

677.025  
к 57

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

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Витебск, 1995



## ШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для фильтрования суспензий в основном применяют текстильные материалы в виде полотен различной ширины. Наибольшее распространение получили ткани из натуральных и химических нитей. Нетканые материалы также с успехом используются для разделения суспензий. Трикотаж для этих целей применяется ограниченно.

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, 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 переплетений, 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 2.3.86–88).

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 вырабатывать 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 узоробразования"), "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 трико-

тажных 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 двухфонтурной 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 двухфонтурных 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 "Технология трикотажного производства" Витебского государственного технологического университета (г. Витебск, 1992-1995 гг.).

Опубликование результатов исследований. Основные результаты работы изложены в 14 публикациях, в т. ч. 3 авторских свидетельствах, 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.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований.

В первой главе проведен анализ современного состояния вопроса производства и перспективы развития текстильных фильтровальных материалов, отмечена тенденция к использованию многослойных подложек для фильтрования суспензий.

Приведены основные понятия, термины и определения, используемые при описании технологических процессов разделения суспензий.

Изучены требования к фильтровальным трикотажным материалам, установлено, что основными из них являются:

- достаточная задерживающая способность при низком гидравлическом сопротивлении;
- высокие механическая прочность, термостойкость и химическая устойчивость;
- возможность быстрой и качественной регенерации.

Проведен анализ показателей оценки качества текстильных фильтров и методик их определения. Установлено, что для оценки специфических свойств трикотажных фильтровальных материалов используют методики, требующие проведения испытаний в лабораторных или производственных условиях при непосредственном фильтровании конкретных суспензий, что является нерациональным и требует значительных трудозатрат.

Проведен анализ структур и способов получения многослойных трикотажных фильтровальных материалов для суспензий, который показал, что ассортимент таких материалов ограничен, эффективность их крайне низка и не отвечает современным требованиям, технология производства трудоемка. Анализ выявил также два явно выраженных пути достижения поставленной в работе цели:

- использование возможностей существующего оборудования;
- создание специализированного оборудования.

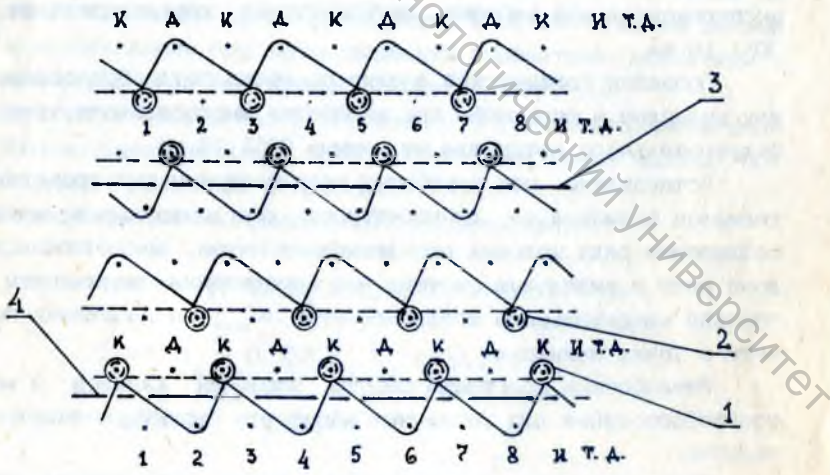
Установлено, что для производства многослойных трикотажных фильтровальных материалов целесообразно использовать существующие двухфонтурные кругловязальные машины.

Глава завершается оценкой степени разработанности вопроса производства трикотажных подложек для фильтрования суспензий и постановкой задачи исследования.

Во второй главе проведен анализ современных структур и способов выработки трикотажа с целью определения перспективности применения для многослойных фильтров. На основе проведенного анализа в качестве базовой определена структура двухслойного трикотажа комбинированного переплетения с покровно-прессовым соединением слоев и вязыванием между слоями дополнительных уточных нитей. Такая структура представляет интерес с точки зрения применения для фильтровальных материалов прежде всего потому, что может быть использована для разработки многослойных фильтровальных полотен с широким спектром специфических свойств.

На основе трикотажа базовой структуры автором разработаны варианты многослойных трикотажных фильтровальных материалов отличающиеся: заправочными параметрами, параметрами петельной структуры, числом набросков в петельных рядах лобовых слоев, индексом прессовых петель и игольностью прессовых набросков в лобовых слоях, числом вязанных уточных нитей между одинарными полотнами, наличием одинаковых или разных по структуре лобовых слоев.

Графическая запись одного из вариантов представлена на рисунке.



Графическая запись варианта структуры многослойного трикотажного фильтровального материала  
К, Д - короткие и длинные иглы риппшайбы соответственно



Слои 1 и 2, образованные платированными петлями, являются лобовыми фильтрующими, а слои 3 и 4, образованные уточными нитями - внутренними фильтрующими. Число внутренних фильтрующих слоев можно варьировать от 1 до 4.

Проведены исследование и анализ особенностей рабочего процесса многослойного трикотажного фильтровального полотна. Установлено, что основными факторами, определяющими стабильность, надежность и точность процесса вязания такого полотна, являются:

- натяжение нитей, поступающих в вязальную систему;
- продольная скорость нити;
- трение и деформационные свойства нитей;
- усилие оттяжки петель.

Выявлены основные требования к точности и надежности параметров прокладывания нити и установке всех петлеобразующих органов. Выявлено, что при выборе оборудования для вязания многослойных трикотажных фильтровальных материалов необходимо проводить тщательный графический анализ процесса петлеобразования с учетом конструктивных особенностей конкретной машины.

В третьей главе автором сформулированы основные требования, предъявляемые к оборудованию для выработки многослойных трикотажных фильтровальных материалов, на основании которых в качестве экспериментальной выбрана двухфонтурная кругловязальная машина ODSI 16 кл.

Проведен графический анализ процесса петлеобразования на иглах цилиндра и риппшайбы при выработке многослойного трикотажного фильтровального материала на машине ODSI 16 кл.

Установлено, что выработка разработанных фильтровальных материалов возможна на двухфонтурной кругловязальной машине при соблюдении ряда условий прокладывания нитей, заключающихся в подаче нити в вязальную систему под определенным натяжением при установке максимального игольного угла  $\alpha_{max}$  во избежание попадания нити в точку ножниц.

Разработана программа работы замочных клиньев и механизма узоробразования для различных вариантов структуры фильтровальных полотен.

Произведен выбор сырья для трикотажных фильтровальных материалов по показателям качества, обоснованным автором. В качестве основных показателей для нитей автором предложены наиболее информативные, которые дают комплексную оценку их технологичности и пригодности для вязания фильтровальных материалов. Оценка свойств

и определение характеристик нитей производили на автоматизированном комплексе РМ-авто, позволяющем осуществлять регистрацию и статистическую обработку результатов исследования в автоматическом режиме.

С точки зрения химической инертности, термостойкости, прочности, объемности для трикотажных фильтровальных материалов автором предложены полиэфирные текстурированные нити.

Даны рекомендации по заправкам с учетом свойств и функционального назначения нитей.

В четвертой главе проведено апробирование процесса вязания многослойного фильтровального полотна на кругловязальной двухфунтурной машине ODSI из полиэфирных текстурированных нитей.

Установлены оптимальные варианты кладок нитей для практической реализации стабильного процесса выработки трикотажного фильтровального материала.

Произведена оценка технологичности полиэфирных текстурированных нитей при выработке фильтровальных полотен на основании выявления зависимостей выходного натяжения ( $P_{\text{вых}}$ ) и коэффициента тангенциального сопротивления движению нити ( $k$ ) от входного натяжения ( $P_{\text{вх}}$ ), продольной скорости ( $v$ ), глубины кулирования ( $h$ ) и линейной плотности нити ( $T$ ). Технологичность нитей оценивали на испытательном комплексе КС-1, позволяющем в автоматическом режиме проводить исследования при любых заданных параметрах испытаний с последующей обработкой полученных данных на ЭВМ.

В результате проведенного эксперимента с использованием факторного планирования по плану Бокса для 4-х факторной модели получены следующие уравнения регрессии.

Для коэффициента тангенциального сопротивления:

$$\begin{aligned} Y_k = & 4,494 - 1,761 X_1 + 0,18 X_2 + 0,421 X_3 + \\ & + 0,273 X_4 - 0,332 X_1 X_2 - 0,274 X_2 X_3 + \\ & + 0,897 X_1^2 + 1,011 X_3^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Для выходного натяжения нити:

$$\begin{aligned} Y_{P_{\text{вых}}} = & 67,845 + 36,326 X_1 + 5,507 X_3 + 4,897 X_4 - \\ & - 2,508 X_1 X_2 + 3,301 X_1 X_3 + 3,196 X_1 X_4 + 1,527 X_2 X_4 - \end{aligned}$$

$$- 2,201 X_1^2 + 15,365 X_3^2 - 2,978 X_4^2 \quad (2)$$

Уравнение (1) использовали для решения задачи оптимизации процесса вязания фильтровального полотна, которая решена методом случайного поиска. В результате ее решения установлены оптимальные значения входного натяжения, глубины кулирования, линейной плотности и продольной скорости нити, обеспечивающие стабильность и точность процесса вязания фильтровального полотна. Определены также оптимальные значения  $P_{\beta x}$  и  $h$  для конкретных фиксированных значений  $T$  и  $\nu$ . Полученные значения  $P_{\beta x}$  и  $h$  использовали при разработке заправочных параметров и наработке опытных партий фильтровальных трикотажных полотен различных вариантов. Разработано и получено 24 варианта полотен, отличающихся по различным признакам, отмеченным во второй главе данной работы.

Произведена оценка точности процесса вязания фильтровального полотна по двум характеристикам: среднему арифметическому значению контролируемого параметра и среднеквадратическому отклонению, от которого зависит поле рассеяния. В качестве контролируемого параметра точности обеспечения процесса вязания фильтровального полотна была выбрана длина нити в петле производной глади, образующей лобовые слои материала.

Установлено, что полученные в результате решения задачи оптимизации параметры ( $P_{\beta x}$ ,  $h$ ) обеспечивают вязание стабильной структуры фильтровального полотна, так как отклонение средних значений длины нити в петле по отношению к номинальному не превышает 1 %, а значения коэффициента точности близки к 1.

Обоснован выбор показателей оценки свойств многослойных трикотажных фильтровальных материалов. В качестве основных и обязательных предложены следующие показатели:

- число петельных столбиков ( $N_c$ );
- число петельных рядов ( $N_p$ );
- поверхностная плотность ( $S_g$ , г/м<sup>2</sup>);
- толщина ( $t$ , мм);
- разрывная нагрузка ( $P$ , Н);
- относительное разрывное удлинение ( $\mathcal{E}_p$ , %);
- гидравлическое сопротивление ( $R_{\phi n}$ , м<sup>-4</sup>);
- абсолютная тонкость фильтрации ( $D_{\alpha}$ , мкм).

Автором предложен дополнительный показатель оценки фильтрующей способности трикотажных фильтровальных материалов: число от-

верстий на единице площади лобового слоя ( $n_A$ ), который рассчитывается по основным параметрам петельной структуры ( $N_c$  и  $N_p$ ) лобового слоя в соответствии с полученными формулами.

Для переплетения кулирная гладь:

$$n_A = 2N_c \cdot N_p - N_p \quad (3)$$

Для переплетения производная гладь:

$$n_A = 2(2N_c \cdot N_p - N_p) \quad (4)$$

Предлагаемый показатель "число отверстий на единице площади лобового слоя" позволяет произвести косвенную сравнительную оценку фильтрующей способности трикотажного полотна весьма простым и доступным способом.

Автором разработана методика расчета оценки пористости многослойных трикотажных фильтровальных материалов с использованием основных показателей - поверхностной плотности и толщины полотна. Для расчета пористости многослойных трикотажных фильтровальных полотен предлагается следующая формула:

$$\xi = 1 - \frac{S_s}{\gamma t} \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

где  $\xi$  - пористость трикотажного фильтровального полотна;

$S_s$  - поверхностная плотность полотна,  $г/м^2$ ;

$\gamma$  - плотность вещества нити,  $г/см^3$ ;

$t$  - толщина полотна, мм.

В сравнении с известными экспериментальными методиками оценки пористости, использование которых требует сложного дорогостоящего экспериментального оборудования, предложенная методика позволяет рассчитать пористость многослойных трикотажных фильтровальных материалов по параметрам, оценка которых не вызывает затруднений.

В результате сравнения оценок пористости, полученных при использовании известной экспериментальной и разработанной расчетной методик, установлена высокая сходимость результатов. Отклонения между оценками не превышают 3%, что свидетельствует о целесообразности применения разработанной методики.

Таким образом, предлагаемые автором показатели в качестве основных дают необходимую и достаточную информацию о специфических характеристиках трикотажных фильтровальных полотен для суспензий и, кроме этого, позволяют дополнительно рассчитать их пористость, проницаемость, а также число отверстий на единице пло-

шади лобового слоя простыми и доступными способами, тем самым значительно облегчая проведение сравнительного анализа свойств полотен на стадии разработки.

Предложенный перечень основных показателей оценки качества трикотажных фильтровальных материалов не требует разработки новых методик и создания специального испытательного оборудования, что является весьма ценным в экономическом плане.

Изучены свойства разработанных полотен по предложенному автором перечню показателей. Установлено, что разработанные трикотажные фильтровальные материалы обладают широким спектром специфических свойств, имеют достаточно высокие пористость (0,5-0,6), абсолютную тонкость фильтрации (6-18 мкм), прочность (6400-9200 Н по петельным рядам, 600-930 Н по петельным столбикам), низкое гидравлическое сопротивление ( $1,8 \cdot 10^6 - 3,2 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}$ ), что делает возможным рекомендовать указанные материалы для фильтрования среднedisперсных суспензий с размером частиц твердой фазы 1-100 мкм.

На трикотажные фильтровальные материалы получено авторское свидетельство СССР.

Для оценки информативности предложенного автором параметра  $n_A$  (число отверстий на единице площади лобового слоя), а также решения задачи о форме корреляционной связи однофакторных зависимостей  $R_{\varphi n} = f_1(n_A)$ ,  $D_a = f_2(n_A)$ ,  $R_{\varphi n} = f_3(\xi)$ ,  $D_a = f_4(\xi)$  использовали регрессионный анализ.

Оценку выходных параметров ( $R_{\varphi n}$ ,  $D_a$ ) и определяющих факторов ( $n_A$ ,  $\xi$ ) производили для фильтровальных полотен, наработанных с различными заправочными и технологическими параметрами. Обработка полученных оценок производилась на ЭВМ ЕС 1841. Установлено, что предлагаемый автором параметр  $n_A$  достаточно информативен, поскольку коэффициент детерминации зависимости  $R_{\varphi n} = f_1(n_A)$  составляет 87,3%, зависимости  $D_a = f_2(n_A)$  - 40,2%. Для традиционно используемого показателя  $\xi$  он равен 74,8% для зависимости  $R_{\varphi n} = f_3(\xi)$  и 36,5% для зависимости  $D_a = f_4(\xi)$ .

Это позволяет сделать вывод о целесообразности применения предлагаемого нами показателя  $n_A$  в качестве одного из основных для косвенной оценки фильтрующей способности трикотажных полотен.

В результате проведенного регрессионного анализа выявлен характер зависимости  $R_{\varphi n} = f_1(n_A)$ , которая имеет следующий вид:

$$Y = (X^2 - 0,091 X + 26,598) 10^8 \quad (6)$$

Полученная зависимость может быть использована в качестве косвенной сравнительной оценки сопротивления фильтрующей перегородки трикотажных полотен для установленной области эксперимента. При исследовании других вышеуказанных однофакторных зависимостей  $D_a = f_2(n_A)$ ;  $R_{ф.п.} = f_3(\xi)$ ;  $D_a = f_4(\xi)$  установлен лишь их предпочтительный характер, однако низкий уровень значений коэффициентов детерминации свидетельствует о существовании других неучтенных в эксперименте факторов, оказывающих влияние на выходные параметры  $(R_{ф.п.}, D_a)$ .

В пятой главе выполнен расчет технико-экономической эффективности использования результатов проведенных исследований и обоснована экономическая целесообразность внедрения разработанной технологии трикотажа для фильтрования суспензий на предприятиях трикотажной отрасли. Для внедрения в производство были разработаны и утверждены технические условия на полотно трикотажное техническое фильтровальное, в соответствии с которыми налажено производство трикотажных фильтровальных материалов на экспериментально-опытном предприятии Витебского государственного технологического университета общим объемом 3 000 кг в год. Нароботаны опытные партии различных вариантов полотен, проведено их апробирование при фильтровании суспензий различного химического состава, даны рекомендации по применению.

В результате апробирования установлена достаточно высокая эффективность разработанных многослойных трикотажных фильтровальных материалов.

Опытная партия полотна ПТФФ внедрена в качестве салфеток для экипировки фильтр-прессов типа ФПАКМ-25МП на АОТ "Ванадий-Тулачермет".

#### ВЫВОДЫ

1. Научная новизна работы заключается в разработке технологии многослойного трикотажного фильтровального материала для суспензий, позволяющей вырабатывать полотна с широким спектром специфических свойств, корректировка диапазона которых возможна на стадии вязания.

2. Установлено, что наиболее эффективными, с точки зрения применения для фильтрования суспензий, являются многослойные текстильные перегородки, процесс получения которых основан на трикотажном способе производства. Выбрана базовая структура трикотажа комбинированного переплетения, на основании которой разра-

ботаны многослойные фильтровальные материалы с различными специфическими свойствами.

3. Исследованы особенности процесса выработки многослойных трикотажных фильтровальных полотен на двухфунтурной кругловязальной машине, доказана возможность реализации процесса получения такого трикотажа, разработаны оптимальные варианты кладок нитей и параметров подачи нитей.

4. На основании требований к текстильным фильтровальным подложкам обоснован перечень показателей качества нитей при выборе сырья для многослойных трикотажных фильтровальных материалов, в соответствии с которым для вязания фильтровальных полотен выбраны полиэфирные текстурированные нити средних линейных плотностей.

5. Решена задача оптимизации процесса вязания трикотажного фильтровального полотна на двухфунтурной кругловязальной машине из полиэфирных текстурированных нитей на основании полученной автором зависимости выходных параметров, определяющих вязальную способность нитей, от определяющих факторов процесса вязания: входного натяжения, продольной скорости, линейной плотности, глубины кулирования нити. В качестве выходных параметров определены коэффициент тангенциального сопротивления движению нити и натяжение, возникающее в процессе вязания при перемещении нити по петлеобразующим деталям, т.е. выходное натяжение нити.

6. Разработаны оптимальные варианты заправки для вязания многослойных фильтровальных материалов, апробирован процесс вязания полотна, проведен анализ причин его дефектности, разработаны методы их устранения. Нарботаны опытные партии полотна.

7. Установлен перечень показателей качества многослойных трикотажных фильтровальных материалов, в соответствии с которым изучены свойства указанных материалов по известным и разработанным автором методикам. Установлена достаточно высокая эффективность разработанных многослойных трикотажных фильтровальных материалов при разделении суспензий различного химического состава за счет высокой тонкости фильтрации, небольшого гидравлического сопротивления, способности полотен к многократной регенерации и повторному использованию. На разработанные многослойные фильтровальные материалы получено авторское свидетельство.

8. На основании проведенных исследований разработаны и утверждены технические условия на полотно трикотажное техническое фильтровальное. Налажено производство указанных материалов на

экспериментально-опытном предприятии Витебского государственного технологического университета с годовым объемом выпуска 3 000 кг, доказана экономическая целесообразность производства и эффективность применения разработанных многослойных трикотажных фильтровальных перегородок. Экономический эффект от внедрения технологии трикотажа для фильтрования суспензии на ЭОП ВГТУ составил 18,4 тысячи рублей (в ценах 1992 года) на опытную партию объемом 4 765 кг.

#### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. А. с. 1378893 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 01 D 38/08. Фильтрующий материал для суспензий / В. А. Петрова, М. А. Коган, А. И. Ельшин (СССР). – N 4135623/31–26; Заявлено 04.06.86; Опубл. 07.03.88, Бюл. №9.–4с.
2. А. с. 1503863 МКИ<sup>3</sup> В 01 D 39/08. Фильтрующий материал для суспензий / В. А. Петрова, М. А. Коган, А. И. Ельшин, А. А. Гриченко, С. А. Путинцев (СССР). –N 4347311/31–26; Заявлено 10.11.87; Опубл. 30.08.89, Бюл. N 32. – 5 с.
3. А. с. 1695966 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 01 D 33/327. Карусельный вакуум-фильтр / И. С. Зарх, И. П. Бубнов, Ю. В. Гутин, В. И. Фомичев, В. А. Петрова, М. А. Коган (СССР). – N 4754686/26; Заявлено 30.10.89; Опубл. 07.12.91, Бюл. N 45. – 7с.
4. Применение трикотажных материалов в качестве фильтровальных элементов для разделения суспензий / А. И. Ельшин, В. А. Петрова, М. А. Коган, С. А. Путинцев, В. К. Волков, В. А. Колбачев // Химическая промышленность. – 1989. – N 2. – С. 57–58.
5. ТУ 40 БССР 02–53–90. Полотно трикотажное техническое фильтровальное (ПТФ). – Вводятся впервые; Введ. 01.01.91. – Минск: Белстандарт, 1989. – 10 с. Группа М 41.
6. Коган М. А., Петрова В. А. Трикотажные фильтровальные материалы для суспензий // Совершенствование технологических процессов и организации производства в легкой промышленности / Под ред. А. С. Когана. – Минск: Высшая школа, 1990. – С. 69–70.
7. Исследование фильтрационных свойств лавсановых трикотажных полотен при разделении ряда суспензий в производстве мономеров /И. С. Зарх, В. А. Петрова, М. А. Коган, Л. Н. Антонова, А. В. Агапова, Л. Н. Баталина, Т. В. Владимирова, Н. В. Войтова // Синтез и технология мономеров. Сб. научн. трудов ВНИПИМ. – М.: НИИТЭХИМ, 1990. – С. 121–125.
8. Коган М. А., Петрова В. А., Диско О. В., Ельшин А. И. Трикотажные фильтровальные материалы для суспензий // Текстильные ма-



териалы технического назначения и опыт их применения в народном хозяйстве: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф. - М.: ЦНИИТЭИ-легпром, 1991. - С. 34.

9. Коган М.А., Петрова В.А. Исследование влияния изменения технологических параметров вязания трикотажных полотен на их фильтрующие характеристики // Совершенствование технологических процессов в легкой промышленности. - Минск: Университетское, 1993. - С. 104-108.

10. Петрова В.А., Коган М.А., Диско О.В. Анализ операции прокладывания при выработке многослойного трикотажа // Совершенствование технологических процессов в легкой промышленности. - Минск: Университетское, 1993. - С. 118-122.

11. Коган М.А., Петрова В.А. Исследование свойств трикотажных фильтровальных материалов // Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении. Сб. статей в 2 частях. Часть 1. - Минск: Университетское, 1994. - С. 80-82.

12. Коган М.А., Петрова В.А., Науменко А.В. Состояние и перспективы развития производства фильтровальных текстильных материалов для суспензий // XXVII научно-техническая и научно-методическая конференция преподавателей и сотрудников ВТИЛП: Тез. докл. - Витебск, 1994. - С. 32.

13. Коган М.А., Белковский Г.Л., Петрова В.А. Анализ способов выработки трикотажных фильтровальных материалов // XXVII научно-техническая и научно-методическая конференция преподавателей и сотрудников ВТИЛП: Тез. докл. - Витебск, 1994. - С. 32.

14. Коган М.А., Науменко А.А. Экспресс-метод комплексной оценки вязальной способности нитей // Новое в технике и технологии текстильной промышленности: Тез. докл. Междунар. научн. конф. - Витебск : ВТИЛП, 1994. - С. 43-44.

РЕЗЮМЕ

Коган Маргарита Анатольевна

Разработка технологии трикотажа для фильтрования суспензий

Суспензия, технология, многослойный трикотажный фильтровальный материал, переплетение, текстурированная полиэфирная нить, натяжение, свойство.

Объектом исследования является производство трикотажного полотна для фильтрования суспензий.

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.

В работе применен комплексный метод, включающий теоретические и экспериментальные исследования с использованием теории вязания и переплетений, графического анализа процесса петлеобразования, математического планирования и анализа эксперимента, математической статистики. Для исследований применялись: автоматизированные комплексы КС-1 и FM-авто, ЭВМ, тензиометр З83 П, прибор ТПСН для измерения продольной скорости нити и др.

В результате исследований:

– разработаны новые структуры и технология многослойного трикотажного фильтровального материала для суспензий на базе кулирных комбинированных переплетений;

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

– разработаны новые методики комплексной оценки вязальной способности нитей и специфических свойств трикотажных подложек.

Технология трикотажных фильтровальных материалов может быть внедрена на предприятиях трикотажной отрасли.

Производство фильтровальных перегородок по разработанной технологии позволит повысить производительность и улучшить качество разделения суспензий в химической, металлургической, пищевой и др. отраслях промышленности и сократить использование для технических целей бытовых тканей и трикотажа из натуральных нитей.

Коган Маргарыта Анатолеўна

Распрацоўка тэхналогіі трыкатажу для фільтравання суспензіі

Суспензія, шматслойны трыкатажны фільтравальны матэрыял, перапляценне, тэкстураваная поліэфірная ніць, нацяжэнне, уласцівасць.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца вытворчасць трыкатажнага палатна для фільтравання суспензіі.

Мэта работы - распрацоўка высокаэфектыўнага трыкатажнага фільтравальнага матэрыялу, прыдатнага для розных працэсаў раздзялення суспензіі, спосаб выпрацоўкі якога дазваляе выкарыстоўваць магчымасці тэхналагічнага абсталявання, якое маецца ў Рэспубліцы Беларусь і краінах СНД.

У рабоце прыменены комплексны метад, які ўключае тэарэтычныя і эксперыментальныя даследаванні з выкарыстаннем тэорыі вязання і перапляценняў, графічнага аналізу працэса петлеўтварэння, матэматычнага планавання і аналізу эксперымента, матэматычнай статыстыкі. Для даследавання прымяняліся: аўтаматызаваныя комплексы КС-1 і РМ-аўта, ЭВМ, тензіометр 383П, прыбор ТПЗН для вымярэння прадольнай хуткасці ніці і інш.

У выніку даследаванняў:

- распрацаваны новыя структуры і тэхналогія шматслойнага трыкатажнага фільтравальнага матэрыялу для суспензіі на базе кулірных камбінаваных перапляценняў;

- упершыню вырашана задача аптымізацыі працэсу вязання шматслойнага фільтравальнага палатна на двухфантурнай круглавязальнай машыне з поліэфірных тэкстураваных ніцей;

- распрацаваны новыя метадыкі комплекснай ацэнкі вязальнай здольнасці ніцей і спецыфічных уласцівасцей трыкатажных падложак.

Тэхналогія трыкатажных фільтравальных матэрыялаў можа быць укаарэна на прадпрыемствах трыкатажнай галіны.

Вытворчасць фільтравальных перагародак па распрацаванай тэхналогіі дазваляе павысіць прадукцыйнасць і палепшыць якасць раздзялення суспензіі у хімічнай, металургічнай, харчовай і іншых галінах прамысловасці і скараціць выкарыстоўванне для тэхнічных мэтаў бытавых тканін і трыкатажу з натуральных ніцей.

RESUME

Margarita Anatolievna KOGAN

Development of knitting technology for filtering suspensions

Suspension, technology, multi-layer knitted filtering material, weaving, textured polyether thread, tension, quality.

The topic of the present research is production of knitted fabric for filtering suspensions.

The objective of the research is to develop a highly efficient knitted filtering material. This material should be suitable for various processes of dividing suspensions, and its production technology should fully utilize the equipment available in the Republic of Belarus and NIS.

The author used advanced methods of scientific research including theoretical calculations and experiments. The theoretical aspects of knitting and weaving, graphic analysis of loop formation processes, mathematical planning and analysis of experiments, and mathematical statistics were also applied. For the present research the KS-1 (KC-1) and RM-AUTO (PM-авто) automatic units, 383P (383П) tension gauge, TPSN (ПТЧН) device for measuring linear speed of the thread, other devices, and computers were used.

The results of the research are the following: - new structures based on combined stitch interlocking and to be used for multi-layer knitted material for filtering suspensions and the technology for their production are developed:

- for the first time the problem of making multi-layer filtering material out of textured polyether threads on double-knit circular looms was solved;

- new methods of overall evaluation of knitting characteristics of threads and specific qualities of knitted filters: The technology developed can be utilized on knitting factories. The production of filters according to the proposed technology will make it possible to raise productivity and quality of suspensions ~~division in chemical industry~~, food production, metallurgy, ~~and other industries~~, and reduce industrial applications of consumer natural fabrics.