенциала интеллектуальных продуктов, гибридные формы взаимодействия заинтересованных субъектов;
- введение интеллектуальных продуктов в хозяйственный оборот с возмещением понесенных издержек и получением прибыли (включая собственное производство, создание совместных и новых предприятий и фирм), рыночные сделки, капитализация доходов участвующих субъектов, вложение финансовых средств в новые исследования и разработки;
- повышение технологического и технического уровня производства, создание инновационных товаров и услуг, удовлетворяющих потребностям устойчивого и динамичного развития экономики на всех ее уровнях.

Безусловно, сложность объекта изучения эндогенного потенциала коммерциализации интеллектуальных продуктов научной и научно-технологической сферы, противоречивость процесса их воплощения в доходные активы и инновации нуждается в дальнейших исследованиях и разработках, подготовке соответствующих высококвалифицированных специалистов, в том числе в рамках международного сотрудничества, включая сотрудничество России и Белоруссии. Разработка и реализация социально-экономической, институциональной и организационной систем мобилизации потенциала успешной коммерциализации интеллектуальных продуктов научной и научно-технологической сферы на основе теоретических, методологических и методических разработок с опорой на достижения мировой науки и практики будет способствовать динамичному развитию и саморазвитию этого многогранного процесса.

#### Список использованных источников

1. Анчишкин, А. И. Наука–техника–экономика / А. И. Анчишкин. – Москва : Экономика, 1986. – 384 с.
2. Добров, Г. М. и др. Научно-технический потенциал: структура, динамика, эффективность / Г. М. Добров [и др.]. – Киев: – Наукова думка, 1987. – 348 с.
3. Лахтин, Г. А. Экономика научного учреждения / Г. А. Лахтин. – Москва : Экономика, 1979. – 207 с.
4. Пельц, Д. Ученые в организациях. Об оптимальных условиях для исследований и разработок : пер. с англ / Д. Пельц, Ф. Эндрюс. – Москва : Прогресс, 1973. 471 с.
5. Шелиц, П. Б. Динамика науки / П. Б. Шелиц. – Ленинград : Наука, 1981. – 142 с.
6. Наука и высокие технологии на рубеже третьего тысячелетия (социально-экономические аспекты развития) / рук. автор. колл. В. Л. Макаров, А. Е. Варшавский. – Москва : Наука, 2001. – 636 с.
7. Инновационная экономика. – М.: Наука, 2004. 352 с.
8. Аллен, К. Р. Продвижение новых технологий на рынок: пер. с англ. / К. Р. Аллен. – Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. – С. 184.
9. Хикс, Дж. Теория экономической истории : пер. с англ. / Дж. Хикс; общ. ред. и вступ. ст. Р. М. Нуреева. – Москва : НП «Журнал Вопросы экономики», 2003. – С. 134.
10. Курс экономики : учебник / под ред. Б. А. Райзберга. – 2-е изд., доп. – Москва : Инфра-М, 1999. – С. 112-115.

11. Аллен, К. Р. Продвижение новых технологий на рынок : пер. с англ. / К. Р. Аллен. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 455 с.
12. Антонец, В. А. Инновационный бизнес: формирование моделей коммерциализации перспективных разработок : учеб. пособие / под ред. К. А. Хомкина. – Москва : Издательство «Дело» АНХ, 2010. – 320 с.
13. Чесбро, Г. Открытые инновации : пер. с англ. / Г. Чесбро. – Москва : Поколение, 2007. – С. 132, 126-127.
14. Блюков, Е. Н. Функциональная организация системы «наука – производство» (концепция интенсивного развития) / Е. Н. Блюков. – Москва : ИЭ РАН, 1999. – 204 с.
15. Йорданов, И. Оценка экономической эффективности науки (Критерии и показатели) : пер. с болг. / И. Йорданов. – Москва : Прогресс, 1977. – 135 с.
16. Несветайлов, Г. А. Наука и ее эффективность / Г. А. Несветайлов. – Минск : Наука и техника, 1979. – 205 с.
17. Официальный сайт Russian Transfer Technology Network. – [www.rttm.ru](http://www.rttm.ru).
18. Официальный сайт Сети трансфера технологий высшей школы. – [www.uttm.ru](http://www.uttm.ru)
19. Волкова, Т. И. Интеллектуальные продукты научной сферы: потенциал коммерциализации / Т. И. Волкова, И. А. Усольцев. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2010. – 171 с.

*Статья поступила в редакцию 27.04.2011*

#### SUMMARY

The study presents the author formulation how to differentiate products of scientific work, specific features of intellectual products and key determinants of their commercialization. Specific features of intellectual products in the sphere of science consist in their endogenous potential, corresponding factors, abilities to various modifications and metamorphoses.

In many cases emphasized features cause difficulties in commercialization of intellectual products, but at the same time they promote highly professional activity of innovative-oriented national companies in achieving high yield and competitiveness in the domestic and export market.

However, these endogenous factors opposed to exogenous are considered practically no attention in the national theory and practice. As an efficient tool of turning intellectual products into companies` income-earning assets and risk minimization business-modeling is suggested, that is used in practical activity of hi-tech companies in developed countries.

УДК 336.7

### **ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМЫ КРЕДИТОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ ОАО «АСБ БЕЛАРУСБАНК»**

*Е.В. Гривко*

#### ВВЕДЕНИЕ

Практическое решение проблемы совершенствования кредитования требует взвешенной оценки существующих и разработки новых методологических основ формирования порядка кредитования на базе оценки и подбора рационального инструментария системы кредитования.

Система форм и методов планирования, выдачи, регулирования и погашения кредитов, как отмечает Пашковский В.С., обусловлена существующими в данное время требованиями хозяйственного механизма [1, с. 33]. Одновременно, по мнению Барковского Н.Д., кредитный механизм представляет собой форму проявления кредитных отношений в конкретных исторических условиях [2, с. 23].

Поэтому для оценки эффективности кредитования необходимо выявить закономерности, позволяющие теоретическим аспектам получить заверченный вид, что подтверждают Петров А.А. и Поспелов И.Г. [3, с. 498]. Вальтук К.К. также считает: «Сделать вывод по теоретической проблеме (в том числе о стохастической природе объекта) – это еще не теория. Необходима фиксация фактов, характеризующих отношения, обнаружение фундаментальных свойств, приведение их в систему и представление как единственной посылки» [4, с.29].

#### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

С целью характеристики кредитной деятельности банков, указывающей на возможности ее дальнейшего развития, предлагается анализ инструментария механизма кредитования, представленного видами и формами кредита, а также методами, условиями и порядком предоставления кредитов. Анализ инструментария механизма кредитования произведен на примере наиболее объемного в республике, а значит показательного для республики, кредитного портфеля юридических лиц ОАО «АСБ Беларусбанк» [5], и позволил решить задачи по оценке:

- состава кредитной задолженности;
- качества кредитной задолженности;
- кредитной задолженности предприятий, подчиненных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Минсельхозпрод);
- кредитной задолженности, сформированной согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства и под гарантию местных органов власти;
- проблемной кредитной задолженности;
- вновь выданных кредитов;
- вновь выданных кредитов согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства и под гарантию местных органов власти;
- кредитной задолженности в разрезе договорных процентных ставок;
- процентных ставок по вновь выданным кредитам;
- длительности вновь выданных кредитов.

#### МЕТОДИКА

Оценка кредитного портфеля предполагает его рассмотрение с позиций «риск – доходность – ликвидность» на основе анализа состава срочной и проблемной кредитной задолженности, процентных ставок по кредитам и длительности кредитов.

Анализ указанных позиций кредитного портфеля позволил отразить, соответственно, его качество, востребованность и возможную длительность кредитных отношений.

С целью проведения достоверной сравнительной оценки кредитования предприятий, подчиненных и не подчиненных Минсельхозпроду, рассмотрен кредитный портфель юридических лиц ОАО «АСБ Беларусбанк», так как в этом банке выработан единый подход к кредитованию предприятий различных отраслей, в том числе при кредитовании предприятий согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства. Ретроспективный анализ проведен по данным 2006 г. и 2007 г., то есть докризисного периода (до 2008 г.), что дает возможность охарактеризовать кредитную деятельность в период относительно стабильного развития экономики республики без скачкообразных искажений и последствий появления международных рисков.

Анализ функционирования системы кредитования произведен на базе рассмотрения более 50 тысяч кредитных договоров юридических лиц, в результате чего дана комплексная оценка состояния инструментария механизма кредитования.

#### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ состава кредитной задолженности. Общее рассмотрение состава кредитной задолженности клиентской базы банка показало:

- наличие роста задолженности, но с замедлением в 2007 г.;
- прирост задолженности большей частью за счет кредитов в белорусских рублях;
- преобладание в 2006 г. инвестиционных кредитов в белорусских рублях в структуре задолженности с утратой этих позиций в 2007 г. за счет прироста текущих кредитов в евро;
- наличие просроченной задолженности по основному долгу и резервов по сомнительным долгам большей частью по инвестиционным кредитам;
- высокие темпы роста задолженности в долл. США по лизингу;
- наличие просроченных процентов по лизингу.

Анализ качества кредитной задолженности. Качество кредитной задолженности следует расценить как приемлемое:

- доля просроченной задолженности предприятий Минсельхозпрода меньше, чем клиентской базы в целом;
- преобладание выдачи кредитов банком за счет собственных ресурсов и просроченной задолженности по ним;
- более высокие темпы роста кредитной задолженности предприятий Минсельхозпрода за счет собственных ресурсов банка и иностранных кредитных линий по сравнению с ростом задолженности клиентской базы в целом;
- более низкие темпы роста кредитной задолженности предприятий Минсельхозпрода за счет централизованных ресурсов по сравнению с ростом задолженности клиентской базы в целом;
- преобладание в 2006 г. роста задолженности по инвестиционным кредитам, а в 2007 г. по текущим кредитам, в том числе предприятий Минсельхозпрода;
- преобладание роста задолженности по кредитам, выданным за счет собственных средств в иностранной валюте, над задолженностью в белорусских рублях, что вызвано выдачей значительных сумм инвестиционных кредитов в иностранной валюте в 2006 г., в том числе предприятиям Минсельхозпрода;
- выдача кредитов за счет централизованных кредитных ресурсов только в белорусских рублях;
- отсутствие у предприятий Минсельхозпрода просроченной кредитной задолженности по кредитам, выданным за счет централизованных ресурсов;
- образование просроченной кредитной задолженности по клиентской базе в основном по инвестиционным кредитам в белорусских рублях.

Анализ задолженности предприятий Минсельхозпрода. Кредитная задолженность предприятий Минсельхозпрода отличается следующими характеристиками:

- образована в основном по инвестиционным кредитам, выданным банком за счет собственных средств на автомобильную и сельскохозяйственную технику и по текущим кредитам, выданным банком за счет собственных средств на сырье и материалы;
- в долларах США и российских рублях задолженность образована в основном по текущим кредитам, а в евро – по инвестиционным;
- просроченная задолженность отмечена в белорусских рублях и евро;

– основная доля просроченной задолженности по основному долгу наблюдается по предприятиям прочих (не основных) отраслей Минсельхозпрода и незначительная доля – по животноводческой отрасли;

– основная доля просроченных процентов сложилась по предприятиям животноводческой отрасли Минсельхозпрода;

– на 01.01.2007 основную часть просроченной задолженности предприятий Минсельхозпрода составляла просроченная задолженность по кредитам, выданным согласно Указам Президента и Постановлений Правительства, а также решений местных органов власти и решений Правления и финансового комитета банка под льготную процентную ставку. Просроченные предприятиями Минсельхозпрода проценты, напротив, наблюдались по кредитам, выданным на рыночных принципах;

– на 01.01.2008 просроченная задолженность предприятий Минсельхозпрода наблюдалась по кредитам, выданным на рыночных принципах, а также согласно решений местных органов власти.

Анализ кредитной задолженности, сформированной согласно Указам Президента и Постановлений Правительства и под гарантию местных органов власти. Кредитная задолженность, сформированная согласно Указам Президента и Постановлений Правительства и под гарантию местных органов власти, имеет следующие особенности:

– образуется в основном в белорусских рублях;

– составляет половину задолженности предприятий Минсельхозпрода и несколько меньшую величину по клиентской базе в целом;

– складывается в основном по долгосрочным кредитам за счет собственных ресурсов банка как у предприятий Минсельхозпрода, так и клиентской базы в целом;

– за счет централизованных ресурсов складывается в незначительной сумме (менее 1% задолженности) как у предприятий Минсельхозпрода, так и клиентской базы в целом;

– доля просроченной задолженности предприятий Минсельхозпрода по кредитам, выданным согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, меньше, чем по клиентской базе в целом;

– основная доля просроченной задолженности по кредитам, выданным согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, приходится на инвестиционные кредиты, выданные банком за счет собственных средств;

– лизинг выдавался клиентской базе согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства в основном в долл. США, а предприятиям Минсельхозпрода – в евро;

– задолженность клиентской базы, образованная согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, в основном и в большей степени, чем образованная на рыночных принципах, использует кредитную линию как способ выдачи кредитов;

– кредитная задолженность по кредитам, выданным согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, у колхозов и совхозов, подчиненных Минсельхозпроду, не наблюдалась;

– задолженность предприятий Минсельхозпрода по текущим кредитам, выданным банком за счет собственных средств согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, сформировалась по следующим целевым направлениям: сырье и материалы, а по инвестиционным кредитам, выданным за счет: 1) собственных средств на автомобильную и сельскохозяйственную технику, 2) иностранных кредитных линий на инвестиционные проекты, 3) централизованных ресурсов на строительство зданий. Такую же целевую направленность имеет кредитная задолженность предприятий Минсельхозпрода, имеющая гарантию местных органов власти.

– проблемная задолженность у предприятий Минсельхозпрода по кредитам, выданным согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства и под гарантию местных органов власти сложилась по инвестиционным кредитам, выданным банком за счет собственных средств на авто- и сельскохозяйственную технику, а просроченные проценты сложились по текущим кредитам на прочие цели, выданным согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства и под гарантию местных органов власти.

Анализ вновь выданных кредитов. Новая выдача кредитов в 2006 г. и 2007 г. отмечена следующими фактами:

– новая выдача кредитов клиентской базе произведена банком в основном за счет собственных средств;

– новая выдача кредитов клиентской базе производилась в основном на текущие цели, а предприятиям Минсельхозпрода – на инвестиционные цели;

– колхозы, совхозы, крестьянско-фермерские хозяйства занимали меньше 1 % в кредитном портфеле клиентской базы банка;

– предприятиям коллективной формы собственности не выдавались кредиты за счет иностранных кредитных линий, а предприятиям прочей формы собственности кредиты выдавались только за счет собственных ресурсов банка;

– в кредитном портфеле предприятий Минсельхозпрода преобладала выдача кредитов предприятиям частной формы собственности;

– у предприятий Минсельхозпрода частной и коллективной форм собственности значительная часть выдачи (22 %) сформировалась за счет централизованных ресурсов;

– выдача кредитов предприятиям Минсельхозпрода коллективной формы собственности производилась только за счет централизованных ресурсов в белорусских рублях, а предприятиям прочей формы собственности выдача не производилась;

– способ выдачи кредитов предприятиям Минсельхозпрода и в целом по клиентской базе отмечен преобладанием открытия кредитной линии;

– колхозам, совхозам и крестьянско-фермерским хозяйствам выдача производилась в основном при открытии простого счета.

Анализ вновь выданных кредитов по Указам Президента и под гарантию Правительства. Итак, вновь выданные кредиты по Указам Президента и под гарантию Правительства свидетельствуют:

– новые выдачи кредитов предприятиям Минсельхозпрода, в том числе согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, производились на долгий срок в основном за счет собственных ресурсов банка;

– вновь выданные как в 2006 г., так и в 2007 г. кредиты предприятиям Минсельхозпрода составили 13 % новой выдачи кредитов клиентской базе;

– незначительные выдачи кредитов в долл. США и евро произведены колхозам и совхозам Минсельхозпрода, однако согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства новая выдача кредитов колхозам, совхозам и крестьянско-фермерским хозяйствам Минсельхозпрода в 2006 г. и 2007 г. не производилась.

Анализ кредитной задолженности в разрезе договорных процентных ставок. В своей работе Вальтух К.К. отмечает, что «Динамика факторов – это случайный процесс... Но средняя величина закономерна – определяется действием закона» [4, с. 38, 40]. В этой связи в работе помимо динамики за 2006 г. – 2007 г. представлены средняя процентная ставка и средний срок кредитов по различным кредитополучателям, видам кредитов, способам их предоставления.

Кредитная задолженность в разрезе договорных процентных ставок характеризуется следующим:

– клиентская база банка кредитовалась в основном под 10 – 15 % годовых;

– предприятия Минсельхозпрода кредитовались в белорусских рублях согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства под 0-5 % годовых и на рыночных принципах под 10 – 15 % годовых;

– кредитная задолженность предприятий Минсельхозпрода в свободно конвертируемой валюте оформлена в основном на рыночных условиях под 5–10 % и 10–15 % годовых, а согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства под 5–10 % годовых;

– кредитная задолженность предприятий Минсельхозпрода в российских рублях, сложившаяся согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, оформлена под 15–20 % годовых;

– просроченная кредитная задолженность предприятий Минсельхозпрода сложилась в основном по кредитам, выданным под 10–15 % годовых;

– задолженность предприятий Минсельхозпрода по кредитам, выданным под 5–10 %, сложилась в основном по комбикормовой промышленности и маслодельной и молочной отрасли, под 10–15 % по снабженческой отрасли и маслодельной и молочной отрасли, под 15–20 % годовых по мясной промышленности и мясному и молочному скотоводству, 20–25 % по мясному и молочному скотоводству.

Анализ процентных ставок по вновь выданным кредитам. Выявлено, что ставки по вновь выданным кредитам отражают следующую тенденцию:

– для предприятий Минсельхозпрода ставка по вновь выданным кредитам меньше, чем для клиентской базы в целом;

– у предприятий Минсельхозпрода ставка по текущим кредитам сложилась выше ставки инвестиционных кредитов (за счет дешевых рублевых выдач по инвестиционным кредитам), причем для колхозов, совхозов и крестьянско-фермерских хозяйств Минсельхозпрода она была выше по текущим и инвестиционным кредитам;

– ставки по вновь выданным текущим кредитам у предприятий Минсельхозпрода выше, чем по клиентской базе в целом, а по инвестиционным кредитам, напротив, ниже, чем по клиентской базе в целом;

– для клиентской базы и предприятий Минсельхозпрода более дорогими оказались кредиты, выданные банком за счет собственных средств;

– для клиентской базы в целом кредиты, выданные банком за счет собственных средств, в белорусских рублях были дешевле, чем в свободно конвертируемой валюте;

– у предприятий Минсельхозпрода частной формы собственности ставки по кредитам, выданным банком в белорусских рублях за счет централизованных ресурсов, самые дешевые;

– наиболее дорогим способом предоставления кредитов клиентской базе и предприятиям Минсельхозпрода является открытие кредитных линий с повторной выдачей.

Анализ длительности вновь выданных кредитов. Длительность кредитной задолженности, влияя на ликвидность банка, характеризует кредитный портфель со следующих позиций:

– предприятиям Минсельхозпрода кредиты в 2006 г. выдавались на срок в среднем 650 дней;

– краткосрочные и долгосрочные кредиты предприятий Минсельхозпрода оказались длительнее, чем по клиентской базе в целом;

– кредиты, выданные в свободно конвертируемой валюте длительнее, чем в белорусских рублях как для клиентской базы в целом, так и для предприятий Минсельхозпрода;

- наиболее длительные кредиты выданы предприятиям Минсельхозпрода по простым счетам учета кредитной задолженности, а кредитные линии с повторной выдачей оказались наиболее краткосрочными;
- среди краткосрочных кредитов клиентской базы и предприятий Минсельхозпрода наиболее длительными стали кредиты, выданные посредством открытия кредитных линий, а среди долгосрочных кредитов – открытые по простым счетам учета кредитной задолженности;
- наиболее длительной формой кредита среди предприятий Минсельхозпрода стал лизинг, а наименее длительной – факторинг;
- среди организационно-правовых форм хозяйствования предприятий Минсельхозпрода кредиты с наибольшей длительностью выданы крестьянско-фермерским хозяйствам в белорусских рублях;
- предприятиям Минсельхозпрода государственной и частной формы собственности кредиты предоставлены в основном на срок более 1 года, наиболее длительные из них в свободно конвертируемой валюте за счет иностранных кредитных линий;
- предприятиям Минсельхозпрода коллективной формы собственности кредиты предоставлены на срок более 1 года;
- предприятиям Минсельхозпрода прочей формы собственности кредиты в 2006 г. предоставлены на незначительный срок в белорусских рублях за счет собственных ресурсов банка, а в 2007 г. – не предоставлялись.

Научная значимость представленных основных положений заключается в том, что достижение организации механизма кредитования, устойчивого к воздействию факторов внешней среды, становится возможным при принятии во внимание результатов проведенного в работе анализа инструментария механизма кредитования. Практическую ценность представляют выявленные закономерности формирования кредитного портфеля.

#### ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ кредитного портфеля с наличием кредитов предприятиям Минсельхозпрода, в том числе выданным согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, показал:

- достаточно высокое качество кредитного портфеля вследствие минимальной проблемной и пролонгированной задолженности и диверсификации клиентской базы;
- приемлемую ликвидность кредитного портфеля, что выражается средней длительностью кредитов менее 5 лет, в том числе предприятий Минсельхозпрода менее 2 лет, которая соответствует возможному сроку привлечения кредитных ресурсов (делает возможным привлечь кредитные ресурсы на аналогичный срок);
- анализ доходности кредитного портфеля показал разброс кредитных ставок по кредитам различных способов выдачи, источников кредитных ресурсов, форм собственности, организационно-правовых форм, отраслевой принадлежности кредитополучателей, что свидетельствует о различном уровне развития кредитополучателей, их возможностях и требует от банка методик по обоснованию расчета индивидуальных процентных ставок. Необходимость обоснования индивидуальных договорных процентных ставок вызвана противоречием между существующим разбросом договорных процентных ставок и единым подходом по их установлению.

Анализ инструментария механизма кредитования с присутствием кредитов предприятиям Минсельхозпрода, в том числе выданных согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства, показал его приемлемость для сохранения качества, востребованности и достаточной длительности кредитных отношений.

Список использованных источников

1. Пашковский, В. С. Кредитно-расчетный механизм в системе управления отраслью / В. С. Пашковский. – Москва : Финансы, 1980. – 144 с.
2. Барковский, Н. Д. Проблемы кредита и денежного оборота в условиях развитого социализма / Н. Д. Барковский. – Москва : Финансы, 1976. – 215 с.
3. Петров, А. А. Математические модели экономики России / А. А. Петров, И. Г. Поспелов // Вестник Российской академии наук. – 2009. – Т. 79. – № 6. – С. 492-506.
4. Вальтух, К. К. О разработке вероятностной экономической теории / К. К. Вальтух // Вестник Российской академии наук. – 2008. – Т. 78. – № 1. – С. 28-47.
5. Кредитный портфель юридических лиц ОАО "АСБ Беларусбанк" [Электронный ресурс] / ОАО "АСБ Беларусбанк". – Минск, 2008. – Режим доступа: ИАС "ФОРВАРД". – Дата доступа 30.04.2008.

*Статья поступила в редакцию 24.09.2010*

#### SUMMARY

The analysis of toolkit of the crediting system submitted by kinds and forms of the credit, and also by methods, conditions and the order of granting of credits to legal persons, including the enterprises of the Ministry of Agriculture and the foodstuffs is offered. The estimation of structure of credit debts and its quality, again given credits, including according to Decrees of the President and Decisions of the Government and under a guarantee of local authorities, and also structure of credit debts in a section of contractual interest rates and to duration of credits is given.

УДК 339.564

### **КОНКУРЕНТНЫЕ ПОЗИЦИИ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ**

*Л.А. Пялова*

В условиях глобализации высокий уровень конкурентоспособности национальной экономики в системе мирового хозяйства является индикатором инновационного развития и эффективной внутренней, внешнеэкономической политики страны, политики, которая обеспечивает внешнеэкономическую безопасность и социальную стабильность как в стране в целом, так и во всех ее регионах. Актуальность выбранного научного направления обусловлена тем, что эффективность развития национальной экономики зависит от стратегии создания и реализации инноваций во всех сферах деятельности регионов, которая должна отталкиваться от объективной, системной оценки уровня их конкурентоспособности.

Проблема оценки и анализа конкурентоспособности экономических систем (предприятий, отраслей, регионов) и в целом национальной экономики изучалась учеными многих стран мира, что нашло отражение по самым различным темам в работах отечественных и зарубежных авторов. М. Албаков, Б. Баласса, Ю. Курченков, В. Медведев, П. Никитенко, А. Смит и Д. Рикардо, М. Портер, Э. Хекшер и Б. Олин, Й. Шумпетер, Д. Сакс, В. Попов, Дж. Харт, Г. Яшева и др. разработали теоретические основы категориального аппарата, классифицировали конкурентные преимущества национальной экономики, раскрыли методологию факторной оценки и анализа конкурентоспособности в соответствии с выбранной ими научной направленностью. Фундаментальные исследования

конкурентоспособности стран и регионов, проведенные учеными мира, нами структурированы по классификации концепций. Концепция конкурентоспособности за счет внутренних резервов и преимуществ раскрыта в работах: А. Смита и Д. Рикардо (абсолютные и сравнительные преимущества страны); М. Портера (уровень производительности и конкурентоспособности отраслей, использование конкурентных преимуществ); Ю. Курченкова, В. Попова (соединение в стране сравнительных (данных природой) и конкурентных преимуществ (созданных людьми)); Э. Хекшера, Б. Олина (стоимость и степень использования имеющихся факторов производства); Р. Хейса, С. Уилрайта, К. Кларка (политика и деятельность предприятия, факторы производства); А. Луссе (участие субъектов в процессе формирования конкурентных преимуществ). Концепция конкурентоспособности за счет внешнеэкономической деятельности и продаж раскрыта в работах Г. Куликова, А. Селезнева, Р. Фатхутдинова (способность производить товары и услуги, выдерживающие требования международной конкуренции); Б. Скотта (способность страны к созданию, производству, распределению и обслуживанию продукции в международной торговле); Б. Баласса (торговля дифференцированными товарами одной отрасли); С. Добровенского, В. Шевелева (отношение полезного эффекта к затратам на основе продаж товаров по сравнению с конкурентами); Т. Шмулевич (способность производить и продавать продукцию). Концепция конкурентоспособности за счет государственно-институциональной поддержки раскрыта в работах Д. Сакса (соответствие экономических структур и институтов эффективной политике государства); Ч. Джонсона (степень вмешательства правительства в регулирование экономики); П. Гуревича (степень вмешательства коалиций определенных социальных кругов (промышленность, финансы, торговый бизнес, сельское хозяйство, труд) в регулирование экономики); Д. Харта (сотрудничество, взаимозависимость и координация действий между правительством, бизнесом и трудом). Анализ форм проявления государственного монополизма и антимонопольного регулирования проведен в работах Л. Давыденко, М. Куньявского. Концепция конкурентоспособности за счет инновационного развития раскрыта в работах Й. Шумпетера, Ю. Курченкова, В. Попова (инновационность экономики); М. Албакова (способность извлекать интеллектуальную ренту во внешнеэкономическом обороте товаров и капиталов); Я. Росса (величина добавленной стоимости, которую приносит в товар НИОКР); Р. Фереро и К. Чахарбаги (потенциал населения и технологий в создании необходимых стратегических изменений). Концепция конкурентоспособности на основе идеологии рассмотрена в работах Дж. Лоджа и Э. Вогеля, Дж. Воронова, В. Вольферена, С. Рэйча (наличие коммунитарной идеологии). Концепция конкурентоспособности за счет человеческого потенциала раскрыта в трудах С. Шаврука (уровень образования и квалификация трудовых ресурсов); К. Рожкова (способность воспроизводить человеческие ресурсы); Б. Хендриксона (инвестиции в человеческий капитал), Г. Куликова (растущие реальные доходы населения и повышение занятости). Вместе с тем, разнообразные концептуальные подходы, отсутствие единообразия в семантике, универсальных научной теории и методологического подхода, использование множества отличающихся показателей с разновекторной направленностью показало узконаправленный подход каждого ученого к проблеме оценки и анализа конкурентоспособности регионов и стран.

К важнейшим факторам региональной конкурентоспособности ряд исследователей относят: современную структуру хозяйственной деятельности и высокоразвитую логистическую инфраструктуру; уровень инновационности и человеческий потенциал; наличие сети партнерских связей между конкурирующими предприятиями; наличие сети институтов и общественный капитал; наличие местных лидеров, способных объединить местные субъекты вокруг региональной стратегии развития [1]. Факторами региональной конкурентоспособности также могут выступать: качество рабочей силы и разнообразный рынок труда, дающий возможность поиска работников разных

категорий; наличие исследовательских центров, позволяющих разрабатывать новые технологии и НИОКР, обмениваться информацией; наличие на территории промышленных кластеров с хорошо развитой сетью вертикальных и горизонтальных связей, позволяющих снизить издержки промышленной инфраструктуры, облегчить передачу информации; развитая инфраструктура, широкие транспортные и информационные сети, близость международных аэропортов и финансовые услуги; благоприятные условия жизнедеятельности и высокие экологические стандарты [2].

Современные подходы к региональной конкурентоспособности не основаны на единой теории, поэтому и факторный анализ отечественных и зарубежных ученых, имея схожие моменты, имеет отличия. Факторы, которые специалисты используют в основе оценки региональной конкурентоспособности, имеют важное значение, но все же их количество и качественный уровень, используемый в анализе вызывает зачастую много споров: «Почему так и не иначе?». Ряд ученых путают понятие конкурентоспособность региона с экономическим состоянием, что напрямую влияет и на набор используемых показателей в факторном анализе. Это предопределило актуальность исследования, направленного на: во-первых, рассмотрение региона как сложной, синергетической и самоорганизующейся системы; во-вторых, теоретико-методологическую разработку основ анализа конкурентоспособности региона; в-третьих, выделение факторов конкурентоспособности, являющихся «параметрами порядка» для самоорганизующихся структур экономики региона; в четвертых, разработку стратегии повышения уровня конкурентоспособности регионов Республики Беларусь в условиях мировой конкуренции.

Цель работы – оценить уровень конкурентоспособности регионов Республики Беларусь на основе авторской концепции конкурентоспособности системы в разрезе синергетики и самоорганизации и соответствующего методологического аппарата [3, 4]. Разработанные авторские концептуальные основы исследования конкурентоспособности регионов национальной экономики на основе самоорганизации и синергетики состоят из: рассмотрения национальной экономики как сложной синергетической системы, построенной на принципах открытости и инновационности, предполагающей возникновение структурного порядка под воздействием потока человеческих, энергетических, инновационных, коммуникационных, финансовых ресурсов (собственных и привлеченных); выбора оптимального пути развития в точках «бифуркации» при растущем уровне совокупного потребления и ограниченности ресурсов. Авторская методология включает: выявление экономической направленности развития экономических субъектов хозяйства; выделение факторов («параметров порядка») и показателей (количественных и качественных) конкурентоспособности экономических систем; получение функциональных зависимостей между показателями конкурентоспособности (использование искусственных нейронных сетей для нормированных показателей); определения направлений действия (тактическое и стратегическое). Авторская методика отличается от существующих в экономике: ограничением анализируемого пространства единичным кубом; исключении эвристических весовых коэффициентов; универсальностью при использовании экономическими системами любого уровня и любой сферы экономической деятельности. Методика позволяет: ограничить область сравнения; определить лучшую экономическую систему на основе всех показателей из рассматриваемых систем; получить относительное расстояние между векторами многомерного пространства (между анализируемой системой и лучшей относительно максимально возможного расстояния заданного многомерного ортогонального пространства), допустить сравнение коэффициентов конкурентоспособности в динамике при количественной вариации показателей факторов, так как семантика коэффициента при данных изменениях не меняется.

Задачами работы определены: анализ экономического потенциала регионов и оценка их уровня конкурентоспособности в современных условиях.

В любой стране мира региональная конкурентоспособность показывает, как эффективно страна использует региональные конкурентные преимущества, формируя совокупный экономический потенциал, поэтому анализ региональных факторов конкурентных преимуществ отдельных экономических единиц приобретает особое значение. Проведем анализ уровня конкурентоспособности регионов за 2002 – 2009 гг. по авторской методике оценки и анализа уровня конкурентоспособности экономических систем на основе синергетики и самоорганизации [3]. Результаты проводимых мониторингов регионов, анализа макроэкономических пропорций позволяют оценить уровень использования региональных конкурентных преимуществ, соответственно, проанализировать использование факторов конкурентоспособности регионов при формировании совокупного экономического потенциала, к основному элементу которого можно отнести в первую очередь научный потенциал. В настоящее время на каждые 10 тыс. жителей республики приходится около 18 исследователей, тогда как в США – 52, Израиле – 38. России – 32, ФРГ – 29, Франции – 26, Южной Корее – 24. Основная часть научного потенциала сосредоточена в НАН Беларуси, Министерстве промышленности, Министерстве образования, Министерстве здравоохранения, Министерстве сельского хозяйства и продовольствия, Белорусском государственном университете, концерне «Белнефтехим». Здесь сосредоточено около 72 % организаций, 82 % работников и 85 % внутренних текущих затрат на науку. Наибольшее число организаций расположено в г. Минске – 184 (62 %). По областям они распределены так: Брестская область – 16, Витебская – 26, Гомельская - 27, Гродненская – 11, Минская – 15, Могилевская область – 16 организаций. В последние несколько лет преобладающие позиции занимают технические науки – 50 – 65 % затрат. Затем идут естественные науки – свыше 20 %, сельскохозяйственные – свыше 6, общественные – свыше 5, медицинские – около 5 и гуманитарные науки – менее 2 %. Такие же пропорции имеют место и по количеству проводимых в них исследований. Исследователи и разработчики – важная составляющая научно-технического потенциала. В Беларуси работают 783 доктора наук и 3431 кандидат наук. Большинство из них заняты в технических и естественных науках.

Экономическое развитие регионов в национальной экономике осуществляется на основе разработки и реализации прогнозов комплексных планов и программ экономического и социального развития регионов, которые основываются на постоянном мониторинге регионов (таблица).

Анализ конкурентоспособности регионов и г. Минска Республики Беларусь за период 2002- 2009 годы показал, что уровень конкурентоспособности регионов и г. Минска практически не менялся за период с 2002 г. по 2006 г. В данный период менялись промежуточные коэффициенты регионов (коэффициенты конкурентоспособности факторов). Однако уровень конкурентоспособности регионов, и, следовательно, региональное экономическое развитие, было стабильным. Так, на первом месте по конкурентоспособности в 2002 – 2006 гг. был г. Минск, на втором месте – Гомельская область, на третьем – Витебская область, на четвертом – Минская область, на пятом – Гродненская область, на шестом – Брестская область, на седьмом – Могилевская область. Однако сложная экономическая ситуация в мире в момент экономического кризиса не могла не повлиять и на развитие регионов Республики Беларусь. В результате уже в 2007 г. несколько изменился порядок и коэффициент конкурентоспособности регионов Республики Беларусь. Так, в 2007 г. поднялась с седьмого места на шестое Могилевская область. На седьмое место с шестого опустилась Брестская область. В 2008 г. Витебская область опустилась с третьего на четвертое место, Минская область поднялась с четвертого на третье место.

В 2002 г. факторы «человеческие ресурсы», «инновационные ресурсы», «коммуникационные ресурсы» по уровню конкурентоспособности заняли лучшее место в г. Минске, фактор «финансовые ресурсы» занял первое место в

Гомельской области, фактор «энергетические ресурсы» также занял первое место в Гомельской области.

В 2003 г. ситуация по рангам факторов первых мест не изменилась, изменились более низшие ранги факторов. Но изменение более низших рангов факторов не изменило позиции рангов коэффициентов конкурентоспособности по регионам Республики Беларусь. В 2004 г. ситуация по местам факторов первых мест повторилась. На прежнем уровне остались коэффициенты конкурентоспособности регионов Республики Беларусь.

Таблица – Коэффициенты конкурентоспособности (КК) факторов и регионов Республики Беларусь за 2006 – 2009 гг.

Регионы Беларуси	КК «чел. рес.»	КК «иннов. рес.»	КК «фин. рес.»	КК. «ком. рес.»	КК «энерг. рес.»	КК рег. 2008 г.	КК рег. 2009 г.	Ранг КК рег. 2009 г.	Ранг КК рег. 2008 г.	Ранг КК рег. 2007 г.	Ранг КК рег. 2006 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брестская обл.	0,897	0,657	0,716	0,711	0,812	0,761	0,740	7	7	7	6
Витебская обл.	0,911	0,656	0,769	0,715	0,912	0,810	0,789	3	4	3	3
Гомельская обл.	0,909	0,679	0,846	0,705	0,998	0,843	0,882	2	2	2	2
Гродненская обл.	0,927	0,647	0,745	0,709	0,810	0,772	0,775	5	5	5	5
г.Минск	0,967	0,921	0,635	0,997	0,863	0,894	0,889	1	1	1	1
Минская обл.	0,916	0,660	0,922	0,716	0,873	0,832	0,783	4	3	4	4
Могилевская обл.	0,915	0,656	0,739	0,704	0,799	0,771	0,754	6	6	6	7

Источник: разработка автора по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь

В 2005 г. Брестская область заняла по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 4 место, «инновационные ресурсы» – 4 место, «финансовые ресурсы» – 6 место, «коммуникационные ресурсы» – 2 место, «энергетические ресурсы» – 5 место. Витебская область заняла по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 3 место, «инновационные ресурсы» – 7 место, «финансовые ресурсы» – 3 место, «коммуникационные ресурсы» – 5 место, «энергетические ресурсы» – 2 место. Гомельская область заняла по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 5 место, «инновационные ресурсы» – 2 место, «финансовые ресурсы» – 1 место, «коммуникационные ресурсы» – 7 место, «энергетические ресурсы» – 1 место.

Гродненская область заняла по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 2 место, «инновационные ресурсы» – 6 место, «финансовые ресурсы» – 4 место, «коммуникационные ресурсы» – 3 место, «энергетические ресурсы» – 6 место. Г.Минск занял по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 1 место, «инновационные ресурсы» – 1 место, «финансовые ресурсы» – 7 место, «коммуникационные ресурсы» – 1 место, «энергетические ресурсы» – 3 место. Минская область заняла по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 6 место, «инновационные ресурсы» – 3 место, «финансовые ресурсы» – 2 место, «коммуникационные ресурсы» – 4 место,

«энергетические ресурсы» – 4 место. Могилевская область заняла по уровню конкурентоспособности факторов: «человеческие ресурсы» – 7 место, «инновационные ресурсы» – 5 место, «финансовые ресурсы» – 5 место, «коммуникационные ресурсы» – 6 место, «энергетические ресурсы» – 7 место.

В 2006 г. позиции лидеров по коэффициентам факторов и коэффициентам конкурентоспособности сохранились при некотором изменении ряда рангов факторов.

В 2007 г. начавшийся мировой экономический кризис несколько повлиял на ранги коэффициентов факторов, что нашло отражение и в полученных результатах. Изменения по коэффициенту конкурентоспособности регионов произошли в Могилевской и Брестской области.

В 2008 г. наиболее эффективно использовались факторы конкурентоспособности «людские ресурсы», «инновационные ресурсы», «коммуникационные ресурсы» в г. Минске. Фактор «финансовые ресурсы» по уровню конкурентоспособности лидирует в Минской области, фактор «энергетические ресурсы» – в Гомельской области. Витебская область в 2008 г. уступила 3 место по уровню конкурентоспособности, которое она занимала весь предыдущий анализируемый период и заняла 4 место. Относительно низкие значения в Витебской области по коэффициентам факторов «инновационные ресурсы», «коммуникационные ресурсы», «финансовые ресурсы».

В 2009 г. на третье место поднялась Витебская область, лидерами остались г. Минск и Гомельская область. В 2009 г. также наиболее эффективно были использованы факторы конкурентоспособности «людские ресурсы», «инновационные ресурсы», «коммуникационные ресурсы» в г. Минске. Витебская область относительно 2008 г. улучшила конкурентоспособность фактора «инновационные ресурсы», что позволило ей подняться с 4 на 3 позицию.

#### ВЫВОДЫ

1. Поиск роста конкурентоспособности регионов Республики Беларусь, находящихся в одном правовом поле, на фоне анализа общих для всех тенденций развития предполагает и индивидуальный подход, так как каждый регион имеет отличие по финансовым, производственным, трудовым ресурсам, потенциалу управления и доминирующим отраслям. Высокий уровень конкурентоспособности экономической системы предполагает, что она лучше других удовлетворяет спрос на результаты своей деятельности и за этот счет обеспечивает себе длительное процветание, является конкурентоспособной. Аналогично можно судить о конкурентоспособности регионов национальной экономики.

2. Анализ показал, что есть резервы роста конкурентоспособности регионов, использование которых предполагает профессиональный подход к оценке уровня конкурентоспособности, эффективный менеджмент, целевое обеспечение финансовыми средствами инновационных процессов, увеличение числа высококвалифицированных специалистов и степени инновационности труда, всемерную государственную поддержку потоков ресурсов с целью интенсификации процессов самоорганизации в регионах, что обеспечит устойчивое инновационное развитие и высокий уровень конкурентоспособности как регионов, так и национальной экономики Республики Беларусь в системе мирового хозяйства.

3. Отличия по степени участия факторов в коэффициентах конкурентоспособности стран относительно Республики Беларусь, результаты расчетов подчеркнули необходимость системного подхода в изменении как «медленных», так и «быстрых» факторов конкурентоспособности регионов. Полученные результаты позволили сделать вывод, что можно получить быстрый рост уровня конкурентоспособности региона из-за улучшения «быстрых» факторов – «финансовых ресурсов», «энергетических», «коммуникационных», но данный рост не может быть стабильным, так как будет сильно подвержен рыночной конъюнктуре. Тогда управление превращается в спасательные краткосрочные операции. Для стабильного улучшения конкурентоспособности регионов

национальной экономики страны важно вкладывать постоянно средства в «медленные» факторы – «инновационные товары», «человеческие ресурсы». Вложение средств в «медленные» факторы позволит получить эффект роста конкурентоспособности через некоторое продолжительное время с одной стороны, но с другой – на более длительный срок. «Человеческие ресурсы», являясь «медленным», являются еще и основополагающим фактором конкурентоспособности, а также, что очень важно, мобильным. Поэтому для снижения риска невозвращения вложенных средств необходимо принимать меры, чтобы человеческий ресурс не «перетекал» в регионы других стран мира, постоянно улучшая качественную и количественную составляющие факторов.

4. Потенциал конкурентоспособности национальной экономики характеризуется прежде всего доминированием инновационной отечественной продукции (товаров и услуг) на соответствующих международных рынках. Этот потенциал зависит от регионального развития, потенциалов регионов, который и формируют совокупный экономический потенциал Республики Беларусь.

#### Список использованных источников

1. Евтухович, А. Конкурентоспособность и стратегии развития польских регионов в условиях европейской интеграции / А. Евтухович // БЭЖ. – № 3. – 2002. – С.100 – 107.
2. Никитенко, П. Г. Синергетический подход к оценке конкурентоспособности экономической системы / П. Г. Никитенко, Л. А. Платонова // Общество и экономика. – № 4. – 2007. – С.5-25.
3. Платонова, Л. А. Национальная экономика в контексте самоорганизации и конкурентоспособности / Л. А. Платонова. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 350 с.
4. Регионы Республики Беларусь: статистический сборник Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Минск : Информационно-вычислительный центр Белстата, 2009. – 870 с.
5. Точицкая, И. Э. Показатели конкурентоспособности регионов / И. Э. Точицкая // БЭЖ. – № 3. – 2003. – С. 60 - 70.

*Статья поступила в редакцию 13.10.2010*

#### SUMMARY

The evaluation of the competitiveness of the regions of Belarus for 2002 - 2008 years using copyright conceptually - a methodological approach is carried out. The factors of competitiveness: "human" resources, "financial" resources, "communication" resources, "energy" resources; "innovative" resources. The are used analysis and ranking of factors of regional competitiveness, are conducted and the conclusions are drawn.

УДК 334

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРТНЕРСКИХ ОТНОШЕНИЙ В АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Г. Аляксандар , С. М. Цыбульскі*

В настоящее время инновационное становление региона – неотъемлемая часть его социально-экономической и инновационной политики, содержанием которой является создание государственными органами необходимых правовых,

экономических, организационных и иных условий для инновационной деятельности, а также способов воздействия республиканских органов государственного управления и органов местного управления на субъекты научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Инновации и научно-технические разработки становятся неотъемлемыми составляющими устойчивого экономического роста не только государств, но и отдельных регионов. Актуальность темы связана с невысоким уровнем инновационного потенциала регионов Беларуси и низкой эффективностью его использования.

В мировой практике существуют различные способы активизации и совершенствования инновационной среды региона. К ним можно отнести формирование в регионе развитой инновационной инфраструктуры (технопарки, бизнес-инкубаторы, региональные инновационные фонды), создание сети трансфера технологий (пропаганда результатов инновационной деятельности и распространение инноваций с привлечением торгово-промышленных палат за пределами регионов), прямую и косвенную финансовую поддержку инновационных проектов, а также кластерный подход в реализации инновационной политики, который применяется в зарубежных странах и дает положительные результаты. С первой половины 90-х годов XX века началось активное становление идеологии партнерства бизнеса и государства, которое позволяет решать многие стоящие перед государством экономические проблемы, в первую очередь, поиска альтернативных бюджетным источникам инвестиционных ресурсов и повышения эффективности управления. За рубежом механизмы государственно-частного партнерства используются в разных сферах – жилищно-коммунальный комплекс, энергетика, транспортная инфраструктура, бизнес-инфраструктура, инновационная сфера, образование, здравоохранение, социально-благотворительная (гуманитарная) и др. В настоящее время сфера партнерских отношений распространяется на решение задач развития предпринимательства, активизации инновационной деятельности, организации кластеров товаропроизводителей.

Исследованиями в инновационной сфере в настоящее время занимаются такие ученые, как Богдан Н.И., Марков А.В., Нехорошева Л.Н., Никитенко П.Г.; особенностями формирования партнерских отношений – Акулич И.Л., Новикова И.В.

Но вместе с тем в этих исследованиях недостаточно внимания уделено вопросам оценки эффективности использования инновационного потенциала регионов и механизма повышения его эффективности на основе формирования партнерских отношений между бизнесом и государством. Исходя из актуальности темы и степени ее разработанности, целью исследования стало обоснование методологических аспектов формирования партнерских отношений для активизации инновационного развития регионов Республики Беларусь.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи исследования:

- разработать методику оценки эффективности использования инновационного потенциала региона;
- провести оценку инновационного потенциала регионов Республики Беларусь и эффективности его использования;
- разработать теоретико-методологические основы и направления формирования отношений государственно-частного партнерства в инновационной сфере.

#### МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА

На основе адаптации методик Четырбок Н.П. [6], Прудниковой Л.В [2] предлагается следующий методический подход для оценки инновационного потенциала региона и эффективности его использования, который включает расчет следующих показателей.

1. Уровень инновационного потенциала региона рассчитывается по формуле

$$I_n = \frac{I_3 + I_{an} + I_{уч} + I_{суб}}{4}, \quad (1)$$

где  $I_n$  – уровень инновационного потенциала региона;

$I_3$  – индекс удельных затрат на исследования и разработки;

$I_{an}$  – индекс доли инновационных активных предприятий;

$I_{уч}$  – индекс учёных в регионе;

$I_{суб}$  – индекс субъектов инфраструктуры бизнеса.

2. Индекс удельных затрат на исследования и разработки рассчитывается по формуле

$$I_{3i} = \frac{Z_i}{Z_{респ}} * 100[\%], \quad (2)$$

где  $I_{3i}$  – индекс удельных затрат на исследования и разработки в  $i$ -ом регионе;

$Z_i$  – удельные затраты на исследования и разработки на одного занятого  $i$ -ого региона;  $Z_{респ}$  – удельные затраты на исследования и разработки на одного занятого в среднем по республике.

3. Индекс доли инновационных активных предприятий рассчитывается по формуле

$$I_{ani} = \frac{АП_i}{АП_{респ}} * 100[\%], \quad (3)$$

где  $I_{ani}$  – индекс доли инновационных активных предприятий в  $i$ -ом регионе;

$АП_i$  – количество инновационных активных предприятий в  $i$ -ом регионе;

$АП_{респ}$  – количество инновационных активных предприятий всего по республике;

4. Индекс субъектов инфраструктуры бизнеса рассчитывается по формуле

$$I_{суб i} = \frac{СИ_i}{СИ_{респ}} * 100[\%], \quad (4)$$

где  $I_{суб i}$  – индекс субъектов инфраструктуры бизнеса в  $i$ -ом регионе;

$СИ_i$  – количество субъектов инфраструктуры бизнеса в  $i$ -ом регионе;

$СИ_{респ}$  – количество субъектов инфраструктуры бизнеса в целом по республике.

5. Индекс учёных в регионах рассчитывается по формуле

$$I_{уч i} = \frac{УЧ_i}{УЧ_{респ}} * 100[\%], \quad (5)$$

где  $I_{уч i}$  – индекс учёных в  $i$ -ом регионе;

$УЧ_i$  – количество учёных в  $i$ -ом регионе;

$УЧ_{респ}$  – количество учёных всего по республике.

6. Доля отгруженной инновационной продукции  $i$ -ого региона рассчитывается по формуле

$$D_{инновац.прод.i} = \frac{Инновац.прод.i}{Промыш.прод.i} * 100[\%], \quad (6)$$

где  $Промыш. прод. i$  – объем продукции  $i$ -ого региона,

*Инновац. прод. i* – отгруженная инновационная продукция i-ого региона.

7. Эффективность инновационного потенциала рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_i = \frac{D_{\text{инновац. прод. } i}}{I_{ni}} * 100[\%], \quad (7)$$

где  $\mathcal{E}_i$  – эффективность использования инновационного потенциала i-ого региона;

$D_{\text{инновац. прод. } i}$  – доля отгруженной инновационной продукции i-ого региона;

$I_{ni}$  – инновационный потенциал i-ого региона.

Отличительными преимуществами предложенной методики являются: во-первых, учет существенных факторов инновационного потенциала, что позволило получить точную оценку при невысокой трудоемкости расчетов; во-вторых, методика позволяет не только оценить инновационный потенциал, но и эффективность его использования.

Оценка инновационного потенциала регионов Республики Беларусь и эффективности его использования

На основе разработанной методики, проведена оценка инновационного потенциала и эффективности его использования в регионах РБ (таблица).

Таблица – Индексы инновационного потенциала и эффективность его использования в регионах РБ\*

Регионы	$I_z, \%$	$I_{ап}, \%$	$I_{уч}, \%$	$I_{суб}, \%$	$I_n, \%$	$D_{\text{инновац. продукция, } \%}$	$\mathcal{E}_{ин.}$ потенциала
Витебская обл.	5.81	8.97	3.2	9.52	6.875	16.6	2.4
Гомельская обл.	36,4	16.25	9.12	9.94	22.10	20.4	0.9
Брестская обл.	6,7	20.5	1.79	12.74	10.44	10.71	1.03
Могилёвская обл.	10,46	6.84	1.71	8.75	6.94	8.86	1.28
Г. Минск и Минская обл.	28,03	35.05	82.47	48.82	48.59	33.67	0.7
Гродненская обл.	12,6	12.39	1.71	10.25	9.24	9.76	1.06

\*Источник: собственная разработка на основе данных статистиков [1–3,6].

Таким образом, анализ показал, что в регионах РБ наиболее высокий инновационный потенциал имеют г. Минск и Минская область, а самый низкий – Витебская область. В то же время оценка эффективности использования инновационного потенциала показала обратную ситуацию – наибольшая эффективность использования инновационного потенциала отмечена в Витебской области, а наименьшая – в г. Минске и Минской области. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что для активизации инновационной деятельности в регионах необходимо не только создавать институциональные условия для увеличения инновационного потенциала, но и для повышения его отдачи – т.е. производства инновационной продукции как результата инновационной деятельности.

Для укрепления научно-технического потенциала региона, повышения инновационной активности субъектов хозяйствования и, в конечном итоге, производства конкурентоспособной продукции необходима реализация комплекса правовых и организационно-экономических мер как на республиканском, так и на региональном уровне. Одним из механизмов инновационной активности, который в настоящее время получает быстрое развитие в мире, является государственно-частное партнерство.

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТНОШЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ

Государственно-частное партнерство в инновационной сфере – это совокупность организационно-правовых отношений и действий государства и частного бизнеса, направленных на достижение целей инновационного развития на макро- и микроуровне посредством реализации проектов и программ в инновационной сфере.

Признаки государственно-частного партнерства:

- 1) стороны партнерства представлены государственным и частным секторами экономики;
- 2) взаимоотношения сторон зафиксированы в официальных документах (договорах, контрактах, соглашениях о партнерстве и др.);
- 3) взаимоотношения сторон носят партнерский, то есть равноправный характер;
- 4) стороны имеют общие цели и четко определенный государственный интерес;
- 5) реализация партнерских отношений происходит в условиях конкурентной среды (что предполагает конкурс среди субъектов бизнеса, претендующих на государственную поддержку);
- 6) четкое определение целей и ролей, разделение полномочий и ответственности, подконтрольность, стратегическое управление;
- 7) стороны объединяют свои вклады для достижения общих целей;
- 8) стороны распределяют между собой расходы и риски, участвуют в использовании полученных результатов.

Типология государственно-частного партнерства в инновационной сфере представлена на рисунке.

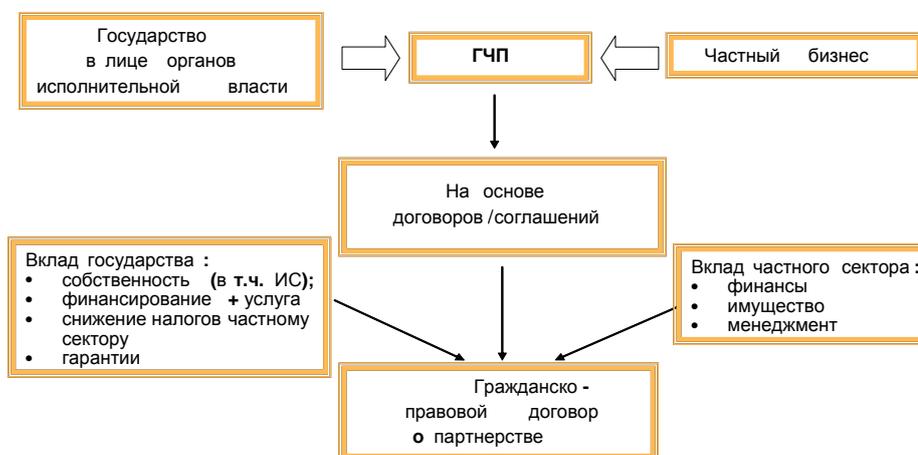


Рисунок – Типология государственно-частного партнерства в инновационной сфере

Источник: [7]

Государственно-частное партнерство в стадиях инновационного процесса (образование, НИОКР, инвестиционная деятельность, трансфер инноваций) происходит следующим образом.

Знания являются источником инноваций как в самом продукте, так и в технологии производства, управлении, методах сбыта, рекламы и др. Партнерство в образовании реализуется по следующим направлениям: участие государственных региональных органов в разработке образовательных программ в

местных университетах; организация обучающих семинаров, конференций по вопросам менеджмента, маркетинга, права, логистики для субъектов бизнеса конкретного региона.

Направлениями сотрудничества в научных исследованиях и разработках являются: совместное (инженеры государственных исследовательских организаций и предпринимательских структур) выполнение исследовательских работ; совместное конструирование и разработка продуктов; совершенствование дизайна продукта; совершенствование методов производства; совместная разработка высокотехнологичных товаров.

Сотрудничество в инвестиционной деятельности состоит в совместном финансировании инновационных проектов субъектами бизнеса и органами государственного и регионального управления, привлечении региональными органами государственного управления иностранного капитала для создания предприятий с иностранными инвестициями, создании венчурных фондов.

Сотрудничество в трансфере технологий заключается в создании центров трансфера технологий, свободных экономических зон, технопарков, инкубаторов бизнеса, создании совместных и франчайзинговых организаций.

Таким образом, активизация инновационной деятельности в результате государственно-частного партнерства происходит по всем стадиям инновационного процесса. Факторами инновационной активности становятся: обмен знаниями, генерация идей, совместное финансирование исследований и разработок. Партнерские отношения государства и бизнеса требуют согласования интересов этих двух основных институтов современного общества и экономики. ГЧП не означает простое сложение ресурсов. Каждая из сторон партнерства имеет собственные цели, решает свои конкретные задачи, стороны имеют различные мотивации.

Мотивация участия в партнерстве частного сектора экономики, как правило, обусловлена возможностями получения более высокой прибыли и новыми возможностями для развития инновационного бизнеса. Однако частные компании могут также присоединиться к государственно-частному партнерству с более специфическими мотивациями, в частности, для обеспечения доступа к государственному финансированию, доступа к результатам исследований и разработок государственного сектора, доступа к государственной инфраструктуре, а также информации и оборудованию.

Мотивация участия в партнерстве государственного сектора обусловлена, как общими, так и специфическими целями. К общим целям условно можно отнести: экономический рост и обеспечение конкурентоспособности научно-технической продукции и услуг; стимулирование инновационной активности производителей высокотехнологичной продукции и услуг; создание новых наукоемких фирм и поддержка малых и средних инновационных предприятий; привлечение внебюджетных источников финансирования; повышение эффективности государственных расходов на исследования и разработки. Более специфические цели включают: разработку ключевых технологий для государственных нужд; вовлечение в экономический оборот и коммерциализацию результатов исследований и разработок, полученных с использованием средств государственного бюджета; развитие инфраструктуры.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА МОГУТ ИМЕТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ЦЕЛИ:**

- поддержка малых и средних инновационных предприятий;
- идентификация кластеров в регионе;
- активизация процесса трансфера результатов исследований и разработок;
- коммерциализация инноваций, полученных в государственном секторе;

- создание кластеров товаропроизводителей в регионе<sup>1</sup>;
- международное сотрудничество.

Вызванные глобализацией и несовершенством инновационных систем проблемы инновационного развития Беларуси, положительный опыт применения механизмов государственно-частного партнерства в зарубежных странах и недостаточная разработанность механизмов ГЧП в инновационном развитии предопределили актуальность формирования стратегии государственно-частного партнерства в составе государственной инновационной политики. Основные направления стратегии государственно-частного партнерства:

- 1) объединение государственной и частной собственности в рамках значимых инновационных проектов на принципах доходности и возвратности;
- 2) заключение специальных договоров, где в качестве сторон выступают государственные учреждения и частные предприниматели (соглашения о разделе продукции, концессионные соглашения, государственные контракты, инвестиционные контракты и другие);
- 3) делегирование полномочий государства частному сектору по предоставлению услуг (кадастровый и технический учет и т.д.);
- 4) создание особых экономических зон;
- 5) финансирование государством развития инновационной инфраструктуры;
- 6) объединение ресурсов государственного и частного секторов в инновационной сфере,
- 7) государственная поддержка малого и среднего бизнеса.

К настоящему времени в Беларуси необходимая в количественном отношении инфраструктура инновационной системы по таким ее элементам, как бизнес-инкубаторы, технопарки, инновационно-технологические центры, центры трансфера технологий, уже в основном сформирована. В Беларуси отсутствуют так называемые «посевные» и стартовые фонды, являющиеся специализированными фондами, предоставляющими финансовые средства компаниям на ранней стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, и фонды, инвестирующие средства в компании, находящиеся на раннем этапе развития.

Для целого ряда элементов инновационной инфраструктуры в целях улучшения инвестиционного климата Беларуси требуется дальнейшее развитие механизмов государственно-частного партнерства по следующим ключевым направлениям:

- использование частного бизнеса для инвестирования средств в создание сети центров коллективного пользования научным оборудованием;
- привлечение частного бизнеса к созданию отраслевых центров трансфера технологий, представляющих собой менее рискованный путь по «технологическому коридору» – «market pull», основанный на поиске и разработке технологий, которые нужны промышленности;
- создание фондов, предоставляющих финансовые ресурсы организациям на стадии научно-исследовательских разработок – так называемые «посевные» и стартовые фонды;
- создание системы венчурных инвестиционных фондов (межгосударственных, государственных, отраслевых и региональных);
- организация кластеров товаропроизводителей;
- организация и развитие наукоградов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отношения государственно-частного партнерства, в силу своих специфических признаков, создают предпосылки активизации инновационной деятельности

---

<sup>1</sup> Теоретико-методологические основы государственно-частного партнерства в формировании кластеров рассмотрены автором в его работе [7].

субъектов хозяйствования. Рост активности инноваций в результате государственно-частного партнерства происходит по всем стадиям инновационного процесса: образование, НИОКР, инвестиционная деятельность, трансфер инноваций. Факторами инновационной активности становятся: обмен знаниями, генерация идей, совместное финансирование исследований и разработок.

Разработанные и представленные в настоящей статье теоретико-методологические основы отношений государственно-частного партнерства и направления создания партнерских отношений в инновационной сфере направлены на формирование и продление цепи ценностей за счет ускоренного внедрения инноваций в производство, маркетинг и логистику, что позволяет повысить конкурентоспособность товаров и эффективность субъектов бизнеса на микроуровне. На региональном уровне предложенные механизмы способствуют активизации инновационной деятельности субъектов хозяйствования и повышению эффективности использования инновационного потенциала региона.

#### Список использованных источников

1. Инвестиции и строительство в Республике, 2009. – Минск : Национальный статистический комитет РБ, 2010. – 240 с.
2. Прудникова, Л. В. Вклад инновационных и инвестиционных факторов в формирование технологического уровня производства регионов республики / Л. В. Прудникова // Вестник ВГТУ. – 2009. – № 16. – С. 146-151.
3. Регионы Республики Беларусь, 2009. – Минск : Национальный статистический комитет РБ, 2010. – 802 с.
4. Сайт Министерства статистики и анализа Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2009. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 10.11.2010.
5. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2009. – Минск : Национальный статистический комитет РБ, 2010. – 582 с.
6. Четырбок, Н. П. Уровень развития инновационного потенциала Беларуси / Н. П. Четырбок // Вестник БНТУ: Гуманитарные, социально-экономические науки. – 2007. – № 5. – С. 71-77.
7. Яшева, Г. А. Кластерная концепция повышения конкурентоспособности предприятий в контексте сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства : монография / Г. А. Яшева. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 373 с.

*Статья поступила в редакцию 15.04.2011*

#### SUMMARY

The method of evaluating the effectiveness of the innovation potential of the region is developed. The estimation of the effectiveness of the innovation potential in regions of the Republic of Belarus is carried out. The theoretical and methodological foundations of the public-private partnership in the innovations sphere are developed in the article.

The signs of public-private partnership and the typology of public-private partnership in innovation are identified. The areas of cooperation in the stages of the innovation process and encourage participation in the partnership of government bodies and businesses are determined.

The main directions of the public-private partnership of the Republic of Belarus are offered.



## РЕФЕРАТЫ

---

УДК 687.016 : 005.52

Ботезат, Л. А. Снижение рисков в процессе принятия проектно-конструкторских решений одежды / Л. А. Ботезат // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 9

Изучены процессы принятия проектно-конструкторских решений одежды и предложена концепция снижения рисков в процессе проектирования одежды. Поставленные задачи решались на примере женской верхней одежды – костюмов и демисезонных пальто. Установлено, что специфическими источниками риска в процессе проектирования одежды являются: неверное определение требований потребителей к одежде, непонимание современного стиля и моды в одежде, ошибка при установлении критериев выбора базовой основы, неточности моделирования, недостаточная квалификация лица, принимающего решение. В работе предложена модель системы управления рисками, возникающими в процессе разработки новых моделей одежды.

УДК 677.022.484.4

Васильев, Р. А. Изменение свойств льняного волокна в технологическом процессе производства чистольняной пряжи пневмомеханическим способом прядения / Р. А. Васильев, Д. Б. Рыклин // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 15

В результате проведенных исследований определено влияние параметров работы чесальных и пневмомеханических прядильных машин на свойства льняной пряжи линейной плотности 110 текс.

Определены требования, предъявляемые к чесальной ленте для ее эффективной переработки на пневмомеханической прядильной машине. Установлено, что существенное повышение интенсивности дискретизации питающей ленты на пневмомеханической прядильной машине нецелесообразно, так как ведет к чрезмерному ослаблению и повреждению льняного волокна.

На основании анализа полученных результатов определены оптимальные параметры работы чесальных и прядильных машин, обеспечивающих максимальную стабильность процесса формирования и последующей переработки льняной пряжи.

УДК 677.11.027.62

Волотова, В. С. Технология специальной отделки декоративных композиционных материалов / В. С. Волотова, Н. Н. Ясинская, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 23

Статья посвящена созданию текстильных материалов декоративного назначения. Целью является разработка нового вида текстильных декоративных материалов с улучшенными физико-механическими и потребительскими свойствами за счет использования новых экологически чистых препаратов швейцарской фирмы Clariant на существующем оборудовании на текстильных предприятиях Республики Беларусь.

УДК 677.017.2/7

Гришанова, С. С. Анализ свойств отечественного льноволокна, используемого для производства пряжи средних линейных плотностей / С. С. Гришанова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 29

Проведен анализ отечественного льноволокна, используемого для производства пряжи средних линейных плотностей. Выявлена тенденция к ухудшению качества трепаного льна, а, следовательно, и получаемого из него чесаного льна. Низкое качество отечественного трепаного льна связано с высоким одревеснением льнотресты и, как следствие, большим содержанием нецеллюлозных веществ в волокне.

УДК 677.11.021.183:677.11.051.183

Гришанова, С. С. Исследование эффективности чесания трепаного льна на разных льночесальных машинах / С. С. Гришанова, Е. А. Конопатов, А. Г. Коган, С. О. Алисевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 33

Проведены исследования эффективности чесания трепаного льна на льночесальных машинах разных марок, установленных на РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Целью исследования было определение марки льночесальной машины, позволяющей наиболее эффективно осуществлять процесс чесания трепаного льна. В результате установлено, что наиболее качественный прочес осуществляется на льночесальной машине фирмы «Мекки», несколько хуже — на АЧЛ-140, наихудший результат дает машина Ч-302-Л1.

УДК 677.022:004

Казаков, В. Е. Автоматизация подбора шаблона технологической цепочки получения пряжи / В. Е. Казаков // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2011. — № 20. — С. 38

Статья посвящена методике решения одной из задач САПР прядильного производства — задачи подбора шаблона технологической цепочки по заданным параметрам сырья и требуемым значениям параметров получаемой пряжи.

Методика основана на последовательном или рекуррентном уточнении дискретных, или дискретизированных параметров технологической цепочки. Для определения значения каждого из параметров используется метод построения классификационных деревьев, позволяющий предсказывать принадлежность наблюдений или объектов к тому или иному классу категориальной (выходной) переменной в зависимости от соответствующих значений одной или нескольких предикторных (входных) переменных.

УДК 677.024.1: 004

Казарновская, Г. В. Исследование и разработка методов построения и визуализации заправочного рисунка тканей с использованием современных информационных технологий / Г. В. Казарновская, Н. А. Абрамович, Н. Н. Самутина // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2011. — № 20. — С. 44

Внедрение систем автоматизированного проектирования расширяет творческие возможности художников и дессинаторов, способствует ускорению обновления и расширения ассортимента выпускаемых тканей. Поэтому теоретические и экспериментальные исследования, направленные на автоматизацию проектирования, улучшение условий изготовления тканей, улучшение их качества и внешнего вида, являются современными и актуальными. В статье рассматриваются вопросы автоматизации проектирования заправочных параметров строения ткани и имитации ее внешнего вида. Разработаны методы, придающие ткани при визуализации более реалистичный вид. Разработанное программное обеспечение базируется на исследовании тканей представленных структур и анализе их трехмерных моделей.

УДК 621.792

Калинин, А. А. Расчет клеевого соединения / А. А. Калинин, А. В. Сивуха // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2011. — № 20. — С. 50

В статье рассматривается зависимость прочности клеевого соединения полос при сдвиге от жесткости материала полос и их толщины при двухстороннем и одностороннем соединении. Приводятся графики касательного напряжения в адгезионном слое по длине склейки.

УДК 677.017:621.3

Костин, П. А. Технология получения комбинированных термостойких электропроводящих пряжи и нитей для тканей специального назначения / П. А. Костин, Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2011. — № 20. — С. 56

Научная статья посвящена комплексному исследованию технологий получения термостойких электропроводящих пряжи и нитей. Приведены основные показатели физико-механических свойств термостойких электропроводящих нитей и пряжи для тканей специального назначения. Описаны результаты экспериментов по определению влияния технологических параметров оборудования на физико-механические свойства нитей и пряжи. Установлено, что введение медной микропроволоки в структуру пряжи и нити приводит к снижению удельного поверхностного электрического сопротивления на 11 порядков (с  $10^{15}$  до  $10^4$  Ом), что позволяет использовать разработанные пряжу и нити в производстве термостойких тканей специального назначения с антистатическим эффектом.

УДК 677.017

Науменко, А. М. Измерение диэлектрической проницаемости хлопкового и льняного волокна с помощью многосекционных накладных конденсаторов / А. М. Науменко, А. А. Джежора // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2011. — № 20. — С. 64

Применение электроемкостных измерительных конденсаторов для анализа текстильных материалов позволяет получить информацию характеризующую качество, влажность, структуру, ориентацию волокон, степени загрязненности, а также прогнозировать их деформационные и прочностные свойства.

Данная статья посвящена исследованию диэлектрических проницаемости льняного и хлопкового волокна с помощью многосекционных накладных конденсаторов. В статье выработаны рекомендации по обеспечению эффективного функционирования многосекционных экранированных накладных измерительных конденсаторов. Исследованы зависимости диэлектрической проницаемости в продольном и поперечном направлениях хлопковых и льняных волокон от влажности и частоты электрического поля. Разработана общая зависимость диэлектрической проницаемости текстильных волокон от влажности и частоты электрического поля.

УДК 677.021.188.2

Ольшевский, С. А. Определение качества смешивания разноусадочных волокон в ленте при производстве высокообъемной пряжи / С. А. Ольшевский, С. С. Медвецкий // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2011. — № 20. — С. 71

Применение методики, основанной на использовании созданного сотрудниками УО "ВГТУ" современного программного обеспечения, позволяет определить качество смешивания разноусадочных волокон в ленте.

Данная статья посвящена анализу работы ленточных машин и исследованию процесса смешивания лент из высоко- и низкоусадочных компонентов на данных машинах. В статье указана новая методика определения качества смешивания разноусадочных волокон.

УДК 621:681.93.932

Полозков, Ю. В. Анализ систем ввода геометрической информации для компьютерного проектирования объектов нерегулярной формы на предприятиях легкой промышленности / Ю. В. Полозков // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2011. — № 20. — С. 76

Рассматривается проблема автоматизации ввода геометрической информации о поверхностях технических объектов, имеющих пространственно сложную (нерегулярную) форму. Анализируются системы автоматизированного формоописания (оцифровки) нерегулярных поверхностей. Приведены основные показатели качества систем оцифровки, оценка которых позволит обеспечить эффективность внедрения этих систем в производстве. Рассматриваются фотограмметрические системы как наиболее эффективные средства ввода геометрической информации для компьютерного проектирования объектов нерегулярной формы на предприятиях легкой промышленности.

УДК 677.021.16/.022.019

Рыклин, Д. Б. Способ определения неровноты смешивания компонентов в неоднородных волокнистых продуктах / Д. Б. Рыклин, А. Е. Авсеев // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2011. — № 20. — С. 81

Предложен новый метод определения неровноты смешивания волокон в неоднородных волокнистых продуктах и формула для расчета данного показателя с использованием полученной данным методом информации.

В результате моделирования процесса испытания двухкомпонентного продукта с применением специально разработанной программы подтверждена возможность использования полученной формулы для расчета неровноты смешивания волокон.

Использование предложенного метода позволит осуществлять оценку эффективности процессов переработки смесей волокон в производственных условиях и оперативно вносить корректировки в технологии производства многокомпонентной пряжи.

УДК 677.022.484.9:533.6

Сех, М. В. Аэродинамический способ формирования многослойных материалов / М. В. Сех, В. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 86

Разрабатывается способ получения многослойного декоративного материала аэродинамическим способом формирования и параллельно идет разработка экспериментальной установки для получения декоративного материала с деформированной поверхностью.

В результате теоретических исследований аэродинамических законов были определены основные параметры турбулентной струи.

УДК 677.022.668

Скобова, Н. В. Экспериментальные исследования процесса получения нетканого материала методом термоскрепления / Н. В. Скобова, И. В. Коркенец // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 94

Статья посвящена экспериментальным исследованиям процесса получения нетканого материала из полипропиленовых нитей гигиенического назначения на установке нового поколения «SprunJet» и выбору оптимальных параметров заправки оборудования.

УДК 677.21:021.164

Скобова, Н. В. Экспериментальные исследования процесса формирования гребенной пряжи на пневмомеханической прядильной машине / Н. В. Скобова, И. Б. Куприянова // Вестник Витебского государственного технологического университета — 2011. — № 20. — С.99

Статья посвящена экспериментальным исследованиям процесса формирования гребенной пряжи пневмомеханическим способом, изучено влияние частоты вращения дискретизирующего барабанчика и линейной плотности питающей лены на повреждаемость волокон.

УДК 685.34.017

Фурашова, С. Л. Исследование величины и характера деформации верха обуви обтяжно-затяжного метода формования / С. Л. Фурашова, А. Н. Антоненко, К. А. Загайгора, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета — 2011. — № 20. — С. 104

Статья посвящена исследованию влияния различных материалов межподкладки (трикотажное и нетканое полотно) на величину и характер деформации верха обуви. Эксперимент выполнялся с использованием технологии и оборудования обувного предприятия СООО «Марко».

Установлено, что исследованные материалы межподкладки (трикотажное и нетканое полотно) оказывают существенное влияние на величину растяжения заготовки верха обуви при формовании и практически не влияют на характер распределения деформаций по зонам заготовки. При использовании в мужских полуботинках в качестве межподкладки нетканого полотна происходит более равномерное растяжение заготовки по направлениям и незначительная усадка верха обуви после снятия её с колодки.

УДК 677.025.3/6:687.8

Шелепова, В. П. Исследование технологического процесса производства и свойств ворсового трикотажного полотна / В. П. Шелепова, А. В. Чарковский, О. В. Глазкова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 110

Статья посвящена исследованию технологического процесса производства и свойств ворсового трикотажного полотна. В результате проведенных экспериментальных исследований разработан состав смеси чесальной ленты, установлены оптимальные режимы подачи чесальной ленты при вязании, режимы подготовки полотна к отделке и отделки полотна ворсового трикотажного.

УДК 677.027

Борисова, А. А. Перспективы применения гидрофобной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов / А. А. Борисова, С. А. Рейхмане, В. П. Рассказова // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 116

Гидрофобизация является одним из самых распространенных видов заключительной отделки текстильных материалов специального назначения. Несмотря на существование и широкое использование гидрофобной отделки материалов, вопрос о создании универсальной супергидрофобной отделки, сохраняющей положительные свойства после многократных циклов стирки, пока не решен. Целью данной работы является исследование гидрофобизирующих свойств 3 промышленных химических препаратов и определение их оптимальной концентрации для отделки хлопкополиэфирной ткани. Установлено, что концентрация препаратов практически не влияет на показатели капиллярного подъема и коэффициента воздухопроницаемости ткани, но с повышением концентрации увеличиваются значения водопроницаемости материала. На основании экспериментальных исследований установлено, что для придания ткани гидрофобных свойств достаточно использования исследованных препаратов в концентрации 20 г/л. Для определения более полной картины эффективности данных гидрофобизаторов целесообразно изучить устойчивость гидрофобного эффекта к стиркам, а также определить показатель краевого угла смачиваемости. Многими учеными отмечается важность проведения исследований в направлении создания супергидрофобных поверхностей текстильных материалов с целью оптимизации и удешевления разработанных технологий, нахождения решений для их практического применения на основе современной материальной и технической базы.

УДК 504.054

Бусел, А. В. Экологическая оценка использования шлаков белорусского металлургического завода в дорожном строительстве / А. В. Бусел, Н. П. Матвейко, А. О. Калыска // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 122

Методами рН-метрии и кондуктометрии изучена миграция компонентов шлака БМЗ в водную среду.

УДК 677.08.02.16./022

Вербицкая, Ю. П. Определение оптимальных параметров технологического процесса формирования органо-синтетических волокнистых плит / Ю. П. Вербицкая, А. С. Дягилев // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 127

Научная статья посвящена комплексному исследованию технологии получения органо-синтетических волокнистых плит. Приведены основные показатели физико-механических свойств органо-синтетических волокнистых плит. Описан эксперимент по исследованию зависимости физико-механических показателей ОСВП от процентного вложения текстильных отходов в композиции и температуры прессования.

Значения исследуемых показателей отвечают требованиям, предъявляемым к материалам, которые используются в качестве тепло- и звукоизоляции систем пола и межстенных перекрытий.

УДК 541.49+548.736+538.241

Дикусар, Е. А. Синтез медных комплексов производных бензимидазола / Е. А. Дикусар, В. И. Поткин, С. Г. Стёпин // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 132

Взаимодействием 2-[3-алкокси-4-(гидрокси, алкокси, ацилокси)фенил]-1Н-бензимидазолов – производных альдегидов ванилинового ряда – с хлоридом меди(II), сульфатом меди(II) и ацетатом меди (II) синтезированы комплексы состава  $[CuL_2](Cl)_2$ ,  $\{[CuL](Cl)_2\}_n$ ,  $[CuL_2]SO_4$ ,  $\{[CuL]SO_4\}_n$ ,  $[CuL_2](OAc)_2$  и  $\{[CuL](OAc)_2\}_n$ . Строение комплексов доказано при помощи ИК- и ПМР Н1 спектров и данными элементного анализа. Полученные комплексы проявили высокую фунгицидную активность против *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Monilia* sp., *Mucor* sp., *Penicillium lividum*.

УДК 677.08.02.16./022

Карпеня, А. М. Исследование влияния связующего материала на формирование органо-синтетических волокнистых плит / А. М. Карпеня, Ю. П. Вербицкая, Е. М. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 137

Научная статья посвящена комплексному исследованию влияния проклеивающих добавок на физико-механические свойства комбинированных волоконсодержащих материалов с целью определения возможности получения органо-синтетических волокнистых плит с пониженным содержанием фенолформальдегидной смолы.

Качественные показатели ОСВПт, при использовании в составе композиции 30-50 % химических волокон, не ухудшаются и соответствуют требованиям, которые установлены в нормативной документации.

УДК 665.64.097.3

Козловская, И. Ю. Осаждение редкоземельных элементов из кислотного концентрата отработанного цеолитсодержащего катализатора / И. Ю. Козловская, В. Н. Марцунь // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 142

В работе было проведено исследование процессов разделения кислотных экстрактов отработанного катализатора крекинга углеводородов, содержащих алюминий и редкоземельные элементы. Полученные результаты свидетельствуют о возможности селективного осаждения соединений алюминия и РЗЭ (на примере лантана) в определенных диапазонах рН.

УДК 543.253

Матвейко, Н. П. Потенциометрическое определение меди в пищевых продуктах / Н. П. Матвейко, С. К. Протасов // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 148

Предложена методика потенциометрического определения ионов меди в пищевой продукции на фоне 0,05 М  $\text{KNO}_3$  + 0,02 М  $\text{NaF}$ .

УДК 661.872+628.1.033

Платонов, А. П. Изготовление строительных пигментов из неорганических отходов станций обезжелезивания и теплоэлектроцентралей / А. П. Платонов, А. А. Трутнёв, С. Г. Ковчур // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 153

Разработана ресурсосберегающая, экологобезопасная технология утилизации отходов станций обезжелезивания и теплоэлектроцентралей. Исследованы химический состав отходов и содержание в отходах тяжёлых металлов. Содержание тяжёлых металлов определено с помощью атомно-эмиссионного анализа. Установлено, что отходы можно использовать для изготовления строительного пигмента и фасадной краски.

УДК 502.51(476.5)

Савенок, В. Е. Применение картографического моделирования для минимизации экологического ущерба при нефтяных загрязнениях водных объектов / В. Е. Савенок, О. Н. Минаева // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2011. – № 20. – С. 159

Аварийные разливы нефти приводят к загрязнению значительных по площади территорий, являющихся районами водосбора различных рек.

Целью данной работы была оценка районов водосбора реки Западная Двина на территории Витебской области. Оценка районов водосбора производилась с использованием картографического моделирования.

Проведенные исследования дают возможность оценить масштабы загрязнения нефтепродуктами при возникновении аварийной ситуации, учитывая рельеф местности.

УДК 616.713:616.12-089

Солдаткина, В. Г. Влияние сшивающего агента на водорастворимость полимерной пленки, содержащей биологически активное вещество / В. Г. Солдаткина, И. М.

Романовская, Т. В. Минченко, А. В. Чарковский, И. М. Тхорева // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 165

Статья посвящена исследованию водорастворимости полимерной пленки, содержащей биологически активное вещество. Установлено, что биологически активное вещество из полимерной пленки высвобождается в течение суток, и более эффективным сшивающим агентом в составе полимерной композиции является янтарная кислота.

УДК 543.26

Черкес, Н. С. Определение фталевого и малеинового ангидридов при совместном присутствии методом газовой хроматографии / Н. С. Черкес // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 170

Целью проведенных исследований являлась разработка способа количественного определения фталевого ангидрида в жидких и газообразных средах в присутствии малеинового ангидрида методом газовой хроматографии. Основными задачами, которые решались при разработке способа газохроматографического определения фталевого ангидрида в присутствии малеинового ангидрида, являлись: перевод ангидридов в эфиры фталевой и малеиновой кислот с максимальным выходом; выбор оптимальных параметров разделения эфиров фталевой и малеиновой кислот на хроматографической колонке и сокращение продолжительности определения.

УДК 657.372.4/5 : 67/68

Быков, А. А. Предпосылки и основные задачи управления цепочками создания стоимости в легкой промышленности / А. А. Быков, Т. Г. Авдеева // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 175

Проведен анализ причин кризисного состояния легкой промышленности в Беларуси. Установлено, что относительное снижение цен на товары легкой промышленности характерно как для Беларуси, так и для ряда зарубежных стран. Обоснована актуальность управления цепочками создания стоимости в легкой промышленности. Рассмотрены направления совершенствования цепочек создания стоимости на белорусских предприятиях.

УДК (330.111.4:001); 334.012.42

Волкова, Т. И. Интеллектуальные продукты научной сферы: ведущие детерминанты коммерциализации / Т. И. Волкова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 182

Динамика современного мирового экономического развития свидетельствует о том, что используемые традиционные источники экономического роста имеют свой технологический, экономический и социальный предел. В условиях перехода к инновационной экономике особую значимость приобретают творческий потенциал исследователей и создаваемые ими интеллектуальные продукты как прогрессивные средства производства, потенциально неисчерпаемые ресурсы и источники высокой доходности, экономического роста. Однако реализация потенциала этих продуктов, их коммерциализация – это сложный и противоречивый процесс, формирующийся и осуществляющийся под воздействием множества разнообразных условий и факторов.

УДК 336.7

Грузинская, Е. В. Инструментарий системы кредитования на примере кредитного портфеля юридических лиц ОАО «АСБ Беларусбанк» / Е. В. Грузинская // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 189

Предлагается анализ инструментария системы кредитования, представленного видами и формами кредита, а также методами, условиями и порядком предоставления кредитов юридическим лицам, в том числе предприятиям Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Дана оценка состава кредитной задолженности и ее качества, вновь выданных кредитов, в том числе согласно Указам Президента и Постановлениям Правительства и под гарантию местных органов власти, а также состава кредитной задолженности в разрезе договорных процентных ставок и длительности кредитов.

УДК 339.564

Платонова Л. А. Конкурентные позиции регионов Республики Беларусь в условиях глобализации / Л. А. Платонова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 196

Проведена оценка уровня конкурентоспособности регионов Республики Беларусь за 2002 – 2008 годы с использованием авторского концептуально–методологического подхода. Используются факторы конкурентоспособности: «человеческие» ресурсы; «финансовые» ресурсы; «коммуникационные» ресурсы; «энергетические» ресурсы; «инновационные» ресурсы. Проведен анализ и ранжирование коэффициентов конкурентоспособности регионов, сделаны выводы.

УДК 334

Яшева, Г. А. Методологические аспекты формирования партнерских отношений в активизации инновационного развития регионов Республики Беларусь / Г. А. Яшева, О. М. Шерстнева // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2011. — № 20. — С. 202

В статье разработана методика оценки эффективности использования инновационного потенциала региона; проведена оценка эффективности использования инновационного потенциала регионов Республики Беларусь; разработаны теоретико-методологические основы государственно-частного партнерства в инновационной сфере, включая признаки государственно-частного партнерства, типологию государственно-частного партнерства в инновационной сфере, направления сотрудничества в стадиях инновационного процесса, мотивацию участия в партнерстве государственных органов и бизнеса. Предложены основные направления стратегии государственно-частного партнерства в Республике Беларусь.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

- Абрамович**  
Наталья Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Дизайн» УО «ВГТУ»
- Авдеева**  
Татьяна Григорьевна – ассистент кафедры «Экономика и управление», Бобруйский филиал УО «БГЭУ»
- Авсеев**  
Александр Евгеньевич – магистрант кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «ВГТУ»
- Алисеевич**  
Сергей Олегович – магистрант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Антоненко**  
Александр Николаевич – магистрант кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
- Борисова**  
Анна Анатольевна – исследователь, аспирант, Рижский технический университет
- Ботезат**  
Луиза Алексеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология одежды» УО «ВГТУ»
- Бусел**  
Алексей Владимирович – доктор технических наук, профессор, директор ГУ «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы»
- Быков**  
Алексей Александрович – доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика и управление» УО «БГЭУ»
- Васильев**  
Руслан Александрович – аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Вербицкая**  
Юлия Петровна – аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Волкова**  
Татьяна Ивановна – доктор экономических наук, доцент, заведующая сектором институциональной экономики; Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук
- Волотова**  
Валентина Степановна – магистрант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Глазкова**  
Оксана Витальевна – инженер-технолог ОАО «БЕЛФА», г. Жлобин
- 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»
- Грузинская**  
Елена Валерьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Банковское дело» УО «БГЭУ»
- Джежора**  
Александр Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная математика» УО «ВГТУ»
- Дикусар**  
Евгений Анатольевич – кандидат химических наук, научный сотрудник Института физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси
- Дягилев**  
Андрей Степанович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика» УО «ВГТУ»
- Загайгора**  
Клавдия Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
- Замостоцкий**  
Евгений Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
- Казаков**  
Вадим Евгеньевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Информатика» УО «ВГТУ»

<b>Казарновская</b> Галина Васильевна	– кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Дизайн» УО «ВГТУ»
<b>Калинин</b> Александр Анатольевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика» УО «ВГТУ»
<b>Калыска</b> Артур Олегович	– инженер НИИЛ Технологии бетона и строительных материалов, УО «Белорусский государственный экономический университет»
<b>Карпеня</b> Алексей Михайлович	– уч. мастер «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Ковчур</b> Сергей Григорьевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Охрана труда и промышленная экология» УО «ВГТУ»
<b>Коган</b> Александр Григорьевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Коган</b> Ефросинья Михайловна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Ткачество» УО «ВГТУ»
<b>Козловская</b> Инна Юрьевна	– аспирант кафедры «Промышленная экология» УО «ВГТУ»
<b>Конопатов</b> Евгений Анатольевич	– старший преподаватель кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Коркенец</b> Ирина Викторовна	– студентка группы Пс-3 УО «ВГТУ»
<b>Костин</b> Павел Андреевич	– аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Куприянова</b> Ирина Борисовна	– студентка группы П-19 УО «ВГТУ»
<b>Марцуль</b> Владимир Николаевич	– кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Промышленная экология» УО «ВГТУ»
<b>Матвейко</b> Николай Петрович	– доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физикохимии материалов УО «Белорусский государственный экономический университет»
<b>Матвейко</b> Николай Петрович	– доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физикохимия материалов» УО «ВГЭУ»
<b>Медвецкий</b> Сергей Сергеевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Минаева</b> Ольга Николаевна	– преподаватель кафедры «Экология и охрана природы» УО «ВГУ им. П.М. Машерова»
<b>Минченко</b> Тамара Васильевна	– кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия» УО «ВГТУ»
<b>Науменко</b> Андрей Михайлович	– аспирант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Ольшанский</b> Валерий Иосифович	– кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
<b>Ольшевский</b> Сергей Алексеевич	– магистрант кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Платонов</b> Александр Петрович	– кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Химия» УО «ВГТУ»
<b>Платонова</b> Лариса Александровна	– кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория и маркетинг» УО «ВГТУ»

<b>Полозков</b> Юрий Владимирович	– кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Инженерная графика» УО «ВГТУ»
<b>Поткин</b> Владимир Иванович	– доктор химических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, заведующий отделом Института физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси
<b>Протасов</b> Семен Корнеевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Физикохимия материалов» УО «БГЭУ»
<b>Рассказова</b> Вера Павловна	– главный специалист лаборатории технологии отделки текстильных материалов РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»
<b>Рейхмане</b> Скайдрите Артуровна	– заведующая кафедрой технологии полимерных материалов, Рижский технический университет
<b>Романовская</b> Ирина Михайловна	– студентка группы 5 Т-63 УО «ВГТУ»
<b>Рыклин</b> Дмитрий Борисович	– доктор технических наук, профессор кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Савенок</b> Владимир Евгеньевич	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и промэкология» УО «ВГТУ»
<b>Самутина</b> Наталья Николаевна	– старший преподаватель кафедры «Дизайн» УО «ВГТУ»
<b>Сех</b> Михаил Владимирович	– аспирант кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»
<b>Сивуха</b> Антон Валентинович	– студент группы То-7 УО «ВГТУ»
<b>Скобова</b> Наталья Викторовна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»
<b>Солдаткина</b> Виктория Геннадьевна	– студентка группы 5 Т-63 УО «ВГТУ»
<b>Стёпин</b> Святослав Генрихович	– кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия» УО «ВГТУ»
<b>Трутнев</b> Андрей Анатольевич	– заведующий лабораторией кафедры «Охрана труда и промэкология», аспирант УО «ВГТУ»
<b>Тхорева</b> Ирина Михайловна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Фурашова</b> Светлана Леонидовна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ»
<b>Чарковский</b> Александр Владимирович	– кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Черкес</b> Наталья Сергеевна	– ассистент кафедры «Промышленная экология» УО «ВГТУ»
<b>Шерстнева</b> Ольга Михайловна	– аспирант кафедры «Экономическая теория и маркетинг» УО «ВГТУ»
<b>Шелепова</b> Валентина Петровна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология трикотажного производства» УО «ВГТУ»
<b>Ясинская</b> Наталья Николаевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Химия» УО «ВГТУ»
<b>Яшева</b> Галина Артемовна	– доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономическая теория и маркетинг» УО «ВГТУ»

# **Памятка авторам научно-технического журнала «Вестник Витебского государственного технологического университета»**

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 промышленности и машиностроения;
  - химическая технология и экология;
  - экономика.
2. Рукописи, направляемые в журнал, должны являться оригинальным материалом, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
3. 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 10 строк), в котором должно ясно излагаться содержание статьи и который может быть опубликован в журнале отдельно от статьи – на русском или белорусском языке;
  - резюме (summary), название статьи, фамилии и инициалы авторов – на английском языке;
  - сопроводительное письмо от организации, где выполнялась работа, или выписку из протокола заседания кафедры (для авторов, являющихся сотрудниками ВГТУ);
  - экспертное заключение о возможности опубликования представленных материалов в открытой печати;
  - 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).
4. Структура принимаемых к опубликованию статей следующая: индекс УДК; название статьи; фамилии и инициалы авторов; текст статьи; список использованных источников.
5. 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. Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. В выводах должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.
6. 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.
7. Оформление статьи должно удовлетворять следующим требованиям:
  - статьи подаются на русском, белорусском или английском языке;

- объем публикации должен составлять от 14 000 до 22 000 печатных знаков (4 – 10 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;
  - используется автоматическая расстановка переносов (расстановка переносов вручную – не допускается);  
формулы набираются в прикладной программе Microsoft Equation 3.0, входящей в состав MS Office 2007, Times New Roman 12 полужирный курсив. Межстрочный интервал перед строкой формул составляет от 6 до 10 пт.;
  - таблицы располагаются после первого упоминания в тексте. При этом они не должны дублировать сведения, отображенные на графиках. Заголовки таблиц располагаются по центру страницы. Табличные данные – или по центру, или выравниваются по левому краю. Шрифт – Arial от 9 до 11 пт.;
  - иллюстрации располагаются после первого упоминания о них в тексте. Каждая иллюстрация должна иметь подрисовочную надпись (Arial, 10 пт). Графики и диаграммы представляются как рисунки, выполняются в графическом редакторе, совместимым с MS Word. Для названия осей координат и указания их размерности применяют шрифт Arial от 9 до 11 пт. Фотографии должны иметь контрастное черно-белое изображение. В электронном виде фотографии представляются в стандартах растровой графики JPG, Tiff, BMP, PCX разрешением не менее 300 dpi;
  - иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. Нумерация формул приводится арабскими цифрами в скобках по правому краю страницы. Порядковые номера ссылок на использованные источники должны быть написаны внутри квадратных скобок;
  - распечатка статьи должна полностью соответствовать приложенному файлу.
8. Авторы статей несут ответственность за достоверность приводимых в статье данных и результатов исследований.
  9. Редакция не взимает плату за опубликование научных статей.
  10. Редакция предоставляет возможность первоочередного опубликования статей, представленных лицами, осуществляющими послевузовское обучение (аспирантура, докторантура, соискательство) в год завершения обучения.
  11. 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.
  12. Рукописи статей авторам не возвращаются.
  13. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения в тексте статьи, реферате и summary, не искажающие основное содержание статьи.
  14. Статьи представляются в редакцию по адресу: 210035, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72, Скробовой АLINE Сергеевне.

**Редакция «Вестника ВГТУ»**

Научное издание

# ВЕСТНИК

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Д в а д ц а т ы й      в ы п у с к

---

Компьютерная верстка и дизайн обложки Иванова О.С.

Подписано в печать 03.06.2011. Печать ризографическая. Гарнитура Arial.  
Усл. печ. листов. 14.0. Уч.-изд. листов 20.1. Формат 60x90 1/8. Тираж 100 экз.  
Заказ № 225

---

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.