

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.025.1:[677.075–419:66.067.33]

**ЧЕРНОГУЗОВА  
ИННА ГРИГОРЬЕВНА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ  
ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЭРОЗОЛЕЙ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.19.02 – Технология и первичная обработка  
текстильных материалов и сырья (технические науки)

Витебск, 2008

Работа выполнена в Учреждении образования «Витебский государственный технологический университет»

Научный руководитель: Коган Маргарита Анатольевна,  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры «Стандартизация»  
Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Официальные оппоненты: Николаев Сергей Дмитриевич,  
доктор технических наук, профессор, ректор  
Московского государственного текстильного  
университета им. А.Н. Косыгина, заведующий  
кафедрой ткачества, заслуженный деятель науки  
Российской Федерации;  
Ковалев Валерий Наумович,  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры «Технология трикотажного про-  
изводства» Учреждения образования «Витебский  
государственный технологический университет».

Оппонирующая организация: Научно-исследовательское республиканское уни-  
тарное предприятие «Центр научных исследова-  
ний легкой промышленности», г. Минск,  
Республика Беларусь.

Защита состоится 25 ноября 2008 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Совета по  
защите диссертаций К 02.11.01 при Учреждении образования «Витебский госу-  
дарственный технологический университет» по адресу:

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

E-mail: [vstu@vstu.vitebsk.by](mailto:vstu@vstu.vitebsk.by)

Тел. ученого секретаря (8-0212) 48-16-63

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Учреждения образо-  
вания «Витебский государственный технологический университет»

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций  
кандидат технических наук,  
доцент

Г.В.Казарновская

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Технологические процессы производства во многих отраслях промышленности сопровождаются выбросами в атмосферу промышленных аэрозолей, что способствует загрязнению воздушного бассейна. В связи с этим все большее значение приобретает развитие промышленных методов очистки газопылевых и пылевоздушных систем, к числу которых относится фильтрование с использованием текстильных перегородок.

В настоящее время теория и практика очистки аэрозолей требуют использования в качестве фильтрующих перегородок текстильных материалов многослойной фильтрующей структуры, позволяющей увеличить эффективность очистки аэрозолей при сохранении производительности фильтровального оборудования. Несмотря на значительный мировой объем производства и потребления текстильных фильтров, использование трикотажа для фильтрования аэрозолей является новым, но перспективным направлением. Обусловлено это тем, что трикотаж, по сравнению с фильтровальными тканями и неткаными материалами, имеет ряд преимуществ, в числе которых способность к многократному использованию по назначению за счет возможности неоднократной регенерации, что позволяет снизить затраты на процесс фильтрования. Однако, имеющийся ассортимент фильтровального трикотажа для аэрозолей не всегда в полной мере отвечает предъявляемым к нему требованиям, а многослойные фильтровальные материалы из трикотажа вообще не применяются, хотя известны исследования, доказывающие их эффективность.

На сегодняшний день в Беларуси трикотажные фильтровальные материалы производятся в ограниченном количестве. Такие их характеристики, как задерживающая способность, тонкость фильтрации, срок службы остаются низкими. Работы по созданию многослойных фильтровальных трикотажных материалов носят поисковый характер. В связи с этим теоретические и экспериментальные исследования, направленные на разработку эффективных многослойных фильтровальных трикотажных материалов для аэрозолей, позволяющих расширить ассортимент качественных и конкурентоспособных отечественных фильтрующих перегородок, являются весьма актуальными.

### **Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами**

Тема диссертационной работы соответствует направлению прикладных научных исследований «Новые многофункциональные и специализированные материалы», включенному в перечень приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006-2010 гг., утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 512 от 17.05.2005 г.

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с госбюджетной работой № 2001 «Разработка и совершенствование методов сертификации продукции и систем качества в текстильной и легкой промышленности» в 2002-2005 гг., утвержденной НТК УО «ВГТУ», протокол № 5 от 24.01.2001 г. (№ ГР 20035, дата рег. 16.12.2003 г.), а также аспирантским грантом Министерства образования Республики Беларусь № 336 «Разработка многослойных трикотажных фильтровальных материалов для аэрозолей и методик определения их фильтрующей способности» в 2005 г., утвержденным первым заместителем Министра образования 03.01.2005 г. (№ ГР 20051150, дата рег. 13.05.2005 г.).

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является проектирование эффективных многослойных фильтровальных материалов трикотажного способа производства, пригодных для очистки аэрозолей в различных отраслях промышленности.

В соответствии с указанной целью поставлены следующие задачи:

- осуществить выбор структуры и способа производства фильтровальных материалов на базе трикотажных переплетений, позволяющих создать в фильтровальном материале два и более фильтрующих слоя;
- разработать оптимальные режимы отделки трикотажных фильтровальных материалов, позволяющие получить многослойный фильтровальный трикотаж с максимально заполненной структурой;
- разработать технологический процесс производства многослойных фильтровальных трикотажных материалов для аэрозолей, позволяющий использовать стандартное вязальное оборудование, имеющееся в Беларуси;
- разработать методику определения пылепроницаемости, пылеемкости и задерживающей способности трикотажных фильтровальных материалов;
- разработать метод определения сквозной пористости многослойных фильтровальных трикотажных материалов с использованием современных информационных технологий;
- получить уравнение фильтрации аэрозолей трикотажным фильтровальным материалом;
- определить структурные характеристики и исследовать эксплуатационные свойства многослойных фильтровальных трикотажных материалов с использованием разработанных и известных экспериментальных методов;
- осуществить экспериментальную выработку многослойных фильтровальных материалов из трикотажа для аэрозолей и внедрить их в производство.

*Объект и предмет исследования:* многослойный фильтровальный трикотажный материал (МФТМ), процесс его производства и практическое использование.

### **Положения, выносимые на защиту**

- новые многослойные фильтровальные материалы основанного способа производства для аэрозолей, имеющие высокие эксплуатационных свойств и отличающиеся повышенным сроком службы, по сравнению с фильтровальными тканями и неткаными материалами, в 1,5- 2 раза за счет возможности многократной регенерации;

- математические модели влияния параметров контактной термообработки на структурные характеристики и усадку трикотажных фильтровальных материалов, позволяющие выбрать оптимальные режимы их отделки;

- технологический процесс производства многослойных фильтровальных основанных материалов из полиэфирных гладких комплексных нитей линейной плотности 16,8; 29,4 текс и комплексной текстурированной нити линейной плотности 12 текс, имеющий сокращенный процесс отделки за счет замены операций мокрой отделки контактной термообработкой, что позволяет получить новые многослойные фильтровальные материалы для аэрозолей с высокими показателя эксплуатационных свойств;

- методику определения пылепроницаемости, пылеемкости и задерживающей способности трикотажных фильтровальных материалов, основанную на методе весового анализа и предусматривающую использование испытательной установки, состоящей из компрессора и разработанного к нему приспособления, позволяющую получать достоверные и воспроизводимые результаты испытаний в условиях неспециализированных лабораторий;

- метод определения сквозной пористости многослойных фильтровальных трикотажных материалов, заключающийся в получении и обработке цифрового аналога изображения их поверхностей на ПЭВМ с помощью разработанного программного средства, позволяющий упростить получение объективных и точных сведений о дополнительных характеристиках указанного показателя: форме, количестве, диаметре сквозных макро- и микропор, их расположении и распределении на поверхности фильтровального трикотажа с одновременным построением графика распределения сквозных пор по их диаметру;

- уравнение фильтрации аэрозолей трикотажным фильтровальным материалом, описывающее взаимосвязь коэффициента проскока частиц со структурными характеристиками трикотажной фильтрующей перегородки и позволяющее сократить затраты на проведение экспериментальных исследований;

- математические модели аэродинамической характеристики многослойных фильтровальных основанных материалов, описывающие зависимость аэродинамического сопротивления от удельной воздушной нагрузки, воздействующей на фильтрующие перегородки из трикотажа, и позволяющие на стадии проектирования фильтровального трикотажа разработать рекомендации по его практическому использованию без проведения специальных испытаний.

### **Личный вклад соискателя**

Соискателем лично:

- спроектированы новые МФТМ для аэрозолей с высокими показателями эксплуатационных свойств;
- разработаны технологические параметры вязания МФТМ на основывальной машине марки «Кокетт-4» 28 класса;
- рассчитаны основные технологические показатели МФТМ и предложена методика, позволяющая повысить точность их расчета;
- уточнены формулы расчета структурных характеристик текстурированных нитей и поверхностного заполнения трикотажных фильтровальных материалов (ТФМ), выработанных платированным и комбинированным уточноплатированным переплетениями;
- разработаны математические модели зависимости структурных характеристик и усадки МФТМ от температуры обработки и скорости движения фильтровального полотна в процессе его контактной термообработки; оптимизирован технологический режим контактной термообработки МФТМ;
- разработано операционное описание технологического процесса производства МФТМ;
- разработана блок-схема методики определения пылепроницаемости, пылеемкости и задерживающей способности МФТМ, а также дополнения к методике в части возможности определения коэффициента проскока частиц и способности ТФМ к регенерации;
- разработан метод определения сквозной пористости МФТМ с использованием оптических методов исследования и компьютерных технологий;
- получено уравнение фильтрации аэрозолей ТФМ;
- проведены экспериментальные исследования структурных характеристик и эксплуатационных свойств МФТМ.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку на: научно-технических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (г. Витебск, 2003-2006 гг.); международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства» (г. Витебск, 2003 г.); шестой международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гармонизации социально-трудовых отношений» (г. Витебск, 2003 г.); VIII республиканской научно-технической конференции студентов и аспирантов Республики Беларусь «НИРС-2003» (г. Минск, 2003 г.); международной научно-практической конференции «Проблемы формирования ассортимента, качества и конкурентоспособности товаров» (г. Гомель, 2004 г.); IX республиканской научно-технической конференции студентов и аспирантов Республики Беларусь «НИРС-2004» (г. Гродно,

2004 г.); межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК-2004) (г. Иваново, 2004 г.); IV международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов (г. Гомель, 2004 г.); международной научно-технической конференции «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» (г. Могилев, 2004 г.); VI научно-методической конференции студентов и преподавателей ВФ ЧУО ИСЗ (г. Витебск, 2004 г.); республиканской научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов «Социально-экономическое и гуманитарное развитие белорусского общества в XXI веке» (г. Минск, 2004 г.); 61-ой республиканской научно-практической конференции студентов и аспирантов БНТУ «Инженерно-педагогическое образование в XXI веке» (г. Минск, 2005 г.); международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (г. Витебск, 2005 г.); международной научно-технической конференции «Метрология, стандартизация и сертификация в сфере услуг» (г. Шахты, 2006 г.); международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Молодежь – производству» (г. Витебск, 2006 г.); всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (Техтекстиль-2007)» (г. Дмитровград, 2007 г.); на заседаниях кафедры стандартизации и кафедры технологии трикотажного производства УО «ВГТУ», 2003-2008 гг.

Апробация и внедрение результатов диссертационных исследований осуществлены в производственных условиях ОДО ОЭП «Комета» (г. Витебск), РУПП «Витязь» (г. Витебск), УП «Витебский Облводоканал», ОАО «Ураласбест» (г. Асбест), в учебный процесс УО «ВГТУ».

#### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 30 печатных работ общим объемом 6,71 авт.л., в том числе 8 статей в научных изданиях, утвержденных ВАК Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, 14 статей по материалам научно-технических и практических конференций, 5 тезисов докладов, 1 техническое условие на полотно трикотажное основовязаное фильтровальное, получено 2 патента.

#### **Структура и объем диссертации**

Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 280 страниц. В работе приведено 11 рисунков и 15 таблиц, занимающих 16 страниц, а также 19 приложений, представленных на 135 страницах; использовано 152 библиографических источников, представленных на 14 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

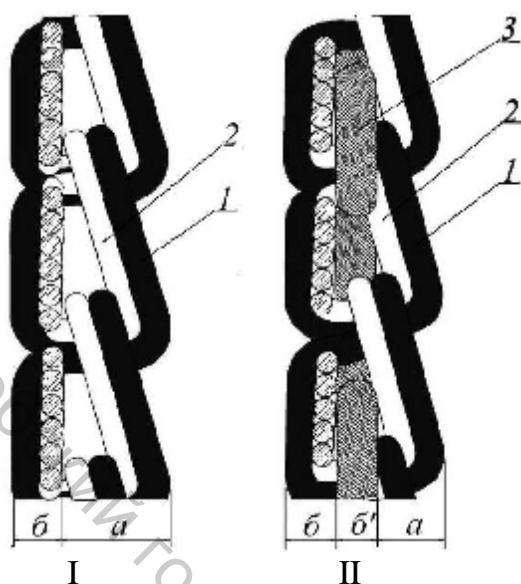
**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость результатов работы.

**В первой главе** проведен анализ современного состояния производства текстильных фильтровальных материалов. Проанализированы требования, предъявляемые к исходному сырью и готовым текстильным фильтровальным материалам, что позволило установить требования, предъявляемые к материалам для фильтрования аэрозолей. Рассмотрены основные виды сырья, используемые для производства текстильных фильтровальных материалов. Отмечено, что для эффективных текстильных фильтрованных материалов целесообразно использовать химические виды сырья, позволяющие получать фильтровальные материалы с более широким и гибким диапазоном свойств. Проведен анализ современных структур и способов получения текстильных фильтровальных материалов [14]. Установлено, что ассортимент фильтровального трикотажа для аэрозолей ограничен и представлен, в основном, однослойными фильтровальными материалами кулирного способа производства повышенной растяжимости. Разработка многослойных фильтровальных материалов из трикотажа имеет поисковый характер. Выявлено два пути достижения поставленной в работе цели: использование возможностей существующего оборудования или создание специализированного оборудования. Установлено, что для производства МФТМ целесообразно использовать имеющийся в Беларуси парк стандартного технологического оборудования, что обеспечит эффективное использование всех видов ресурсов. Проведен анализ показателей и методик оценки качества текстильных фильтровальных материалов, на основании результатов которого установлено, что номенклатура показателей качества ТФМ нестандартизована. Показатели качества таких фильтровальных материалов выбирают согласно назначению и условиям использования материалов.

**Вторая глава** посвящена обоснованию структуры и процессов выработки МФТМ для аэрозолей. Проанализировав структуры и способы выработки трикотажа, в качестве базовой структуры для МФТМ выбрана структура малорастяжимого основовязаного трикотажа платированного переплетения, образующая в материале несколько фильтрующих слоев. На основе трикотажа базовой структуры предложено двадцать вариантов МФТМ, отличающихся заправочными данными и параметрами петельной структуры. На рисунке 1 представлен продольный разрез геометрической модели структуры МФТМ платированного I и комбинированного уточно-платированного II переплетений.

Для выработки лобового фильтрующего слоя  $a$  МФТМ выбрано гладкое платированное переплетение, позволяющее получить гладкую поверхность





- 1 – платировочная нить;  
 2 – грунтовая нить;  
 3 – уточная нить;  
 а – лобовой фильтрующий слой;  
 б, б' – фильтрующие слои

**Рисунок 1 – Продольный разрез геометрической модели многослойных фильтровальных трикотажных материалов**

фильтровального полотна с относительно одинаковыми и равномерно расположенными на ней порами. Для грунта платированного переплетения использованы переплетения: трико, производное трико различной игольности; в качестве платировочного переплетения – цепочка, трико, сукно.

Параллельно ориентированные протяжки грунта формируют внутренний фильтрующий слой б, фиксируемый в структуре МФТМ протяжками платировочного переплетения. В структуру некоторых вариантов МФТМ введена уточная нить, что позволяет повысить объемное заполнение и прочностные характеристики МФТМ, а также сформировать дополнительный внутренний фильтрующий слой б'.

На основании теоретического анализа базовой структуры МФТМ и особенностей рабочего процесса ее получения установлены основные требования к вязальному оборудованию,

в соответствии с которыми для экспериментальной выработки МФТМ выбрана плоская однофонтурная основовязальная машина марки «Кокетт-4» 28 класса. Для вязания МФТМ выбраны полиэфирные комплексные нити: для грунтовой нити – текстурированная среднерастяжимая нить линейных плотностей (числа элементарных нитей) 12 (30); 18,1 (30); 18,7 (30); 18,7 (64) текс; для платировочной нити – те же нити, что и для вязания грунта, а также высокоусадочная нить линейной плотности 16,8 (48) текс; для уточной нити – высокопрочная нить линейной плотности 29,4 (48) текс.

В процессе расчета структурных характеристик текстурированных нитей уточнена формула определения условного диаметра текстурированной нити с учетом ее растяжимости [21], которая имеет вид:

$$d_y = 0,0357 \cdot \sqrt{(T \cdot 100) / [(100 + R) \cdot g]}, \quad (1)$$

где  $d_y$  – условный диаметр текстурированной нити, мм;  $T$  – линейная плотность текстурированной нити в свободном состоянии, текс;  $R$  – растяжимость текстурированной нити в соответствии с техническим нормативным правовым актом на нить, %;  $\gamma$  – плотность вещества текстурированной нити, г/см<sup>3</sup>.

Предложено соотношение, позволяющее определить расчетный или ус-

ловный диаметр текстурированной нити, заработанной в трикотаж, с учетом ее растяжимости и коэффициента объемности:

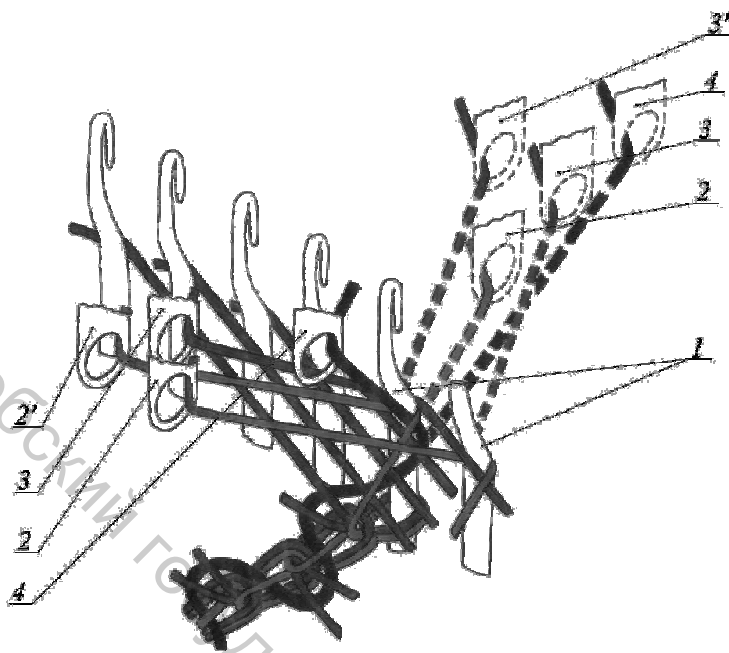
$$d_p^2 / d_y^2 = K_T \cdot u \cdot 100 / (100 + R), \quad (2)$$

где  $d_p$  – расчетный диаметр текстурированной нити, мм;  $K_T$  – коэффициент объемности текстурированной нити, заработанной в трикотаж;  $u$  – коэффициент, определяемый экспериментально.

Для установления особенностей процесса прокладывания нитей при выработке МФТМ комбинированного уточно-платированного переплетения проведен теоретический анализ процесса петлеобразования. Установлено, что процесс прокладывания нитей, заправленных во вторую и третью гребенки, при их встречном сдвиге перед иглами осуществляется по классическому способу, обеспечивающему образование из нитей второй гребенки – грунтовых петель, а из нитей третьей гребенки – платировочных петель.

**В третьей главе** представлены результаты апробирования процесса вязания МФТМ при соблюдении принципа образования малорастяжимых переплетений. Натяжение нитей устанавливалось на уровне, позволяющем получить МФТМ максимальной плотности при устойчивом процессе вязания: для уточной нити – (0,14-0,17) сН/текс, для грунтовой нити – (0,58-0,75) сН/текс, для платировочной нити – (0,48-0,65) сН/текс. Для получения минимальной длины нити в петле усилие оттяжки полотна устанавливалось на минимальном уровне, обеспечивающем нормальное протекание процесса петлеобразования.

При практической реализации процесса вязания МФТМ 3, 6, 7, 12, 13-го вариантов установлено нарушение процесса петлеобразования – не обеспечивалось прокладывание нитей в необходимой зоне. Причиной этого являлось использование нитей повышенной линейной плотности, что при встречной кладке нитей на иглы усиливает взаимодействия в местах контакта нитей друг с другом и нитей с иглой. Увеличение сил трения нитей друг о друга и об иглу способствует увеличению обрывности нитей в процессе вязания. Устранить указанное нарушение удалось при переналадке вязальной машины на параллельной сдвиг гребенок перед иглами (рисунок 2). При этом установлено, что подача нитей основы третьей гребенки должна осуществляться под большим натяжением, а сама третья гребенка установлена ниже уровня второй гребенки. В заданных условиях при операции вынесения нити второй и третьей гребенок поменяются местами, что обеспечит выход нити третьей гребенки на лицевую сторону ТФМ. Это особенно важно при заправке третьей гребенки высокоусадочной нитью. Выход высокоусадочной нити на лицевую сторону ТФМ является предпосылкой получения МФТМ с минимальным размером пор после отделочных операций.



- 1 – игла; 2 – ушкови́на третьей гребенки;  
 2' – другая ушкови́на третьей гребенки;  
 3 – ушкови́на второй гребенки; 3' – другая  
 ушкови́на второй гребенки; 4 – ушкови́на  
 первой гребенки

**Рисунок 2 – Прокладывание нитей при  
 выработке трикотажного фильтровального  
 полотна уточно-платированного переплетения**

для расчета технологических показателей: нити, образующие протяжки грунтового переплетения, располагаются не параллельно, а смещены относительно друг друга и образуют жгут из комплексных нитей, форма поперечного сечения которого имеет вид замкнутой кривой сложной конфигурации.

Таблица 1 – Заправочные данные для вязания фильтровального трикотажа

Условное обозначение варианта трикотажного фильтровального полотна	Линейная плотность нитей в заправках, текс / число элементарных нитей / переплетение		
	1 гребенка	2 гребенка	3 гребенка
3	29,4/48 уточное со сдвигом на два игольных шага	12,0/30 5-игольное трико	16,8/48 цепочка
12	29,4/48 уточное со сдвигом на один игольный шаг	12,0/30 5-игольное трико	16,8/48 цепочка
18	29,4/48 уточное со сдвигом на один игольный шаг	12,0/30 5-игольное трико	16,8/48 трико
19	12,0/30 6-игольное трико	16,8/48 цепочка	–

Кроме того, использование для вязания МФТМ текстурированных растя-

жимых нитей способствует уменьшению длины нити в петле и увеличению плотностных характеристик полотна. В связи с этим предложена методика, позволяющая повысить точность расчета длины нити в петле, числа петельных рядов на 10 см, числа петельных столбиков на 10 см, поверхностной плотности МФТМ за счет учета растяжимости текстурированных нитей.

Для проектирования МФТМ с заданными свойствами, с учетом фактических значений усадки ТФМ [(0,5-1,5) %] и растяжимости текстурированной нити, использованной для их вязания, рассчитано значение коэффициента объемности текстурированной нити  $K_T$  линейной плотности 12 текс, заработанной в ТФМ. Так, для МФТМ комбинированного уточно-платированного переплетения  $K_T = (1,20-1,23)$ , для платированного фильтровального трикотажа  $K_T = 1,28$ . Результаты расчета подтверждены экспериментально и позволяют на стадии проектирования МФТМ с учетом диаметра исходной нетекстурированной нити определить диаметр текстурированной растяжимой нити, заработанной в ТФМ.

Обоснован выбор термообработки в качестве способа отделки МФТМ, выработанных с использованием высокоусадочной нити. Для установления наиболее эффективного способа термообработки отделка ТФМ проводилась по двум технологическим режимам: первый включал в себя конвективную термообработку на сушильно-ширильной стабилизационной машине марки «Эли-текс», второй – отделку на аппарате контактной термообработки. Предварительно исследовано влияние контактной термообработки на свойства МФТМ. Исследования проводились с использованием математических методов планирования и анализа эксперимента на основе схемы факторного планирования второго порядка для двух факторов: температуры обработки и скорости движения фильтровального полотна [22]. Для обеспечения максимальной усадки нитей и увеличения степени заполнения полотна волокнистым материалом контактная термообработка осуществлялась без натяжения полотна. Выходными параметрами являлись характеристики ТФМ: число петельных рядов на 10 см, число петельных столбиков на 10 см, поверхностная плотность, усадка по длине, усадка по ширине. В результате исследований разработаны математические модели влияния контактной термообработки на свойства МФТМ. С использованием математических моделей оптимизирован режим контактной термообработки полотен, позволяющий получить МФТМ с максимальной усадкой. Сравнительный анализ термообработки МФТМ по двум технологическим режимам свидетельствует о целесообразности использования для отделки МФТМ контактной термообработки, способствующей получению ТФМ с максимально заполненной структурой.

**Четвертая глава** посвящена исследованию свойств и оценке качества МФТМ. Обоснован выбор показателей качества ТФМ для аэрозолей. Оценка свойств МФТМ по выбранным показателям может осуществляться по стан-

дартным методикам определения свойств трикотажа бытового назначения, технических тканей, текстильных материалов для фильтрации промышленных аэрозолей. Исключение составляют показатели «пылепроницаемость», «пылеемкость», «задерживающая способность». Анализ методик определения фильтрующих свойств текстильных материалов, проведенный совместно с Борозенцевой Ю.Б., Коган М.А. [26], свидетельствует о том, что стандартные методики определения вышеуказанных показателей отсутствуют, а нестандартные методики требуют наличия дорогостоящего испытательного оборудования, отсутствующего в Беларуси. В связи с этим совместно с Коган М.А. [19] разработана методика определения пылепроницаемости, пылеемкости, задерживающей способности МФТМ, основанная на методе весового анализа и предусматривающая использование испытательной установки, состоящей из компрессора и разработанного к нему совместно с Коган М.А. [15, 28] приспособления. Дополнительно методика позволяет определить коэффициент проскока частиц и способность ТФМ к регенерации, снижая затраты на проведение соответствующих испытаний [6].

При определении сквозной пористости МФТМ с использованием метода геометрического анализа структуры трикотажа уточнены формулы расчета поверхностного заполнения МФТМ с учетом их усадки. Так, для МФТМ комбинированного уточно-платированного переплетения предложена формула:

$$E_S = \left[ \frac{(l_{ocm} \cdot d_{cym} + l_{np1} \cdot d_1 + l_{np2} \cdot d_2 + l_y \cdot d_y)}{A \cdot (1 - y_{uu}) \cdot B \cdot (1 - y_{dl}^2)} - \frac{(1 + y_{dl}) \cdot (4 \cdot d_{cym}^2 + (a - 1) \cdot d_1 \cdot d_2 + (2 \cdot a - 1) \cdot d_{cym} \cdot d_2 + b \cdot d_2 \cdot d_y)}{A \cdot (1 - y_{uu}) \cdot B \cdot (1 - y_{dl}^2)} \right] \cdot 100, \quad (3)$$

где  $E_S$  – поверхностное заполнение, %;  $l_{ocm}$  – длина нити в остова петли, мм;  $l_{np1}$  – длина протяжки петли, образованной платировочной нитью, мм;  $l_{np2}$  – длина протяжки петли, образованной грунтовой нитью, мм;  $l_y$  – длина уточной нити в петле, мм;  $d_{cym}$  – суммарный условный диаметр нити, мм;  $d_1$  – условный диаметр платировочной нити, мм;  $d_2$  – условный диаметр грунтовой нити, мм;  $d_y$  – условный диаметр уточной нити, мм;  $a$  – число нитей, находящихся между петлей и протяжкой, равное величине полного сдвига платировочной и грунтовой гребенок за иглами;  $b$  – число уточных нитей, находящихся между петлей и протяжкой грунта ( $b = a$  – при встречном сдвиге уточной и грунтовой гребенок,  $b = (a - S)$  – при параллельном сдвиге уточной и грунтовой гребенок);  $S$  – величина сдвига уточной гребенки за иглами;  $A$  – петельный шаг, мм;  $B$  – высота петельного ряда, мм;  $y_{uu}$  – усадка полотна по ширине, доля единицы;  $y_{dl}$  – усадка полотна по длине, доля единицы.

На основании результатов предварительных исследований, проведенных совместно с Борозенцевой Ю.Б., Коган М.А. [20, 27], разработан метод определения сквозной пористости МФТМ с использованием оптических методов исследования и компьютерных технологий [3, 7]. Суть предложенного метода заключается в получении и обработке цифрового аналога изображения поверхности ТФМ на ПЭВМ с помощью программного средства, разработанного совместно с Козинцом Д.Г. Предложенный метод позволяет, в отличие от известных методов определения сквозной пористости, упростить и ускорить получение объективных и точных сведений о дополнительных характеристиках сквозной пористости: форме, количестве, местах расположения и характере распределения сквозных микро- и макропор на поверхности ТФМ, а также впервые дать размерную характеристику сквозных пор, определяемую их диаметром (описанным, приведенным, вписанным) с одновременным построением графика распределения сквозных пор по их диаметру.

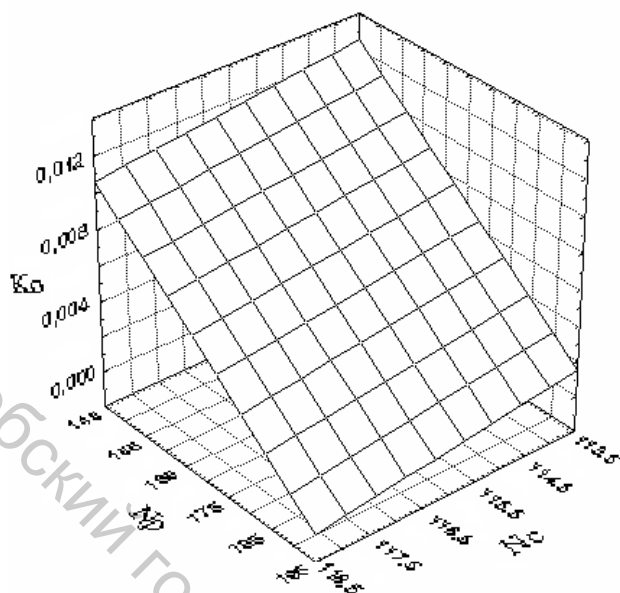
С целью сокращения затрат на экспериментальные исследования по показателям фильтрующих свойств, основываясь на положениях теории фильтрации аэрозолей через пористые слои, впервые получено уравнение фильтрации аэрозолей ТФМ [8], имеющее вид показательной функции:

$$K_0 = e^{-h_{\Sigma} \cdot \frac{p \cdot E_S \cdot h \cdot K_p \cdot 10^4}{(1 - E_V) \cdot N_c \cdot N_p}}, \quad (4)$$

где  $K_0$  – коэффициент проскока частиц;  $\eta_{\Sigma}$  – коэффициент захвата твердых частиц петлей ТФМ под влиянием всех механизмов осаждения частиц;  $E_S$  – поверхностное заполнение ТФМ, доля единицы;  $h$  – толщина ТФМ, мм;  $K_p$  – коэффициент соотношения минимальных размеров сквозных пор в ТФМ и частиц фильтруемого аэрозоля;  $E_V$  – объемное заполнение ТФМ, доля единицы;  $N_c$  – число петельных столбиков на 10 см;  $N_p$  – число петельных рядов на 10 см.

Анализ уравнения фильтрации аэрозолей ТФМ свидетельствует о том, что при проектировании МФТМ с заданным  $K_0$  практическое значение имеют изменения  $N_c$  и  $N_p$ , влияющие на другие структурные характеристики фильтровального трикотажа. Графическое представление результатов расчета по формуле (4) позволяет сделать вывод о том, что  $K_0$  уменьшается при увеличении плотностных характеристик ТФМ (рисунок 3). Полученное уравнение фильтрации аэрозолей ТФМ подтверждено экспериментально. При фильтровании доломитовой пыли с дисперсным составом (10-140) мкм в течение 30 с отклонение фактического значения  $K_0$  от его расчетного значения не превышает 3,7 %.

Уравнение фильтрации аэрозолей ТФМ, описывающее взаимосвязь коэффициента проскока частиц со структурными характеристиками ТФМ, может быть использовано на стадии его проектирования, способствуя экономии затрат



$K_0$  – коэффициент проскока частиц;  
 $N_c$  – число петельных столбиков на 10 см;  
 $N_p$  – число петельных рядов на 10 см

**Рисунок 3 – График зависимости коэффициента проскока частиц от структурных характеристик фильтровального трикотажа**

живающая способность – (98,9-99,9) %, коэффициент проскока частиц – (0,001-0,011) при одинаковой способности ТФМ к регенерации [5].

Для разработки рекомендаций по практическому использованию МФТМ совместно с Коган М.А. [4] исследовано влияние удельной воздушной нагрузки на аэродинамическое сопротивление ТФМ. С помощью метода регрессионного анализа на ПЭВМ разработаны математические модели аэродинамической характеристики ТФМ, имеющие линейный характер зависимости. Достоверность полученных моделей экспериментально подтверждена в диапазоне изменения удельной воздушной нагрузки (42-1650)  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , отклонения экспериментально полученных результатов от их расчетных значений не превышают 4,5 %.

**В пятой главе** обоснована технико-экономическая эффективность использования результатов исследований. Установлено, что производство и использование спроектированных и разработанных МФТМ для аэрозолей технически и экономически целесообразно. Экономический эффект от внедрения МФТМ в производство на ОДО ОЭП «Комета» г. Витебска при объеме внедрения 3965  $\text{м}^2$  на 30.12.2003 г. составил 2295735 рублей, по состоянию на 20.12.2007 г. – 27650350 рублей. Результаты апробирования МФТМ при фильтровании различных аэрозолей позволили установить достаточно высокую эффективность МФТМ, которая обеспечивается за счет относительно небольшого гидравлического сопротивления, способности к многократной регенерации и повторному использованию.

на проведение испытаний.

Совместно с Медведевой А.Ю., Коган М.А. [1, 2, 24, 25] исследованы свойства разработанных ТФМ по выбранному перечню показателей. Установлено, что МФТМ обладают широким спектром свойств: имеют достаточно высокую прочность по длине и по ширине (809-1725) Н, термостойкость по петельному ряду и по петельному столбику (100,2-109,1) % при относительно небольшой поверхностной плотности (329-335)  $\text{г}/\text{м}^2$  и толщине (0,63-0,90) мм. При использовании доломитовой пыли с дисперсным составом (10-140) мкм пылепроницаемость МФТМ изменяется в диапазоне (0,04-0,37)  $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , пылеемкость – (0,71-1,49)  $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , задерживающая способность – (98,9-99,9) %, коэффициент проскока частиц – (0,001-0,011) при одинаковой способности ТФМ к регенерации [5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. На базе трикотажа платированного и комбинированного уточноплатированного переплетений спроектированы и разработаны новые многослойные фильтровальные материалы основовязаного способа производства для аэрозолей, имеющие высокие показатели эксплуатационных свойств и отличающиеся повышенным сроком службы, по сравнению с фильтровальными тканями и неткаными материалами, в 1,5-2 раза за счет возможности многократной регенерации [1, 5, 9-14, 16-18, 23, 29].

2. В результате исследования влияния контактной термообработки на свойства трикотажных фильтровальных полотен разработаны математические модели, описывающие взаимосвязь числа петельных рядов на 10 см, числа петельных столбиков на 10 см, поверхностной плотности, усадки по ширине и усадки по длине фильтровального трикотажа с температурой обработки и скоростью его движения при контактной термообработке, позволяющие на стадии проектирования фильтровального трикотажа выбрать оптимальные режимы отделки трикотажных фильтровальных полотен [22].

3. Разработан технологический процесс получения многослойных фильтровальных основовязанных материалов для аэрозолей из полиэфирных гладких комплексных нитей линейной плотности 16,8; 29,4 текс и комплексной текстурированной нити линейной плотности 12 текс, имеющий сокращенный процесс отделки. Сокращение технологического процесса отделки обусловлено применением для выработки МФТМ высокоусадочной нити и заменой операций мокрой отделки контактной термообработкой, условия и режим проведения которой способствуют получению многослойных фильтрующих перегородок из трикотажа с максимально заполненной структурой, соответствующих предъявляемым к ним требованиям [1, 2, 21, 22, 24, 25, 30].

4. На основе метода весового анализа разработана методика определения пылепроницаемости, пылеемкости и задерживающей способности ТФМ, предусматривающая использование испытательной установки, состоящей из компрессора и специально разработанного к нему приспособления, позволяющая получить достоверные и воспроизводимые результаты испытаний в условиях неспециализированных лабораторий [6, 15, 19, 26, 28].

5. Разработан метод определения сквозной пористости МФТМ, заключающийся в получении цифрового аналога изображения поверхности МФТМ с использованием оптических методов исследования и последующей его обработке на ПЭВМ с помощью специального программного средства. В отличие от известных методов определения сквозной пористости текстильных материалов



разработанный метод позволяет упростить и ускорить получение объективных и точных сведений о дополнительных характеристиках сквозной пористости: форме, количестве, диаметре (описанном, приведенном, вписанном) сквозных микро- и макропор, местах их расположения (в петельной структуре) и характере распределения (равномерное, неравномерное) на поверхности трикотажного фильтровального материала с одновременным построением графика распределения сквозных пор по их диаметру [3, 7, 20, 27].

6. Основываясь на положениях теории фильтрации аэрозолей через пористые слои получено уравнение фильтрации аэрозолей ТФМ, имеющее вид показательной функции и позволяющее установить взаимосвязь коэффициента проскока частиц со структурными характеристиками фильтровального трикотажа: числом петельных рядов на 10 см, числом петельных столбиков на 10 см, толщиной, поверхностным и объемным заполнениями [8].

7. В процессе проведения экспериментальных исследований установлен линейный характер зависимости аэродинамического сопротивления от удельной воздушной нагрузки, действующей на МФТМ. Разработаны математические модели аэродинамической характеристики многослойных фильтровальных материалов из основязаного трикотажа, позволяющие рассчитать аэродинамическое сопротивление фильтровальных материалов в зависимости от удельной воздушной нагрузки в диапазоне  $(42-1650) \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  [4].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. Разработанные многослойные фильтровальные основязанные материалы могут быть использованы в различных процессах фильтрации аэрозолей. Использование для их выработки имеющегося в Беларуси стандартного технологического вязального оборудования позволяет в короткий срок с минимальными затратами наладить производство эффективных, многократно регенерируемых трикотажных фильтрующих перегородок. Многослойная фильтрующая структура разработанных материалов позволяет использовать их в различных процессах очистки газопылевых и пылевоздушных систем, способствуя улучшению качества фильтрации при сохранении производительности фильтровального оборудования. На трикотажный фильтровальный материал для аэрозолей получен патент (пат. 3214, заявл. 31.05.06, опубл. 30.12.06). На полотно трикотажное основязаное фильтровальное разработаны технические условия и получено удостоверение о государственной гигиенической регистрации.

2. Методика определения пылепроницаемости, пылеемкости и задерживающей способности ТФМ может быть использована при определении численных значений показателей фильтрующих свойств фильтровальных материалов

из трикотажа, а также других текстильных материалов технического назначения. Возможность дополнительного определения коэффициента проскока частиц и способности к регенерации с использованием разработанной методики способствует экономии затрат на проведение соответствующих испытаний. Методика может быть рекомендована к использованию при проведении сравнительной оценки по показателям фильтрующих свойств различных текстильных материалов. На приспособление к компрессору получен патент (пат. 1859, заявл. 15.07.04, опубл. 30.05.05).

3. Метод определения сквозной пористости ТФМ может быть использован для определения численного значения сквозной пористости фильтровального трикотажа и ее дополнительных характеристик, а также для экспресс-оценки степени поверхностного заполнения фильтровального трикотажа и прогнозирования показателей его фильтрующих свойств (воздухо- и пылепроницаемости, тонкости фильтрации). Использование разработанного метода позволяет рекомендовать МФТМ для очистки аэрозолей конкретного дисперсного состава. Программное средство для определения характеристик сквозной пористости ТФМ на ПЭВМ может быть предложено в качестве коммерческого продукта.

4. Математические модели влияния параметров контактной термообработки на структурные характеристики и усадку МФТМ, уравнение фильтрации аэрозолей ТФМ, а также математические модели аэродинамической характеристики ТФМ могут быть использованы на стадии проектирования фильтрующих перегородок основязанного способа производства с заданными свойствами, способствуя экономии затрат на их экспериментальные исследования.

5. Технологический процесс производства многослойных фильтровальных основязанных материалов для аэрозолей внедрен на ОДО ОЭП «Комета» г. Витебска. Экономический эффект от внедрения МФТМ при объеме производства 3965 м<sup>2</sup> в ценах на 30.12.2003 г. составил 2295735 рублей. По состоянию на 20.12.2007 г. экономический эффект составляет 27650350 рублей, что подтверждается справкой о последующем использовании фильтровального трикотажа. Разработанные МФТМ апробированы в различных технологических процессах очистки аэрозолей на ОАО «Ураласбест» г. Асбеста (Российская Федерация), на очистных сооружениях г. Браслова и г. Шумилино, на РУПП «Витязь» г. Витебска, что подтверждается соответствующими актами. В результате апробирования МФТМ в различных технологических процессах очистки аэрозолей получены положительные оценки. Результаты исследований внедрены в учебный процесс УО «Витебский государственный технологический университет» в курсы «Товароведение и сертификация изделий текстильной и легкой промышленности», «Квалиметрия и управление качеством», «Научно-техническая экспертиза товаров».

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи

1. Черногузова, И.Г. Разработка технического текстиля новых структур / И.Г. Черногузова, М.А. Коган // Вестн. Учреждения образования «Витебский гос. технол. ун-т». – 2005. – Вып.7. – С. 13-16.

2. Черногузова, И.Г. Построение математической модели зависимости эксплуатационных свойств трикотажных фильтровальных материалов от их структуры / И.Г. Черногузова, М.А. Коган // Вестн. Учреждения образования «Витебский гос. технол. ун-т». – 2005. – Вып.8. – С. 58-60 .

3. Черногузова, И.Г. Разработка способа определения сквозной пористости трикотажных фильтровальных материалов / И.Г. Черногузова // Вестн. Учреждения образования «Витебский гос. технол. ун-т». – 2005. – Вып.9. – С. 59-63.

4. Коган, М.А. Разработка новой методики определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. С, Фундаментальные науки. – 2005. – № 10. – С. 129-132.

5. Черногузова, И.Г. Разработка трикотажных фильтровальных перегородок для сухой очистки промышленных аэрозолей / И.Г. Черногузова // Энергоэффективность. – 2005. – № 1. – С. 22-23.

6 Черногузова, И.Г. Разработка новой методики определения фильтрующей способности текстильных фильтровальных материалов / И.Г. Черногузова // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. В, Прикладные науки. – 2006. – № 6. – С. 66-74.

7. Черногузова, И.Г. Разработка способа определения сквозной пористости трикотажных фильтровальных материалов с использованием компьютерных технологий / И.Г. Черногузова // Потребительская кооперация. – 2006. – № 2. – С. 70-74.

8. Черногузова, И.Г. Фильтрация аэрозолей трикотажным фильтровальным материалом / И.Г. Черногузова // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. В, Прикладные науки. Промышленность. – 2007. – № 8. – С. 133-137.

### Материалы конференций

9. Коган, М.А. Новые трикотажные материалы для фильтрования аэрозолей / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства: материалы междунар. науч.-тех. конф., Витебск, ноябрь 2003 г.: в 2 ч. / УО «Витебский гос. технол. ун-т»; редкол.: С.М. Литовский [и др.]. – Витебск, 2003. – Ч. 2. – С. 192-195.

10. Черногузова, И.Г. Разработка новых трикотажных фильтровальных

перегородок / И.Г. Черногузова // Актуальные проблемы гармонизации социально-трудовых отношений: материалы шестой междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 27-28 ноября 2003 г.: в 2 кн./ УО ФПБ ВФ «Междунар. ин-т труд. и соц. отношений»; редкол.: И.В. Мандрик [и др.]. – Витебск, 2003. – Кн. 2. – С. 244-247.

11. Черногузова, И.Г. Разработка трикотажа для фильтрования аэрозолей / И.Г. Черногузова // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК – 2004): сб. материалов межвузовской науч.-тех. конф. аспирантов и студентов, Иваново, апрель 2004 г.: в 2 ч. / Ивановская гос. текст. акад.; редкол.: Г.И. Чистобородов [и др.]. – Иваново, 2004. – Ч. 1. – С. 75-76.

12. Черногузова, И.Г. Разработка трикотажных фильтровальных материалов / И.Г. Черногузова // Сб. материалов IV междунар. межвуз. науч.-тех. конф. студентов, аспирантов и магистрантов, Гомель, 8-9 апреля 2004 г. / УО ГГТУ им. П.О. Сухого. – Гомель, 2004. – С. 105-107.

13. Коган, М.А. Разработка новых текстильных фильтровальных материалов / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Сб. докладов VI науч.-методич. конф. студентов и преподавателей ВФ ЧУО ИСЗ, Витебск, апрель 2004 г. / Витебский филиал ЧУО «Ин-т соврем. знаний им. А.М. Широкова», редкол.: Д.Р. Амирханов [и др.]. – Витебск, 2004. – С. 152-153.

14. Черногузова, И.Г. Разработка классификации текстильных фильтровальных материалов / И.Г. Черногузова // Проблемы формирования ассортимента, качества и конкурентоспособности товаров: сб. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию БТЭУПК, Гомель, 15-16 апреля 2004 г. / УО «Белорус. торг.-эконом. ун-т потреб. кооп.»; редкол.: В.А. Гольдаде [и др.]. – Гомель, 2004. – С. 102-105.

15. Коган, М.А. Разработка приспособления для оценки пылепроницаемости и пылеемкости текстильных материалов / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: материалы междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 20-летию каф. «Физ. метод. контр.» Белорус.-рос. ун-та, Могилев, 20-22 октября 2004 г. / ГУ ВПО «Белорус.-рос. ун-т»; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2004. – С. 203-204.

16. Черногузова, И.Г. Разработка фильтровального трикотажа основовазаного способа производства / И.Г. Черногузова // Социально-экономическое и гуманитарное развитие белорусского общества в XXI веке: материалы республ. науч. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Минск, 16 декабря 2004 г. / УО «Белорус. гос. эконом. ун-т». – Минск, 2005. – С. 358-359.

17. Черногузова, И.Г. Разработка фильтровальных материалов для фильтрации промышленных аэрозолей / И.Г. Черногузова, Ю.Б. Борозенцева // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке: материалы 61-й республ. на-

уч.-прак. конф. студ. и аспирантов. БНТУ, Минск, 28-29 апреля 2005 г. / Белорус. нац. тех. ун-т; редкол.: С.А. Иващенко [и др.]. – Минск, 2005. – С. 260-263.

18. Коган, М.А. Трикотажные фильтрующие перегородки основывающегося способа производства / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности: сб. статей междунар. науч.-тех. конф., Витебск, ноябрь 2005 г. / УО «Витебский гос. технол. ун-т»; редкол.: С.М. Литовский [и др.]. – Витебск, 2005. – С. 77-79.

19. Коган, М.А. Методика определения фильтрующей способности текстильных фильтровальных материалов / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация в сфере услуг: междунар. сб. науч. трудов, Шахты, 2005 г. / Южно-рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2006. – С. 42-45.

20. Черногузова, И.Г. Неразрушающий метод определения фильтрующих свойств трикотажных материалов / И.Г. Черногузова, Ю.Б. Борозенцева // Молодежь – производству: сб. статей междунар. науч.-тех. конф. студ., магистрантов и аспирантов, Витебск, 21-22 ноября 2006 г. / УО «Витебск. гос. технол. ун-т»; редкол.: С.М. Литовский [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 61-63.

21. Черногузова, И.Г. Особенности расчета структурных характеристик текстурированных нитей / И.Г. Черногузова // Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (Техтекстиль-2007): сб. материалов Всерос. науч.-тех. конф., Дмитровград, 18-19 октября 2007 г. / Дмитровградский ин-т технол. управления и дизайна; редкол.: В.В. Павутницкий [и др.]. – Дмитровград, 2007. – С. 73-75.

22. Черногузова, И.Г. Исследования влияния режима контактной термообработки на свойства трикотажного фильтровального полотна из полиэфирных нитей / И.Г. Черногузова // Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (Техтекстиль-2007): сб. материалов Всерос. науч.-тех. конф., Дмитровград, 18-19 октября 2007 г. / Дмитровградский ин-т технол. управления и дизайна; редкол.: В.В. Павутницкий [и др.]. – Дмитровград, 2007. – С. 83-85.

#### Тезисы докладов

23. Черногузова, И.Г. Трикотажные фильтры для промышленных аэрозолей / И.Г. Черногузова // VIII республиканская науч.-тех. конф. студ. и аспирантов «НИРС-2003»: тез. докл., Минск, 9-10 декабря 2003 г.: в 7 ч. / Белорус. нац. тех. ун-т; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 3. – С. 111-112.

24. Черногузова, И.Г. Исследование проницаемости трикотажных полотен, используемых в системах газоочистки / И.Г. Черногузова // IX республиканская науч. конф. студ. и аспирантов Республики Беларусь «НИРС-2004»: тез. докл., Гродно, 26-27 мая 2004 г.: в 8 ч. / УО «Грод. гос. аграр. ун-т»; под ред. А.И. Жука. –

Гродно, 2004. – Ч. 2. – С. 53-55.

25. Медведева, А.Ю. Исследование физических свойств трикотажных фильтровальных материалов / А.Ю. Медведева, И.Г. Черногузова, М.А. Коган // XXXVII науч.-тех. конф. препод. и студ. ун-та: тез. докл., Витебск, 26 апреля 2004 г. / УО «Витебский гос. технол. ун-т», редкол.: С.М. Литовский. – Витебск, 2004. – С. 67.

26. Борозенцева, Ю.Б. Анализ методик определения фильтрующих характеристик текстильных фильтровальных материалов для аэрозолей / Ю.Б. Борозенцева, И.Г. Черногузова, М.А. Коган // XXXVIII науч.-тех. конф. препод. и студ. ун-та: тез. докл., Витебск, 26 апреля 2005 г. / УО «Витебский гос. технол. ун-т», редкол.: С.М. Литовский. – Витебск, 2005. – С. 94-95.

27. Борозенцева, Ю.Б. Разработка метода определения сквозной пористости трикотажных фильтровальных материалов / Ю.Б. Борозенцева, И.Г. Черногузова, М.А. Коган // XXXIX науч.-тех. конф. препод. и студ. ун-та: тез. докл., Витебск, 26 апреля 2006 г. / УО «Витебский гос. технол. ун-т», редкол.: С.М. Литовский. – Витебск, 2006. – С. 114-115.

#### Патенты

28. Приспособление для оценки пылепроницаемости и пылеемкости текстильных материалов: пат. 1859 Республика Беларусь, МПК<sup>7</sup> G 01N 33/36, 33/497 / М.А. Коган, И.Г. Черногузова; заявитель УО «Витебский гос. технол. ун-т». – № и 20040347; заявл. 15.07.04; опубл. 30.03.05 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 1. – С. 258-259.

29. Фильтровальный материал для аэрозолей: пат. 3214 Республика Беларусь, МПК<sup>7</sup> D 04B 1/14 / М.А. Коган, И.Г. Черногузова; заявитель УО «Витебский гос. технол. ун-т» – № и 20060347; заявл. 31.05.06; опубл. 30.12.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 6. – С. 187.

#### Технические нормативные правовые акты

30. Полотно трикотажное основовязаное фильтровальное ПТОФ-ВФ: ТУ РБ 300478750.004-2004. – Введ. 23.05.2005. – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2005. – 13 с.

## РЭЗІЮМЭ

**Чарнагузава Іна Рыгораўна**

### **Праектаванне шматслаевых фільтравальных трыкатажных матэрыялаў для аэразоляў**

Шматслаевы фільтравальны матэрыял, тэхналагічны працес, адзелка, аэразоль, метады, метадыка, уласцівасць.

Аб'ект і прадмет даследавання: шматслаевыя фільтравальныя трыкатажныя матэрыялы, працес іх вытворчасці і практычнага выкарыстання.

Мэта работы – праектаванне эфектыўных шматслаевых фільтравальных матэрыялаў трыкатажнага спосабу вытворчасці (ШФТМ), прыгодных для ачысткі аэразоляў у розных галінах прамысловасці.

Распрацоўка ШФТМ ажыццяўлялася з выкарыстаннем комплекснага метада, які ўключае тэарэтычныя і эксперыментальныя даследаванні з выкарыстаннем тэорыі вязання і перапляцення, тэкстыльнага матэрыялазнаўства, тэорыі фільтрацыі аэразоляў порыстымі асяроддзямі, матэматычных метадаў планавання і аналізу эксперымента, матэматычнай статыстыкі, аптычных метадаў даследавання, стандартных метадаў азначэння структурных характарыстык і даследавання тэкстыльных матэрыялаў. Апрацоўка вынікаў даследаванняў ажыццяўлялася з выкарыстаннем ПЭВМ.

У выніку даследаванняў распрацаваны: новы асартымент ШФТМ для аэразоляў з высокімі паказчыкамі якасці; тэхналагічны працэс вытворчасці ШФТМ з поліэфірных комплексных гладкіх і тэкстураваных ніцей; метадыка азначэння пылапранікальнасці, пылаемістасці, затрымальнай здольнасці трыкатажных фільтравальных матэрыялаў; неразбуральны метады азначэння навыветнай порыстасці трыкатажных фільтроўных перагародак; матэматычныя мадэлі аэрадынамічнай характарыстыкі ШФТМ; палучана ураўненне фільтрацыі аэразоляў ШФТМ, якое апісвае узаемасувязь каэфіцыента праскока часціц з структурнымі характарыстыкамі трыкатажнага фільтра-вальнага матэрыяла; прапанавана метадыка, якая дазваляе павысіць дакладнасць разліка асноўных тэхналагічных паказчыкаў трыкатажных матэрыялаў; удакладнены формулы разліка структурных характарыстык тэкстураваных ніцей і формулы разліка паверхневага запаўнення фільтравальнага трыкатажа плаціраванага і камбініраванага перапляценняў пасля яго тэрмаапрацоўкі;

Распрацаваныя ШФТМ для аэразоляў укаранены на ТДА ВЭП «Камета» г. Віцебска.

## РЕЗЮМЕ

**Черногузова Инна Григорьевна**

### **Проектирование многослойных фильтровальных трикотажных материалов для аэрозолей**

Многослойный фильтровальный материал, технологический процесс, отделка, аэрозоль, метод, методика, свойство.

Объект и предмет исследования: многослойные фильтровальные трикотажные материалы, процесс их производства и практического использования.

Цель работы – проектирование эффективных многослойных фильтровальных материалов трикотажного способа производства (МФТМ), пригодных для очистки аэрозолей в различных отраслях промышленности.

Разработка МФТМ осуществлялась с использованием комплексного метода, включающего теоретические и экспериментальные исследования с использованием теории вязания и переплетений, текстильного материаловедения, теории фильтрации аэрозолей пористыми средами, математических методов планирования и анализа эксперимента, математической статистики, оптических методов исследования, стандартных методов определения структурных характеристик и исследования свойств текстильных материалов. Обработка результатов исследований осуществлялась с использованием ПЭВМ.

В результате исследований разработаны: новый ассортимент МФТМ для аэрозолей с высокими показателями качества; технологический процесс производства МФТМ из полиэфирных комплексных гладких и текстурированных нитей; методика определения пылепроницаемости, пылеемкости, задерживающей способности трикотажных фильтровальных материалов; неразрушающий метод определения сквозной пористости трикотажных фильтрующих перегородок; математические модели аэродинамической характеристики МФТМ; получено уравнение фильтрации аэрозолей МФТМ, описывающее взаимосвязь коэффициента проскока частиц со структурными характеристиками трикотажного фильтровального материала; предложена методика, позволяющая повысить точность расчета основных технологических показателей трикотажных материалов; уточнены формулы расчета структурных характеристик текстурированных нитей и формулы расчета поверхностного заполнения трикотажа платированного и комбинированного переплетений после его термообработки;.

Разработанные МФТМ для аэрозолей внедрены на ОДО ОЭП «Комета» г. Витебска.



## SUMMARY

**Chernoguzova Inna Grigorievna**

### **Designing of multilayered filtering knitted materials for aerosols**

Multilayered filtering material, technological process, finishing, aerosol, method, technique, property.

The object and subject of the research are multilayered filtering knitted materials, the process of their manufacture and practical use of it.

The aim of the research is designing of effective multilayered filtering materials of knitwear manufacture (hereinafter the Materials) which are suitable for cleaning aerosols in various industries.

The development of the Materials was carried out with the application of the complex method which includes theoretical researches and experimental work, the theory of knitting and textures, textile materials science, the theory of filtration of aerosols by porous media, mathematical methods of planning and experiment analysis, mathematical statistics, optical methods of research, standard methods of detection of structural characteristics and research of properties of textile materials. Processing of the results was carried out with the help of a computer.

The following items have been developed as a result of the experiment: a new range of the Materials for aerosols of high quality; technological process of multilayered filtering materials of knitwear manufacture from polyester complex smooth and textured threads; a technique of dust-penetrability and dust-capacity detection, and detection of detaining ability of knitted filtering materials; non-destroying method for detection of through porosity of knitted filtering membranes; mathematical models of aerodynamic characteristics of the multilayered filtering materials of knitwear manufacture; equation for the filtration of aerosols with the Materials which describes the interrelation of skip factor of particles with structural characteristics with the Material is received; have been suggested the methods which help to increase the accuracy of calculation of basic technological parameters of knitted fabrics. More accurate formulae were obtained for calculation of structural characteristics of textured threads and calculation of surface filling of a plated fabric and a combined textured fabric after heat treatment.

The developed multilayered filtering knitted materials for aerosols have been implemented at «Kometa», experimental enterprise in Vitebsk.

**ЧЕРНОГУЗОВА ИННА ГРИГОРЬЕВНА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ТРИ-  
КОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЭРОЗОЛЕЙ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Витебский государственный технологический университет

---

Подписано в печать 16.10.2008 г. Формат 60×90/16. Печать  
ризографическая. Уч.-изд. л.1,5. Усл. печ. л. 1,4. Тираж 70 экз. Заказ 506.

---

Отпечатано на ризографе УО «ВГТУ»  
Лицензия № 02330/0133005 от 01.04.2004 г.  
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.