

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

УДК 677.025:677.051.125.126:54-148

КОГАН МАРГАРИТА АНАТОЛЬЕВНА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТРИКОТАЖА
ДЛЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ

Специальность 05.19.03 –
Технология текстильных материалов

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научные руководители:

кандидат технических наук,
доцент В. А. Петрова

кандидат технических наук,
доцент А. А. Наumenко

Библиотека ВГТУ



Витебск, 1995

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ	12
1.1. Перспективы развития производства текстильных фильтровальных материалов	12
1.2. Основные понятия и определения	12
1.3. Краткая характеристика требований, предъявляемых к фильтровальным перегородкам	16
1.4. Показатели оценки качества текстильных фильтровальных перегородок и методики их определения	17
1.5. Анализ современных структур и способов получения трикотажных фильтровальных материалов для суспензий	19
1.6. Оценка степени разработанности вопроса производства трикотажных фильтров для суспензий и постановка задачи исследования	22
Выводы по главе 1	24
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУР И ПРОЦЕССОВ ВЫРАБОТКИ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	26
2.1. Анализ современных структур и способов выработки трикотажа с целью определения перспективности применения для многослойных фильтров	26
2.2. Разработка структуры и исследование особенностей процесса выработки многослойного трикотажного фильтровального материала	34
2.2.1. Разработка структуры трикотажа для фильтрации суспензий	34
2.2.2. Исследование особенностей процесса вязания фильтровальных полотен	41
2.2.3. Анализ факторов, определяющих стабильность, надежность и точность процесса вязания фильтровального полотна	53
Выводы по главе 2	54
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРАБОТКИ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ПОЛОТНА НА КРУГЛОВЯЗАЛЬНОЙ ДВУХФОНТУРНОЙ МАШИНЕ	56
3.1. Обоснование выбора оборудования	56

3.1.1. Графический анализ процесса петлеобразования при выработке многослойного фильтровального полотна на кругловязальной двухфонтурной машине	58
3.1.2. Разработка программ работы замочных клиньев и механизма узорообразования	62
3.2. Обоснование выбора сырья для многослойных трикотажных фильтров	63
3.2.1. Анализ и обоснование основных показателей, обуславливающих выбор сырья для трикотажных фильтровальных материалов	64
3.2.2. Оценка свойств полиэфирных текстурированных нитей и выбор сырья для вязания многослойных фильтров	69
Выводы по главе 3	72
ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	74
4.1. Особенности экспериментальной выработки трикотажного фильтровального полотна	74
4.2. Анализ причин дефектности фильтровального трикотажного полотна	77
4.3. Исследование зависимости выходного натяжения и коэффициента тангенциального сопротивления движению нити от определяющих факторов	79
4.4. Оценка составляющих деформации растяжения полиэфирных текстурированных нитей, используемых для выработки трикотажных фильтровальных материалов	86
4.5. Решение задачи оптимизации процесса вязания многослойных фильтровальных полотен	87
4.6. Разработка вариантов заправок многослойных трикотажных фильтровальных полотен и оценка точности процесса вязания	88
4.7. Изучение свойств многослойных трикотажных фильтровальных материалов	90
4.7.1. Обоснование показателей и методик оценки качества многослойных трикотажных фильтровальных полотен	91
4.7.2. Оценка свойств трикотажных фильтровальных полотен и сравнительный анализ эффективности методик их определения.	94
Выводы по главе 4	98

ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	100
Выводы по главе 5.	102
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105
ПРИЛОЖЕНИЯ	113

Витосский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач экономического развития страны в условиях рыночной экономики является разработка материалов и технологий, обеспечивающих выпуск качественной продукции низкой себестоимости. Важное значение при этом имеет решение проблемы создания новых фильтровальных материалов, позволяющих осуществить эффективную замену традиционно применяемых фильтров.

В мировой практике в качестве фильтровальных перегородок используют различного рода материалы: зернистые слои песка, диатомита, угля; волокнистые слои из асбестовых, хлопчатобумажных и других видов волокон; текстильные материалы из натуральных и химических нитей; сетки из волосяных или металлических нитей; пористые перегородки из кварца, шамота, спекшегося стеклянного, металлического порошка или твердой резины /1-4/.

Особое место в общем перечне фильтровальных материалов занимают текстильные материалы из синтетических волокон и нитей, в наибольшей степени пригодные для регенерации и повторного использования при разделении суспензий в ряде технологических процессов пищевой, химической, металлургической и других отраслей промышленности.

Для фильтрования суспензий применяются ткани, валяльно-войлочные изделия, нетканые и другие текстильные материалы /2-4/. В настоящее время в мировой практике для этих целей нашел применение трикотаж /5-11/. Использование последнего для разделения суспензий является новым и быстро развивающимся направлением. Это обусловлено рядом преимуществ производства трикотажа перед другими текстильными материалами: наличие высокопроизводительного оборудования с широким диапазоном технологических возможностей, позволяющих получить полотна и изделия с заданными свойствами при использовании различных переплетений и их сочетаний; возможность выработки на трикотажных машинах изделий заданной сложной конфигурации (трубка, однополостной гиперболоид, спираль, конус и т. д.); возможность варьирования в широком диапазоне заправочных параметров в процессе вязания.

Кроме этого, развитие сырьевой базы за счет увеличения производства синтетических нитей для технических целей с улучшенными свойствами является предпосылкой разработки и производства качественно новых трикотажных фильтровальных материалов.

Повышение эффективности трикотажных фильтров, достигаемое за

счет уменьшения гидравлического сопротивления и увеличения тонкости фильтрации, будет способствовать ускорению технологических процессов разделения суспензий и снижению себестоимости получаемой продукции. Способность трикотажных полотен к многократной регенерации обеспечит сокращение расхода фильтровальных материалов и потерь времени на переоснащение установок.

Расширение ассортимента высокоэффективных трикотажных материалов из синтетических нитей позволит сократить расход натуральных волокон, обеспечить повышение производительности технологического оборудования в процессах разделения суспензий, улучшить качество фильтрования.

Актуальность темы. Для фильтрования суспензий в основном применяют текстильные материалы в виде полотен различной ширины. Наибольшее распространение получили ткани из натуральных и химических нитей /3, 5, 12/. Нетканые материалы также с успехом используются для разделения суспензий /13–17/. Трикотаж для этих целей применяется ограниченно /6, 10, 11, 18/.

Однако имеющийся ассортимент текстильных фильтров не всегда в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к такого рода материалам. Эффективность известных в мировой практике текстильных перегородок все еще крайне низка, структура их практически не совершенствуется на протяжении многих лет. Так, например, тонкость фильтрации текстильных фильтров достигает 15–20 микрометров /2, 3/, при этом их гидравлическое сопротивление остается высоким, что значительно замедляет процесс фильтрования.

В странах СНГ ощущается дефицит текстильных фильтров, который ликвидируют, в основном, за счет покупки дорогостоящих импортных перегородок. Часто прибегают к использованию материалов бытового назначения из натуральных видов сырья таких как бязь, батист, шифон, марля, шерстяные, шелковые и льняные ткани, шинельное сукно и др. Это ведет к удорожанию продуктов фильтрования, нерациональному использованию свойств материалов, менее качественному фильтрованию и снижению производительности оборудования.

В Республике Беларусь, которая выпускает около 160 тыс. погонных метров нетканых фильтровальных материалов и порядка 390 тыс. погонных метров различных фильтровальных тканей, спрос на текстильные фильтры удовлетворяется лишь на 10 – 12 %.

Вследствие указанных причин весьма актуальной научно-технической задачей является разработка технологии новых видов текстильных фильтровальных материалов на базе трикотажных перепле-

тений, включающей получение эффективных трикотажных фильтровальных полотен, качественные показатели которых превышают достигнутые результаты.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Работа выполнялась по программе ГКНТ СССР N 45-821 от 29.10.1986 и по заказу Министерства медицинской и микробиологической промышленности СССР (шифр заказа-наряда 2.Э.86-88).

Цель работы: разработка высокоэффективного трикотажного фильтровального материала, пригодного для различных процессов разделения суспензий, способ выработки которого позволяет использовать возможности технологического оборудования, имеющегося в Республике Беларусь и странах СНГ.

Основные задачи исследования. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- разработать многослойные трикотажные фильтровальные материалы из синтетических нитей;
- разработать и исследовать рабочий процесс получения многослойного трикотажного фильтровального материала на имеющемся в Республике Беларусь и странах СНГ оборудовании;
- изучить специфические свойства многослойных трикотажных фильтровальных перегородок из синтетических нитей.

Методы исследований. При проведении теоретических и экспериментальных исследований использован комплексный метод, включающий изучение научно-технической и патентной литературы, анализ теоретических и практических работ по выполняемой теме.

Для теоретических исследований использовались теория вязания и переплетений, графический анализ процесса петлеобразования.

Экспериментальные исследования проводились в условиях ЭОП ВГТУ на производственном оборудовании, в лаборатории Витебского ОАО КИМ - на автоматизированном комплексе КС-1, в лаборатории кафедры товароведения ВГТУ - на автоматизированном комплексе РМ-авто.

При решении задач оптимизации применяли методы планирования и анализа эксперимента, для измерений и регистрации результатов исследований использовали современные измерительные средства.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами математической статистики с использованием ЭВМ, автоматизированных комплексов КС-1 и РМ-авто.

Научная новизна полученных в работе результатов заключается в следующих положениях:

- разработана технология многослойного трикотажного фильтровального материала для суспензий, позволяющая выработать полотно с широким спектром специфических свойств, корректировка диапазона которых возможна на стадии вязания;

- разработаны новые многослойные трикотажные фильтровальные перегородки для суспензий на базе кулирных комбинированных переплетений, новизна подтверждается авторским свидетельством на изобретение;

- усовершенствован рабочий процесс получения двухслойного трикотажа с покровно-прессовым соединением слоев и прокладыванием между слоями дополнительных уточных нитей на двухфонтурной кругловязальной машине;

- впервые разработан экспресс-метод комплексной оценки вязальной способности нитей;

- впервые решена задача оптимизации процесса вязания многослойного трикотажного фильтровального полотна из текстурированных полиэфирных нитей на двухфонтурной кругловязальной машине;

- впервые установлен перечень показателей оценки специфических свойств трикотажных фильтровальных полотен для суспензий и разработаны методики их определения.

Практическая значимость полученных в работе результатов заключается в создании нового ассортимента высокоэффективных текстильных фильтровальных материалов с широким диапазоном специфических свойств, позволяющих применять их в различных процессах разделения суспензий. Реализация способа выработки многослойного трикотажного фильтровального полотна на имеющемся в Республике Беларусь и странах СНГ оборудовании позволяет в короткий срок с минимальными капитальными затратами освоить выпуск новых видов текстильных фильтровальных перегородок. Использование многослойных трикотажных фильтровальных материалов в технологических процессах разделения суспензий улучшает качество фильтрования и повышает производительность фильтровальных установок.

Для внедрения в производство технологии трикотажных фильтровальных материалов разработаны и утверждены технические условия. налажено производство трикотажных фильтровальных полотен на экспериментально-опытном предприятии Витебского государственного технологического университета (ЭОП ВГТУ, до 20.04.95 экспериментально-опытное предприятие Витебского технологического института легкой промышленности, в сокращении ЭОП ВТИЛП), обеспечивающее выпуск продукции в объеме 3 000 квадратных метров в год.

Экономический эффект от внедрения разработанной технологии на ЭОП ВГТУ составил 18,4 тысяч рублей (в ценах 1992 года) на опытную партию полотна объемом 4 765 кг.

Проведено апробирование опытных партий многослойных трикотажных фильтровальных материалов в процессах разделения суспензий:

– при производстве витаминных полупродуктов в Белгородском филиале Всесоюзного научно-исследовательского витаминного института (г. Белгород) и на Челябинском химико-фармацевтическом заводе (г. Челябинск);

– в производстве различных химических веществ на Московском научно-производственном объединении химического машиностроения (НПО "ХИММАШ", г. Москва), на производственном объединении "НАВОИАЗОТ" (г. Навои), во Всесоюзном научно-исследовательском институте химической технологии (ВНИИХТ, г. Москва), на Степаногорской научной опытно-промышленной базе (г. Степаногорск);

– окиси феррованадия во Всесоюзном научно-исследовательском и проектном институте мономеров (ВНИПИМ, г. Тула) и на АО "Ванадий-Тулачермет" (г. Тула) и др.

Полученные положительные оценки апробирования подтверждены актами испытаний.

Многослойные трикотажные фильтровальные материалы внедрены в 1991 году на АО "Ванадий-Тулачермет" (г. Тула) в количестве 1785 погонных метров для экипировки фильтр-прессов типа ФПАКМ-25МП.

Разработанные многослойные трикотажные фильтровальные материалы использованы при создании новых фильтров, оригинальная конструкция которых защищена авторским свидетельством.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Витебского государственного технологического университета в курсах "Строение, свойства и способы выработки рисунчатого трикотажа" (с 1991 г. курс "Основы строения и процессов выработки трикотажа рисунчатых и комбинированных переплетений. Теория узорообразования"), "Моделирование и оптимизация технологических процессов".

Экономическая значимость полученных результатов. Разработанный трикотажный фильтровальный материал и технология его изготовления могут быть предложены в качестве коммерческого продукта.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

– структура многослойного трикотажного фильтровального полотна, позволяющая получить подложки с разнообразными свойствами и обеспечивающая прочное соединение слоев в материале, которое осуществляется в процессе вязания, что исключает дополнительные

операции по их скреплению:

- особенности рабочего процесса получения многослойного трикотажного полотна на базе кулирных комбинированных переплетений, обеспечивающие стабильность, надежность и точность структуры фильтровальных материалов;

- экспресс-метод комплексной оценки свойств нитей и их вязальной способности, отличающийся оперативностью и высокой достоверностью получаемых результатов;

- методики оценки специфических свойств многослойных трикотажных фильтров, позволяющие простыми и доступными способами производить сравнительный анализ их качества.

Личный вклад соискателя. При выполнении работы автором лично

- проведен графический анализ процесса петлеобразования с учетом конструктивных особенностей двухфунтурной кругловязальной машины ODSI, на основании которого выявлены оптимальные параметры углов подачи нитей при вязании фильтровального полотна;

- разработана модель петлеобразующей точки для экспериментальной установки КС-1 при оценке вязальной способности нитей на двухфунтурных кругловязальных машинах;

- получены математические модели зависимостей выходного натяжения и коэффициента тангенциального сопротивления движению нити от входного натяжения, продольной скорости, линейной плотности и глубины кулирования нити;

- получены формулы для расчета числа пор на единице площади лобового слоя и пористости трикотажных фильтровальных материалов;

- разработано 24 варианта полотен, позволяющих получить многослойные фильтровальные перегородки для суспензий с широкой гаммой специфических свойств;

- разработаны технические условия на полотно трикотажное техническое фильтровальное.

Апробация результатов диссертации. Результаты исследований по диссертации доложены и получили положительную оценку на Всесоюзной научно-технической конференции "Текстильные материалы технического назначения и опыт их применения в народном хозяйстве" (г. Москва, ВДНХ СССР, 1991 г.); на Международной конференции "Новое в технике и технологии текстильной промышленности" (г. Витебск, ВТИЛП, 1994 г.); на научно-технических и научно-методических конференциях преподавателей, сотрудников и студентов Витебского технологического института легкой промышленности (г. Витебск, 1988-1994 гг.); на заседаниях кафедры "Технологии трикотажного

производства" Витебского государственного технологического университета (г. Витебск, 1992-1995 гг.).

Опубликование результатов исследований. Основное результаты работы изложены в 14 публикациях, в т. ч. 3 авторских свидетельства, 1 статье в журнале "Химическая промышленность", 5 статьях в сборниках научных трудов, 4 тезисах докладов конференций, 1 технических условиях на полотно трикотажное техническое фильтровальное.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 5 глав, выводов по главам, общих выводов, списка использованных источников, 19 приложений. Работа изложена на 184 страницах, включая 17 иллюстраций, 11 таблиц. Список использованных источников содержит 94 наименования, приложения представлены на 72 страницах.