

676
581

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 676.2.03; 676.189

БОНДАРЕНКО Жанна Владимировна

**БУМАЖНЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ИЗ ПРИРОДНЫХ И ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН**

**05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки
биомассы дерева; химия древесины**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 2002

Работа выполнена в УО «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре химической переработки древесины

Научный руководитель

доктор технических наук,
профессор Горский Г.М.,
УО «Белорусский государственный
технологический университет»,
кафедра химической переработки
древесины

Официальные оппоненты:

доктор химических наук
Зильбергейт М.А.,
УО «Белорусский государственный
технологический университет»,
кафедра редакционно-издательских
технологий;

кандидат технических наук
Горбатенко И.В.,
концерн «Белгоспищепром»,
научно-технический отдел

Оппонирующая организация

Борисовская бумажная фабрика
Гознака РБ

Защита состоится «11» апреля 2002 г. в 13³⁰ на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 в Белорусском государственном технологическом университете по адресу: 220050, г.Минск, ул.Свердлова, 13а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного технологического университета

Автореферат разослан «7» марта 2002 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат технических наук



О.Я. Толкач

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Создание принципиально новых видов бумажных фильтровальных материалов (БФМ) с улучшенными потребительскими и эксплуатационными свойствами является важным и перспективным направлением в технологии производства специальных технических видов бумаги и картона. Особый практический интерес представляют БМФ, предназначенные для очистки жидкостей (в пищевой промышленности) и очистки воздуха в дизельных двигателях (в автотракторной промышленности) и широко используемые в Республике Беларусь и за рубежом.

Технология производства БФМ для очистки пищевых жидкостей предусматривает использование в их композиции в качестве регулятора пористости асбестовые волокна. Однако асбестовые волокна канцерогенны, из них вымываются содержащиеся примеси, что приводит к вторичному загрязнению фильтрата и сокращает возможные области использования таких БФМ. Увеличение объемов производства пищевых жидкостей (безалкогольных напитков, ликероводочных изделий, пива и др.), а также высокие требования, предъявляемые к эффективности их очистки, диктуют необходимость улучшения физико-механических и фильтрующих свойств БФМ. Растут требования и к эффективности очистки воздуха в дизельных двигателях, которые широко используются в автотракторной промышленности. До настоящего времени фильтровальные материалы для этих целей закупались за рубежом, что требует создания качественно новых БФМ с использованием различных по химической природе компонентов.

Управление различными функциональными свойствами БФМ достигается изменением их композиционного состава по волокну, введением в структуру материала различных вспомогательных веществ, а также целенаправленным изменением режимных параметров изготовления БФМ: Решение проблемы обеспечения пищевой и автотракторной промышленности высокоэффективными фильтровальными материалами с улучшенными свойствами базируется на разработке композиционного состава принципиально новых БФМ и создании ресурсосберегающей и экологически безопасной технологии их производства.

Отсутствие научных данных об изменении свойств БФМ из природных волокон в зависимости от различных технологических факторов их изготовления, бумагообразующих свойств вискозных высокомолекулярных волокон и возможности их использования для получения БФМ, использовании вискозных волокон для регулирования пористости взамен асбестовых в БФМ для очистки жидкостей, обуславливает актуальность диссертационной работы в научном и практическом аспектах.

330 ар.

Связь работы с крупными научными программами. Диссертационная работа выполнена по тематикам, координируемым Государственными научно-техническими программами «Лес – экология и ресурсы» (БС 97-224 «Разработать технологию производства бумажных фильтрующих материалов для автотракторной и пищевой промышленности на основе природных и синтетических полимеров» №г.р.19973221, 1997/1998 г.г.) и «Леса Беларуси и их рациональное использование» (БС 99-205 «Разработать импортозамещающую технологию производства картона для очистки воздуха в дизельных двигателях БелАЗа и МАЗа» №г.р.19993478, 1999/2000 г.г.)

Цель и задачи исследования. Цель работы – разработать технологию производства БФМ из природных и вискозных волокон на основе установления закономерностей изменения их основных свойств, в зависимости от расходных и режимных параметров изготовления, и определение областей их практического использования.

Достижение поставленной цели предусматривало решение следующих задач:

- установление закономерностей изменения физико-механических и фильтрующих свойств БФМ из природных волокон в зависимости от их композиционного состава, степени помола массы и расхода упрочняющих добавок;

- изучение способности к размолу и бумагообразующих свойств вискозных высокомодульных волокон и возможности их применения в композиции БФМ, используемых для очистки воздуха;

- установление закономерностей изменения свойств БФМ с использованием вискозных волокон для регулирования пористости в зависимости от их композиционного состава;

- разработка технологии производства БФМ из природных и вискозных волокон с улучшенными физико-механическими и фильтрующими свойствами и определение областей их использования.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являлись БФМ, полученные на основе природных (хлопковая, лиственная и хвойная целлюлоза) и вискозных (штапельные и высокомодульные) волокон и изменение комплекса их физико-механических и фильтрующих характеристик в зависимости от различных технологических факторов.

Методология и методы проведенного исследования. Экспериментальные исследования были выполнены с использованием стандартных методов получения образцов БФМ и определением таких их основных физико-механических показателей как разрушающее усилие в сухом и влажном состоянии, сопротивление продавливанию, впитываемость при одностороннем смачивании и степень проклейки по штриховому методу. Для оценки фильтрующих свойств БФМ использовали специальные методики

определения скорости прохождения воды, коэффициентов проницаемости латексных частиц и пропуска пыли, сопротивления потоку воздуха материала. При изучении влияния расхода вискозных волокон и их размерных параметров на свойства БФМ применяли методы математического моделирования и оптимизации композиционного состава БФМ и условий их производства.

Научная новизна и значимость полученных результатов. Впервые установлены закономерности изменения физико-механических и фильтрующих свойств БФМ, изготовленных на основе природных волокон, в зависимости от соотношения волокнистых компонентов в композиции, степени помола массы и расхода влагопрочной смолы. Изучены способность к размолу и бумагообразующие свойства вискозных высокомолекулярных волокон и их влияние на основные свойства БФМ. Установлены закономерности изменения свойств БФМ из вискозных высокомолекулярных волокон в зависимости от вида и расхода гидрофобизирующих и связующих веществ и влагопрочных добавок. Доказана принципиальная возможность замены асбестовых волокон на вискозные в композиции БФМ, применяемых для очистки жидкостей, и установлены основные закономерности изменения свойств этих материалов. Показана практическая возможность использования БФМ из вискозных высокомолекулярных волокон для очистки воздуха в дизельных двигателях.

Практическая (экономическая, социальная) значимость полученных результатов. Научные результаты работы были использованы при разработке технологии производства БФМ для очистки жидкостей из природных и вискозных волокон и опытно-промышленного регламента на их выпуск. Разработаны практические рекомендации по модернизации цеха фильтровальных картонов АО «Светлогорский ЦКК» с целью перехода его на выпуск безасбестовых БФМ с последующим использованием их для очистки жидких сред. На Государственном предприятии Минский автомобильный завод (ГП МАЗ) проведены стендовые испытания БФМ, которые показали, что материал из вискозных высокомолекулярных волокон не уступает по своим свойствам картонам импортного производства и обладает высокой эффективностью при очистке воздуха в дизельных двигателях. Разработан технологический регламент на выпуск опытной партии данного БФМ на АО «Кровля» (г.Осиповичи).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- физико-механические и фильтрующие свойства БФМ из природных волокон в зависимости от соотношения волокнистых компонентов в композиции, степени помола массы и расхода влагопрочной смолы;

- бумагообразующие свойства вискозных высокомолекулярных волокон и свойства БФМ в зависимости от степени помола волокон, вида и расхода

гидрофобизирующих агентов, расхода связующих волокон из ПВС и влагопрочной смолы;

- свойства безасбестовых БФМ для очистки жидкостей, с использованием в композиции для регулирования пористости вязкозных волокон, в зависимости от их расхода, размерных параметров, а также от количества адгезива, вида и расхода канифольного клея и влагопрочной смолы;

- технология производства и области практического использования БФМ из природных и вязкозных волокон.

Личный вклад соискателя. Автором выполнен анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертации. Автор лично занимался планированием эксперимента и его реализацией в лабораторных условиях на кафедре химической переработки БГТУ и АО «Светлогорский ЦКК», а также при проведении стендовых испытаний на ГП МАЗ. Результаты исследований получены лично соискателем при выполнении госбюджетных работ, ответственным исполнителем которых являлся автор.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты исследования докладывались и обсуждались на Международных научно-технических конференциях «Лес-95» (Минск, 1995г.), «Лес – 97» (Минск, 1997г.), «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химико-лесном комплексе» (Минск, 1997г.), «Лес – экология и ресурсы» (Минск, 1998г.), «Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности» (Минск, 1999г.), «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности» (Минск, 1999г.) и научно технических конференциях Белорусского государственного технологического университета (1997-1998г.г.)

Опубликованность результатов. Основные результаты исследований изложены в 3 статьях (13 стр.), 6 материалах конференций (12 стр.), 3 тезисах (3 стр.) докладов конференций. Получен патент РБ №4010 «Композиция для получения фильтровального картона» (заявка №19980968 от 20.10.1998г.).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, списка использованных источников, приложений. Объем диссертации 227 листов машинописного текста. Работа содержит 36 рисунков, 17 таблиц, 146 литературных источников, 6 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, дана характеристика БФМ, показана потребность предприятий пищевой и автотракторной промышленности в высокоэффективных фильтровальных материалах.

Первая глава посвящена обзору отечественной и зарубежной литературы по проблеме получения эффективных фильтровальных материалов. Проведен анализ композиционного состава, свойств и областей использования бумажных фильтровальных материалов (БФМ), их структуры и специальных свойств в зависимости от различных технологических факторов, дана характеристика волокнистых полуфабрикатов, применяемых при производстве различных БФМ в республике и за рубежом.

Установлено, что одним из наиболее перспективных и интенсивно развиваемых направлений по созданию БФМ является использование в их композиции химических волокон, как в качестве волокнистой основы, так и в виде добавок в массу из природных (растительных) волокон. Такие БФМ находят широкое применение, прежде всего, для очистки пищевых жидкостей, воздуха и масла. Области использования БФМ ограничены их прочностными и фильтрующими свойствами, рекомендациями по технологии их производства и особенностями композиционного состава. Систематические исследования в данной области ограничены.

Анализ литературных источников показал, что разработка БФМ на основе природных и вискозных волокон различных видов является одним из перспективных направлений в технологии создания новых БФМ.

Во второй главе описаны объекты и методы исследования материалов. Исследования выполнены с использованием целлюлозы хлопковой (ГОСТ 595-79), целлюлозы из хвойных пород древесины (ГОСТ 9571-85Б), целлюлозы из лиственных пород древесины (ГОСТ 28172-89Б), высокомолекулярных (ТУ РФ 6-12-00206245-30-94) и вискозных (ГОСТ 10516-89) волокон, асбеста хризотилового обезжелезенного (ТУ 21-22-03). В качестве влагопрочных агентов использовали меламиноформальдегидную смолу (ТУ 6-05-1453-11-46) и полиамид-полиамин-эпихлоргидринную смолу (ППЭС) (ТУ 6-10-21-89), а в качестве гидрофобизирующих агентов – различные виды канифольного клея (ТУ РБ 00280198-010-94, ТУ РБ 00280198-017-95, ТУ РБ 00280198-029-97). В качестве коагулянта использовали сульфат алюминия по ГОСТ 12966-85.

В работе определяли физико-механические характеристики БФМ: массу метра квадратного по ГОСТ 13199-88; толщину и объемную массу по ГОСТ 27015-86; разрушающее усилие в сухом состоянии по ГОСТ 13525.1-80; разрушающее усилие во влажном состоянии по ГОСТ 13525.7-68; впитываемость при одностороннем смачивании по ГОСТ 12605-82; степень проклейки по штриховому методу по ГОСТ 8049-62; сопротивление продавливанию по ГОСТ 13525.8-86. Для характеристики фильтрующих свойств БФМ по специальным методикам определяли скорость прохождения воды, сопротивление потоку воздуха, коэффициент проницаемости латексных частиц и коэффициент пропуска пыли. Относительная по-

грешность определения физико-механических и фильтрующих показателей БФМ не более 5% при доверительной вероятности 0,95.

При исследовании влияния условий подготовки вискозных волокон и их количественного содержания на свойства БФМ применяли математическое планирование эксперимента. Результаты экспериментов подвергнуты компьютерной обработке и представлены в виде графиков и таблиц.

Третья глава посвящена установлению закономерностей изменения основных свойств БФМ из природных волокон в зависимости от композиционного состава, степени помола волокнистого сырья и расхода ППЭС.

Установлено, что прочность БФМ и его капиллярно-пористые свойства зависят от применения в композиции таких целлюлозных волокон, как хлопковые (Хл), из лиственных (Л) и хвойных (Хв) пород древесины. Свойства БФМ на основе указанных волокон зависят от соотношения волокнистых компонентов в композиции и степени их разработки. При соотношении волокон Хл:Л:Хв=1:1:3 обеспечиваются требуемые эксплуатационные свойства БФМ: разрушающее усилие в сухом состоянии – 39 Н, скорость прохождения воды – $1300 \text{ дм}^3/(\text{мин} \cdot \text{м}^2)$ и сопротивление потоку воздуха – 68,5 Па. Степень помола волокон целлюлозы в материале не должна превышать 35°ШР (при степени помола хлопковой и лиственной целлюлозы 16-17 $^\circ\text{ШР}$), что обеспечивает требуемую прочность БФМ.

На влагопрочные свойства БФМ из природных волокон существенное влияние оказывают степень помола массы и температура сушки материала. Увеличение степени помола используемых волокон от 10 до 80 $^\circ\text{ШР}$ приводит к росту влагопрочности на 6,0-6,5 %. В интервале изменения температуры сушки от 90 до 130 $^\circ\text{С}$ влагопрочность БФМ находится в прямолинейной зависимости от температуры.

Введение ППЭС в композицию БФМ способствует целенаправленному повышению его влагопрочности и изменению фильтрующих свойств материала (рис.1). Влагопрочность БФМ возрастает в 4 раза при повышении расхода ППЭС до 1,5 % от а.с.в. Более значительное изменение показателя происходит при увеличении расхода смолы до 0,5 % от а.с.в., а при дальнейшем увеличении расхода ППЭС прочность БФМ стабилизируется. Это можно объяснить изменением соотношения двух видов механизмов (“защиты” и “упрочнения”) в структуре БФМ. При малом расходе ППЭС, вероятно, преобладает механизм образования сетки из поперечно сшитых молекул ППЭС (образуются связи “смола-смола”) и срабатывает механизм “защиты”, а при увеличении расхода ППЭС свыше 0,5 % от а.с.в. в большей степени проявляется образование поперечных связей “целлюлоза-смола-целлюлоза”, то есть действует механизм “упрочнения”. Оптимальное соотношение свойств БФМ из природных волокон наблюдается при расходе ППЭС 1,0 % от а.с.в. Влагопрочность материала достигает 32 %. Образующаяся “сетка” из поперечно сшитых молекул смолы и целлюлозы

увеличивает также задерживающую способность БФМ и коэффициент проницаемости латексных частиц уменьшается в 2 раза.

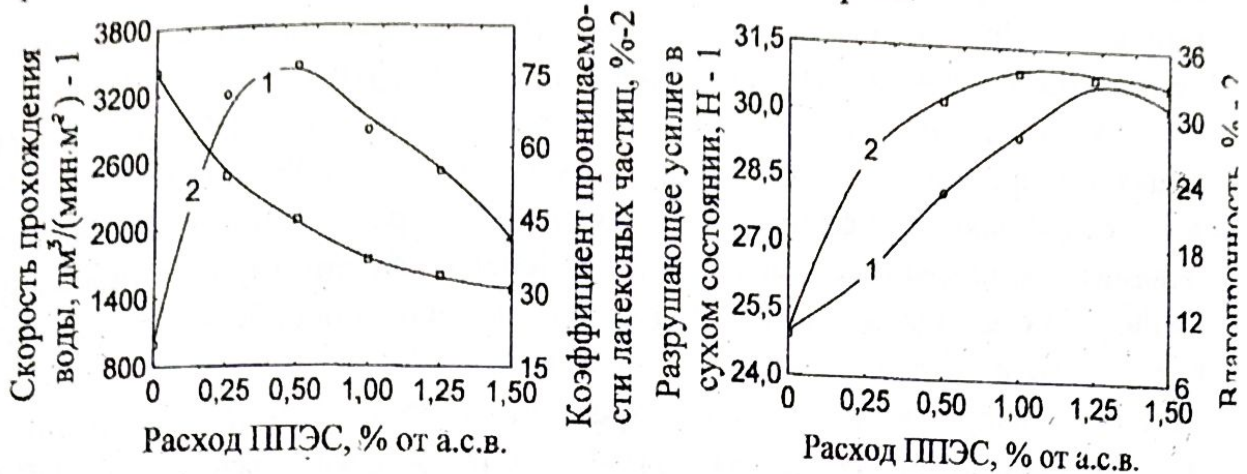


Рис. 1. Зависимость свойств БФМ из природных волокон от расхода ППС

Высокая прочность в сухом и влажном состоянии и развитая капиллярно-пористая структура БФМ на основе природных волокон позволяют использовать его для очистки жидких сред. На новый материал получен патент РБ №4010 «Композиция для получения фильтровального картона» (заявка №.19980968 от 20.10.1998г.).

Четвертая глава посвящена установлению закономерностей изменения свойств бумажного материала из вискозных высокомолекулярных волокон. Изучены бумагообразующие свойства этих волокон и влияние условий их размолла на основные свойства получаемого материала. Установлено, что увеличение степени помола вискозных высокомолекулярных волокон от 10 до 45 °ШР приводит к увеличению прочности материала. Разрушающее усилие и сопротивление продавливанию полученных образцов возрастают от 590 до 1320 кПа и от 11 до 28 кПа соответственно. Однако прочность материала из вискозных высокомолекулярных волокон значительно ниже, чем прочность целлюлозной бумаги. Это является следствием того, что в бумагоподобных структурах из вискозных высокомолекулярных волокон меньше выражены межволоконные водородные связи, характерные для целлюлозной бумаги. При получении бумажного материала из высокомолекулярных волокон, несмотря на повышение степени их фибриллирования, не происходит значительного снижения пористости, характерное для целлюлозных материалов. Поэтому вискозные высокомолекулярные волокна можно рассматривать как своеобразный регулятор пористости материала. Недостаточная прочность материала из таких волокон требует введения в композицию связующих и упрочняющих агентов. Использование в качестве связующего волокон из ПВС позволяет компенсировать этот недостаток и увеличивает прочность материала вследствие высокой адгезионной способности этих волокон к вискозным высокомолекулярным волокнам. При этом пористая структура бумажного материала изменяется незначительно.

В отличие от целлюлозных, вязкие высокомолекулярные волокна имеют более строгую цилиндрическую форму, большую длину и меньше фибриллируются в процессе размола за счет преобладающей поверхностной фибрилляции. Поэтому связь между волокнами осуществляется, в основном, в точках «пересечения», контакта волокон друг с другом.

Установлено, что увеличение расхода волокон из ПВС до 25% приводит к возрастанию объемной массы материала от 0,28 до 0,37 г/см³. При этом разрушающее усилие увеличивается в 10 раз, а сопротивление продавливанию возрастает почти в 4 раза. Целенаправленному регулированию свойств материала из высокомолекулярных волокон способствует присутствие в системе оптимального количества волокон из ПВС, составляющего 10-15%. Разрушающее усилие возрастает до 4570-7510 кПа, сопротивление продавливанию составляет 110-164 кПа, объемная масса – 0,31-0,32 г/см³ и сопротивление потоку воздуха – 4,8 – 6,0 Па, что соответствует требованиям, предъявляемым к БФМ, используемым для очистки воздуха.

Влагопрочность бумажного материала из вязких высокомолекулярных волокон регулировали добавлением в массу меламиноформальдегидной смолы (МФС). При одном и том же расходе МФС влагопрочность бумаги из целлюлозных волокон по абсолютной величине превышает влагопрочность материала из вязких высокомолекулярных волокон даже при увеличении степени помола последних от 15 до 50 °ШР (рис.2). Увеличение расхода МФС в композиции материала имеет критическое значение (6,5% от а.с.в.), превышение которого приводит к снижению показателя влагопрочности. Возрастание влагопрочности происходит вследствие поликонденсации МФС с образованием влагопрочных связей в местах контакта сопряженных поверхностей волокон, покрытых пленкой смолы.

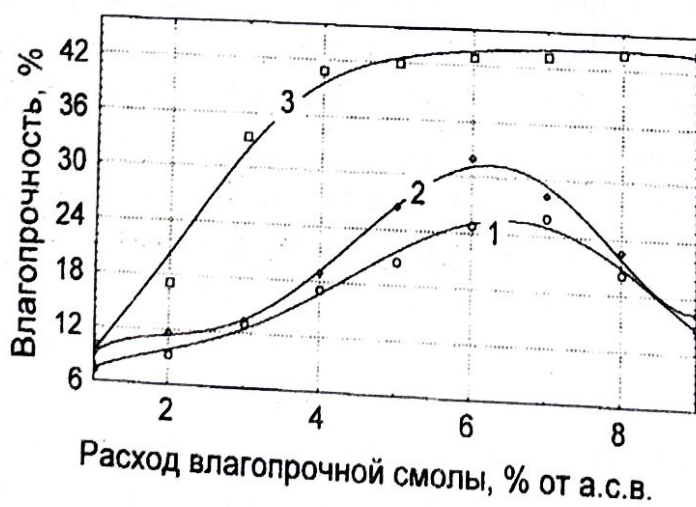


Рис.2. Зависимость влагопрочности материала, из вязких высокомолекулярных волокон с различной степенью помола и из целлюлозных волокон от расхода МФС. Степень помола вязких высокомолекулярных волокон: 1- 15 °ШР; 2 – 50 °ШР; 3 – целлюлозные волокна со степенью помола 35 °ШР

Присутствие МФС в композиции БФМ оказывает влияние и на другие показатели материала, наибольшее изменение которых происходит при увеличении расхода МФС от 0,5 до 1,5 % от а.с.в. Так, объемная масса материала увеличивается от 0,46 до 0,51 г/см³, сопротивление потоку воздуха возрастает в 1,5 раза, разрушающее усилие повышается от 4050 до 4900

кПа, а сопротивление продавливанию увеличивается в 1,2 раза. По своим характеристикам такой материал может быть использован в качестве влагопрочного фильтровального материала.

Значительное изменение свойств материала, предназначенного для фильтрации воздуха происходит вследствие абсорбции из воздуха влаги, что требует придания БФМ необходимой степени гидрофобности. Исследования показали, что требуемые гидрофобные свойства БФМ, изготовленного из 100 % химических волокон, могут быть получены введением в массу нейтрального, белого или высокосмоляного канифольного клея. Для достижения впитываемости при одностороннем смачивании в пределах 12-26 г/м² и степени проклейки по штриховому методу не менее 1,2 мм расход нейтрального клея составляет 1,9 % от а.с.в., белого клея – 1,6 % от а.с.в. и высокосмоляного клея – 1,5 % от а.с.в. Снижение расхода гидрофобизирующего вещества при переходе от нейтрального к высокосмоляному клею обусловлено, вероятно, повышением содержания свободных смоляных кислот от 10 ± 5 до 50 ± 5 % и переводом процесса проклейки из кислой среды (рН=5,0-5,2) в область нейтральных значений (рН=6,7-6,9), а также снижением дисперсности образующегося клеевого осадка и увеличением кроющей способности его частиц.

Совместное влияние клея и МФС на гидрофобность (а) и влагопрочность (б) БФМ на основе химических волокон представлено на рис.3.

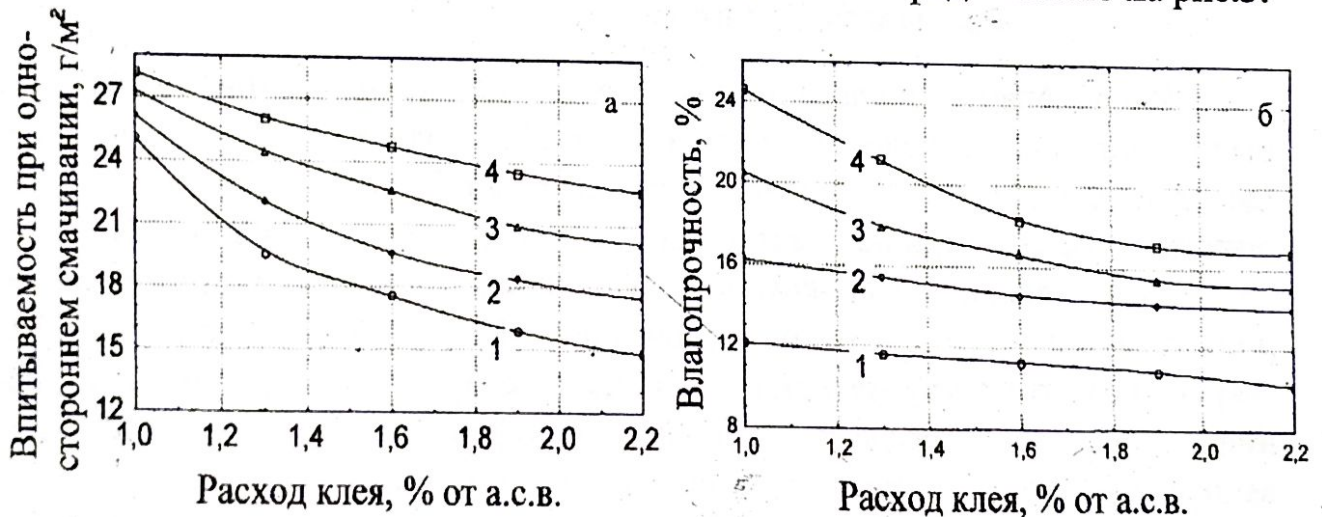


Рис. 3. Влияние расхода белого клея и МФС на свойства БФМ, изготовленного из 90 % высокомодульных волокон и 10 % волокон ПВС, на впитываемость при одностороннем смачивании (а) и влагопрочность (б). Расход МФС (% от а.с.в.): 1 – 0; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 1,5

Установлено, что увеличение расхода белого клея в композиции БФМ повышает его гидрофобность, но приводит к снижению влагопрочности БФМ. Вероятно, это происходит из-за фиксации клеевых частиц на поверхности химических волокон, что препятствует образованию межволоконных влагопрочных связей. Напротив, повышение расхода МФС до

1,5% от а.с.в. в композиции БФМ приводит к увеличению в 2 раза влагопрочности материала и его впитывающей способности до $22,5 \text{ г/м}^2$.

Одновременное увеличение расходов гидрофобизирующего вещества от 1,0 до 2,2% от а.с.в. и влагопрочной добавки до 1,5% от а.с.в. способствуют повышению разрушающего усилия материала от 4010-4100 до 4105-4760 кПа и его сопротивления продавливанию от 102-105 до 106-122 кПа. Это можно объяснить образованием дополнительных межволоконных сил связей в полотне материала. Из-за уплотнения структуры ухудшаются фильтрующие свойства БФМ, что сопровождается увеличением сопротивления потоку воздуха и объемной массы (рис.4). Однако сопротивление потоку воздуха не превышает 7,0 Па, что свидетельствует о сохранении БФМ достаточно высокой пористости.

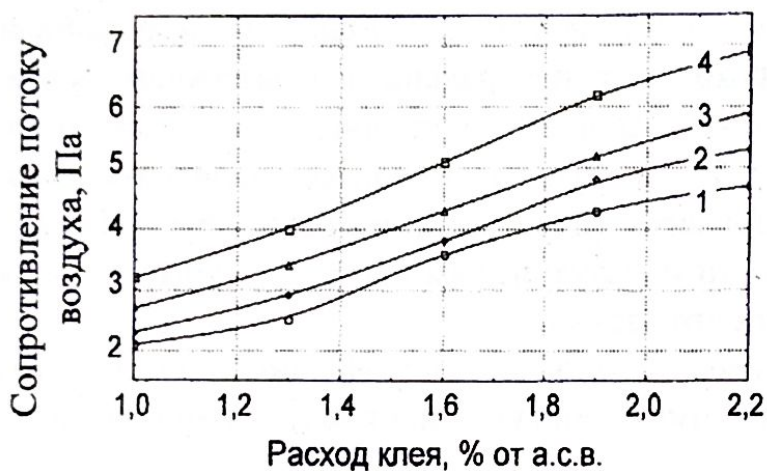


Рис.4. Зависимость сопротивления потоку воздуха БФМ, изготовленного из 90% вискозных высокомодульных волокон и 10% волокон из ПВС, от расхода клея и МФС. Расход МФС, % от а.с.в.: 1 – 0; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 1,5

Исследования показали, что совместное использование вискозных высокомодульных волокон, волокон из ПВС, гидрофобизирующих веществ и влагопрочных добавок в композиции БФМ, используемого для очистки воздуха, придает материалу комплекс ценных свойств. В таком материале вискозные высокомодульные волокна выполняют армирующую роль и улучшают фильтрующие свойства БФМ. При этом волокна из ПВС закрепляют структуру материала и придают ему требуемую прочность, каменноугольный клей сообщает материалу гидрофобные свойства, а МФС повышает прочность материала во влажном состоянии.

Синергическое действие этих компонентов в композиции БФМ позволяет расширить возможность использования материалов за счет повышения их физико-механических и пористых свойств: разрушающее усилие и сопротивление продавливанию возрастают до 4750 кПа и 122 кПа соответственно, а сопротивление потоку воздуха составляет 4,7-6,9 Па.

В пятой главе изучены свойства БФМ в зависимости от содержания в их композиции различных вискозных волокон, используемых для замены асбестовых волокон. Установлено, что такие материалы целесообразно использовать для очистки жидкостей. Поставленная задача решалась путем анализа и сравнительной оценки основных свойств обычных БФМ с асбе-

стовыми волокнами и принципиально новых по составу БФМ (с вискозными волокнами и волокнами из ПВС). Предварительно было изучено влияние расхода вискозных волокон и их структурно-размерных параметров на свойства БФМ.

Установлено, что повышение доли вискозных волокон до 50 % способствует увеличению общей пористости БФМ на 20% и снижению сопротивления потоку воздуха от 13,0 до 5,0 Па. Это объясняется тем, что вискозные волокна не образуют химических связей с целлюлозными волокнами, а изменяют структуру материала, увеличивая поровое пространство и снижая его плотность. Все это способствует увеличению пропускной способности и улучшению фильтрующих свойств БФМ. Вискозные волокна, имея более высокую степень упорядоченности макромолекул, обладают повышенной механической прочностью, эластичностью, большей длиной волокна в сравнении с целлюлозными волокнами. Добавление к целлюлозным волокнам вискозных волокон более 10% сопровождается снижением прочности БФМ вследствие увеличения расстояния между волокнами и, соответственно, снижения межволоконных сил связей.

Доля вискозных волокон в композиции и их размерные параметры оказывают влияние как на прочностные показатели БФМ, так и на его фильтрующие свойства. Сопротивление потоку воздуха БФМ определяется, в первую очередь, расходом вискозных волокон в композиции и, во вторую очередь, их размерными параметрами (здесь преимущественное влияние имеет длина волокон). Следует отметить, что с технологической точки зрения возможно регулирование этих параметров путем подбора волокон определенной толщины и их измельчением до 3-6 мм. Исследования показали, что при расходе вискозных волокон 30%, имеющих толщину 12-16 мкм и длину 3-6 мм, обеспечивается повышенная пористость и сохраняется достаточно высокая механическая прочность БФМ.

Изучено влияние изменения массы метра квадратного БФМ с вискозными волокнами на его основные свойства. Увеличение массы метра квадратного БФМ от 110 до 150 г/м² приводит к увеличению прочности материала и снижению его пористости. Вероятно, это происходит вследствие образования дополнительных межволоконных сил связей в многослойной структуре материала.

Воздухопроницаемость БФМ начинает возрастать только при достижении массы метра квадратного материала свыше 120 г и при массе 150г она увеличивается почти в 1,5 раза. Одновременно увеличивается также сопротивление потоку воздуха БФМ с 2,2 до 5,4 Па. Это связано с возрастанием протяженности пор и их извилистости в структуре БФМ, что затрудняет и увеличивает время прохождения воздуха через его структуру.

В целом, вискозные волокна, как и асбестовые, играют существенную роль в композиции БФМ в качестве регулятора пористости. При вве-

денни их в массу в количестве свыше 10% значительно снижаются межволоконные силы связей в материале и повышается его пористость.

Для компенсации снижения прочности БФМ, содержащего вискозные волокна, были использованы волокна из ПВС в количестве 2-10 % от массы а.с.в. Для сравнения были исследованы БФМ с традиционными асбестовыми волокнами при том же расходе волокна и адгезива. Полученные данные представлены на рис.5.

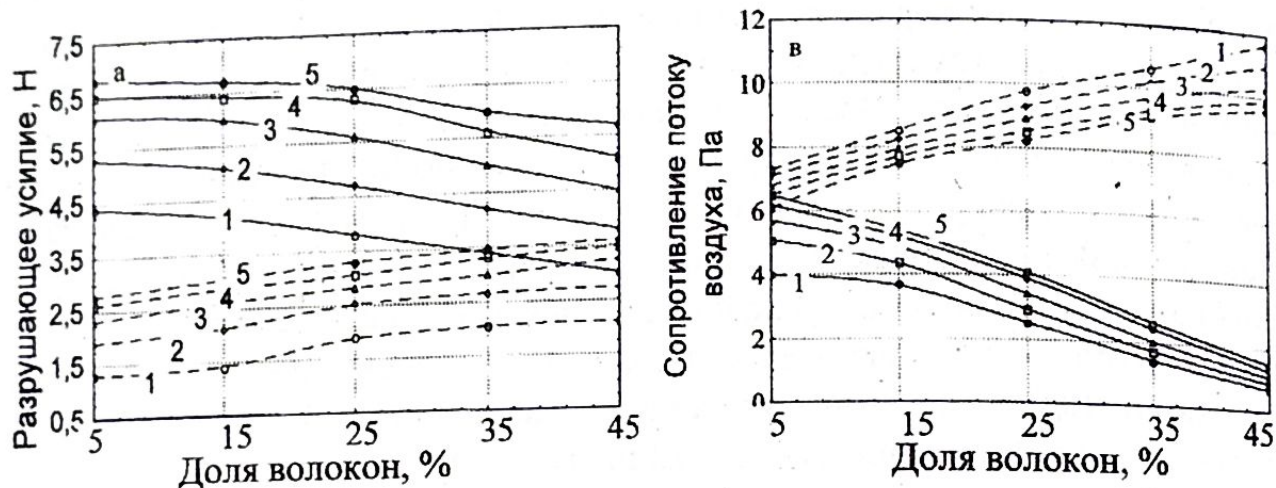


Рис.5. Зависимость показателей БФМ от доли вискозных (—), асбестовых (---) волокон и волокон из ПВС. Расход волокон из ПВС, % от а.с.в.: 1 – 2; 2 – 4; 3 – 6; 4 – 8; 5 – 10

Сравнительный анализ результатов исследований свидетельствует о том, что БФМ, содержащий в своей композиции до 45% вискозных волокон, обладает большей прочностью, чем фильтровальный материал, содержащий такое же количество асбестовых волокон. Показатель разрушающего усилия БФМ с вискозными волокнами в 1,4-3,3 раза превышает аналогичный показатель БФМ с асбестовыми волокнами. Введение вискозных волокон в композицию БФМ способствует также снижению его сопротивления потоку воздуха, что не имеет места для БФМ с асбестовыми волокнами и свидетельствует об увеличении капиллярно-пористой структуры нового БФМ. Установлена практическая возможность замены асбестовых волокон в композиции БФМ на вискозные волокна при одновременном улучшении фильтрующих и прочностных свойств получаемых материалов.

В композицию БФМ с вискозными волокнами целесообразно вводить гидрофобизирующие и влагопрочные агенты. Для придания гидрофобности таким БФМ предложен следующий ряд клеев (в порядке убывающей эффективности): клей ТМВС-2Н → клей ТМВС-2 → клей ЖМ → клей ТМ. Наиболее целесообразным является расход клея ТМВС-2Н 2,0-2,5%, так как при этом сохраняется прочность материала при растяжении в пределах 4210-4370 кПа, а его сопротивление потоку воздуха находится в пределах 5,1-6,6 Па. Дополнительное введение в структуру такого БФМ

МФС в количестве 2,5% от а.с.в. приводит к увеличению прочности при растяжении БФМ на 9,4% и влагопрочности почти на 35%. Это связано с образованием дополнительных влагопрочных межволоконных сил связей в структуре материала. Введение влагопрочной смолы в композицию БФМ не оказывает значительного влияния на капиллярно-пористую структуру материала и его сопротивление потоку воздуха находится в пределах 5,2-7,0 Па. Все это дает возможность целенаправленно создавать капиллярно-пористые БФМ с вязкими волокнами, обладающие определенной влагопрочностью и гидрофобностью, и использовать их для фильтрации жидких сред.

Шестая глава посвящена оценке фильтрующих свойств БФМ, изготовленных на основе природных и вязких волокон, и выбору возможных областей их практического использования. Проведенные исследования позволили разработать оптимальные композиционные составы БФМ для очистки жидкостей. Для промышленной апробации предложены следующие их варианты: а) композиция из природных волокон (20 % хлопковая целлюлоза и целлюлоза из лиственных (20 %) и хвойных (60 %) пород древесины) с введением в массу 1,5 % от а.с.в. влагопрочной смолы; б) композиция на основе целлюлозы, при использовании для регулирования пористости вязких волокон, с введением в массу 2,0% от а.с.в. гидрофобизирующих и 1,5 % от а.с.в. влагопрочных агентов. На основе проведенных исследований разработана технология и даны практические рекомендации по модернизации цеха фильтровальных картонов АО "Светлогорский ЦКК" с целью перевода его на серийное производство безасбестовых БФМ для очистки жидкостей.

Для оценки фильтрующих свойств БФМ из вязких высокомолекулярных волокон, при применении его для очистки воздуха в дизельных двигателях, использовали нефелометрический метод. Показатели разработанного БФМ, в зависимости от времени забивания пылью, в сравнении с зарубежными материалами аналогичного назначения представлены на рис.6.

Установлено, что наименьший начальный коэффициент пропуска пыли имеют фильтровальные картоны ПКВ (кривые 3, 4), картон 34А (кривая 7) и материал, полученный из вязких высокомолекулярных волокон (кривая 2). В начале работы поры этих материалов быстро забиваются пылью, их сопротивление быстро растет, а коэффициент пропуска пыли резко снижается. Однако, имея близкий начальный коэффициент пропуска пыли, БФМ из вязких высокомолекулярных волокон имеет более низкое начальное сопротивление, чем картоны ПКВ и 34А.

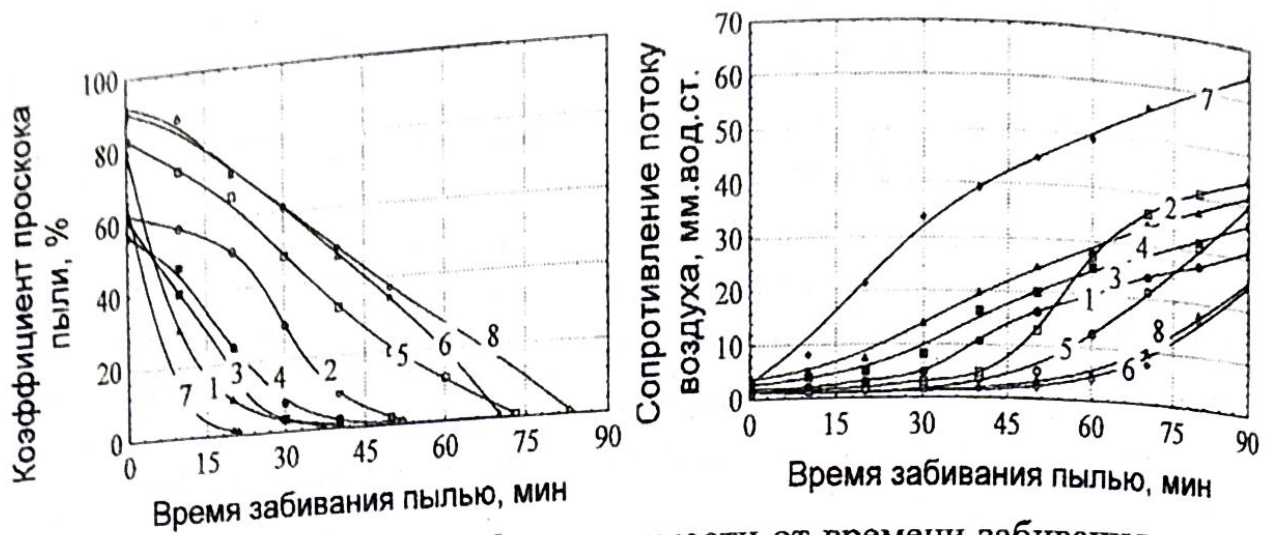


Рис.6. Показатели БФМ в зависимости от времени забивания пылью и вида материала: 1,2 – БФМ из высокомодульных волокон (РБ); 3,4 – ПКВ (Россия); 5 – КФБ (Россия); 6 – 20/66ЕЕ (Италия); 7 – 34А (США); 8 – F-5 (Югославия)

Стендовые испытания воздухоочистителей с БФМ из вискозных высокомодульных волокон, проведенные на ГП МАЗ, подтвердили результаты проведенных исследований. В воздухоочиститель устанавливали четыре прямоугольные кассеты панельного типа. Площадь фильтровальной шторы каждой кассеты составляла 2,5 квадратных метров. Испытания проводили на безмоторном стенде до предельного сопротивления воздухоочистителя 700 мм.вод.ст., при расходе воздуха через воздухоочиститель 970 м³/час. Воздух содержал кварцевую пыль с удельной поверхностью 5600±150 см²/г. При начальном сопротивлении воздухоочистителя в сборе 320 мм.вод.ст. и запыленности воздуха 0,88 г/м³ воздухоочиститель проработал 27,5 часа (воздухоочиститель с картоном ПКВ – 24,1 час). При пересчете на запыленность воздуха 1,0 г/м³ время работы воздухоочистителя составляет 24,2 часа.

Испытания показали, что БФМ из вискозных высокомодульных волокон может использоваться для очистки воздуха в дизельных двигателях и по основным фильтрующим свойствам конкурентоспособен с лучшими зарубежными материалами. На основании комплекса исследований по установлению закономерностей изменения прочностных и фильтрующих свойств БФМ из вискозных высокомодульных волокон разработан технологический регламент на выпуск опытной партии импортозамещающего материала на АО «Кровля» (г.Осиповичи).

Технико-экономическое обоснование производства БФМ по разработанной технологии свидетельствует о целесообразности совместного использования природных и вискозных волокон.

При производстве БФМ на АО «Светлогорский ЦКК» ориентировочные затраты на волокнистое сырье и химикаты БФМ из целлюлозных волокон на 23,5 и почти на 33% ниже аналогичных затрат для картонов

марки Т и КФО-1 соответственно. БФМ с вискозными волокнами по затратам сравним с картоном КФО-1 и на 12,9 % превышает аналогичные затраты для картона марки Т. Однако в сравнении с картонами марки Т и КФО-1, разработанный БФМ не содержит в своей композиции канцерогенных асбестовых волокон и имеет более высокую пропускную способность.

Ориентировочные затраты на сырье и химикаты для производства 1 тонны БФМ для очистки воздуха составят 1642,4 у.е. Если учесть, что затраты на сырье в себестоимости продукции составляют 30-50%, то себестоимость 1 тонны данного материала – 3284,82-5474,70 у.е. При массе одного метра квадратного БФМ для очистки воздуха 140 г, из 1 тонны продукции может быть получено 7140 метров квадратных материала и стоимость одного метра квадратного составит 0,46-0,77 у.е. Стоимость импортируемого из-за рубежа одного метра квадратного картона для очистки воздуха в дизельных двигателях составляет 3 у.е. Затраты на производство разработанного БФМ для очистки воздуха в 3,9-6,5 раз ниже затрат на импортируемую продукцию, что экономически выгодно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые установлены закономерности изменения физико-механических и фильтровальных свойств БФМ из природных волокон в зависимости от соотношения волокнистых компонентов в композиции, степени помола массы и расхода влагопрочной смолы. Оптимальный баланс свойств БФМ из природных волокон получен при введении в композицию 60% волокон хвойной целлюлозы, при содержании хлопковой и лиственной целлюлозы в количестве 40% при соотношении 1:1. Для придания влагопрочности и сохранения капиллярно-пористой структуры необходимо вводить в композицию БФМ полиамид-полиамин-эпихлоргидринную смолу в количестве 1,5% от а.с.в. и использовать такие материалы для очистки жидких сред [1, 2, 13].

2. Установлена способность к размолу и изучены бумагообразующие свойства вискозных высокомолекулярных волокон. Доказано, что для повышения прочностных свойств материала из вискозных высокомолекулярных волокон целесообразно использование в композиции волокон из ПВС, от адгезионной способности которых зависят не только прочностные, но и фильтровальные свойства БФМ. Для получения необходимой степени гидрофобности предложен ряд канифольных клеев и установлена эффективность их применения. Совместное использование в композиции БФМ вискозных высокомолекулярных волокон, связующих волокон из ПВС, канифольных клеев и влагопрочных добавок позволяет получить материал, пригодный для очистки воздуха в дизельных двигателях [3, 10-12].

3. Установлены закономерности изменения свойств БФМ в зависимости от условий подготовки и расхода вискозных волокон, количества волокон из ПВС, вида и расхода канифольного клея и меламиноформальдегидной смолы. Доказано, что вискозные волокна позволяют исключить из композиции БФМ, которые используются для очистки жидкостей, асбестовые волокна [4, 6].

4. Разработана технология производства БФМ из природных и вискозных волокон для очистки пищевых жидкостей, на основе которой даны рекомендации по модернизации цеха фильтркартонов АО «Светлогорский ЦКК» при переводе производства на выпуск безасбестовых БФМ [5, 12].

5. Проведены стендовые испытания БФМ из вискозных высокомолекулярных волокон и импортных материалов, которые показали, что разработанный БФМ не уступает по сопротивлению потоку воздуха и задерживающей способности зарубежным картонам и может использоваться для очистки воздуха в дизельных двигателях [7, 8]. Разработан технологический регламент на выпуск опытной партии БФМ для очистки воздуха в дизельных двигателях на базе существующего оборудования АО «Кровля» (г.Осиповичи).

6. Выполнен сравнительный экономический анализ затрат на сырье и химикаты при производстве БФМ из природных и вискозных волокон. Анализ показал, что затраты при производстве БФМ из целлюлозных волокон на 23,5 и 33,0% ниже соответствующих затрат выпускаемых промышленностью картонов марки Т и КФО-1. Затраты на композицию БФМ для очистки воздуха в дизельных двигателях в 4-6 раз ниже затрат на приобретение импортного материала аналогичного назначения.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Бондаренко Ж.В., Горский Г.М. Бумажный фильтрующий материал на основе растительных волокон // Труды БГТУ. Химия и химическая технология. – 1999.- Вып. VII. – С.57-62.

2. Бондаренко Ж.В., Горский Г.М., Шлык Е.Г. Фильтровальный материал из целлюлозных волокон // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Хімічныя навукі. – 2001. - №4. – С.103-105.

3. Горский Г.М., Бондаренко Ж.В. Бумажный фильтрующий материал на основе 100% химических волокон // Труды БГТУ. Химия и химическая технология. – 1998. – Вып. VI. – С.111-115.

4. Бондаренко Ж.В., Шамович В.В., Горский Г.М. Исследования по созданию безасбестового картона для фильтрования пищевых жидкостей // Материалы Международной научно-технической конференции «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химико-лесном комплексе», БГТУ – Минск, 1997. – С.226-229.

5. Горский Г.М., Бондаренко Ж.В., Губарев А.А. Разработка технологии производства бумажных фильтрующих материалов на основе природных и синтетических полимеров // Материалы научно-технической конференции «Лес – экология и ресурсы», БГТУ. – Минск, 1998. – С.285-287.
6. Бондаренко Ж.В., Шамович В.В., Горский Г.М. Безасбестовый картон для фильтрации пищевых жидкостей // Материалы 1-й Международной научно-практической конференции «Экология и молодежь», ГТУ им.Ф.Скорины. – Гомель, 1998. – Т. 1. Часть 2. – С.15-16.
7. Бондаренко Ж.В., Шлык Е.Г., Горский Г.М. Свойства массы и картона для воздухоочистителей дизельных двигателей // Материалы Международной научно-технической конференции “Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности”, БГТУ. – Минск, 1999. – С.328-330.
8. Бондаренко Ж.В., Шлык Е.Г., Горский Г.М. Композиционный волокнистый полимерный фильтровальный материал // Материалы Международной научно-технической конференции “Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности”, БГТУ. – Минск, 1999. – С.170-172.
9. Бондаренко Ж.В., Макиевская С.И., Горский Г.М. Владопрочные смолы бумажных композиционных материалов для очистки сточных вод картонных фабрик // Тезисы докладов научной конференции «Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства», ВГТУ. – Витебск, 1995. – С.145-146.
10. Горский Г.М., Бондаренко Ж.В. Бумажные композиционные материалы из природных и синтетических полимеров // Тезисы докладов научно-практической конференции «Лес-95», БГТУ. – Минск, 1995. – С.72.
11. Бондаренко Ж.В., Горский Г.М. Фильтрующие материалы на основе 100%-ных химических волокон // Тезисы докладов научно-практической конференции «Лес – 97», БГТУ. – Минск, 1997. – С.34.
12. Бондаренко Ж.В., Губарев А.А., Горский Г.М. Эффективные фильтрующие материалы для очистки жидкостей и газов // Тез. докл. Международной конференции “Инженерная защита окружающей среды”, МГУИЭ. – Москва, 1999. – С.20-21.
13. Пат. 4010 РБ, МПК В 01 D 39/18, D 21 Н 11/20, 17/37. Композиция для получения фильтровального картона // Горский Г.М., Бондаренко Ж.В., Чиж А.И., Айвазов Ю.В. - №19980968; Заявл. 20.10.1998г.

Бондаренко

РЕЗЮМЕ

Бондаренко Жанна Владимировна

БУМАЖНЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ПРИРОДНЫХ И ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН

Ключевые слова : природные волокна, вискозные волокна, бумажный фильтровальный материал, свойства, применение.

Объект исследования – бумажные фильтровальные материалы (БФМ), полученные из природных (хлопковая, лиственная и хвойная целлюлоза) и вискозных (штапельных и высокомодульных) волокон и изменение их свойств в зависимости от различных технологических факторов.

Цель исследования – разработать технологию производства БФМ из природных и вискозных волокон на основе установления закономерностей изменения их основных свойств, в зависимости от расходных и режимных параметров изготовления, и определение областей их практического использования.

При выполнении работы установлены закономерности изменения свойств БФМ из природных волокон с использованием влагопрочной смолы в зависимости от композиционного состава. Оптимальный баланс свойств БФМ получен при введении в композицию 60% хвойной целлюлозы (40%- хлопковая и лиственная целлюлоза в соотношении 1:1), и полиамид-полиамин-эпихлоргидринной смолы в количестве 1,5% от абсолютно сухого волокна. БФМ из природных волокон можно использовать для очистки жидких сред.

Изучены бумагообразующие свойства вискозных высокомодульных волокон. Использование в композиции БФМ данных волокон, связующих волокон из ПВС, гидрофобных и влагопрочных агентов позволяет получить материал с высокими прочностными и капиллярно-пористыми свойствами, не уступающий аналогичным материалам, выпускаемым за рубежом для очистки воздуха в дизельных двигателях, и может использоваться в воздухоочистителях.

Показано, что вискозные волокна могут регулировать пористость в БФМ, используемых для очистки жидкостей. При этом из композиции исключаются асбестовые волокна.

Разработана технология производства БФМ для очистки жидкостей и воздуха в дизельных двигателях на базе существующего оборудования АО «Светлогорский ЦКК» (г.Светлогорск) и АО «Кровля» (г.Осиповичи).

РЭЗІЮМЭ

Бандарэнка Жана Уладзіміраўна

ПАПЯРОВЫЯ ФІЛЬТРАВАЛЬНЫЯ МАТЭРЫЯЛЫ
З ПРЫРОДНЫХ І ВІСКОЗНЫХ ВАЛОКНАЎ

Ключавыя словы: прыродныя валокны, віскозныя валокны, папяровыя фільтравальныя матэрыялы, уласцівасці, прымяненне.

Аб'ект даследавання – папяровыя фільтравальныя матэрыялы (ПФМ), атрыманыя з прыродных (баваўняная цэлюлоза і цэлюлоза з ліставых і хвойных парод драўніны) і віскозных (штапельных і высакамодульных) валокнаў і змяненне іх уласцівасцей у залежнасці ад розных тэхналагічных фактараў.

Мэта даследавання – распрацаваць тэхналогію вытворчасці ПФМ з прыродных і віскозных валокнаў на аснове ўстанаўлення заканамернасцей змянення іх асноўных уласцівасцей, у залежнасці ад расходных і рэжымных параметраў вытворчасці, і вызначэнне галін іх практычнага выкарыстання.

Пры выкананні работы ўстаноўлены заканамернасці змянення ўласцівасцей ПФМ з прыродных валокнаў з выкарыстаннем смалы, якая надае трываласць у вільготным стане, у залежнасці ад кампазіцыйнага саставу. Аптымальны баланс уласцівасцей ПФМ атрыманы пры ўвядзенні ў кампазіцыю 60% валокнаў хвойнай цэлюлозы (40% – баваўняная і ліставая цэлюлоза ў адносінах 1:1) і паліамід-паліамін-эпіхлоргідрынай смалы ў колькасці 1,5% ад абсалютна сухога валакна. ПФМ з прыродных валокнаў можна выкарыстоўваць для ачысткі вадкіх асяроддзяў.

Даследаваны папераўтваральныя ўласцівасці віскозных высакамодульных валокнаў. Выкарыстанне ў кампазіцыі ПФМ гэтых валокнаў, валокнаў з ПВС, гідрафобных агентаў і рэчываў, якія павышаюць трываласць у вільготным стане, дазваляе атрымаць матэрыялы з высокімі трываласнымі і капілярна-порыстымі ўласцівасцямі, які не ўступае замежным матэрыялам, што вырабляюцца для ачысткі паветра ў дызельных рухавіках, і можа выкарыстоўвацца ў паветраачышчальніках.

Паказана, што віскозныя валокны могуць рэгуляваць порыстасць у ПФМ, якія выкарыстоўваюцца для ачысткі вадкасцей. Пры гэтым з кампазіцыі выключаюцца азбеставыя валокны.

Распрацаваная тэхналогія вытворчасці ПФМ для фільтрацыі вадкасцей і паветра ў дызельных рухавіках на базе існуючага абсталявання АТ “Светлагорскі ЦКК” (г.Светлагорск) і АТ “Кроўля” (г.Асіповічы).

ABSTRACT

Bondarenko Zhanna Vladimirovna PAPER FILTER MATERIALS MADE FROM NATURAL AND VISCOSE FIBERS

Key words: natural fibers, viscose fibers, paper filter material, properties, application.

The object of the investigation is paper filter materials made from natural types of fiber, such as cotton, leaf and conifer cellulose, and viscose types, such as staple viscose and high-module viscose in the wet state, and changes of their properties subject to various technological factors.

The purpose of the work is to develop the production technology of paper filter materials from natural and viscose types of fiber through identifying regularities of changes of their basic properties depending on expenses and operating parameters of the production and to determine fields of their rational utilization.

The implemented work helped to define certain regularities of changing physical-mechanical and filter properties of paper filter materials made from natural fibers with the usage of water resistant resin depending on the composition. The optimal balance of the properties of paper filter materials made from natural fibers was attained when the composition was prepared with 60% of conifer cellulose, and the rest percentage of cotton and leaf cellulose in the ratio of 1:1, and polyamide- polyamine-epychlorhydryne resin in the amount of 1,5% from the absolutely dry fiber. The paper filter materials made from natural fibers can be used to purify liquid media.

The investigation enabled to study paper-forming properties of high-module viscose fibers in the wet state. The usage of the above-mentioned fibers, linking fibers from polyvinyl alcohol, hydrophobic and water resistant agents in the composition of paper filter materials allows to produce material with highly durable and capillary-porous properties, which is competitive with analogous materials manufactured abroad and which can be applicable for air purification in air-purifying diesel engines.

The investigation demonstrates that viscose fibers can function as agents regulating porosity in paper filter materials used to purify liquids. At the same time, asbestos fibers are not included in the combination.

The investigation resulted in the development of the technology of producing paper filter materials from natural and viscose types of fiber with the usage of the existing equipment of "Svetlagorsk Cellulose Paper Combine" Open Joint Stock (city of Svetlagorsk) and "Krovlya" Joint Venture (city of Osipovichy).

Бондаренко Жанна Владимировна

**БУМАЖНЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ИЗ ПРИРОДНЫХ И ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН**

Подписано в печать 28.02.2002. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 1,4. Усл.кр.-отг. 1,4. Уч.изд.л. 1,2.

Тираж 70 экз. Заказ № 91.

Учреждение образования

«Белорусский государственный технологический университет».

Лицензия ЛВ №276 от 15.04.98. 220050, Минск, Свердлова, 13а.

Отпечатано на ротапринтере Белорусского государственного

технологического университета.

220050, Минск, Свердлова, 13.