

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО
ЗАЩИТНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Конспект лекций

для студентов второй ступени
высшего образования по специальности
1-50 80 01 «Производство текстильных изделий»

Витебск
2020

УДК 677.017
ББК 37.23
С 59

Рецензенты:

зам. управляющего фабрики нетканых материалов филиала
ОАО «Витебские ковры» А.Н. Субботин;

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
«Экология и химические технологии» УО «ВГТУ» Н.Н. Ясинская

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 2 от 30.10.2020.

Соколов, Л. Е.

С 59 Инновационные текстильные материалы и технологии : конспект лекций /
Л. Е. Соколов – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 83 с.
ISBN 978-985-481-659-3

В конспекте лекций изложены сведения о современных материалах и технологиях, применяемых в производстве и проектировании защитных текстильных материалов, рассмотрены основные направления развития текстильной отрасли в данной сфере.

УДК 677.017
ББК 37.23

ISBN 978-985-481-659-3

© УО «ВГТУ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Введение в курс. Основные направления мирового развития и производства защитных текстильных материалов	4
Тема 2. Технологии производства текстильных материалов для эксплуатации в условиях высоких температур и открытого пламени	13
Тема 3. Технологии производства текстильных материалов для защиты от электромагнитного излучения	20
Тема 4. Текстильные материалы с гигиенической защитой	26
Тема 5. Производство текстильных материалов для защиты от воздействия производственных факторов	31
Тема 6. Проектирование и производство защитных текстильных материалов для военно-промышленного комплекса	37
Тема 7. Проектирование и производство текстильных материалов для защиты окружающей среды	46
Тема 8. Проектирование и производство композитных текстильных материалов с защитными свойствами	56
Тема 9. Текстильные материалы для противовирусной защиты	69
Тема 10. Проектирование и производство теплоизоляционных и акустических текстильных материалов	73
Список использованных источников	81

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В КУРС. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МИРОВОГО РАЗВИТИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ЗАЩИТНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы:

1. Защитные текстильные материалы – основные виды, ассортимент, области применения.
2. Мировое производство защитных текстильных материалов – направления, перспективы развития.

К концу прошлого столетия сформировалось производство различных видов технического текстиля со специфическими свойствами. Эти виды текстильных материалов, выполняющие определенную функцию при их использовании, стали называть «функциональными».

Сегодня на мировом рынке доступны следующие функциональные текстильные материалы:

- барьерные (против микроорганизмов, химических препаратов, жидкостей, радиации и др.);
- антистатические или электропроводящие;
- антимикробные или бактериостатические;
- крове- и водоотталкивающие;
- высокосорбционные и высококапиллярные (изготовленные из ультратонких волокон);
- «дышащие» мембраны;
- phase change materials (материалы с фазовым переходом);
- металлические и металлизированные;
- трехмерные (3D) трикотажные полотна;
- ламинированные со специфическими отделками и т. д.

Тем не менее запросы потребителей постоянно возрастают. Это вызвало необходимость в создании многофункциональных текстильных материалов, которые бы одновременно удовлетворяли множеству требований, часто противоречащих друг другу. Эти запросы потребителей служат прекрасным стимулом для производителей текстиля.

Как показывает анализ научной и патентной литературы, в последнее время во всем мире резко возрос интерес к созданию именно многофункционального текстиля (multifunctional textiles). При этом практика создания таких материалов показала, что простейшие способы получения многофункциональных текстильных материалов (например, смешение волокон, модификация нитей, модификация строения и поверхности текстильных полотен) не могут дать желаемых результатов.

Более широкие возможности при производстве товаров с высокими потребительскими свойствами лежат в переходе к сложным слоистым компози-

ционными текстильным структурам. Такие структуры содержат в необходимом, заданном порядке различные функциональные слои. Эти разработки за последние 10 лет во всем мире являются приоритетными и непосредственно связаны с созданием так называемого intelligence textiles (интеллектуального текстиля) или smart textiles (умного текстиля). Учитывая огромное разнообразие нового advanced textiles (современного текстиля) можно предположить, что способ соединения отдельных текстильных материалов в одну структуру дает возможность изменять, варьировать технические свойства этих материалов в широких пределах.

Научный и производственный интерес в этой области объясняется потенциальными возможностями создания текстильных композитов с дополнительными качествами, в которых сочетаются самые разнообразные свойства и функции.

На современных мировых выставках представлен новейший ассортимент текстиля и изделий со специальными свойствами.

В частности, крупная в сфере текстиля выставка «А+А», хорошо известная специалистам Interstoff, Heimtextil, TechTex и ITMA, ежегодно представляет средства индивидуальной защиты, изделия для обеспечения эргономики, санитарии и гигиены труда и т. д. Название «А+А» – аббревиатура двух немецких слов, длинных и труднопроизносимых иностранцами – Arbeitsschutz (охрана труда) и Arbeitssicherheit (безопасная работа). Традиционный девиз выставки – «Работа и здоровье».

В рамках форума представляются последние достижения в области создания и производства специального текстиля по следующим направлениям:

- обычного, хорошего и среднего качества рабочей одежды и униформы с минимальной отделкой (мягчение, малосминаемость, малоусадочность);
- профессиональных тканей и одежды со специальными отделками: огнезащитной и водоотталкивающей, антистатической, масло-, водо-, грязеотталкивающей, хемостойкой (покрытия), биоцидной (антимикробной, противогрибковой, репеллентной, противогнилостной) отделками и всевозможными их комбинациями.

Области назначения современных защитных материалов различного вида и назначения.

1. Композиты. Без волокон невозможно произвести ни один вид текстиля (ткань, трикотаж, нетканые материалы). Но традиционные волокна и нановолокна также широко используют во многих видах композиционных материалов, где полимерную матрицу наполняют различными видами материалов в измельченной форме (от микро- до наноразмеров). Последние обеспечивают большую прочность композитов за счет существенного увеличения внешней поверхности и, как следствие, большей возможности проявления межмолекулярных сил сцепления между частицами наполнителя и макромолекулами матрицы.

Производство композитов в мире является одним из наиболее динамично развивающихся видов материалов. Развитие этого направления практического материаловедения влечет за собой развитие химии и физики полимеров, нано-

технологий производства наполнителей для композитов, в том числе наночастиц различных форм углерода (углеродные волокна, углеродные трубки и др.).

2. Защитный текстиль и одежда. Это вид изделий находит очень широкое применение в промышленности (защитная одежда работников опасных и вредных предприятий, силовых структур, спасателей, пожарных, медработников, спортсменов; одежда для отдыха, туризма). В этих областях наибольшие успехи достигнуты в значительной мере за счет использования NBIS-технологий в тесной связи с традиционными механическими технологиями (пряжение, ткачество) и химическими технологиями. Более того многие потребительские свойства защитному текстилю могут быть сообщены с помощью традиционных методов химической технологии, без NBIS-технологий.

В зависимости от области применения защитного текстиля и одежды набор свойств (функций), которыми они должны обладать, может отличаться, но достаточно часто определенные свойства являются общими для материалов и защитной одежды различного назначения. Основные свойства, которые необходимо придать большинству видов защитной одежды: водо- и маслоотталкивание; огнестойкость (огнезащищенность); антимикробность.

Из дополнительных свойств можно отметить защиту от вредных токсичных веществ в твердой, жидкой и газообразной форме; защиту от различных видов радиации (γ , α , β , УФ); защиту от пуль, осколков снарядов, взрывной волны; защиту от обнаружения людей и техники в дневное и ночное время (маскировка); беспроводную связь (коммуникации) с внешним миром.

Для армейского, спортивного, медицинского текстиля дополнительным свойством является диагностика состояния организма и первая медицинская помощь, а том числе дистанционно.

3. Водо- (гидро) и масло- (олео) отталкивающий текстиль. Эти свойства достигаются традиционными химико-технологическими приемами нанесения и закрепления на текстиле гидро- и олеофобных веществ. С развитием нано- и биотехнологий и, особенно, бионики (биомиметики) в производство текстиля и других материалов пришли новые технологии. Они основаны на том, как природа решает эту проблему.

Изучение вопроса биологами, ботаниками, химиками, материаловедцами, нанотехнологами показало, что в природе придание водоотталкивающих свойств сообщает наличие на поверхности тонкого слоя гидрофобного вещества (в основном жирных высших кислот – стеариновой, пальмитиновой). Но это не только гидрофобная пленка. Она, что чрезвычайно важно, имеет шероховатую поверхность. Поэтому капли воды не могут удержаться на ней и легко скатываются при небольшом наклоне или встряхивании. Следует сказать, что поверхность практически всех растений и многих животных с волосатым покрытием в большей или меньшей степени обладает гидрофобными свойствами (в том числе поверхность хлопкового волокна).

На рисунке 1.1 показана схема формирования капли воды на гидрофобной поверхности и способность самоочищаться этой поверхности.

Разработчиками были использованы различные гидро- и олефобизаторы с использованием приемов формирования на поверхности текстильного материала нанощероховатой пленки гидрофобизатора. За счет этого достигается высокий уровень гидрофобности – более высокий, чем при простом использовании гидрофобизаторов по классической технологии.

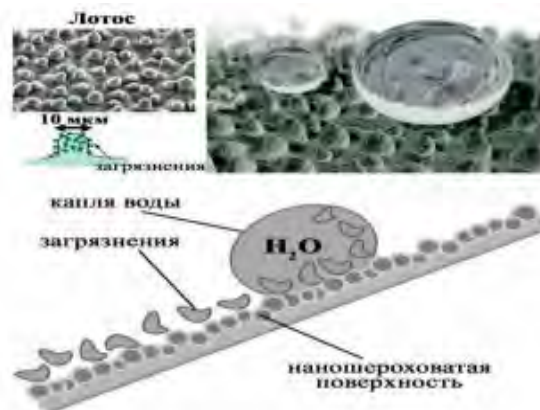


Рисунок 1.1 – Схема формирования капли воды на гидрофобной поверхности и способность самоочищаться этой поверхности

Текстильные материалы, полученные по этой технологии, производят многие зарубежные компании.

В дополнение к гидрофобности и олеофобности можно сообщить текстилю способность самоочищаться от грязи. Для этого используют наночастицы двуокиси титана TiO_2 . Последние, именно в форме наночастиц, обладают высокой фотоактивностью. Поглощая УФ лучи, молекулы TiO_2 , переходя в высокоэнергетическое фотовозбужденное состояние, передают свою энергию на соседние молекулы и генерируют высокоэнергетический синглетный кислород и радикалы. Последние разрушают загрязнения на поверхности. Эта технология сочетает в себе и наноэффект и принципы фотоники.

4. Текстиль огнестойкий (огнезащищенный). Подавляющая часть текстиля производится из волокон на основе органических полимеров, поэтому они все способны гореть с разной скоростью, сгорая полностью сразу или сначала расплавляясь. Теплофизический механизм горения текстильных материалов общий с другими видами в разной степени горючих материалов.

Этот механизм включает в себя подвод к материалу источника горения и наличия кислорода, нагрев до температуры воспламенения (характерная для данного материала и условий горения), пиролиз (терморазложение) материала с выделением газообразных продуктов горения. Устойчивое горение поддерживается, если теплота сгорания выше уноса теплоты. Общий химизм процесса горения органических материалов – радикально-цепные реакции, протекающие при высокой температуре (термоокислительная деструкция). Каждый волокнообразующий полимер и волокно на его основе имеют специфику химизма горения. Исходя из теплофизики и химизма горения, ингибиторы горения (антипи-

рены) должны оказывать тормозящее влияние на стадию пиролиза, обрывать радикально-цепные реакции, связывать горючие продукты сгорания. В качестве антипиренов используют неорганические вещества в комбинации с азотосодержащими веществами.

Существует множество промышленно выпускаемых антипиренов с большей или меньшей ингибирующей способностью (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Пример огнестойких и термостойких текстильных материалов

Нанесение и фиксацию на текстиле этих препаратов проводят по классической технологии: пропитка, сушка, термообработка. Стабильный эффект огнезащиты текстиля достигается, если антипирен вступает в химическую связь с полимером волокна или закрепляется с помощью связующих полимерных композиций.

5. Текстиль с антимикробными свойствами. Антимикробные свойства необходимо сообщать текстилю, используемому в очень большом числе областей: одежда медперсонала и больных; больничное постельное белье; защитная одежда армейского контингента; защитная одежда рабочих горячих цехов и других профессий тяжелого физического труда; спортивный текстиль; текстиль, используемый при принятии водных процедур; раневые покрытия; имплантаты и т. д. (рис. 1.3). Общий подход для придания текстилю антимикробных свойств основан на приостановлении роста вредных для человека патогенных микроорганизмов или полное их уничтожение.



Рисунок 1.3 – Пример защитного костюма с антибактериальными свойствами

Этот принцип реализуется путем использования биоцидных препаратов. При этом желательно, чтобы биоциды были селективного действия. Традиционные технологии придания антимикробных свойств текстилю и изделиям из текстиля заключается в пропитке, сушке и фиксации биоцида химической связью или с помощью связующего (полимерная композиция). В последние годы активно внедряется использование коллоидных растворов биоцидов, и прежде всего наночастиц серебра, путем закрепления их на текстиле традиционными способами.

Использование серебра в форме наночастиц усиливает его антимикробную активность. Точный механизм антимикробного действия серебра до конца не изучен. В общем виде его можно сформулировать следующим образом: катионы серебра взаимодействуют с отрицательно заряженной поверхностью клетки организма, проникают через мембрану внутрь клетки, где проявляют окислительно-восстановительные свойства, разрушая основные элементы клетки микроорганизма.

Ценным свойством серебра как биоцида, является его способность подавлять рост микроорганизмов, действуя на клеточном уровне и не взаимодействовать с клетками животных. Интересный вариант использования нанотехнологии для достижения антимикробного эффекта – заключение биоцидов в наноразмерные контейнеры (циклодекстрин, липосомы – везикулы).

В случае везикул, патогенные бактерии, имеющие сродство к везикулам, атакуют их, деформируют мембрану везикулы и из нее высвобождаются молекулы или наночастицы биоцида. И как во всех предыдущих технологиях придания текстилю защитных свойств, здесь используют преимущественно традиционные химические технологии. Однако использование наночастиц серебра, а в ряде случаев других металлов переменной валентности (цинк, титан, медь), набирает обороты.

Использование серебра как биоцида, обусловлено не только научными и технологическими факторами, но и рекламным продвижением: использовать материалы с содержанием серебра стало модным.

6. Текстиль с защитой от вредных токсичных химических биологических веществ (рис. 1.4). Опасности, связанные с действием на человека вредных химических веществ, наиболее сложные и разнообразные из всех опасностей со стороны внешней среды (исключая опасности, исходящие от самого человека).



Рисунок 1.4 – Пример защитного костюма от вредных токсичных химических биологических веществ

В мире используются более 100 тыс. оригинальных химических веществ, подавляющая часть которых дело рук человека, и число их только увеличивается.

С химическими веществами человек контактирует при их синтезе, изучении, производстве и применении (профессиональная деятельность). В обычной жизни человек контактирует с вредными веществами только во внештатной ситуации (техногенная катастрофа, война, терроризм, природный катаклизм).

7. Текстиль с защитой от различных видов радиации (α -, β -, γ -, УФ). Защита человека от α -, β -, γ -излучения необходима для работников атомных электростанций, ликвидаторов аварий на этих станциях и на случай ядерной войны всем попадающим в зону ядерного взрыва (рис. 1.5).

Использование многослойного текстиля из нановолокон повышает эффект защиты от α -, β -, γ -радиации. Например, костюм космонавта (рис. 1.6) для выхода в открытый космос состоит из 14 слоев, последние 13-й и 14-й слои представляют собой комбинацию из мембранных (нанопоры) слоев из арамидных волокон.



Рисунок 1.5 – Защитный костюм от радиоактивного заражения

Такой костюм, защищает от всех видов радиации, имеющей в открытом космосе. Этот костюм является, безусловно, одним из самых высоких достижений инженерной мысли в защите человека в экстремальных условиях.



Рисунок 1.6 – Костюм космонавта для выхода в открытый космос

Выделяют два основных типа космических скафандров: жесткий и мягкий. И если первый может вместить внушительный функционал системы жизнеобеспечения и дополнительные защитные слои, то второй – менее громоздкий и значительно повышает маневренность космонавта.

К первому выходу человека в открытый космос (космонавт Алексей Леонов) космические скафандры разделились еще на три типа: для спасения в случае аварийной ситуации, для работы в открытом космосе (автономный), а также универсальный.

Например, российский космический скафандр «Орлан-МК» предназначен для ведения работ в открытом космосе. Модель МК применяется на международной космической станции (МКС) с 2009 года. Данный скафандр является автономным и способен поддерживать безопасную работу космонавта в открытом космосе в течение семи часов. В конструкцию «Орлан-МК» входит небольшой компьютер, который позволяет видеть состояние всех систем ска-

фандра во время внекорабельной деятельности, а также рекомендации в случае неполадок какой-либо из систем.

8. Текстиль для защиты человека от пуль, осколков, взрывных волн, колющих и режущих предметов (рис. 1.7). Защита тела (всего и по частям) человека от механических предметов, движущихся с относительно высокой скоростью, весьма сложная задача, в решении которой нуждаются, в первую очередь, армейский контингент, полиция, спортсмены и др. К этой группе риска относятся мотоциклисты, пилоты гоночных машин.



Рисунок 1.7 – Текстиль для защиты от пуль, осколков, взрывных волн, колющих и режущих предметов

Решение задачи лежит в плоскости эффективного погашения (диссипации) энергии, приходящейся на определенные участки тела. Такая защита может быть в большей или меньшей степени обеспечена специальной защитной одеждой. Но наиболее актуальна проблема защиты от всех перечисленных выше воздействий для армейского состава во время боевых действий. Бронежилет должен не только защищать, но и быть достаточно легким, гибким, удобным в носке, вписываться в общий боевой комплект. Основная часть мягкого защитного жилета – текстиль из высокопрочных волокон нового поколения (ароматические полиамиды, высокомолекулярный полиэтилен).

9. Текстиль для маскировки (камуфляж) в любое время суток и в любой местности (рис. 1.8). Задача ставилась и ставится военными во все времена. В настоящее время эту проблему следует разделить на два направления: маскировка в дневное время и маскировка в ночное время. Способы решения этих двух задач принципиально разные. Современные армии взяли на вооружение принцип «хамелеон», т. е. используют модифицированный механизм природной мимикрии хамелеона, способного при необходимости изменять окраску и рисунок, полностью сливаясь с окружающей природой. Для этого используют специальные хромные красители, изменяющие цвет под воздействием температуры, электрического и магнитного поля, pH-среды, УФ-лучей и других импульсов.

Текстильный материал, окрашенный хромными красителями, в который встроена система управления цветом хромных красителей, будет изменять свою окраску и рисунок в соответствии с окружающей средой (лес, луг, пустыня и др.).



Рисунок 1.8 – Защитный текстильный камуфляж

Задача, решенная для защиты солдат, перенесена и на мирные условия (двойные технологии): модная одежда, портьеры, занавесы, обои с эффектом «хамелеон».

Маскировка в ночное время возникла сравнительно недавно, в середине XX века, как ответ на появившиеся способы идентификации (приборы ночного видения) людей и техники ночью с помощью приборов, основанных на детекции ИК- (тепловизоры) и СВЧ-лучей (радары) от людей и техники. Защита от обнаружения приборами ночного видения, основанными на детекции ИК-излучения объекта наблюдения, решается с помощью специальной геометрии рисунка, полученного красителями, и меняющими определенный спектр поглощения и испускания в ИК области. В случае детекции с помощью тепловизоров используют технологию формирования на поверхности текстиля ультратонкой металлической (алюминий) пленки, отражающей и рассеивающей тепловые лучи.

Маскировку против детекции с помощью радаров (СВЧ) решают с помощью специальных мегамиaterialов, делающих объект полностью невидимым, как в случае текстиля с системой «стелс».

ТЕМА 2. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ

Вопросы:

1. Термическая безопасность текстильных материалов – основные понятия и определения. Ассортимент огнестойких текстильных материалов, сырье для их производства.

2. Технологии производства огнезащитных текстильных материалов их характеристики.

Термическая безопасность

При оценке термической безопасности текстильных материалов используют следующие основные понятия, термины и определения.

Группа горючести – классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению. Текстильные материалы и изделия из них по стойкости к пламени огня разделяются на три группы:

- 1) негорючие (асбестовые, стеклянные, металлические, углеродные, хлоридные и др.);
- 2) загорающиеся, но прекращающие горение и тление после удаления из пламени (шерстяные, полиамидные, полиэфирные и др.);
- 3) горючие, продолжающие гореть или тлеть после удаления из пламени (хлопчатобумажные, лубяные, вискозные и др.).



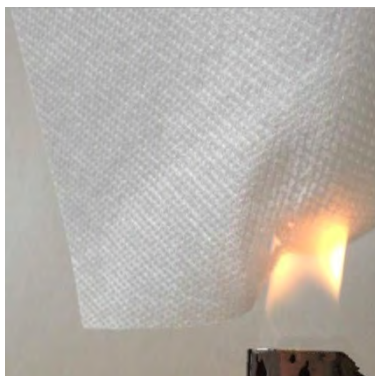
Огнестойкость – устойчивость текстильных материалов к пламени огня и термическому разрушению. К огнестойким относят негорючие и нетлеющие материалы. Высокая огнестойкость текстильных материалов и изделий из них характеризуется продолжительностью горения и тления не более 1–2 секунды после удаления источника огня.

Воспламеняемость – легкость или отсутствие возгорания, оценивается температурой и временем воспламенения материала. Наибольшей воспламеняемостью обладают горючие текстильные материалы «рыхлых» структур с большой общей пористостью, т. к. содержащееся в них значительное количество воздуха позволяет огню молниеносно распространяться по их поверхности. Например, шторы из горючих текстильных материалов могут содержать в своей структуре более 80 % воздуха.

Индекс распространения пламени – характеризует способность материала воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. Этот безразмерный показатель, скорее всего, наиболее полно определяет пожарную безопасность текстильных изделий бытового назначения в начальной стадии их контакта с открытым пламенем огня.

Продолжительность остаточного горения – одна из основных составляющих горючести текстильных материалов, характеризует продолжитель-

ность остаточного горения материала пламенем в секундах после удаления его из зоны огня.



Продолжительность остаточного тления (послесвечение) – время в секундах свечения пробы материала после ее удаления из зоны огня. Эти остаточные явления могут иметь наиболее тяжкие последствия для здоровья человека.

Обугливаемость – высота в мм почерневшего участка материала в результате термического разрушения волокон. Этот показатель в отдельных случаях может характеризовать защитные функции текстильных изделий при воздействии на них прямого пламени огня.

Коэффициент дымообразования – показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при горении пламенем или термоокислительной деструкции (тлении) определенного количества материала. Для текстильных материалов эффект дымообразования может иметь тяжелые негативные последствия при их массовом возгорании, например, при пожаре на складе их хранения.

Показатель токсичности продуктов горения – отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала продукты горения вызывают гибель 50 % подопытных животных. Этот показатель целесообразно использовать во всех случаях оценки пожарной безопасности текстильных материалов. И особенно для тех, которые применяют в замкнутом пространстве. Например, материалов интерьера различных помещений, обивок в салонах самолетов, автомобилей и т. п.

Термостойкость – способность текстильных материалов и изделий из них выдерживать воздействие повышенных температур при сохранении внешнего вида, структуры и свойств.

подавляющая часть текстиля производится из волокон на основе органических полимеров, поэтому они все способны гореть с разной скоростью, сгорая полностью сразу или сначала расплавляясь.

Теплофизический механизм горения текстильных материалов общий с другими видами в разной степени горючих материалов. Этот механизм включает в себя подвод к материалу источника горения и наличия кислорода, нагрев до температуры воспламенения (характерной для данного материала и условий

горения), пиролиз (терморазложение) материала с выделением газообразных продуктов горения. Устойчивое горение поддерживается, если теплота сгорания выше уноса теплоты. Общий химизм процесса горения органических материалов – радикально-цепные реакции, протекающие при высокой температуре (термоокислительная деструкция). Каждый волокнообразующий полимер и волокно на его основе имеют специфику химизма горения.

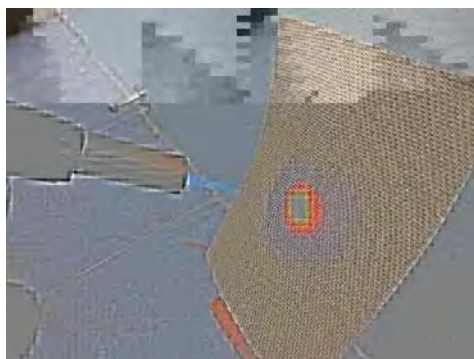
Исходя из теплофизики и химизма горения, ингибиторы горения (антипирены) должны оказывать тормозящее влияние на стадию пиролиза, обрывать радикально-цепные реакции, связывать горючие продукты сгорания.

В качестве антипиренов используют неорганические вещества в комбинации с азотосодержащими веществами. Существует множество промышленно выпускаемых антипиренов с большей или меньшей ингибирующей способностью. Нанесение и фиксацию на текстиле этих препаратов проводят по классической технологии: пропитка, сушка, термообработка.

Стабильный эффект огнезащиты текстиля достигается, если антипирен вступает в химическую связь с полимером волокна или закрепляется с помощью связующих полимерных композиций.

К тканям, которые не горят, относится давно известная, используемая при температуре до 500 °С, негорючая асбестовая ткань. Изготавливаемая на основе природного слоистого минерала асбеста, она не содержит сгораемых органических веществ, поэтому в полном смысле слова является негорючей.

Второй вариант тканей, из которых изготавливается огнеупорная спецодежда для сварки, защитные костюмы для работы в горячих цехах – это натуральные материалы высокой плотности, изготовленные из хлопка, льна. Например, брезентовая ткань, дополнительную стойкость к непосредственному контакту с открытым огнем, высокотемпературному тепловому воздействию которой придает огнезащитная пропитка различными видами антипиренов. Эта ткань по своим свойствам огнестойкая, так как способна небольшой период сопротивляться пламени, высокой температуре, что позволяет надежно защитить человека, одетого в спецодежду, изготовленную из нее, в зоне прямого контакта с негативными факторами воздействия.



Кроме этих наиболее известных примеров, существует много других видов как негорючих, так и огнестойких текстильных материалов, используемых в самых различных областях деятельности.

В зависимости от компонента, являющегося основой для производства негорючих или огнестойких тканевых материалов, различают следующие виды тканей (рис. 2.1, 2.2):

Кремнеземные. Их называют также силикатными, кварцевыми. Их изготавливают из SiO_2 – кремнезема (диоксида кремния), кварца, других силикатов. Такие материалы устойчиво работают до температуры 1250 °С, разрушаясь только выше 1700 °С. Обладают низким коэффициентом теплопроводности, высокими электроизоляционными свойствами, экологически безопасны.

Стеклоткани. Это материалы, выдерживающие кратковременный нагрев до 700 °С, резкое охлаждение до – 200 °С, постоянно эксплуатируемые при температурах до 550 °С. Отличительные характеристики – небольшой вес, высокая прочность на разрыв, низкий коэффициент линейного расширения, диэлектрические свойства; устойчивость к воздействию ультрафиолета, влаги, микроорганизмов.

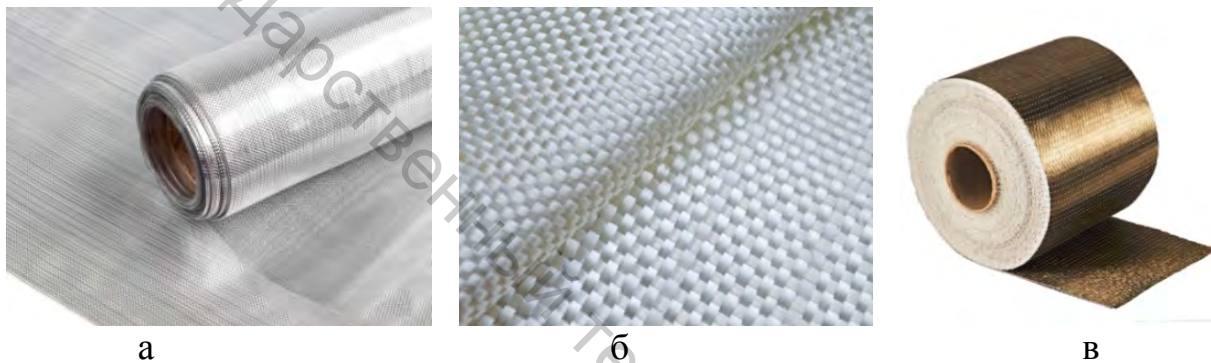


Рисунок 2.1 – Огнестойкие ткани:
а) кремнеземная, б) стеклоткань, в) базальтовая

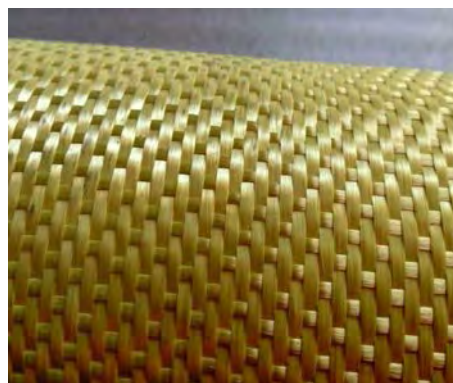
Базальтовые. Изготавливаемые из волокон базальта методом его расплава. Выдерживают температурное воздействие до 700 °С. Производят также нетканый огнезащитный базальтовый материал, используемый для конструктивной огнезащиты металлических конструкций, заполнения проемов в противопожарных преградах.

Углеродные (рис. 2.2 а). Их получают плетением из нитей, изготовленных из волокон чистого углерода. Они легкие, устойчивы к растяжению, выдерживают повышение температуры до 370 °С, но при этом способны к линейному расширению.

Арамидные (рис. 2.2 б). Это наиболее инновационные ткани, получаемые из полимеров – ароматических полиамидов. Они чрезвычайно прочны, вплоть до изготовления из них бронежилетов; стойки к огню, интенсивному тепловому воздействию до температуры 400 °С.



а



б

Рисунок 2.2 – Огнестойкие ткани:

а – углеродная, б – арамидная

Полиэфирные. Изготавливаются из полиэфирных нитей с высоким содержанием соединений фосфора. При воздействии открытого огня не воспламеняются, не плавятся, обугливаются, уменьшаясь в размерах. А также различные виды пошивочных, отделочных тканевых материалов, подвергнутых огнезащитной обработке методами окунания, напыления антипиренов. После такой пропитки их сложно поджечь низкокалорийными источниками огня, они не горят, а обугливаются.

Для рукавиц, входящих в комплекты специальной одежды пожарных, работников горячих цехов металлургических, энергетических производств, используют углеродные, кремнеземные, базальтовые стойкие к огню материалы, а также стеклоткани, являющиеся поверхностным слоем как средств для защиты рук, так и спецодежды в целом.

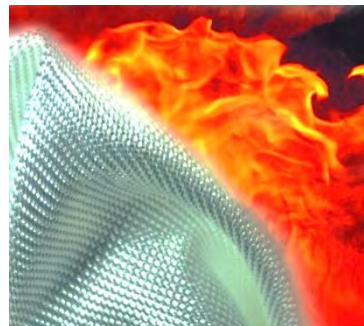
Из стекловолоконных, асбестовых тканей изготавливают противопожарные полотна/кошмы, являющиеся эффективным подручным средством тушения небольших по площади очагов возгорания на пожароопасных производствах, в ходе проведения огневых работ.

Кремнеземные, базальтовые тканевые, нетканые материалы применяют для теплоизоляции теплогенерирующих агрегатов, трубопроводов, в том числе транспортирующих горючие жидкости. Например, для трубы подачи топочного мазута в котел тепловой электростанции, для потоковой фильтрации, в качестве заполнения огнепреградителей при транспортировке горючих жидкостей, в качестве огнестойких тепловых экранов в металлургических цехах, газосварочных производственных участках, при производстве рулонных противопожарных штор, экранов, занавесов, в строительстве, в качестве негорючих воздухопроницаемых мембран, покрытий утеплителей перекрытий; ветрозащиты, пароизоляции крыш, фасадов зданий.

Арамидные, углеводородные ткани, будучи менее стойкими к огню, более дорогими по сравнению с кремнеземными, базальтовыми стекловолоконными материалами, реже, но также используются как вставки, элементы при производстве спецодежды, в технических производственных целях.

Текстильные материалы с огнезащитной пропиткой

Специальная одежда, костюмы, мебельные ткани с огнезащитной обработкой специальными пропитками изготавливаются также из льняных, хлопковых тканей высокой плотности и толщины материала. Используются газосварщиками, кузнецами, работниками котельных, горячих цехов других производств.



Пропитка, как правило, осуществляется на стадии заключительной отделки тканей с использованием стандартного отделочного оборудования.

Торговые марки огнестермостойких тканей

На рынке представлено много видов и торговых марок, как абсолютно негорючих, так и огнестойких тканей.

Строительная ткань Tend – это негорючий материал, соответствующий группе НГ, классу опасности КМ0. Используется в качестве паро-, ветро-, теплоизоляционного материала вентилируемых фасадов, крыш, перекрытий зданий. Материал стоек к воздействию влаги, агрессивных сред, резким перепадам температуры, воздействию лучей ультрафиолетового спектра. Термически стойкая кремнеземная ткань КТ-11. Содержание SiO_2 – до 99 %. Основные качества – огнестойкость до 1200 °С (длительно), прочность, диэлектрические, экологические свойства, что делает ее многофункциональным материалом.

Базальтовая ткань ТБК-100 с покрытием металлической фольгой. Рабочий диапазон температур – от – 200 до + 650 °С, плавится при 1100 °С. Используется при производстве рулонных кровельных материалов, в качестве термической изоляции.

Ткань izoltex изготавливается из стекловолокна. Рабочая температура – до 560 °С, максимальная краткосрочно – 700 °С. Обладает отличными теплоизоляционными свойствами, химически инертна к сильным органическим, минеральным кислотам, концентрированным растворам щелочей. Отличный заменитель асбестовых тканей, используемый в строительстве, различных отраслях производства.

Кевлар, арселон, терлон, кермель, номекс – это различные торговые марки, названия видов арамидных тканей, термически стойких в диапазоне от 250 до 400 °С.

Для огнезащитной обработки натуральных тканей используют пропитки: «Негорин-ткань», «ОГНЕЗА-ПО», «Нортекс», «АНТАЛ ТМ», не изменяю-

щие их внешний вид, не снижающие прочность, не имеющие неприятного запаха.

ТЕМА 3. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вопросы:

1. Виды защитных текстильных материалов, сырье для их производства, области их применения.
2. Технологии производства электропроводной пряжи.
3. Современные технологии и оборудование для производства пряжи, тканей, трикотажных полотен и нетканых материалов с металлизированным напылением.

С каждым годом проблема защиты от воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ) становится все острее, так как нет ни одной сферы деятельности человека, где бы ни применялись устройства, создающие излучения (рис. 3.1). Ежегодно в мире выпускаются миллионы компьютеров, телевизоров, радиотелефонов, микроволновых печей и другой бытовой техники. Масштабы источников ЭМИ на военных объектах, в промышленности, средствах связи, в энергетике существенно больше.



Рисунок 3.1 – Источники электромагнитного излучения

Огромное влияние оказывают на человека электромагнитные излучения, исходящие от солнца, из космоса, от геопатогенных зон земли. Люди, живущие и работающие вблизи линий высоковольтных электропередач, радиолокационных станций и других ЭМИ, страдают различными формами раковых заболеваний в 3 раза чаще. Излучения вызывают функциональные и клинические нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, а также приводят к повышению давления, ухудшению сна и общего состояния организма, образованию катаракты и отслоению сетчатки глаза.

На данный момент наиболее удобным средством защиты человека и приборов является металлизированная ткань, пришедшая на замену металлических листов и сеток.

Разработка текстильных материалов с металлическими покрытиями для использования в качестве высокоэффективных гибких электромагнитных экранов и поглотителей электромагнитного излучения в X-диапазоне (X-band) является актуальной научной задачей современности.

Интенсивное развитие имеет производство синтетических волокон, наполненных наночастицами оксидов металлов: TiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , MgO . Такие волокна приобретают особые свойства: фотокаталитическую активность; УФ-защиту; антимикробные свойства; электропроводность; грязеотталкивающие свойства; фотоокислительную способность в различных химических и биологических условиях.

Металлизированный текстиль (рис. 3.2) – ткань с металлическим покрытием – инновационный продукт, который может изменить классическое представление о текстиле.

Не теряя своих привычных свойств, свойственных текстилю, таких как воздухопроницаемость, драпируемость, прочностные характеристики, текстиль приобретает дополнительные свойства, присущие металлам – электропроводность, высокое отражение и экранирование электромагнитного и теплового излучения.

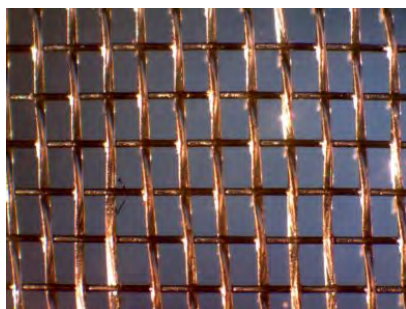


Рисунок 3.2 – Пример металлизированной ткани

Функции металлизированной ткани

1. Экранирование и отражение электромагнитного излучения.

Данное свойство позволяет изготавливать одежду, либо отдельные элементы, защищающие человека от воздействия вредного электромагнитного излучения, элементы интерьера и мебели для устранения геопатогенных зон от

земного излучения, а также защитные устройства для предотвращения утечки информации из служебных помещений.

2. Отражение теплового излучения.

Данное свойство позволяет изготавливать детали военного снаряжения и специальных костюмов для снижения заметности в приборах инфракрасного диапазона, а также экраны для защиты от ИК-излучения и элементы спецодежды для пожарных и рабочих горячих цехов.

3. Электропроводность ткани.

Это позволяет изготавливать элементы пылевых антистатических фильтров для взрывоопасных и пожароопасных производств и спецодежду не допускающую накопление статического электричества для работников газовой, нефтехимической и электронной промышленности.

Рост производства и использования металлизированных текстильных материалов на сегодняшний день связан, прежде всего, с ростом количества источников электромагнитного «загрязнения» окружающей среды, вызванного появлением сотовой связи, персональных компьютеров и других источников ВЧ- и СВЧ-излучения.

Изготовление одежды, экранирующей от электромагнитных полей, ИК-излучения, получение текстильных материалов с антистатическими, бактерицидными, электропроводящими, радиоотражающими, теплоотражающими и другими специальными свойствами требует использования **металлизированных текстильных материалов**.

Металлизированные ткани и нетканые материалы по своим свойствам более универсальны, чем металлизированные пленки, производство которых налажено, но которые не пригодны для изготовления одежды и других изделий. Другое дело – металлизированный текстильный материал.

Ткани, как известно, пропускают через себя водяные пары и воздух, они хорошо драпируются, прекрасно облегают любые выступы и впадины покрываемых поверхностей, устойчивы к физико-механическим воздействиям и, наконец, они намного долговечней пленок.

Существующие методы металлизации текстильных материалов из растворов электролитов экологически вредны, поскольку при их производстве используются агрессивные и токсичные вещества, требующие утилизации.

Текстильные материалы, металлизированные **электрохимическим методом**, имеют плохой товарный вид, жесткий гриф, покрытие обладает недостаточной адгезией к субстрату. Кроме того, данный способ не позволяет с достаточной точностью контролировать электропроводность ткани и другие ее свойства, имеющие большое значение для дальнейшего применения.

Существует также возможность металлизации текстильных материалов **методом вакуум-термического испарения**. Однако этот способ ограничивается возможностью напыления на текстильные материалы только тонких пленок алюминия, что существенно ограничивает его применение. Кроме того процесс с трудом поддается контролю и получение тонких пленок алюминия заданной толщины (сопротивления) весьма проблематично.

ООО «Ивтехномаш» предлагает использовать для металлизации текстильных материалов **метод магнетронного распыления**, получивший широкое применение в микроэлектронике, однако до сих пор практически не применявшийся в текстильной промышленности.

Метод основан на использовании аномального тлеющего разряда в инертном газе с наложением на него кольцеобразной зоны скрещенных неоднородных электрического и магнитного полей, локализирующих и стабилизирующих газоразрядную плазму в прикатодной области.

Положительные ионы, образующиеся в разряде, ускоряются в направлении катода, бомбардируют его поверхность в зоне эрозии, выбивая из нее частицы материала. Покидающие поверхность мишени частицы осаждаются в виде пленки на подложке (ткани). Высокая кинетическая энергия частиц обеспечивает хороший уровень адгезии образующейся пленки к подложке.

Метод магнетронного распыления реализуется в достаточно глубоком вакууме (порядка 5×10^{-5} мм рт.ст.) и позволяет наносить на ткани тонкие пленки меди, алюминия, титана, латуни, серебра, нержавеющей стали, бронзы и других металлов и их сплавов.

Способ позволяет наносить на текстильные материалы также соединения некоторых металлов с кислородом или азотом. Например, можно наносить на поверхность тканей нитрид титана, получая ткань, окрашенную «под золото» или ткани с перламутровым эффектом.

Особенно необходимо отметить тот факт, что данный способ практически не загрязняет окружающую среду. Отсутствует необходимость в использовании каких-либо химических материалов, а значит – в очистке сточных вод, что должно компенсировать затраты, связанные с повышенным энергопотреблением оборудования в связи с необходимостью достаточно глубокого вакуумирования и использованием магнетрона.

Установка оборудования не требует наличия специальных инженерных коммуникаций: станций очистки сточных вод, парогенераторов и паропроводов, химстанций и т. п. Это позволяет использовать данное оборудование даже в условиях малых предприятий.

Напыление слоя металла приводит к появлению у ткани электрической проводимости. В отличие от других способов металлизации, способ **магнетронного распыления** позволяет достаточно тонко регулировать **толщину металлического слоя**, а значит и его сопротивление, что очень важно при создании структур с определенной проводимостью. Появление проводимости приводит к тому, что синтетические ткани или нетканые материалы приобретают антистатические свойства.

Это весьма важно, например, для создания искробезопасных фильтров используемых на взрывоопасных производствах (угледобывающая, деревообрабатывающая, пищевая промышленность).

Появление проводимости дает возможность получать материалы, **экранирующие электромагнитные излучения**. Это может быть использовано при создании легких, прочных, долговечных и декоративно привлекательных ра-

диоэкранирующих и маскирующих в широком диапазоне частот (от ИК до СВЧ) материалов.

Цикл проведенных исследований позволил в 2006 году наработать экспериментальные партии экранирующих тканей и пленок, из которых были изготовлены и успешно испытаны экспериментальные партии маскирующих комплектов, применяющихся для маскировки военной техники и войсковых объектов на летнем растительном фоне от оптических и радиолокационных средств разведки.

Магнетронный способ напыления является весьма экономичным. При определенных параметрах обработки возможно нанесение **сверхмалых количеств металлов**. Это полезно при напылении дорогостоящих металлов и сплавов, например, серебра, небольшое количество которого, как известно, может придавать материалам бактерицидные свойства или металлов платиновой группы, используемых в качестве катализаторов.

Примеры:

1. Нанесение нанопокрyтия различных металлов (хром, медь, титан) на поверхность опытной ткани было осуществлено в условиях лаборатории кафедры «Защита информации» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (г. Минск).

Нанесение наноструктурированных пленок меди, титана и хрома на опытный образец ткани осуществлялось вакуумно-дуговым осаждением в вакууме и среде углекислого газа (CO_2) при следующих параметрах: остаточное давление $3 \cdot 10^{-3}$ Па, давление газа $1,5 \cdot 10^{-1}$ Па, ток катодной дуги 55А. Время осаждения от 5 до 20 мин. Толщина покрытия 0,1–1,5 мкм (на образцах-свидетелях – 0,4 мкм).

2. Исследование структуры наноразмерных покрытий и экранирующей способности (экранирующих характеристик – коэффициентов ослабления и отражения ЭМИ) ткани, выработанной с использованием комбинированной льно-содержащей электропроводящей нити в утке, проводилось там же на растровом электронном микроскопе.

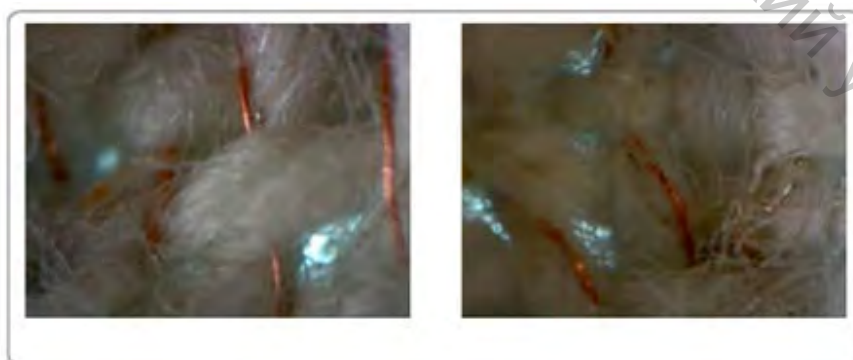


Рисунок 3.3 – Структура экранирующей ткани с использованием комбинированной пряжи с медной проволокой под микроскопом

Измерения экранирующих характеристик ткани с нанопокрытием проводили с помощью анализатора цепей и волнового измерителя в диапазоне 8–12 ГГц. На рисунке 3.3 приведена фотокопия фактурной поверхности экранирующей ткани, сделанная с помощью микроскопа (коэффициент увеличения 63).

Проведенные исследования показали перспективность использования гибких электромагнитных экранов и поглотителей магнитного излучения на основе текстильных материалов с металлическими покрытиями и их высокую эффективность в X-диапазоне (X-band), то есть диапазоне, применяемом для наземной и спутниковой радиосвязи. Основные преимущества тонкопленочных радиопоглощающих покрытий на основе наноструктурированных пленок меди, серебра, титана и хрома:

- использование одного вида покрытий с высокими значениями коэффициентов отражения в диапазоне частот 0,7–18 ГГц;
- высокие механическая прочность и термостойкость;
- экологически чистая и безотходная технология получения.

На рисунке 3.4 и 3.5 представлены примеры текстильных материалов с металлизированным покрытием.



Рисунок 3.4 – Полиэфирная ткань, металлизированная серебром



Рисунок 3.5 – Структура иглопробивного нетканого текстильного материала с наноразмерным медным покрытием

Технология может быть использована при создании на текстильной основе легких, прочных, долговечных и декоративно привлекательных радио экра-

нирующих материалов, а также радиопоглощающих материалов, обладающих маскирующими свойствами в СВЧ-диапазоне.

ТЕМА 4. ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТОЙ

Вопросы:

1. Текстильные материалы для гигиенической защиты – виды, состав, области применения.
2. Технологии производства гигиенических защитных текстильных материалов.

В последние годы, особенно в Европе, наблюдается заметная тенденция к производству текстильных изделий с дополнительными полезными свойствами.

При этом все большее значение придается антимикробной отделке (в секторе текстиля для домашнего обихода и одежды лучше называть ее **гигиенической защитной отделкой**, рисунок 4.1). Ранее имевший место в промышленности и в торговле скептицизм по отношению к химическим отделкам постепенно исчезает – полезность товара в результате таких отделок и получаемая выгода на рынке становятся очевидными.



Рисунок 4.1 – Текстильные материалы с гигиенической защитой

Отношение потребителя к антимикробной защите текстильных материалов также заметно меняется. Кроме того, потребителями все чаще становятся востребованными такие характеристики текстильных материалов, как «Био» и «на 100 % натурально». Именно данные характеристики все чаще рассматриваются потребителями как главные аргументы в пользу приобретения товара.

Проблема антимикробной защиты текстильных материалов

Бактерии, плесневые грибки и дрожжи живут и развиваются всюду, где есть для них соответствующие условия – влага, питательная среда (углеводы),

подходящая температура. Такие материалы как текстиль (само волокно либо текстильно-вспомогательные вещества на обработанной ткани) являются благодатной питательной почвой для множества микроорганизмов. Проявления их чрезмерного роста на текстильных изделиях (рис. 4.2) разнообразны и крайне нежелательны: наряду с образованием запаха, с появлением плесневых пятен и изменением окраски они могут привести к потере функциональных свойств материала, например, его эластичности или разрывной прочности.

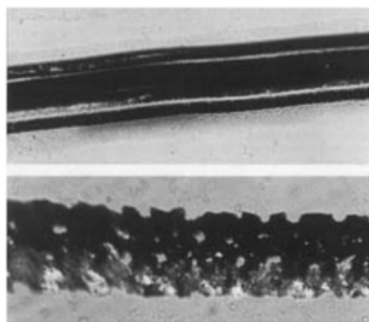


Рисунок 4.2 – Размножение микробов на эластичном волокне

Чтобы предотвратить воздействие микроорганизмов, текстильные материалы в процессе их производства подвергают антимикробной обработке, в результате чего рост микроорганизмов надежно и на длительное время предотвращается, текстильные изделия сохраняют свой характерный вид и свои функциональные свойства.

Пример:

Матрасные текстильные материалы фирма **Bekaert Mattress Ticking B. V.**, дочерняя компания фирмы Bekaert Textiles of Belgium, изготавливает материалы для матрасных чехлов и уже в течение нескольких лет применяет антимикробную отделку препаратом Санитайзед (Sanitized) (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – Матрасные текстильные материалы фирмы Bekaert Mattress Ticking B. V.

Решение проводить такую обработку текстиля было принято с целью завоевать ведущее положение на рынке благодаря повышению качества своей продукции. Выполнению этой задачи способствовали две предпосылки.

Во-первых, гигиеническая отделка хорошо «вписывается» в данную зону применения текстильного материала.

При использовании постельных принадлежностей (матрасы, одеяла, подушки и др.) из-за выделяемых телом влаги и тепла они становятся идеальными местами для размножения микроорганизмов.

Защита, обеспечиваемая простынями, пододеяльниками и наволочками, слишком мала, и значительная часть влаги и содержащиеся в ней питательные для микроорганизмов вещества попадают в постельные принадлежности, чаще всего не подлежащие стирке.

Во-вторых, антимикробная отделка матрасного текстильного материала исключает возможность роста бактерий и плесневых грибов и тем самым создает гигиеническую защиту постели.

Предметы одежды, имеющие контакт с кожей, и спортивные текстильные изделия, как правило, часто стираются, и в результате они имеют довольно короткий срок службы. В этом случае еще острее стоит проблема гигиеничности изделия – качества, которое в отличие от требований к постельным принадлежностям для покупателя явно небезразлично и, как правило, имеет решающее значение для приобретения товара.

Как было указано выше, микроорганизмы, особенно бактерии, в идеальных условиях могут стремительно размножаться. Влажность, питательная среда и тепло – три фактора, возникающие при контакте одежды с телом человека.

Бактерия *Pseudomonas aeruginosa*, вызывающая образование запаха, может, например, в течение 4 часов размножиться от 1000 шт. в 1 мл жидкости до 10 миллионов. Вещества пота под действием бактерий превращаются в различные, часто плохо пахнущие вещества (карбоновые кислоты, альдегиды и амины), так что носки, дамские чулки и другие предметы одежды, одеваемые непосредственно на тело, очень быстро приобретают запах.

Целью гигиенической защитной отделки носков, чулок и спортивных изделий (как примеры) является удовлетворение требований потребителя в гигиенической свежести и в целом в его хорошем самочувствии и уверенности в себе.

Пятьдесят участников испытания в течение 25 дней носили необработанные и с антимикробной отделкой шерстяные носки. Каждый день носки стирали при 40 °C и на следующий день участники испытаний их снова надевали.

Через каждые пять дней перед и после стирки определялось число бактерий на носках. Испытания показали, что независимо от числа стирок биологический контроль носков с антимикробной отделкой дает постоянно один и тот же результат, а именно почти не было отмечено поражения изделий бактериями (рис. 4.4).

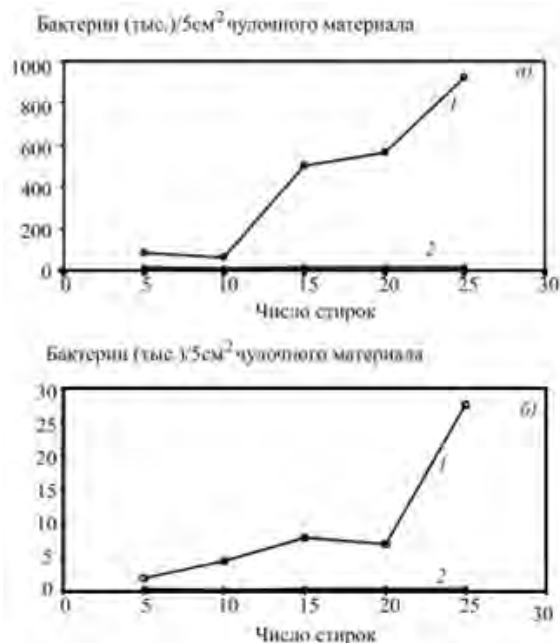


Рисунок 4.4 – Изменение по дням количества бактерий на чулочном, носочном материале перед стиркой (а) и после стирки (б): 1 – необработанный материал; 2 – материал, обработанный препаратом Sanitized

С точки зрения комфортности это означает, что после длительного пользования носки не приобретают неприятного запаха. Необработанные носки, напротив, уже по истечении нескольких дней или стирок оказались существенно поражены бактериями.

В результате были созданы и запущены в производство чулочно-носочные изделия с антибактериальной гигиенической защитой, т. н. «антибактериальные дезодоранты-носки» (рис. 4.5).

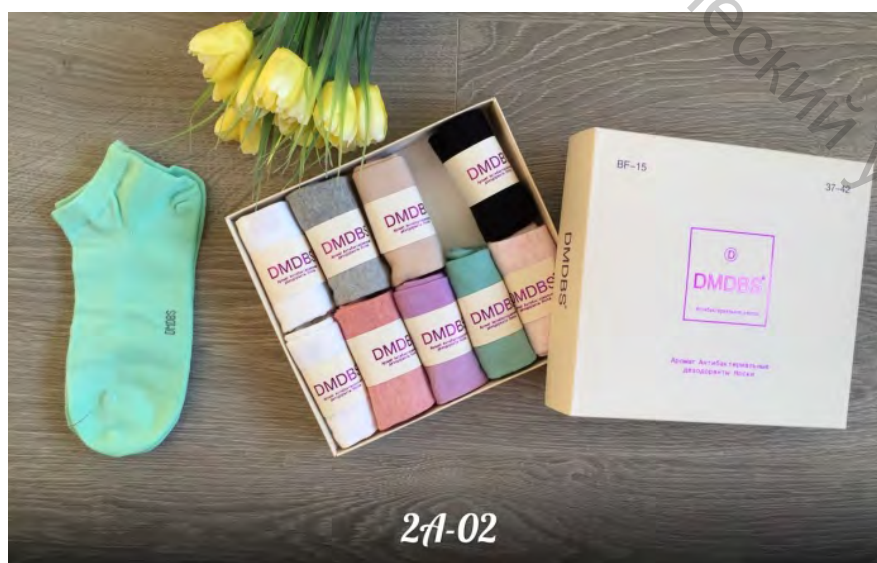


Рисунок 4.5 – Антибактериальные дезодоранты-носки

О технологии нанесения гигиенической защитной отделки

Гигиенические защитные отделки обычно основаны на комбинации активных веществ, которые находят применение в косметике. Их эффективность и переносимость человеком подтверждаются многочисленными испытаниями.

За счет адгезии отделочных препаратов к волокну, а также из-за их практической нерастворимости в воде, действие этих препаратов на волокне сохраняется длительное время, как правило, в течение всего гарантированного срока службы изделия.

В настоящее время существуют две принципиальные технологии придания антимикробной отделки.

По одной технологии биологически активные вещества могут добавляться в синтетическое волокно при прядении. Этот метод обеспечивает миграцию активных веществ, что очень важно, так как только расположенные по всей поверхности волокна частицы могут дать защитный эффект. Полиакрилонитрильные, ацетатные или полипропиленовые волокна с антимикробной отделкой уже представлены на рынке. Для других типов синтетических волокон придание антимикробной отделки из-за высоких температур при переработке представляется проблематичным.

По второй, более гибкой технологии, заключительная отделка осуществляется на стадиях производства пряжи или ткани. В большинстве случаев заключительная отделка включает ряд технологических процессов, например, нанесение смягчителей, препаратов грязеотталкивающей отделки и т. д. Из-за множества типов волокон и их комбинаций подобрать подходящий препарат для отделки можно только путем проведения предварительных испытаний.

Контроль качества гигиенической защитной отделки

Гигиенические защитные отделки только тогда хорошо выполняют свою «службу», когда они незаметны и не создают неудобств в применении изделий.

Гарантия эффективности отделки обеспечивается путем регулярного контроля качества, проводимого в специальных лабораториях.

Как пример такого контрольного исследования можно назвать испытание диффузии микроорганизмов на текстильном материале, помещенном в питательную среду из агара (рис. 4.6).

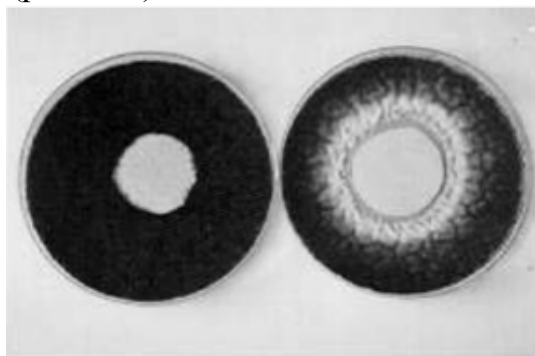


Рисунок 4.6 – Контроль эффективности антимикробной отделки материала: а – чаша Петри с необработанным материалом на питательной среде из агара; б – чаша Петри с текстильным материалом, обработанным препаратом Sanitized на питательной среде из агара

Как видно из представленного рисунка на необработанном материале (рис. 6 а) бактерии развиваются беспрепятственно по всей поверхности материала, на материале же, обработанном препаратом Sanitized вокруг пробы формируется защитная зона, в которой бактерии не размножаются.

Этот способ быстро и надежно дает представление об эффективности гигиенической защиты текстильного материала.

Разработаны также и другие различные методы испытаний в соответствии с требованиями, предъявляемыми к антимикробной отделке в зависимости от области применения текстильных изделий.

ТЕМА 5. ПРОИЗВОДСТВО ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Вопросы:

1. Защитный текстиль в промышленности – виды, состав, сферы применения.
2. Производство специальной защитной рабочей одежды – применяемые ткани, их структура, свойства, способы производства.

Спецодежда защищает здоровье сотрудника и делает работу более комфортной. На нее приходится повышенные нагрузки, поэтому для пошива рабочей экипировки используют специальные ткани. Среди них как традиционные, давно известные материалы (сукно, брезент, бязь), так и новые разработки (мембраны, синтетические утеплители).

Особенности тканей для спецодежды

1. Высокая прочность. Защитные свойства тканей для спецодежды зависят от их устойчивости на разрыв, стойкости к истиранию. Качественный прочный материал не должен вытягиваться при активной носке или после стирки.

2. Дополнительная защита от негативных факторов. Для изготовления термостойкой, влагозащитной, химически устойчивой спецодежды необходимы материалы с соответствующими характеристиками. Ткани со специальными защитными свойствами востребованы в химической промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях.



3. Практичность. Материалы не теряют свой вид и эксплуатационные характеристики после стирок, легко очищаются, не линяют, быстро сохнут.

4. Гигиеничность и удобство. Рабочая одежда должна быть комфортной, поэтому предпочтение отдается воздухопроницаемым материалам, не натирающим кожу.

5. Безопасность. В спецодежде часто приходится работать целый день, поэтому ее шьют из гипоаллергенных материалов.

Виды тканей для защитной спецодежды и их характеристики

Для пошива курток, брюк, костюмов и других вещей используют широкий спектр материалов. В зависимости от сезонности, условий работы и типа одежды применяют различные утеплители, подкладки, наполнители. Особое внимание уделяется материалу верха, который может быть улучшен специальными пропитками (водоотталкивающими, огнеупорными, антибактериальными).

Классификация и характеристика тканей для рабочей одежды зависит от их состава. Выделяют материалы на основе натурального сырья, синтетические и смешанные.

Натуральные материалы

Самое широкое распространение получили хлопковые ткани. Они хорошо дышат, поэтому носить сшитые из них вещи комфортно. Кроме того, хлопок быстро сохнет в жару и согревает в прохладную погоду. Для некоторых видов рабочей одежды также используют лен, шерсть.

Вот несколько самых популярных видов натуральных тканей:

1. **Бязь.** Для спецодежды используют материал плотностью от 145 г/м² – устойчивый к износу, прочный, но достаточно легкий. Из бязи часто шьют вещи для медиков, поваров, обслуживающего персонала.

2. **Саржа.** Ткань на хлопковой основе, которая отличается от бязи по структуре. Саржевое переплетение нитей обеспечивает высокую плотность, дает гладкую матовую поверхность готового материала.

3. **Брезент.** Очень плотная ткань с огнеупорной пропиткой, подходит для пошива костюмов сварщиков, прочных рабочих рукавиц.

4. **Сукно.** Теплый шерстяной материал, который защищает как от низких, так и от высоких температур.

5. **Молескин.** Хороший выбор для случаев, когда нужны недорогие легкие ткани со специальными защитными свойствами. Молескин имеет плотную, устойчивую к загрязнениям хлопковую основу. Обработка огнезащитными составами делает его устойчивым к высоким температурам, попаданию раскаленных частиц. Поэтому из молескина часто шьют одежду для сварщиков.

Синтетические материалы

Синтетические материалы делают из искусственных волокон. Сырьем для них служат нефтепродукты, целлюлоза и другие вещества. Можно выделить

несколько общих характеристик тканей на синтетической основе:

- небольшой вес;
- простая стирка;
- быстрое высыхание;
- стабильность формы;
- небольшая гигроскопичность;
- способность накапливать статическое электричество.

Один из самых популярных синтетических материалов – **Оксфорд**. Это ткань из полиэстера или нейлона с дополнительным водоотталкивающим покрытием. Оксфорд хорошо подходит для рабочей, туристической, камуфляжной одежды.

Для теплых вещей часто используют **флис**. Это мягкий, легкий и комфортный утеплитель. В отличие от многих других искусственных тканей, он хорошо пропускает воздух.

Для зимней рабочей одежды часто используют **мембранные ткани**. Они не промокают снаружи, но пропускают влагу изнутри. Поэтому сшитые из них вещи одновременно защищают от дождя и не создают эффект «парника».

Смешанные ткани

К этой категории относят материалы, в составе которых есть натуральные и искусственные волокна. Технические характеристики тканей смешанного типа объединяют в себе свойства хлопка и синтетики. Они хорошо пропускают воздух, долго держат форму, не склонны к усадке, хорошо отстирываются. Популярны следующие виды смесовых материалов:

- **Грета**. Наружная поверхность Греты состоит из полиэфирных волокон, внутренняя – из хлопковых. Это дает хорошее сочетание комфорта и износостойкости;

- **ТиСи и Саттори**. Похоже по характеристикам ткани, содержащие 65 % полиэстера и 35 % хлопковых волокон. Оба варианта гигиеничны, способны пропускать воздух, долго сохраняют форму;

- **Рип-стоп**. Смесовый материал, усиленный армированными нитями. Рип-стоп обладает улучшенными защитными характеристиками. Если порвать или порезать его, повреждения не распространяются по полотну.

Какой материал выбрать для спецодежды?

Оптимальные характеристики тканей для спецодежды зависят от ее назначения. Так, для медицинских костюмов и халатов особо важна гигиеничность, комфорт, практичность, отсутствие ворса, гипоаллергенность. Такие модели одежды должны выдерживать не только обычную стирку, но и антибактериальную обработку.

Для дорожных служб необходима экипировка из флуоресцентных тканей ярких цветов. Отдельные элементы таких костюмов или жилетов изготавливаются из светоотражающих материалов, заметных в темноте.

Во многих отраслях важны дополнительные защитные свойства тканей для спецодежды. Например, при работе с химикатами нужна экипировка, устойчивая к кислотам, щелочным растворам. А сотрудникам рыбообрабатывающих предприятий необходима водоупорная одежда, которая не пропускает влагу и легко отмывается от загрязнений.

Защитный текстиль и одежда

Это вид изделий находит очень широкое применение в промышленности (защитная одежда работников опасных и вредных предприятий, силовых структур, спасателей, пожарных, медработников, спортсменов; одежда для отдыха, туризма).

В зависимости от области применения защитного текстиля и одежды набор свойств (функций), которыми они должны обладать, может отличаться, но достаточно часто определенные свойства являются общими для материалов и защитной одежды различного назначения.

Основные свойства, которые необходимо придать большинству видов защитной одежды: водо- и маслоотталкивание; огнестойкость (огнезащищенность); антимикробность.

Из дополнительных свойств можно отметить защиту от вредных токсичных веществ в твердой, жидкой и газообразной форме; защиту от различных видов радиации (γ , α , β , УФ); защиту от пуль, осколков снарядов, взрывной волны; защиту от обнаружения людей и техники в дневное и ночное время (маскировка); беспроводную связь (коммуникации) с внешним миром.

Водо- (гидро) и масло- (олео) отталкивающие свойства. Эти свойства достигаются традиционными химико-технологическими приемами нанесения и закрепления на текстиле гидро- и олеофобных веществ.

Изучение вопроса биологами, ботаниками, химиками, материаловедцами, нанотехнологами показало, что в природе свойства сообщает наличие на поверхности тонкого слоя гидрофобного вещества (в основном жирных высших кислот – стеариновой, пальмитиновой). Но это не только гидрофобная пленка. Она, что чрезвычайно важно, имеет наношероховатую поверхность. Поэтому капли воды не могут удержаться на ней и легко скатываются при небольшом наклоне или встряхивании.

Идеальной гидро- и олеофобной поверхностью обладает поверхность лепестков лотоса. Следует сказать, что поверхность практически всех растений и многих животных с волосатым покрытием в большей или меньшей степени обладает гидрофобными свойствами (в том числе поверхность хлопкового волокна).

После открытия и изучения механизма эффекта «лотоса» ученые буквально бросились воспроизводить эту биотехнологию на различных материалах, в том числе и на текстиле. Были использованы различные гидро- и олеофобизаторы с использованием приемов формирования на поверхности наношероховатой пленки гидрофобизатора. За счет этого достигается высокий уровень

гидрофобности – более высокий, чем при простом использовании гидрофобизаторов по классической технологии.

Текстильные материалы, полученные по этой технологии, производят многие зарубежные компании. В названиях фигурируют слова «**супергидрофобный**» и «**эффект лотоса**».

Пока технология «лотос» заменила классическую химическую технологию не в полной мере, поскольку соотношение цена/качество не в пользу новой технологии. В дополнение к гидрофобности и олеофобности можно сообщить текстилю способность самоочищаться от грязи. Для этого используют наночастицы двуокиси титана TiO_2 .

Последние, именно в форме наночастиц, обладают высокой фотоактивностью. Поглощая УФ лучи, молекулы TiO_2 , переходя в высокоэнергетическое фотовозбужденное состояние, передают свою энергию на соседние молекулы и генерируют высокоэнергетический синглетный кислород и радикалы. Последние разрушают загрязнения на поверхности.

Эта технология сочетает в себе и наноэффект и принципы фотоники.

Защита от вредных токсичных химических биологических веществ

Опасности, связанные с действием на человека вредных химических веществ, наиболее сложные и разнообразные из всех опасностей со стороны внешней среды (исключая опасности, исходящие от самого человека).

С химическими веществами человек контактирует при их синтезе, изучении, производстве и применении (профессиональная деятельность). В обычной жизни человек контактирует с вредными веществами только во внештатной ситуации (техногенная катастрофа, война, терроризм, природный катаклизм).

Опасными, вредными веществами для человека, как правило, являются самим же человеком синтезируемые, а природные вещества напротив – «дружественны» (за редким исключением) человеку.

При создании защитной одежды от вредных веществ необходимо учитывать следующие факторы:

1. Уровень риска, концентрация вещества, время воздействия, токсичность, агрегатное состояние (газ, жидкость, твердые частицы). В зависимости от этих факторов и области использования защитной одежды (армия, индустрия, пожарники, спасатели) формируются требования к ней.

Опасности и риски вредного воздействия токсичных химических и биологических веществ на человека и на живую природу в последнее время сильно выросли в связи с интенсификацией антропогенной деятельности человека. Одним из многочисленных методов защиты человека от химических и биологических вредных веществ является специальная защитная одежда, имеющая сложную конструкцию, где специальный текстиль играет главную роль.

Поэтому для выбора и производства эффективного защитного текстиля необходимо понять, как могут с текстилем взаимодействовать вредные химические вещества.

2. Химическая деструкция полимера волокна.

3. Проникновение (жидкость, газ) в структуру текстиля за счет смачивания или давления, а, следовательно, опасный контакт с кожей человека.

4. Молекулярная диффузия сквозь полимер волокна.

5. Химическая реакция с полимером волокна.

Чаще всего эти явления происходят в комбинации друг с другом, при этом лимитирующей стадией и явлением рассматривается молекулярная диффузия токсичных веществ через полимер волокна.

Следовательно, и эффективная защита с помощью текстиля может быть достигнута при прочих возможностях за счет торможения молекулярной диффузии.

Основные факторы, влияющие на защитные свойства текстиля от вредных веществ:

- химическое строение волокнообразующего полимера;
- физическая структура волокон;
- тип текстиля (ткань, трикотаж, нетканка);
- плотность пряжи;
- плотность переплетения и вид заключительной отделки и покрытия;
- природа аппрета, его плотность, пористость (пленка, пена, ламинат и др.).

Существует **два вида защитной одежды** от вредных веществ:

1. Одежда на основе текстиля, непроницаемая для токсичных веществ в любой агрегатной форме (газ, жидкость, твердая). Эта непроницаемость достигается покрытием, ламинированием – образованием непроницаемого слоя полимера: резина природная и синтетическая, ПВХ. Такая защитная одежда «не дышит» и в ней долго находиться нельзя.

2. Одежда из селективно проницаемого текстиля, который «фильтрует» молекулы большого размера, поскольку его нанопоры имеют размер меньше этих молекул, но пропускают воздух и пары воды (пот), т. е. это «дышащая» одежда. Молекулы вредного газа, способные проникать в текстильную структуру, сорбируются (иммобилизуются) полимером волокна, для чего используют волокнообразующий полимер определенного химического строения. Дополнительно в текстильную структуру вводят частицы наноразмера, сорбирующие токсичный газ и жидкость.

Защита от биологически вредных веществ (бактериологическая атака, инфекции) достигается с помощью спецодежды с водоотталкивающими и антимикробными (специальные препараты) свойствами.

Например, американские ученые успешно работают над созданием боевого комплекта одежды солдата, защищающего от токсичных химических, биологических веществ (химическая и биологическая атака). При этом соблюдают требования малого веса комплекта, защиту от перегрева, устойчивость эффекта, способность самоочищаться (дезактивироваться). Архитектура такого комплекта многослойная: наружный (лицевой) слой из специального текстиля, внут-

ренный – реактивная мембрана, абсорбционный и последний слой, к телу, обеспечивает комфортные условия.

Внешний слой текстиля (ткань) изготавливают из специальных волокон с высокой капиллярной способностью и с включением катализаторов для обезвреживания токсичных отравляющих веществ широкого спектра действия. В качестве катализаторов используют специальный набор ферментов. Внутренняя мембрана заполнена наночастицами оксидов металлов. В нано- и микропорах мембраны застревают биологические отравляющие организмы.

Защита от различных видов радиации (α -, β -, γ -, УФ). Защита человека от α -, β -, γ -излучения необходима для работников атомных электростанций, ликвидаторов аварий на этих станциях и т. д.



От α -, β -излучений хорошо защищают костюмы из плотной многослойной ткани с ламинированием внешнего слоя. От γ -излучения, имеющего высокую проникающую способность, защититься полностью нельзя, но защитная одежда с многослойной тканью защищает от радиоактивной пыли.

Использование многослойного текстиля из нановолокон повышает эффект защиты от α -, β -, γ -радиации.

ТЕМА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЗАЩИТНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Вопросы:

1. Текстиль для армии – виды, требования, области применения.
2. Текстильные материалы для защиты военнослужащих. Виды, структура, свойства и способы производства маскировочного, баллистического текстиля и специальной одежды для военнослужащих.

Защита человека от пуль, осколков, взрывных волн, колющих и режущих предметов. Защита тела (всего и по частям) человека от механических предметов, движущихся с относительно высокой скоростью, весьма сложная

задача, в решении которой нуждаются, в первую очередь, армейский контингент, полиция, спортсмены и др.

К этой группе риска относятся мотоциклисты, пилоты гоночных машин. Решение задачи лежит в плоскости эффективного погашения (диссипации) энергии, приходящейся на определенные участки тела. Такая защита может быть в большей или меньшей степени обеспечена специальной защитной одеждой. Но наиболее актуальна проблема защиты от всех перечисленных выше воздействий для армейского состава во время боевых действий.

По армейской классификации, защита тела от опасных предметов (пули, осколки, ножи и т. д.) делится на мягкую и жесткую. Обычно такой вид защиты называют пуленепробиваемым жилетом, хотя он способен защищать не только от пуль. Не существует абсолютно непробиваемых жилетов. Правильнее говорить о большей или меньшей их проницаемости.

Бронежилет должен не только защищать, но и быть достаточно легким, гибким, удобным в носке, вписываться в общий боевой комплект.

Основная часть мягкого защитного жилета – текстиль из высокопрочных волокон нового поколения (ароматические полиамиды, высокомолекулярный полиэтилен). В случае жесткого жилета в его структуру монтируются керамические наноструктурные пластины.

Баллистическая защита

Одним из значимых достижений химической промышленности второй половины XX века стало появление тканей на основе арамида – синтетического волокна с высокой механической и термической прочностью. Этот материал, сочетающий удивительную прочность, превосходящую сталь в несколько раз, с небольшой плотностью и эластичностью, выдерживающий высокие динамические нагрузки, переносит эти свойства и на ткани, изготовленные из него. Сейчас арамидные волокна используются в автомобильной, авиационной, космической промышленности, при изготовлении корпусов катеров, да и вообще в любой сфере, где есть потребность в жестких материалах с низкой плотностью.

Как уже говорилось выше, благодаря низкой плотности арамидные волокна по удельной прочности превосходят все известные в настоящее время армирующие волокна и металлические сплавы, поэтому первым и одним из главных назначений для параарамидной ткани стала баллистическая защита, то есть использование в бронежилетах, шлемах и иных образцах снаряжения (рис. 6.1).

Многослойные бронежилеты из кевлара (самой знаменитой марки параарамида) и его аналогов способны обеспечить гарантированную защиту от небольших осколков, которые по статистике и являются основной причиной ранений на поле боя.

Благодаря низкой плотности арамидные волокна по удельной прочности превосходят все известные в настоящее время армирующие волокна и металлические сплавы.



Рисунок 6.1 – Текстильная баллистическая защита

Помимо бронежилетов, в последнее время стали появляться образцы комбинезонов, также способных обеспечить противоосколочную защиту и при этом не снижающих подвижности человека. Отдельные производители уже сейчас предлагают для сотрудников охранных структур и правоохранительных органов модели курток, внешне не отличимых от обычной одежды и при этом обеспечивающих уровень защиты на уровне бронежилета второго класса, то есть выдерживающего выстрел из пистолета калибром 9 мм.

Важнейшей задачей в настоящее время остаётся снижение массы изделий из параарамидных волокон. В связи с ростом требований к степени защиты, обеспечиваемой современным бронежилетом, производители вынуждены использовать дополнительные элементы для усиления, например в виде металлических или керамических пластин, а также прибегать к увеличению количества слоев параарамидной ткани. Естественно, что всё это ведёт к резкому утяжелению снаряжения. Не так давно в ограниченное производство был запущен новый материал AuTx – совместная разработка российского предприятия «Каменскволокно» (основного поставщика арамидных материалов для армии) и британской Alchemie Technologies. AuTx, по заявлениям производителей, при сохранении стандартных защитных свойств параарамидных тканей обладает вдвое меньшим весом.

Ещё одним немаловажным свойством арамидной ткани является высокий уровень огне- и термозащиты. При этом для метаарамидных волокон (которые и отличаются огнезащитными свойствами) температура плавления будет достигать 400–500 °С. Естественно, что эти качества не могли не привлечь внимания военных, поэтому уже в 1970-е годы во Франции появилась защитная одежда для танкистов.

В США компанией Dupont также уже долгие годы производится материал под маркой Nomex, изготовленный из метаарамидного волокна, с включениями металлизированных и антистатических волокон, а также кевлара. Nomex, обладающий низкой теплопроводностью и свойством самозатухания, используется в производстве защитной одежды как для армии, так и для гражданских спасательных служб.

В прошлом году в России в различные армейские соединения, дислоцированные на Дальнем Востоке и Северном Кавказе, впервые стали поступать защитные комплекты для механиков-водителей «Ковбой» (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Защитные комплекты для механиков-водителей «Ковбой»

Помимо противоосколочного бронежилета и защитной накладки на шлемофон в комплект входит также и огнезащитный комбинезон, изготовленный на основе волокна арамос. Комбинезон может выдержать воздействие прямого пламени на протяжении 15 секунд, за которые механик-водитель должен покинуть горящую машину. Если же он не может сделать это сам, то ему должны помочь другие члены экипажа, для удобства которых к воротнику комбинезона приделана петля, потянув за которую человека можно буквально «выдернуть» из люка.

Ткани из арамидных волокон, помимо своих баллистических и теплозащитных свойств, обладают ещё одной полезной особенностью: за счёт технологии производства они могут быть насыщены дополнительными веществами и материалами, резко расширяющими их сферу применения. К примеру, компанией Teijin, одним из крупнейших производителей и исследователей в этой

сфере, ведутся успешные работы по внедрению технологии производства ткани из арамидного волокна, насыщенного вольфрамом.

Этот тяжёлый металл обеспечивает защиту от ионизирующего излучения и, по сравнению с традиционно используемым в этой области свинцом, не обладает столь высокой токсичностью. Поэтому, несмотря на свою высокую стоимость, по сравнению всё с тем же свинцом, вольфрам также может быть с успехом использован для экранирующей защиты от радиации.

Маскировка (камуфляж) в любое время суток и в любой местности

Задача ставилась и ставится военными во все времена. В настоящее время эту проблему следует разделить на два направления: маскировка в дневное время и маскировка в ночное время. Способы решения этих двух задач принципиально разные.

Маскировка в дневное время была актуальна с давних времен, когда охотники за дикими животными старались быть для них невидимыми, использовали приемы природной мимикрии, старались слиться с окраской и рисунком живой природы. Для этого использовали раскрас тела или маскировку подручными материалами. Такой способ маскировки применялся и в случае необходимости скрыться от двуногих врагов. Сейчас этот примитивный способ маскировки заложен в армейский камуфляж.

Однако современная армия США и НАТО пошли дальше и взяли на вооружение принцип «хамелеон», т. е. используют модифицированный механизм природной мимикрии хамелеона, способного при необходимости изменять окраску и рисунок, полностью сливаясь с окружающей природой. Для этого используют специальные хромные красители, изменяющие цвет под воздействием температуры, электрического и магнитного поля, pH-среды, УФ-лучей и других импульсов.

Текстильный материал, окрашенный хромными красителями и в который встроена система управления цветом хромных красителей, будет изменять свою окраску и рисунок в соответствии с окружающей средой (лес, луг, пустыня и др.).



Рисунок 6.3 – Маскировочная защитная ткань «хамелеон»

Задача, решенная для защиты солдат, перенесена и на мирные условия (двойные технологии): модная одежда, портьеры, занавесы, обои с эффектом «хамелеон» (рис. 6.3).

Маскировка в ночное время возникла сравнительно недавно, в середине XX века, как ответ на появившиеся способы идентификации (приборы ночного видения) людей и техники ночью с помощью приборов, основанных на детекции ИК- (тепловизоры) и СВЧ-лучей (радары) от людей и техники.

В каждом конкретном случае задача решается разными средствами (рис. 6.4).

Защита от обнаружения приборами ночного видения, основанными на детекции ИК-излучения объекта наблюдения, решается с помощью специальной геометрии рисунка, полученного красителями, и меняющими определенный спектр поглощения и испускания в ИК-области.



Рисунок 6.4 – Маскировочный текстиль для объектов и техники

В случае детекции с помощью тепловизоров используют технологию формирования на поверхности текстиля ультратонкой металлической (алюминий) пленки, отражающей и рассеивающей тепловые лучи.

Маскировку против детекции с помощью радаров (СВЧ) решают с помощью специальных мегаматериалов, делающих объект полностью невидимым, как в случае текстиля с системой «стелс». Для текстиля такая технология пока еще в разработке.

Для боевого снаряжения и внешних чехлов средств индивидуальной бронезащиты (СИБ) необходимы материалы, обладающие комплексом противоречивых, свойств. Снаряжение и СИБ в условиях современного боя подвергаются воздействию широкого спектра негативных факторов – грязь, огонь, вода, горюче-смазочные материалы (ГСМ), дегазирующие и дезактивирующие растворы, разрывные нагрузки, режущие воздействия, истирание, ультрафиолетовое излучение и т. д.

Поэтому, используемая в снаряжении и на внешних чехлах СИБ, ткань должна максимально эффективно противостоять этим воздействиям, т. е. обладать повышенной прочностью, износоустойчивостью, водоупорностью, не поддерживать горения, не претерпевать деструктивных изменений от ГСМ и ультра-

трафиолетового излучения, не подвергаться процессам биологического разрушения.

Ткань также должна обладать определенным набором специфических свойств, а именно, отсутствием демаскирующих признаков в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах спектра, а также производить минимум шума при носке и эксплуатации изделия.

Разработка ткани, обеспечивающей устойчивость ко всем вышеперечисленным нагрузкам и обладающей необходимыми свойствами, является весьма сложной и до конца не решенной задачей.

В наибольшей степени предъявляемым требованиям отвечают синтетические ткани на основе полиамидных, полиэфирных и других синтетических волокон.

Наиболее распространенными тканями для боевого снаряжения и внешних чехлов СИБ, максимально соответствующими всей совокупности жестких армейских требований, в настоящее время являются ткани на основе полиамидных объемно-текстурированных нитей нейлон, имеющие торговую марку CORDURA®.

Ткань CORDURA® была разработана химическим концерном DuPont (США) и первоначально предназначалась для использования в качестве корда автомобильных шин. При выполнении американской лунной программы из ткани CORDURA® с полиуретановой пропиткой изготавливали различные тканевые детали и узлы, требовавшие повышенной прочности и стойкости к различным воздействиям. В дальнейшем, в 80-х годах прошлого века ткань стала применяться для изготовления армейской экипировки и снаряжения, которые успешно эксплуатировались американской армией при ведении боевых действий в различных регионах мира.

Ворсистая некрученая нить придает ткани полотняного плетения внешний вид, характерный для штапельных тканей, при этом сохраняет высокие механические свойства, характерные для технических тканей из филаментной нити. Субъективная оценка грифа ткани близка к грифу штапельных тканей на основе льняных, хлопковых или смесовых тканей, с небольшой (до 20 % объема) долей синтетических волокон. Для повышения водоупорности и износостойкости ткань покрывается с изнаночной стороны пленочными покрытиями на основе полиуретана, поливинилхлорида или акрила (обозначения соответственно PU, PVC, AC). Обработка ткани проводится в несколько этапов, вследствие чего получается качественное и долговечное покрытие, устойчивое к истиранию, обладающее очень хорошими водоизолирующими и водоотталкивающими свойствами.

Поверхностная плотность ткани находится в пределах 300–420 г/м², и обеспечивает хорошую сопротивляемость материала разрыву, растяжению. Ткани CORDURA® не впитывают влагу, не гниют, долгое время не теряют внешнего вида и практически не шумят, крой ткани не осыпается, а разрезы не ползут. Ткань имеет довольно высокую температуру плавления (порядка 260 °С).

Как показали проведенные на испытательном полигоне «РЖЕВКА» лабораторные испытания, эта ткань более устойчива к истиранию по сравнению с ближайшими отечественными аналогами – тканями типа «Авизент» (авиационный брезент), изготовленными из полиамидного волокна капрон. Кроме того, ткань эффективно противостоит воздействию ультрафиолетовых лучей, которые, как известно, вызывают наряду с обесцвечиванием материала, снижение его прочностных характеристик.

Ближайшим отечественным аналогом ткани CORDURA® по составу и поверхностной плотности является полиамидная ткань «Авизент», первоначально разработанная для изготовления защитных чехлов авиационной техники, элементов парашютно-десантной техники и имущества и т. п. (рис. 6.5). Основным ее недостатком является малая плотность и отсутствие тыльного пленочного покрытия, что снижает технологические и эксплуатационные характеристики по сравнению с зарубежной, в том числе приводит к осыпанию среза ткани при отсутствии дополнительной обработки или оплавления кромок.



Рисунок 6.5 – Маскировочная ткань для радарных установок

По этой причине, учитывая действующую установку на применение в продукции, поставляемой в МО РФ только отечественных материалов, наиболее подходящими тканями для изготовления армейского снаряжения и внешних чехлов бронежилетов, предназначенных для поставки в МО РФ, являются ткани производства ОАО «МОГОТЕКС» (рис. 6.6) артикулов 04с27 и 03с30.

Эти ткани прошли полный цикл специальных проверок на испытательном полигоне «РЖЕВКА» и по совокупности служебно-эксплуатационных свойств в наибольшей степени соответствуют требованиям, предъявляемым к специальным техническим тканям, предназначенным для изготовления армейского снаряжения. Ткани артикулов 04с27 и 03с30 изготавливаются из полиэфирных нитей и имеют двухслойное тыльное пленочное покрытие из полиуретана или акрилата.

Поверхностная плотность тканей находится в пределах 290–300 г/м². При этом наиболее предпочтительна ткань арт. 04с27, изготавливаемая из 100 % полиэфира в отличие от ткани арт. 03с30, имеющей в своем составе до 15 % хлопка.

Как уже упоминалось выше, важным свойством специальной технической ткани, предназначенной для использования в армейском снаряжении и экипировке, является отсутствие демаскирующих признаков в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах спектра.



Рисунок 6.6 – Образцы продукции защитной текстильной продукции военного назначения ОАО «Моготекс»

В видимом диапазоне спектра маскирующая способность ткани под фон местности наряду с окрашиванием обеспечивается нанесением специального маскирующего рисунка на ткань. Желательно, чтобы цвет и рисунок ткани максимально соответствовали местности, на которой предстоит действовать военнослужащим. Однако, это практически не достижимо. Поэтому на практике, учитывая многообразие фонов местности (растительно-летний, пустынно-степной, горный, зимний и т. д.), ограничиваются 2–5 оптимальными маскирующими рисунками, которые утверждаются в установленном порядке.

Что касается способности ткани сохранять маскирующую способность в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах спектра, то она обеспечивается введением в применяемые красители специальных составов. Так, для обеспечения маскирующих свойств ткани в ИК-диапазоне спектра, при окраске вводят пигменты с соответствующими спектральными характеристиками и дисперсионным составом, получая ткань с так называемой ИК-ремиссией.

Наличие на тканях, используемых для изготовления армейского снаряжения и экипировки, маскирующей окраски с ИК-ремиссией представляется весьма важным, поскольку в вооруженных силах различных стран мира находят все большее распространение средства разведки и наблюдения, работающие в ИК-диапазоне (приборы ночного видения, ночные прицелы и т. п.).

ТЕМА 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Вопросы:

1. Экологический текстиль – основные понятия и области применения.
2. Текстильные фильтровальные материалы – состав, структура, технологии производства.

Влияние текстиля и одежды на окружающую среду

Текстильная и швейная промышленность чрезвычайно трудоемкая. Она включает много рабочих процедур, которые формируют технологические процессы. Каждый процесс оказывает различное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Конкретные эффекты показаны на рисунке ниже.

Среди всех вышеперечисленных факторов воздействие на окружающую среду включает выхлопные газы и сточные воды, загрязнение материалами, потребление энергии и воды. Вредные для безопасности и здоровья людей факторы включают чрезмерное использование пестицидов и формальдегида и других химических веществ, шумовое загрязнение и загрязнение воздуха на текстильных и швейных заводах.

Экологически дружелюбные ткани изготовлены из нитей, которые не требуют использования каких-либо пестицидов или химических веществ для их производства.

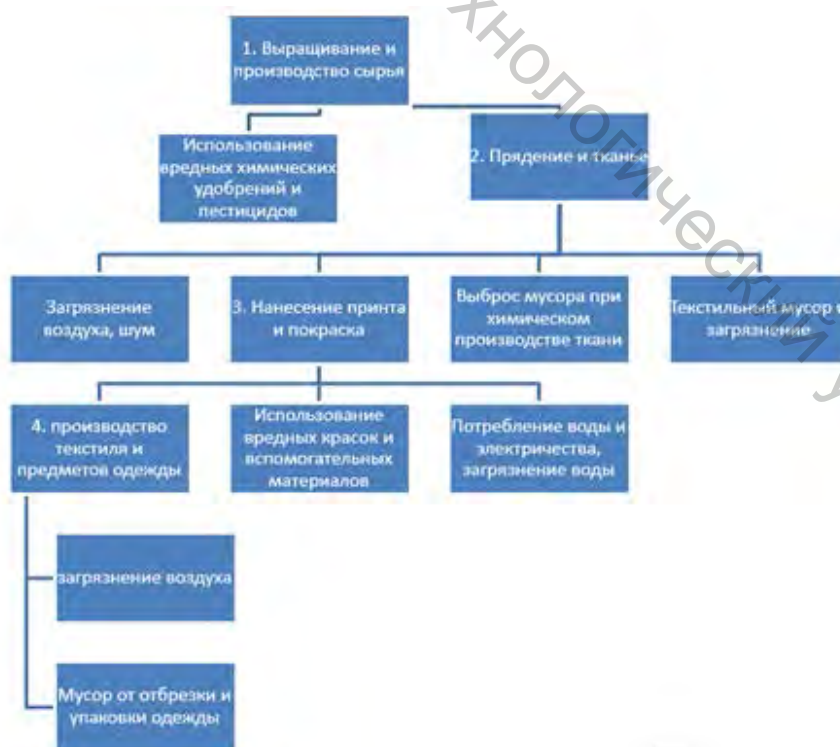


Рисунок 7.1 – Влияние текстильной промышленности на окружающую среду

Они естественным образом устойчивы к плесени и грибкам и не вызывают аллергии. Например, конопля, лен, бамбук и рами – это экологически чистые волокна (рис. 7.2).



Рисунок 7.2 – Пряжа из бамбукового волокна

Почему нужно выбирать органику или экологические чистые материалы? Некоторые причины перечислены ниже.

Социальная ответственность. Химические вещества и пестициды попадают в питьевую и грунтовую воды, загрязняя рыбу и даже достигая человека. Органические и экологические волокна растут без каких-либо пестицидов или химических удобрений.

Биоразлагаемость. Экологически чистая и органическая ткань разлагается естественным образом с течением времени. Синтетические волокна в конечном итоге превращаются в отходы и выделяют вредные токсины во время разложения.

Здоровье. Многие люди страдают от аллергии или не любят носить синтетический текстиль. Экоткани обладают всеми свойствами новых синтетических дышащих волокон с добавлением мягкости. Они ощущаются лучше на коже. Абсорбция: химические вещества попадают не только в грунтовые воды, ведь обычная одежда носится рядом с наиболее пористыми органами. Органические и эковолокна естественны и не содержат раздражающих химических веществ. Многие из них также считаются гипоаллергенными и, естественно, антибактериальными.

Популярность. Органические продукты существуют уже некоторое время, и естественная эволюция также затронет органические и экологически чистые ткани. Эко и органические ткани, которые когда-то считались альтернативой классической продукции, теперь становятся мейнстримом текстильной промышленности (рис. 7.3).

Производство таких тканей экологично, начиная от выращивания сырья и заканчивая окраской готовой одежды.

На всех этапах производства этой одежды используются технологии, не наносящие вреда окружающей среде. Такое сырьё называется органическим. Его производители имеют экосертификат GOTS – The Global Organic Textile Standard (Глобальный Органический Текстильный Стандарт). Очень часто из органического волокна шьются вещи для детей. Оно и понятно, кожа малышей

более тонкая и намного больше нашей восприимчива к разного рода раздражителям.



Рисунок 7.3 – Органические ткани

И ещё несколько аргументов в пользу экотканей и экоодежды:

- используемые при изготовлении обычных тканей и одежды химические соединения попадают в грунтовую и питьевую воду, тем самым нанося вред экосистеме – растениям, рыбам и даже человеку. Эко одежда производится без применения каких-либо химикатов и ядов;
- созданная экологически чистым способом ткань разлагается довольно быстро, без следов и последствий. В то время как синтетика разлагается продолжительное время и выделяет вредные токсины;
- экоткани абсолютно безопасны, риск возникновения аллергии или дерматита полностью исключён;
- так как кожа восприимчива ко всему, что с ней соприкасается, эко одежда для неё является наиболее безопасным и полезным вариантом;
- одежда из экотканей 100 % дышащая и воздухопроницаемая. Вам не будет холодно в мороз и жарко летом, минимизируется потоотделение;
- такой материал крайне прочен и долговечен. Одежда способна сохранять первоначальный внешний вид до 7 лет;
- не линяет при стирке. Краски либо не используются вообще, либо неярких натуральных цветов;
- экоодежда – это красиво и стильно.

Фильтровальные ткани все смелее завоевывают рынок технических тканей. Они находят применение все в новых областях, а их производство с каждым днем считается все более перспективным направлением. Какие же разновидности есть и в чем их отличия? На какие моменты стоит обратить внимание при выборе?

Фильтровальные ткани предназначены для задерживания осадка и предотвращения попадания ненужных частиц в среду и жидкость. Такие материалы помогают улавливать «крохи» даже из газа (рис. 7.4). Все зависит от размера ячейки и материала изготовления.



Рисунок 7.4 – Пример фильтровального рукавного материала

Область применения фильтровальных материалов обширна, однако это и диктует свои правила. Синтетический материал для фильтров может раствориться в некоторых агрессивных средах, натуральные же материалы не могут похвастаться своими «особыми» качествами.

В этом случае идеальным будет комбинированный вариант. Наиболее распространены следующие разновидности: бельтинг; фильтромиткаль; из полиамидной нити; из полиэфирной нити; серпянка; иглопробивные нетканые полотна; стеклоткань.

Ткань Бельтинг (рис. 7.5 а) относится к хлопчатобумажным фильтровальным тканям. Его стандартная длина и ширина около 1 метра. Если поставщику необходимы другие значения, то сделать это можно по запросу. Однако не все производители идут на такие уступки, так как, несомненно, это увеличивает расходы на производство. Так как основа ткани натуральная, то это идеальный вариант для пищевой промышленности. Через нее обычно пропускают растворы и суспензии.

Бельтинг переносит температуру не больше 100 градусов. Средняя плотность 900 г/м².

Фильтромиткаль (рис. 7.5 б) также относится к «натуральной» категории. Основу составляет 100 % хлопок. Однако этот материал намного грубее, чем бельтинг. Для производства используется грубая суровая ткань. При этом фильтрующее полотно имеет меньшую плотность (средняя 490 г/м²) и толщину (1 мм, а у бельтинга – 2 мм). Говоря о других характеристиках, то они с одной стороны схожи, но все имеют и существенные отличия. Они определяются не только типом волокна, но еще и особенностью их переплетения. Максимально допустимая температура воздействия – 100 градусов, плотность – 50 кПа.

Фильтровальные полотна, выполненные **из полиамидной ткани** (рис. 7.5 в) чаще всего используются в горнорудной промышленности.

Их основная задача убрать примеси из железорудных концентратов. Так как синтетические волокна не очень любят высокие температуры, в данном случае максимально разрешенная составляет 90 градусов. Плотна изготавливают стандартной ширины – 105 см (разброс составляет всего 2 см). При использовании данного вида необходимо учитывать уровень pH. Допустимые рамки 4–10. Ткань делают из капроновых нитей. Особенностью «оформления» служит рисунок полотна. Он представляет собой четкие выработанные диаго-

нальные ряды. Это происходит из-за соотношения нитей основы и утка (238 против 120).

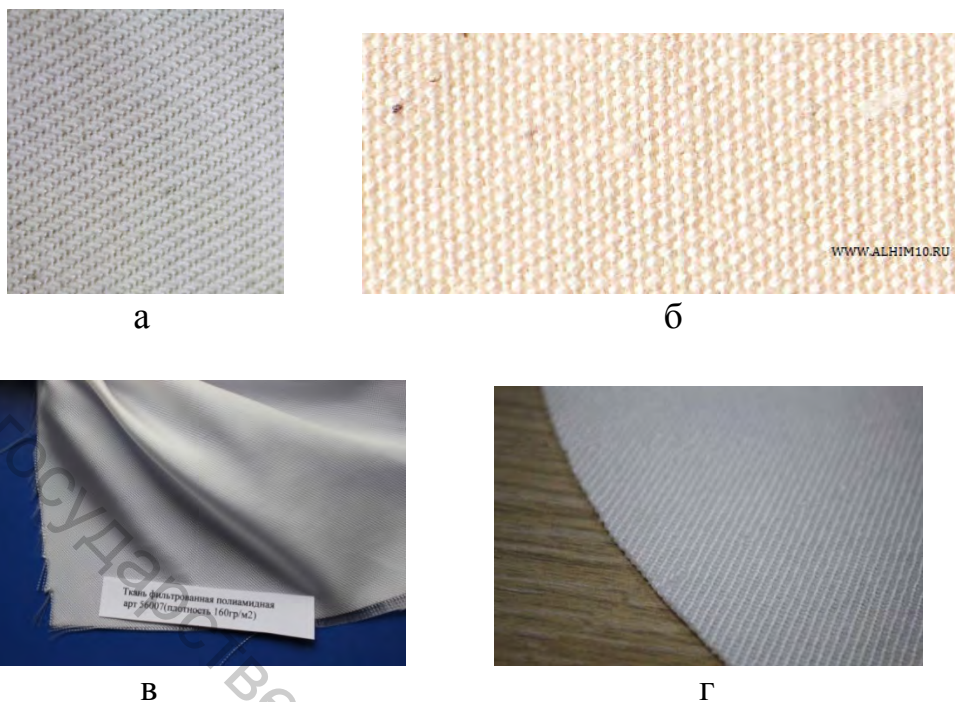


Рисунок 7.5 – Фильтровальные ткани: а – бельтинг, б – фильтромиткаль, в – полиамидная, г – полиэфирная

Полиэфирное полотно (рис. 7.5 г), используемое для фильтрования, изготавливается в следующих модификациях: полиэфирная; полиэфирная суровая; техническая термообработанная; суровая с односторонним начесом; полиамидно-полиэфирная термообработанная. Каждая из разновидностей имеет свои особенности. Если учитывать плотность изделия, то минимальное значение имеет полиэфирное полотно (316 г/м^2), максимальное значение – полиэфирная суровая с односторонним начесом (980 г/м^2).

Фильтровальный технический полиэфирный термообработанный материал чаще всего применяется в промышленной сфере для очистки газов и воздуха. Он имеет достаточную плотность, чтобы удовлетворить потребности в этой сфере.

Среди полиэфиров хочется отметить ткань для фильтров молочный лавсан (арт. 56207, 12158 и др.). Его отличают низкая гигроскопичность, устойчивость к прямым солнечным лучам и прочность. Он может быть суровым, матовым или блестящим. Еще одним положительным моментом является устойчивость к вредным микроорганизмам (включая плесень). Для создания такого полотна применяется термофиксация. Этот процесс предотвращает возникновение усадки. Материал хорошо зарекомендовал себя как в пищевой промышленности (для фильтрации масел, молока, сывороток), так и в промышленной сфере (очистка газов). Все эти положительные моменты достигаются благодаря идеально подобранному составу и способу переплетения волокон.

Серпянка (рис. 7.6) для молочной промышленности изготавливается из толстых хлопчатобумажных или льняных волокон. Ее отличает редкое соединение нитей, и с первого взгляда материал напоминает марлю. Серпянка получила широкое распространение в пищевой промышленности.



Рисунок 7.6 – Фильтровальная ткань серпянка

Через нее пропускают молоко для изготовления сыров, а также сиропы средней и густой консистенции. Преимуществом этой категории является и то, что она не подвергается воздействию кислот и щелочей. Однако максимально допустимая температура – 80 градусов.

Иглопробивные нетканые полотна (рис. 7.7) не менее популярны. Нашли широкое применение в автомобильной сфере.



Рисунок 7.7 – Иглопробивные нетканые фильтровальные полотна

Они улавливают крупные частицы пыли и не дают им пройти дальше. Это очень важно, так как прямая «вентиляция» как со стороны улицы, так и из салона несет в себе много неприятных моментов. Это не только эстетическая сторона. Главным здесь является защита систем, в том числе и охлаждающих.

Такая разновидность может быть изготовлена как из синтетического, так и комбинированного варианта. Чаще всего это полиэфир. Он относится к экологически безопасным волокнам. Они не имеют негативного воздействия ни на одну из систем человека (ни на кожу, ни на дыхательные пути).

Достоинствами их является и то, что они не разлагаются в воде, ни подвергаются горению (относятся к классу трудно воспламеняемых). А это нема-

ловажные качества для промышленного использования, так как часто системы испытывают перегрузки, в связи с которыми температура может повыситься.

Для фильтровальных рукавов предполагаются различные виды финишных обработок поверхности полотна, антистатических пропиток и других.

Несмотря на то, что **стеклоткань** (рис. 7.8) широко используется для изоляции, она нашла применение и в сфере фильтрации. Несмотря на кажущуюся хрупкость, она очень прочная и устойчивая к внешним воздействиям.



Рисунок 7.8 – Фильтровальная стеклоткань

В зависимости от характеристик используются два вида переплетения: перевивочное и простое.

Последнее используется при тонкой фильтрации. Чтобы сделать переплетения устойчивыми, поверхность обрабатывается смолистыми веществами.

Еще один момент, на который стоит обратить внимание – количество нитей, используемых для создания полотна. Чем больше их количество, тем выше плотность – что определяет прочность материала. Достоинства и недостатки тканых текстильных фильтровальных материалов. Затронем общие моменты, так как каждая из разновидностей уникальна и имеет свои особенности.

Достоинства: не подвержены воздействию прямых солнечных лучей; не подвержены влиянию вредных микроорганизмов; синтетические не разлагаются в воде; износостойки; не восприимчивы к кислотам и щелочам; имеют разную «пропускную способность»; могут быть изготовлены из натуральных, комбинированных или синтетических материалов; не пропускают пыль, газы и инородные частицы; имеют долгий срок службы.

Недостатки: нет единой универсальной ткани, применяемой на все случаи жизни; не у всех материалов максимальная температура 100 градусов; фильтры из натуральных материалов имеют невысокую прочность.

Все эти характеристики относительны. Если не подходит один вариант, то всегда есть возможность рассмотреть другой. Многие недостатки «цельных» полотен решаются за счет использования нетканой иглопробивной материи.

Каждая ткань имеет свою область применения, которая определяется характеристиками. Нельзя сказать, что какой-то вид можно назвать универсальным.

Одни хорошо реагируют на кислоты, другие же устойчивы к свету, третьи идеальны для тонкой фильтрации, а некоторые используют как материал для префильтра.

Прежде чем понять, что применить в данной области, следует учитывать особенности использования. Для фильтров, которые необходимы в пищевой промышленности будут совершенно не применимы условия, предъявляемые для химического производства. Озвучим, в каких областях чаще всего она используется.

Пищевая промышленность. Особенно актуально применение фильтровальной ткани в молочном производстве. Полотно для фильтрации молока необходимо для получения сыров. В результате применения основная масса остается внутри, а полезная сыворотка отделяется для дальнейшего использования.

Автомобильная сфера. Фильтры необходимы для нормального функционирования двигателя. С помощью них частицы пыли задерживаются и проходят дальше.

Промышленная сфера. Используется для фильтрации технических жидкостей: масел, эмульсии, топлива, сред, содержащих полимерную пыль.

Фильтрация сточных вод. Для фильтрации воды широко применяются нетканые материалы. Они удерживают не только грязь, но еще и приостанавливают попадание веществ, оказывающих негативное воздействие на внешнюю среду.

Фильтрация воздуха и газов, а также изготовление респираторов и специальной одежды. Это необходимо как в медицинской сфере, так и на химических, промышленных, оборонных производствах. Как уже говорилось ранее, нет уникальной ткани, которая подойдет под любую ситуацию. Можно выбрать вариант со средним значением, но будут ли характеристики до конца удовлетворять конечного потребителя?

Фильтровальный материал используется во многих сферах и в каждой он заслужил доверие. Все зависит от предъявляемых требований (степени очистки, максимально допустимой температуры, нагрузки).

Критерии выбора фильтровального материала

При выборе текстильного фильтроматериала необходимо учитывать следующие показатели фильтрата:

- состав;
- температура;
- природа твердых частиц;
- величина зерна твердых частиц;
- концентрация твердых частиц;
- нагрузка на поверхность фильтра.

Ткань должна предоставлять максимально возможную эффективность фильтрации, работать при низком давлении, при перепадах давления, при не-

большой площади фильтрации, не засоряться, легко чиститься и не дорого стоить.

В случае тканевых фильтров сама ткань принимает небольшое участие непосредственно в фильтрации. Ее задача – обеспечить субстрат или матрицу для образования первичного осадочного слоя (пыли), который и собирает твердые частицы и позволяет воздуху проходить через ткань. Таким образом, ткань должна позволять образовываться на своей поверхности рыхлому и пористому многослойному осадочному пирогу, а также легко освобождаться от него во время чистки. Что касается ткани, то следует учитывать ее стойкость к истиранию, химическую стойкость, прочность при растяжении и проницаемость.

Критерии соответствия фильтровального материала

Соответствие текстильного фильтра его предназначению определяет:

- состав фильтровального материала (химсостав, тип волокна, тонкость волокна или нити, длина волокна);
- способ изготовления (тканый и нетканый);
- вес на единицу площади;
- плотность (воздухопроницаемость, пористость);
- характеристики поверхности;
- соответствующая специальная отделка, пропитка.

Текстильные фильтры становятся неотъемлемой частью технологического оборудования в самых различных отраслях промышленности. Их применяют для обеспыливания газов плавильных печей в черной и цветной металлургии, в стекольной и керамической промышленности, в установках сжигания (мусора, шин, шлама), в котельных установках в промышленности и в коммунальном хозяйстве.

Большой интерес представляет обеспыливание газов ТЭС, работающих на углях с различным содержанием серы, а также газов АЭС. Опыт показывает, что рукавные фильтры выступают серьезными конкурентами электрофильтров. Таким образом, аппараты фильтрации проникают в области, в которых преобладали другие методы очистки.

Можно ожидать, что уже в ближайшие годы появятся фильтры для обеспыливания дымовых газов с температурой до 500 °С и выше, в которых присутствуют агрессивные компоненты. Для этих газов особенно важно иметь возможность работать при повышенных скоростях, чтобы компенсировать температурное увеличение объема.

Фильтровальные ткани могут быть изготовлены из нитей, состоящих из непрерывных по длине волокон (филаментная нить) или из нитей, скрученных из коротких волокон (штапельная нить). Филаментная нить значительно прочнее штапельной. Однако по эффективности пылеулавливания штапельные ткани превосходят филаментные, имеют лучшую воздухопроницаемость и легче восстанавливают свойства в процессе регенерации.

Высокие показатели пылеотделяющих свойств при относительно низком гидравлическом сопротивлении имеют ткани, изготовленные из текстуриро-

ванных нитей.

При проектировании фильтровальных тканей особое внимание необходимо уделять виду переплетения, способного обеспечить требуемые характеристики материала. Некоторые используемые виды переплетения при производстве фильтровальных тканей представлены на рисунке 7.9.

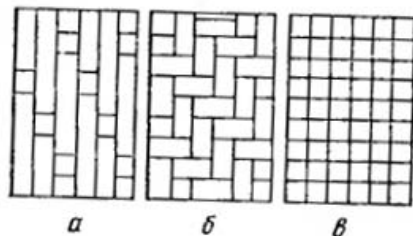


Рисунок 7.9 – Виды переплетения фильтровальных тканей:

а – сатиновое; б – саржевое; в – полотняное

Широкое применение в каркасных фильтрах с импульсной продувкой получили нетканые иглопробивные лавсановые материалы. Они относительно просты в изготовлении, дешевы и имеют высокие фильтровальные и прочностные характеристики. Например, при улавливании пыли свинцового глётта с медианным диаметром частиц 3 мкм рукавные фильтры типа ФРКИ, оснащенные иглопробивным нетканым материалом, обеспечили эффективность пылеулавливания 99,8 % при запыленности выбрасываемых газов не выше 4–6 мг/м³.

Такие материалы имеют высокую воздухопроницаемость, хорошие пылеотделяющие свойства, прочны на изгиб и разрыв. Они применяются обычно в фильтрах с импульсной продувкой. Метод отряхивания применять не рекомендуется, так как материалы имеют объемную структуру и в порах накапливается пыль, которая может создавать значительное гидравлическое сопротивление. Для улучшения отряхивания от пыли с нетканого материала его подвергают тепловой обработке (оплавлению).

Во многих производствах используются материалы из **полиакриловых волокон**. В течение длительного времени нитроновые рукава выдерживают температуру до 120 °С. Они имеют относительно высокую химическую стойкость, достаточную сопротивляемость истиранию и изгибу. На предприятиях цветной металлургии нитроновые ткани составляют около 40 % от общего количества всех используемых фильтровальных материалов. Недостатком материала из нитрона является его текучесть при воздействии повышенной температуры; вытяжка ткани доходит до 15 %.

Применение фильтровальных материалов из синтетических волокон повышенной термостойкости (оксалон, фенилон) позволяет повысить производительность фильтров за счет уменьшения подсосов воздуха для охлаждения газов. Термостойкость таких тканей составляет 180–220 °С. Оксалоновая ткань при очистке газов на цинковых заводах обеспечивает эффективность пылеулавливания 99,5 % при температуре очищаемых газов 200–210 °С.

Для очистки газов с температурой до 250 °С в производствах технического углерода, цемента, в черной и цветной металлургии широко применяются фильтровальные стеклоткани. Основным преимуществом стеклоткани перед другими фильтровальными материалами является ее высокая теплостойкость при сохранении механической прочности.

В фильтрах типа ФР-5000 с регенерацией ткани способом обратной продувки на заводах технического углерода стеклоткани эффективно работают в течение 1,5–2 лет. Однако стеклоткани имеют относительно слабую стойкость к многократным перегибам и истиранию. Поэтому на фильтрах каркасных конструкций стеклоткань не применяется.

Для улучшения сопротивляемости к многократным изгибам стеклоткани подвергают термохимической обработке (аппретированию). Пропитанная аппретами стеклоткань становится эластичной, приобретает гладкую и гидрофобную поверхность.

При использовании стеклотканей в сажевой промышленности удельную газовую нагрузку обычно принимают равной около 0,28 м³/(м²мин). При использовании в цементной промышленности нагрузка повышается до 0,7 м³/(м²мин.).

Для фильтрации технологических газов с температурой до 500 °С все чаще применяются ткани и нетканые материалы, изготовленные из металлических волокон. Металлические фильтровальные материалы наряду с термостойкостью имеют высокие прочностные свойства, они безусадочны, микробиологически стойки, электропроводны. Для повышения их долговечности металлические волокна изготавливают из некорродирующих сплавов.

Пример:

Для рукавных фильтров, работающих в условиях взрывоопасных сред, филиалом НИИОгаза совместно с другими организациями разработан специальный антистатический фильтровальный материал на основе лавсана с добавлением металлических волокон. Проверка антистатического материала на химико-металлургическом заводе в течение длительного периода времени показала его высокую эффективность пылеулавливания и надежность в обеспечении безопасной работы фильтра.

ТЕМА 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО КОМПОЗИТНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Вопросы:

1. Композитные текстильные материалы – основные определения, состав, структура, области применения.
2. Технологии производства композитных защитных текстильных материалов.



Композиционные материалы

Композиционные материалы (композиты) - искусственные материалы, полученные из двух или более компонентов с сохранением индивидуальности каждого отдельного компонента

МАТРИЦА	НАПОЛНИТЕЛЬ	СВОЙСТВА
Полимеры пластмассы углерод металлы керамика	волокна, жгуты нити, ленты, щепа, опилки, стружка, многослойные ткани, порошки, например, стекловолокно углеродное волокно борное волокно порошки оксидов металлов, металлическая проволока, нитевидные кристаллы карбидов, нитридов, боридов и т.д.	высокая удельная прочность низкая плотность, высокая теплопроводность, огнеупорность (~2000°C) усталостная прочность жаропрочность, твердость повышенная прочность, теплопроводность (газовые турбины) износостойкость (эмиссионные катоды)

Волокнистые
композиты



Рисунок 8.2 – Композиционные материалы

Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств. Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам и в то же время они легче. Использование композитов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении её механических характеристик.

По структуре композиты делятся на несколько основных классов: волокнистые, дисперсноупрочнённые, упрочнённые частицами и нанокompозиты.

Волокнистые композиты армированы волокнами или нитевидными кристаллами можно отнести как раз к этому классу композитов. Уже небольшое содержание наполнителя в композитах такого типа приводит к появлению качественно новых механических свойств материала.

Широко варьировать свойства материала позволяет также изменение ориентации размера и концентрации волокон. Кроме того, армирование волокнами придаёт материалу анизотропию свойств (различие свойств в разных направлениях), а за счёт добавки волокон проводников можно придать материалу электропроводность вдоль заданной оси.

В слоистых композиционных материалах матрица и наполнитель расположены слоями, как, например, в особо прочном стекле, армированном несколькими слоями полимерных плёнок.

Микроструктура остальных классов композиционных материалов характеризуется тем, что матрицу наполняют частицами армирующего вещества, а различаются они размерами частиц. В композитах, упрочнённых частицами, их размер больше 1 мкм, а содержание составляет 20–25 % (по объёму), тогда как дисперсноупрочнённые композиты включают в себя от 1 до 15 % (по объёму) частиц размером от 0,01 до 0,1 мкм. Размеры частиц, входящих в состав нанокompозитов – нового класса композиционных материалов – ещё меньше и составляют 10–100 нм.

По схеме расположения наполнителей выделяют три группы КМ (рис. 8.3):

- с одноосным (линейным) расположением наполнителя в виде волокон, нитей, нитевидных кристаллов в матрице параллельно друг другу (рис. 8.3 а);
- с двухосным (плоскостным) расположением армирующего наполнителя в виде волокон, матов из нитевидных кристаллов, фольги в матрице в параллельных плоскостях (рис. 8.3 б);
- с трехосным (объемным) расположением армирующего наполнителя и отсутствием преимущественного направления в его распределении (рис. 8.3 в).

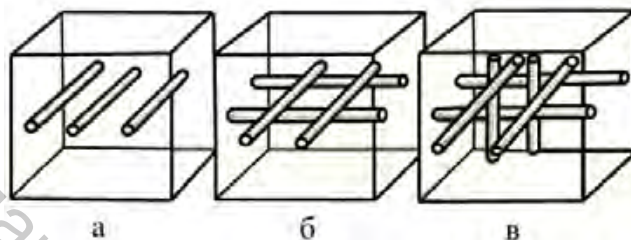


Рисунок 8.3 – Схема армирования композиционного материала:
а – одноосное; б – двухосное; в – трехосное

Комбинированные КМ (рис. 8.4) бывают: полиармированные (содержащие два и более различных по составу и природе армирующих элемента), полиматричные (имеющие две или более матрицы) и т. д.

Композиты, в которых матрицей служит полимерный материал, являются одним из самых многочисленных и разнообразных видов материалов. Их применение в различных областях даёт значительный экономический эффект.

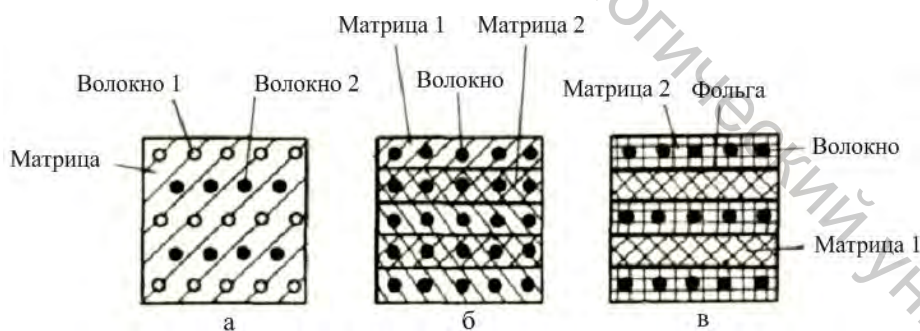


Рисунок 8.4 – Схема комбинированных композиционных материалов: а – полиармированные; б – полиматричные; в – гибридные

Например, использование ПКМ при производстве космической и авиационной техники позволяет сэкономить от 5 до 30 % веса летательного аппарата. А снижение веса, например, искусственного спутника на околоземной орбите на 1 кг приводит к экономии 1000 \$. В качестве наполнителей ПКМ используется множество различных веществ.

Стеклопластики (рис. 8.5) – полимерные композиционные материалы, армированные стеклянными волокнами, которые формируют из расплавленного неорганического стекла. В качестве матрицы чаще всего применяют как термореактивные синтетические смолы (фенольные, эпоксидные, полиэфирные и т. д.), так и термопластичные полимеры (полиамиды, полиэтилен, полистирол и т. д.). Эти материалы обладают достаточно высокой прочностью, низкой теплопроводностью, высокими электроизоляционными свойствами, кроме того, они прозрачны для радиоволн. Использование стеклопластиков началось в конце второй мировой войны для изготовления антенных обтекателей – куполообразных конструкций, в которых размещается антенна локатора.

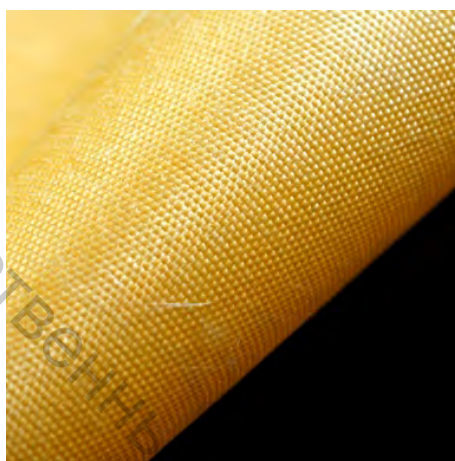


Рисунок 8.5 – Стеклопластик

В первых армированных стеклопластиках количество волокон было небольшим, волокно вводилось, главным образом, чтобы нейтрализовать грубые дефекты хрупкой матрицы. Однако со временем назначение матрицы изменилось – она стала служить только для склеивания прочных волокон между собой, содержание волокон во многих стеклопластиках достигает 80 % по массе. Слоистый материал, в котором в качестве наполнителя применяется ткань, плетённая из стеклянных волокон, называется стеклотекстолитом.

Стеклопластики – достаточно дешёвые материалы, их широко используют в строительстве, судостроении, радиоэлектронике, производстве бытовых предметов, спортивного инвентаря, оконных рам для современных стеклопакетов и так далее.

Углепластики (рис. 8.6) – наполнителем в этих полимерных композитах служат углеродные волокна. Углеродные волокна получают из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, сополимеров акрилонитрила, нефтяных и каменноугольных пеков и т. д. Термическая обработка волокна проводится, как правило, в три этапа (окисление – 220 °С, карбонизация – 1000–1500 °С и графитизация – 1800–3000 °С) и приводит к образованию волокон, характеризующихся высоким содержанием (до 99,5 % по массе) углерода.



Рисунок 8.6 – Углепластик

В зависимости от режима обработки и исходного сырья углеволокно имеет различную структуру. Для изготовления углепластиков используются те же матрицы, что и для стеклопластиков, чаще всего – термореактивные и термопластичные полимеры. Основными преимуществами углепластиков по сравнению со стеклопластиковыми является их низкая плотность и более высокий модуль упругости, углепластики – очень лёгкие и, в то же время, прочные материалы.

Углеродные волокна и углепластики имеют практически нулевой коэффициент линейного расширения. Все углепластики хорошо проводят электричество, чёрного цвета, что несколько ограничивает области их применения.

Углепластики используются в авиации, ракетостроении, машиностроении, производстве космической техники, медтехники, протезов, при изготовлении лёгких велосипедов и другого спортивного инвентаря.

На основе углеродных волокон и углеродной матрицы создают композитные углеграфитовые материалы – наиболее термостойкие композитные материалы (углепластики), способные долго выдерживать в инертных или восстановительных средах температуры до 3000 °С. Существует несколько способов производства подобных материалов. По одному из них углеродные волокна пропитывают фенолформальдегидной смолой, подвергая затем действию высоких температур (2000 °С), при этом происходит пиролиз органических веществ и образуется углерод. Чтобы материал был менее пористым и более плотным, операцию повторяют несколько раз. Другой способ получения углеродного материала состоит в прокаливании обычного графита при высоких температурах в атмосфере метана.

Мелкодисперсный углерод, образующийся при пиролизе метана, закрывает все поры в структуре графита. Плотность такого материала увеличивается по сравнению с плотностью графита в полтора раза. Из углепластиков делают высокотемпературные узлы ракетной техники и скоростных самолётов, тормозные колодки и диски для скоростных самолётов и многоразовых космических кораблей, электротермическое оборудование.

Боропластики (рис. 8.7) – композитные материалы, содержащие в качестве наполнителя борные волокна, внедрённые в термореактивную полимерную матрицу, при этом волокна могут быть как в виде монопилей, так и в виде жгу-

тов, оплётённых вспомогательной стеклянной нитью или лентой, в которых борные нити переплетены с другими нитями.

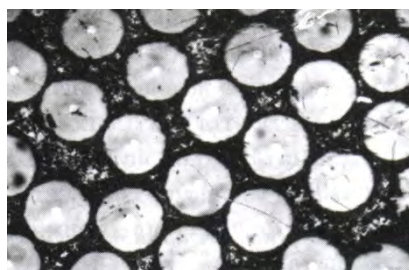


Рисунок 8.7 – Боропластик

Благодаря большой твёрдости нитей, получающийся материал обладает высокими механическими свойствами (борные волокна имеют наибольшую прочность при сжатии по сравнению с волокнами из других материалов) и большой стойкостью к агрессивным условиям, но высокая хрупкость материала затрудняет их обработку и накладывает ограничения на форму изделий из боропластиков. Кроме того, стоимость борных волокон очень высока (порядка 400 \$/кг) в связи с особенностями технологии их получения (бор осаждают из хлорида на вольфрамовую подложку, стоимость которой может достигать до 30 % стоимости волокна). Термические свойства боропластиков определяются термостойкостью матрицы, поэтому рабочие температуры, как правило, невелики.

Применение боропластиков ограничивается высокой стоимостью производства борных волокон, поэтому они используются главным образом в авиационной и космической технике в деталях, подвергающихся длительным нагрузкам в условиях агрессивной среды.

Органопластики (рис. 8.8) – композиты, в которых наполнителями служат органические синтетические, реже – природные и искусственные волокна в виде жгутов, нитей, тканей, бумаги и т. д. В термореактивных органопластиках матрицей служат, как правило, эпоксидные, полиэфирные и фенольные смолы, а также полиимиды. Материал содержит 40–70 % наполнителя.



Рисунок 8.8 – Органопластик

Содержание наполнителя в органопластиках на основе термопластичных полимеров – полиэтилена, ПВХ, полиуретана – варьируется в значительно больших пределах – от 2 до 70 %. Органопластики обладают низкой плотностью, они легче стекло- и углепластиков, относительно высокой прочностью при растяжении; высоким сопротивлением удару и динамическим нагрузкам, но, в то же время, низкой прочностью при сжатии и изгибе.

Важную роль в улучшении механических характеристик органопластика играет степень ориентации макромолекул наполнителя. Макромолекулы жесткоцепных полимеров, таких, как полипарафенилтерефталамид в основном ориентированы в направлении оси полотна и поэтому обладают высокой прочностью при растяжении вдоль волокон. Из материалов, армированных кевларом, изготавливают пулезащитные бронежилеты.

Органопластики находят широкое применение в авто-, судо-, машиностроении, авиа- и космической технике, радиоэлектронике, химическом машиностроении, производстве спортивного инвентаря.

Полимеры, наполненные порошками. Известно более 10000 марок наполненных полимеров. Наполнители используются как для снижения стоимости материала, так и для придания ему специальных свойств. Впервые наполненный полимер начал производить доктор Бейкеленд (Leo H. Baekeland, США), открывший в начале 20 века способ синтеза фенолформальдегидной (бакелитовой) смолы. Сама по себе эта смола – вещество хрупкое, обладающее невысокой прочностью. Бейкеленд обнаружил, что добавка волокон, в частности, древесной муки к смоле до её затвердевания, увеличивает её прочность. Созданный им материал – бакелит – приобрёл большую популярность. Технология его приготовления проста: смесь частично отверждённого полимера и наполнителя – пресс-порошок – под давлением необратимо затвердевает в форме. Первое серийное изделие произведено по данной технологии в 1916 году, это ручка переключателя скоростей автомобиля «Роллс-Ройс». Наполненные термореактивные полимеры широко используются по сей день.

Сейчас применяются разнообразные наполнители как термореактивных, так и термопластичных полимеров. Карбонат кальция и каолин (белая глина) дешёвы, запасы их практически неограничены, белый цвет даёт возможность окрашивать материал. Применяют для изготовления жёстких и эластичных поливинилхлоридных материалов для производства труб, электроизоляции, облицовочных плиток и так далее, полиэфирных стеклопластиков, наполнения полиэтилена и полипропилена. Добавление талька в полипропилен существенно увеличивает модуль упругости и теплостойкость данного полимера. Сажа больше всего используется в качестве наполнителя резин, но вводится и в полиэтилен, полипропилен, полистирол. По-прежнему широко применяют органические наполнители – древесную муку, молотую скорлупу орехов, растительные и синтетические волокна. Большую популярность приобрел полимерно-песчаный композит на основе полиэтиленов с наполнителем из речного песка. Для создания биоразлагающихся композитов в качестве наполнителя используют крахмал.

Текстолиты (рис. 8.9) – слоистые пластики, армированные тканями из различных волокон. Технология получения текстолитов была разработана в 1920-х на основе фенолформальдегидной смолы. Полотна ткани пропитывали смолой, затем прессовали при повышенной температуре, получая текстолитовые пластины. Роль одного из первых применений текстолитов – покрытия для кухонных столов – трудно переоценить.

Основные принципы получения текстолитов сохранились, но сейчас из них формуют не только пластины, но и фигурные изделия. И, конечно, расширился круг исходных материалов. Связующими в текстолитах является широкий круг терморезистивных и термопластичных полимеров, иногда даже применяются и неорганические связующие – на основе силикатов и фосфатов.

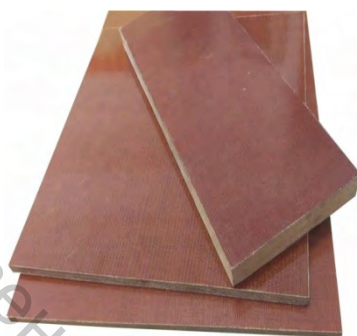


Рисунок 8.9 – Текстолит

В качестве наполнителя используются ткани из самых разнообразных волокон – хлопковых, синтетических, стеклянных, углеродных, асбестовых, базальтовых. Соответственно разнообразны свойства и применение текстолитов.

Композитные материалы с металлической матрицей

При создании композитов на основе металлов в качестве матрицы применяют алюминий, магний, никель, медь. Наполнителем служат или высокопрочные волокна, или тугоплавкие, не растворяющиеся в основном металле частицы различной дисперсности.

Свойства дисперсноупрочненных металлических композитов изотропны – одинаковы во всех направлениях. Добавление 5–10 % армирующих наполнителей (тугоплавких оксидов, нитридов, боридов, карбидов) приводит к повышению сопротивляемости матрицы нагрузкам. Эффект увеличения прочности сравнительно невелик, однако ценно увеличение жаропрочности композита по сравнению с исходной матрицей. Так, введение в жаропрочный хромоникелевый сплав тонкодисперсных порошков оксида тория или оксида циркония позволяет увеличить температуру, при которой изделия из этого сплава способны к длительной работе, с 1000 °С до 1200 °С. Дисперсноупрочненные металлические композиты получают, вводя порошок наполнителя в расплавленный металл, или методами порошковой металлургии.

Армирование металлов волокнами, нитевидными кристаллами, проволокой значительно повышает как прочность, так и жаростойкость металла. Например, сплавы алюминия, армированные волокнами бора, можно эксплуатировать при температурах до 450–500 °С, вместо 250–300 °С.

Применяют оксидные, боридные, карбидные, нитридные металлические наполнители, углеродные волокна. Керамические и оксидные волокна из-за своей хрупкости не допускают пластическую деформацию материала, что создаёт значительные технологические трудности при изготовлении изделий, тогда как использование более пластичных металлических наполнителей позволяет переформование. Получают такие композиты пропитыванием пучков волокон расплавами металлов, электроосаждением, смешением с порошком металла и последующим спеканием.

В 1970-х появились первые материалы, армированные нитевидными монокристаллами («усами»). Нитевидные кристаллы получают, протягивая расплав через фильеры. Используются «усы» оксида алюминия, оксида бериллия, карбидов бора и кремния, нитридов алюминия и кремния длиной 0,3–15 мм и диаметром 1–30 мкм. Армирование «усами» позволяет значительно увеличить прочность материала и повысить его жаростойкость.

Например, предел текучести композита из серебра, содержащего 24 % «усов» оксида алюминия, в 30 раз превышает предел текучести серебра и в 2 раза – других композиционных материалов на основе серебра.

Армирование «усами» оксида алюминия материалов на основе вольфрама и молибдена вдвое увеличило их прочность при температуре 1650 °С, что позволяет использовать эти материалы для изготовления сопел ракет.

Композитные материалы на основе керамики (рис. 8.10)

Армирование керамических материалов волокнами, а также металлическими и керамическими дисперсными частицами позволяет получать высокопрочные композиты, однако, ассортимент волокон, пригодных для армирования керамики, ограничен свойствами исходного материала. Часто используют металлические волокна.

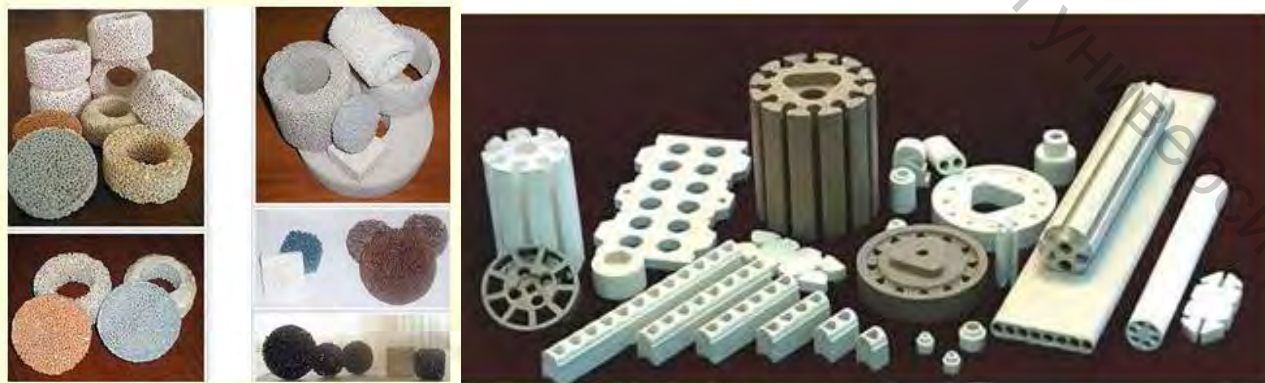


Рисунок 8.10 – Композитные материалы на основе керамики

Сопротивление растяжению растёт незначительно, но зато повышается сопротивление тепловым ударам – материал меньше растрескивается при нагревании, но возможны случаи, когда прочность материала падает. Это зависит от соотношения коэффициентов термического расширения матрицы и наполнителя.

Армирование керамики дисперсными металлическими частицами приводит к созданию новых материалов (керметов) с повышенной стойкостью, устойчивостью относительно тепловых ударов, с повышенной теплопроводностью. Из высокотемпературных керметов делают детали для газовых турбин, арматуру электропечей, детали для ракетной и реактивной техники.

Твёрдые износостойкие керметы используют для изготовления режущих инструментов и деталей. Кроме того, керметы применяют в специальных областях техники – это тепловыделяющие элементы атомных реакторов на основе оксида урана, фрикционные материалы для тормозных устройств.

Керамические композитные материалы получают методами горячего прессования (таблетирование с последующим спеканием под давлением) или методом шликерного литья (волокна заливаются суспензией матричного материала, которая после сушки также подвергается спеканию).

Разработка и использование композиционных материалов

Получение необходимого комплекса свойств материала (при использовании однородных материалов) сопряжено с определенными ограничениями. Без конкретного изменения методов получения традиционных конструкционных материалов трудно представить создание современных и будущих образцов техники. В этой связи композиционные материалы являются материалами будущего. С их появлением стал возможным селективный выбор свойств композитов, необходимых для каждой конкретной области их применения, и возникла потребность в проектировании таких материалов.

Процесс создания композиционного материала включает следующие стадии: формирование проектных исходных данных; выбор состава композита и технологии его производства; оценка основных свойств созданного материала и сравнение их с заданием на проектирование.

Исходные данные на проектирование включают следующие сведения:

1. Условия эксплуатации будущего изделия и соответствующие им механические, физические, химические и другие характеристики материала, которые определяют работоспособность изделия. Например, для ответственных высоконагруженных деталей самолетов первостепенными являются механические характеристики.

В этом случае разработчикам нового материала необходимо знать пределы его прочности, ползучесть, сопротивление динамическим нагрузкам, вязкоупругие свойства, чувствительность к надрезам, сопротивление усталости, параметры окружающей среды при эксплуатации изделий (влажность, степень разрежения, температуру воздуха и другие) и их влияние на свойства материала. Важнейшими характеристиками материалов, предназначенных для изготов-

ления прецизионных деталей, являются их тепловое расширение и износостойкость.

Таким образом, условия эксплуатации изделий определяют комплекс требований к основным служебным и технологическим параметрам материалов.

2. Экономические параметры, включающие потребность в материале и предполагаемый объем производства материала и изделий из него, ресурс изделия и его ремонтпригодность, потребность в создании специального оборудования, наличие сырьевой базы основных компонентов композиции, расходы, связанные с транспортировкой сырья и готовых изделий, возможность использования отходов и т. д.

3. Социальные факторы, определяющие условия труда и степень его безопасности при изготовлении и применении материала и изделий из него, влияние производства на окружающую среду, необходимый уровень квалификации производственного персонала и подготовки квалифицированных кадров и др.

Выбор оптимального состава композиции и технологии изготовления этой композиции – важнейший этап конструирования материала. Успех разработки композиционного материала обеспечивается выполнением большого объема научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Выбор состава композиции – результат оптимизации объемного содержания матрицы и армирующих элементов. Лучший вариант определяют на основе информации, полученной на каждом предыдущем этапе конструирования. Сначала осуществляют ориентировочный выбор материала матрицы, основных наполнителей и арматуры, а также технологии формирования изделий.

Полимерные текстильные (тканые) броневые материалы

В полимерных текстильных материалах, обеспечивающих защиту от высокоскоростного инденторного воздействия («мягкая» броня) используют многослойные пакеты из тканей (и войлоков) с определенным плетением волокон (текстурой). Наиболее эффективны ткани из волокон со специфической фибриллярной структурой, образующейся на стадии вытяжки из растворов, расплавов, гелей, волокнообразующих полимеров при оптимальной степени вытяжки. Наибольшее применение в качестве компонентов материалов «мягкой» брони получили волокна из ароматических полиамидов СВМ, Армос, Русар (Россия), Kevlar (DuPont, США), Twaron (Enka, Нидерланды) и волокна из СВМПЭ Spectra (Allied Fibers, США), DYNEEMA (DSM, Нидерланды, рис. 8.11).

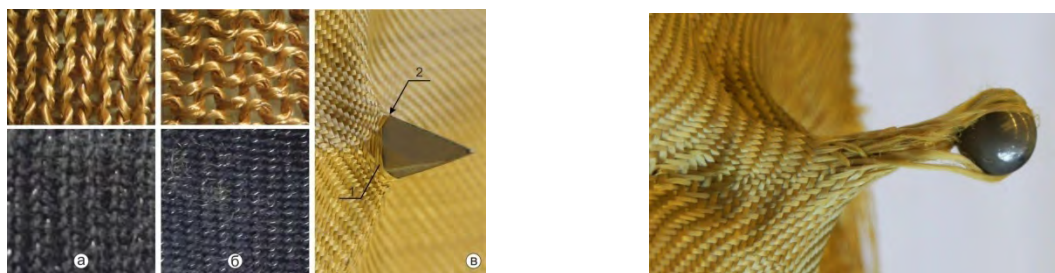


Рисунок 8.11 – Броневые композитные материалы

Для многих полимеров в ориентированном состоянии характерна фибриллярная структура с чередованием аморфных и кристаллических участков с периодичностью порядка единиц десятков нм. При вытягивании многих видов волокон наблюдается изменение характера зависимости свойств волокна от кратности вытягивания, что связано с изменением механизма ориентации, разворотом кристаллитов, перестройкой аморфных областей, формированием фибриллярных структур.

Перспективы обеспечения безопасности человека при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах средствами индивидуальной защиты (СИЗ) связаны с разработкой новых защитных полимерно-текстильных материалов, обеспечивающих высокую защиту кожных покровов от широкого спектра опасных химических веществ в течение длительного времени.

Задача создания материала с повышенными защитными свойствами может быть реализована в многослойном защитном полимерно-текстильном материале, каждый слой которого выполняет свои защитные функции, а материал в совокупности защищает от целого ряда поражающих факторов.

Пример. Композиционный текстильный материал для спецодежды и изделий технического назначения, включающий огнезащитное текстильное полотно верхнего слоя, сорбционное теплозащитное текстильное полотно нижнего слоя – ткань из химических волокон или из натуральных волокон или полотно трикотажа и скрепляющий промежуточный слой полимерного клея. В качестве верхнего слоя композит содержит базальтовую ткань с поверхностной плотностью 210–225 г/м².

Промежуточный слой композита выполнен путем горячего прессования под давлением твердого полимерного клея одновременно с верхним и нижним слоями текстильных полотен.

Данный композитный текстильный материал получают следующим образом: в качестве первого огнезащитного – верхнего слоя, используется базальтовая ткань арт. БТ-8 поверхностной плотности 210 г/м², полотняного переплетения, из базальтовых нитей линейной плотности 36 текс или базальтовая ткань арт. БТ-10, поверхностной плотности 225 г/м², сатинового переплетения, из базальтовых нитей линейной плотности 36 текс, которая обладает высокой огнестойкостью и выдерживает без изменения свойств 600–700 °С, низкой загрязняемостью и высокой инертностью к маслам, жирам и другим веществам, низким коэффициентом теплопроводности.

В качестве второго – сорбционного и теплозащитного нижнего слоя (изнаночной стороны) композиционного текстильного материала, используется хлопчатобумажная фланель арт. 1630 с двухсторонним ворсом, поверхностной плотности 240 г/м², или трикотажное полотно «Поларфлис» арт. DTU-240 из 100 % полиакрилонитрильных (ПАН) волокон, поверхностной плотности 240 г/м² с двухсторонним ворсом или хлопчатобумажная бязь арт. 212, поверхностной плотности 100 г/м², полотняного переплетения.

В качестве третьего – соединяющего первые два слоя, использовали полимерную клеевую сетку, паутинку или порошок из сополиамида – «Платамид» марки Н005РА с температурой плавления 120–125 °С.

ТЕМА 9. ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОТИВОВИРУСНОЙ ЗАЩИТЫ

Вопросы:

1. Защитные текстильные материалы для эксплуатации в условиях вирусной обстановки – виды, состав, структура.
2. Способы производства противовирусных материалов.

Острота глобальной проблемы техногенного ухудшения экологической обстановки на Земле и вредного воздействия на человека ее последствий заметно возросли в XXI в., обусловив актуальность задач ее локального ослабления.

За последнее десятилетие в мире существенно снизилась безопасность среды обитания человека. Как следствие этого – резко ухудшилось качество жизни. Имеет место повсеместное ухудшение экологических и иммунологических характеристик окружающей среды, техногенные катастрофы, загрязнение окружающей среды отходами жизнедеятельности человека и прочее.

Резкое ухудшение характеристик безопасности в среде обитания человека относится к стратегическим рискам. Прогноз на среднесрочную и долгосрочную перспективы показывает возможность синергетического усиления указанных рисков. В этих условиях становится актуальной минимизация вредного воздействия на человека последствий ухудшения среды обитания. Поскольку текстильные изделия широко распространены в среде обитания человека, целесообразно придать им защитные свойства. Для реальной защиты человека необходимо создание новых текстильных материалов с заданными свойствами.

Наиболее простым современным способом получения текстильных материалов с многофункциональными биозащитными свойствами является использование для их производства различных сырьевых композиций модифицированных химических волокон, обладающих антимикробными, одорированными, репеллентными и другими свойствами. В частности, создание широкого ассортимента современных химических волокон, в том числе модифицированных полиэфирных волокон с защитными свойствами.

Функциональность текстильных материалов является одним из основных направлений инновационного процесса в текстильной промышленности.

В настоящее время расширяется рынок текстильных волокнистых материалов с использованием модифицированных химических волокон, которые обладают защитными антибактериальными, антимикробными, фунгицидными, репеллентными и другими биозащитными свойствами.

Придание текстильным материалам антимикробных свойств преследует две основные цели: защиту от действия микроорганизмов и защиту от действия патогенной микрофлоры объектов, соприкасающихся с текстильными материалами.

В первом случае речь идет о придании волокнистым материалам биостойкости, а, следовательно, о пассивной защите; во втором случае – о создании условий для превентивной атаки со стороны текстильного материала на болезнетворные бактерии и грибы для предохранения от их действия защищаемого объекта.



Основным методом повышения биостойкости текстильных материалов является применение антимикробных препаратов (биоцидов).

Требования к «идеальному» биоциду следующие:

- эффективность воздействия против наиболее распространенных микроорганизмов при минимальной концентрации и максимальном сроке действия;
- нетоксичность применяемых концентраций для людей;
- отсутствие цвета и запаха;
- низкая стоимость и удобство употребления;
- отсутствие ухудшения физико-механических, гигиенических и других свойств изделия;
- сочетаемость с другими отделочными препаратами и текстильно-вспомогательными веществами;
- светостойкость, атмосферостойкость.

Практически каждый класс химических соединений был использован в то или иное время для придания антибактериальной или противогрибковой активности текстильным изделиям.

Применяемые в отечественной и зарубежной промышленности способы придания текстильным материалам биостойкости можно сгруппировать следующим образом:

- пропитка биоцидами, химическая и физическая модификация волокон и нитей, формируемых затем в текстильный материал;
- пропитка текстильного полотна растворами или эмульсиями антимикробного препарата, его химическая модификация;
- введение антимикробных препаратов в связующее вещество (при производстве нетканых материалов химическим способом);
- придание антимикробных свойств текстильным материалам в процессе их крашения и заключительной отделки;
- применение дезинфицирующих веществ при химической чистке или стирке текстильных изделий.

Пропитка волокон и самих текстильных полотен, однако, не обеспечивает прочного закрепления реагентов, вследствие этого антимикробное действие таких материалов непродолжительно.

Наиболее эффективными способами придания текстильным материалам биоцидных свойств являются те, которые обеспечивают образование химической связи, т. е. способы химической модификации. К методам химической модификации волокнистых материалов относятся обработки, приводящие к возникновению соединений включения, как, например, введение биологически активных препаратов в прядильные расплавы или растворы.

Например, на стадии полимеризации при получении капрона добавляют антибактериальный препарат *Permachem*, представляющий собой оловоорганическое соединение (окись или гидроокись трибутилолова), что обеспечивает сохранение антибактериального эффекта после многократных стирок.

Разработаны способы придания антимикробных свойств текстильным материалам за счет введения нитрофурановых препаратов в прядильные расплавы с последующим закреплением их при формовании в тонкой структуре волокон по типу соединений включения.

В патентной литературе имеются данные о придании антимикробных свойств синтетическим волокнам в процессе замасливания.

Перед вытягиванием волокна обрабатывают соединениями на основе производных оксихинолина, ароматическими аминами или нитрофурановыми производными. Такие волокна обладают длительным антимикробным действием.

Физическая модификация волокон или нитей – это направленное изменение их состава (без новых химических образований и превращений), структуры (надмолекулярной и текстильной), свойств, технологии производства и переработки. Совершенствование структуры и повышение степени кристалличности волокна приводит к повышению биостойкости. Однако физическая модификация, в отличие от химической, антимикробных свойств волокнам не придает, но может повышать биостойкость.

Далеко не всегда требуется иметь текстильные материалы, изготовленные целиком из антимикробных волокон. Даже небольшая доля высокоактивного антимикробного волокна (например, 1/3 или даже 1/4 часть) в состоянии обеспечить всему материалу достаточную биостойкость. Как показали исследова-

ния, антимикробные волокна оказались не только сами защищенными от повреждения микроорганизмами, но и способными экранировать от их действия волокна растительного происхождения.

Представляет интерес изготовление антимикробных нетканых материалов введением в материал активных ингредиентов в микрокапсулированном виде. Эта технология была разработана и запатентована фирмой *Earth Holdings* (США). Микрокапсулы могут содержать твердые частицы или микрокапли антимикробных веществ, которые высвобождаются при определенных условиях (например, под действием трения, под давлением, путем растворения оболочек капсул или их биоразрушения).

На биостойкость волокнистых материалов может оказать большое влияние выбор красителя. Известны красители, обладающие антимикробной активностью на волокне – производные салициловой кислоты, способные фиксировать медь, трифенилметановые, акридиновые, тиазоновые и т. д. Хромсодержащие красители, например, обладают антибактериальным действием, но устойчивости к действию плесневых грибов они волокнам не придают.

Известно, что синтетические волокна, окрашенные дисперсными красителями, разрушаются микроорганизмами более интенсивно. Предполагается, что эти красители делают поверхность волокон более доступной для бактерий и грибов.

В России и за рубежом делаются попытки однованного крашения и био-защитной отделки текстильных материалов. Совмещение этих процессов представляет не только теоретический интерес, но и является перспективным в технико-экономическом отношении.

Обработка текстильных материалов силиконами также сообщает этим полотнам антимикробный эффект. Некоторые авторы утверждают, что аппретирование текстильных материалов гидрофобизирующими препаратами сообщает им достаточно высокую антимикробную активность. Гидрофобизирование материалов может ослаблять вредное воздействие микроорганизмов, так как уменьшается количество адсорбированной влаги. Однако сама по себе гидрофобная отделка не может полностью устранить вредного воздействия микроорганизмов.

Поэтому антимикробные свойства, сообщаемые некоторым текстильным материалам в процессе обработки их силиконами, можно отнести за счет применения в качестве катализаторов солей металлов, таких, как медь, хром, алюминий.

Применение дезинфицирующих веществ, например, при стирке изделий, возможно непосредственно самим потребителем. Известен метод применения saniрующих веществ для ковровых изделий – опрыскивание или распыление дезинфицирующего вещества на поверхности напольных покрытий в процессе эксплуатации. Приемлемые уровни обеззараживания могут быть достигнуты при стирке текстильных изделий такими стиральными средствами, которые могут создавать остаточную фунги- и бактериостатическую активность.

Наиболее простым современным способом получения текстильных материалов с многофункциональными биозащитными свойствами является использование для их производства различных сырьевых композиций модифицированных химических волокон, обладающих антимикробными, одорированными, репеллентными и другими свойствами. Создание широкого ассортимента современных химических волокон, в том числе модифицированных полиэфирных волокон с защитными свойствами, является также актуальным.

В патентной литературе имеются данные о придании антимикробных свойств синтетическим волокнам в процессе замасливания. Перед вытягиванием волокна обрабатывают соединениями на основе производных оксихинолина, ароматическими аминами или нитрофурановыми производными. Такие волокна обладают длительным антимикробным действием.

Далеко не всегда требуется иметь текстильные материалы, изготовленные целиком из антимикробных волокон. Даже небольшая доля высокоактивного антимикробного волокна (например, $1/3$ или даже $1/4$ часть) в состоянии обеспечить всему материалу достаточную биостойкость. Как показали исследования, антимикробные волокна оказались не только сами защищенными от повреждения микроорганизмами, но и способными экранировать от их действия волокна растительного происхождения.

ТЕМА 10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И АКУСТИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы:

1. Текстильные материалы с защитными свойствами, применяемые в строительстве – виды, состав, структура, требования, области применения.
2. Технологии производства теплоизоляционных и акустических текстильных материалов.

Чтобы защитить жилье от теплопотерь и повышенной влажности, его покрывают различными типами утеплителей. Выбрать лучший из них очень сложно, ведь у каждого изделия собственные уникальные свойства и область применения.

Теплоизоляционные материалы, которые применяются в современном строительстве, с одной стороны, экологичны, с другой – удобны в монтаже. Современные теплоизоляционные материалы для применения в строительстве и ремонте делятся на множество разновидностей: промышленные и бытовые, природные и искусственные, гибкие и жесткие теплоизоляционные материалы и т. д.

К примеру, по форме современная теплоизоляция разделяется на такие образцы, как:

- рулоны;
- листовой;
- единичный;
- сыпучий.

По структуре отличаются следующие типы термоизоляции со своей уникальной особенностью:

- волокнистые;
- ячеистые;
- зернистые.

По виду сырья выделяют такие изделия различного класса качества:

1. Органические, природные или натуральные утеплители – это пробковая кора, целлюлозная вата, пенополистирол, древесное волокно, пенопласт, бумажные гранулы, торф. Эти виды строительных теплоизоляционных материалов применяются исключительно внутри помещения, чтобы минимизировать высокую влажность. Однако природные строительные термоизоляторы не огнеупорны.

2. Неорганические теплоизоляционные материалы – горные породы, стекловолно, пеностекло, минераловатные утеплители, вспененный каучук, ячеистые бетоны, каменная вата, базальтовое волокно. Хороший изолятор тепла из данной категории отличается высокой степенью паропроницаемости и огнестойкости. Особенно эффективно утепление изделием с гидрофобизирующими добавками.

3. Смешанные – перлит, асбест, вермикулит и другие утеплители из вспененных горных пород. Отличаются наилучшим качеством и, разумеется, повышенной стоимостью. Это самые дорогие марки лучших теплоизоляционных материалов. Поэтому таким утеплителем покрывают помещения намного реже, чем более экономными материалами.

Существует довольно широкий ассортимент предлагаемых на рынке материалов, которые могут применяться в качестве удачного утеплителя. Среди них оптимальный баланс между стоимостью и эффективностью имеют:

- минеральная вата;
- пенопласт;
- пенополистирол;
- пеноплекс;
- вспененный пенополиэтилен;
- пенополиуретан.

Основные характеристики теплоизоляционных материалов

1. **Теплопроводность.** Данный коэффициент равен количеству теплоты, которое за 1 ч пройдет сквозь 1 м изолятора площадью 1 м², измеряется Вт. Показатель теплопроводности напрямую зависит от степени влажности поверхности, поскольку вода пропускает тепло лучше воздуха, то есть сырой материал со своими задачами не справится.

2. **Пористость.** Это доля пор во всеобщем объеме теплоизолятора. Поры могут быть открытыми и закрытыми, крупными и мелкими. При выборе важна равномерность их распределения и вид.

3. **Водопоглощение.** Этот параметр показывает количество воды, которое может впитать и удержать в порах теплоизолятор при прямом контакте с влажной средой. Для улучшения этой характеристики материал подвергают гидрофобизации.

4. **Плотность теплоизоляционных материалов.** Данный показатель измеряется в кг/м^3 . Плотность показывает соотношение массы и объема изделия.

5. **Влажность.** Показывает объем влаги в утеплителе. Сорбционная влажность указывает на равновесие гигроскопической влажности в условиях разных температурных показателей и относительной влажности воздуха.

6. **Паропроницаемость.** Это свойство показывает количество водяного пара, проходящее за один час через 1 м^2 утеплителя. Единица измерения пара – мг, а температура воздуха внутри и снаружи принимается за одинаковую.

7. **Устойчивость к биоразложению.** Теплоизолятор с высокой степенью биостойкости может противостоять воздействию насекомых, микроорганизмов, грибов и в условиях повышенной влажности.

8. **Прочность.** Данный параметр свидетельствует о том, какое влияние на изделие окажет транспортировка, хранение, укладка и эксплуатация. Хороший показатель находится в пределах от 0,2 до 2,5 МПа.

9. **Огнеустойчивость.** Здесь учитываются все параметры пожарной безопасности: воспламеняемость материала, его горючесть, дымообразующая способность, а также степень токсичности продуктов горения. Так, чем дольше утеплитель противостоит пламени, тем выше его параметр огнестойкости.

10. **Термоустойчивость.** Способность материала сопротивляться воздействию температур. Показатель демонстрирует уровень температуры, после достижения которой у материала изменятся характеристики, структура, а также уменьшится его прочность.

11. **Удельная теплоемкость.** Измеряется в $\text{кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$ и тем самым демонстрирует количество теплоты, которое аккумулируется слоем теплоизоляции.

12. **Морозоустойчивость.** Данный параметр показывает возможность материала переносить изменения температуры, замерзать и оттаивать без потери основных характеристик.

Минеральная вата (рис. 10.1) представляет собой теплоизоляционный материал, состоящий из тончайших стекловидных волокон, получаемых путем распыления жидких расплавов шихты из металлургических и топливных шлаков, горных пород типа доломитов, мергелей, базальтов. Длина волокон составляет 2–60 мм.



Рисунок 10.1 – Минеральная вата

Теплозащитные свойства минеральной ваты обусловлены воздушными порами, заключенными между волокнами. Воздушные поры составляют до 95 % общего объема скелета минеральной ваты. Минеральная вата занимает ведущее положение среди неорганических теплоизоляционных материалов благодаря простоте производства, неограниченности сырьевых запасов, малой гигроскопичности и небольшой стоимости.

Недостаток минеральной ваты для тепловой изоляции состоит в том, что при хранении она уплотняется, комкуется, часть волокон ломается и превращается в пыль. Имеющая очень малую прочность, минеральная вата должна быть защищена от механических воздействий. Поэтому применение в строительстве находят изделия, выпущенные на ее основе, – маты, жесткие и полужесткие плиты.

Маты минераловатные прошивные применяются для теплоизоляции наружных ограждений, а также конструкций, температура которых не менее 400 °С. Они имеют при плотности 100–200 кг/м коэффициент теплопроводности 0,052–0,062 Вт/(м°С). Прошивные маты выпускаются длиной 2 м, шириной 0,9–1,3 м при толщине полотна 0,06 м.

В строительстве используются прошивные маты на металлической сетке, на обкладке из стеклохолста, на крахмальном связующем с бумажной и тканевой обкладками.

Маты минераловатные на металлической сетке получают путем прошивки ковра из минеральной ваты на металлической сетке хлопчатобумажными нитками. Маты выпускаются плотностью 100 кг/м с коэффициентом теплопроводности около 0,05 Вт/(м°С) и размером 3×0,5×0,05 м.

Минераловатные маты на обкладке из стеклохолста (рис. 10.2) изготовляют прошивкой минераловатного ковра стекложгутом, обработанным в мыльном растворе. Они выпускаются плотностью 125–175 кг/м с коэффициентом теплопроводности 0,044 Вт/(м°С) размером 2×0,6×0,04 м и могут быть использованы для изоляции конструкций с температурой до 400 °С. Минерало-

ватные маты на крахмальном связующем с бумажной обкладкой выпускают плотностью 100 кг/м с коэффициентом теплопроводности 0,044 Вт/(м°С) длиной 1–2 м, шириной 0,95–2 м, толщиной от 0,04 до 0,07 м с шагом в 0,01 м.

Теплоизоляционные полужесткие плиты на основе синтетического связующего используют для утепления строительных конструкций и др., в основном в качестве эффективной теплоизоляции покрытий и кровель, в том числе и шиферных. Их использование возможно во всех случаях, где исключается увлажнение и деформация утеплителя во время эксплуатации.

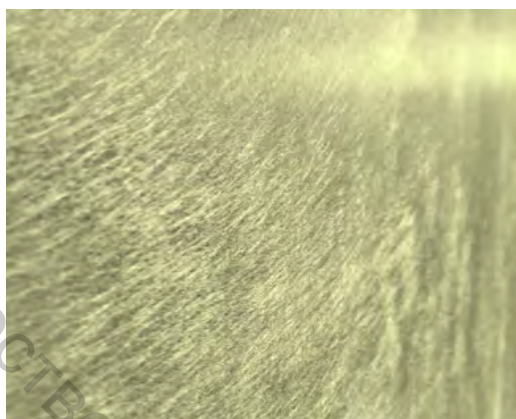


Рисунок 10.2 – Минераловатные маты на обкладке из стеклохолста

Полужесткие плиты состоят из минерального волокна, пропитанного при распылении растворов фенолоспиртов с последующим охлаждением. Плиты марки ПП производят плотностью 100 кг/м с коэффициентом теплопроводности 0,046 Вт/(м°С) длиной 1 м, шириной 0,5 м, толщиной 0,03; 0,04 и 0,06 м.

Полужесткие плиты на синтетическом вяжущем изготавливают из минераловатного ковра, пропитанного синтетическим связующим (например, карбамидными смолами) с последующей теплообработкой. Их выпускают плотностью 80–100 кг/м² с коэффициентом теплопроводности 0,031–0,058 Вт/(м°С).

Жесткие минераловатные плиты (рис. 10.3) на битумном связующем, имеющие коэффициент теплопроводности 0,042 Вт/(м°С), выпускаются размером 1×0,5×0,06 м. Они имеют низкую гигроскопичность, высокую водостойкость и мало подвержены поражению грибками и насекомыми.



Рисунок 10.3 – Минераловатные плиты

Жесткие минераловатные плиты типа ПЭ на синтетическом связующем имеют коэффициент теплопроводности $0,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ и выпускаются размером $1 \times 0,05 \times 0,06 \text{ м}$. Они обладают повышенной прочностью и могут использоваться для утепления совмещенных кровель и крупнопанельных ограждающих конструкций.

Минераловатные мягкие плиты называют минеральным войлоком. Его выпускают в виде рулонов, упакованных в жесткую тару или водонепроницаемую бумагу. Полотнища минерального войлока выпускают длиной 1; 1,5 и 2 м, шириной 0,45; 0,5 и 1 м, толщиной 0,05–0,1 м с шагом в 0,01 м. Мягкие минераловатные плиты на битумном связующем используют для утепления строительных конструкций. Серьезным их недостатком является способность войлока уплотняться при незначительных нагрузках, в первую очередь от собственного веса. При этом происходит резкое увеличение плотности, иногда вдвое, что приводит к снижению его теплозащитных качеств.

Строительный войлок получают из низкосортной шерсти животных, к которой добавляют растительные волокна и крахмальный клейстер. Полученные полотнища пропитывают 3%-м раствором фтористого натрия для защиты от повреждения молью и высушивают. Строительный войлок – хороший утепляющий и звукоизоляционный материал, используется при штукатурке стен и потолков, утепления зазоров между дверными или оконными коробками и стеной.

Стеклянная вата (рис. 10.4) является теплоизоляционным материалом, получаемым вытягиванием расплавленного стекла и состоящим из шелковистых, тонких, гибких стеклянных нитей белого цвета.



Рисунок 10.4 – Стеклянная вата

Маты из стекловолокна на синтетической связке плотностью 350 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности $0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ выпускают длиной 1–1,5 м, шириной 0,5; 1; 1,5 м, толщиной 0,03–0,06 м.

Базальтовое супертонкое стекловолокно БСТВ является высокоэффективным теплоизоляционным материалом, обладающим малой плотностью $17\text{--}25 \text{ кг/м}^3$ и коэффициентом теплопроводности $0,027\text{--}0,036 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$. Из него изготавливают маты, обладающие хорошей теплозащитой и звукоизоляцией.

Пакля представляет собой коротковолокнистый материал, получаемый из отходов пеньки и льна, имеет плотность 160 кг/м^3 , коэффициент теплопро-

водности 0,047 Вт/(м°С) и применяется для конопатки стен и зазоров оконных коробок.

Звукоизоляционные материалы и изделия применяют главным образом в виде прокладок и прослоек в перекрытиях, во внутренних и наружных ограждениях и других частях зданий с целью гашения ударных шумов, передаваемых через перекрытие (хождение по полу), вибрации (работы машин) и т. п.

Звукоизоляционные материалы в строительных конструкциях могут находиться в свободном (не сжатом), подвешенном (например, крепление плит к потолку с воздушной прослойкой) или сжатом состоянии (например, между несущими панелями потолка и конструкцией пола). Звукоизоляционные материалы, находящиеся в свободном и рыхлом состоянии, применяются для изоляции от воздушного шума, а сжатые – от ударного шума. Для звукоизоляционных материалов, применяемых в свободном состоянии (в конструкциях стен, перекрытий), толщина их не должна превышать 5 см, а в сжатом состоянии (например, в перекрытиях под полом) – не менее 1,2 см.

Звукоизоляционные материалы бывают пористо-волокнистой структуры (на основе минеральной или стеклянной ваты, асбестового и другого вида волокон), пористо-губчатой (на основе пластмасс и различного вида резины) и сыпучие естественного и искусственного происхождения (песок, шлак и др.).

Первые имеют форму плит, рулонов, матов, полосовых и штучных прокладок. По величине относительно сжатия под нагрузкой различают звукоизоляционные материалы твердые, жесткие, полужесткие и мягкие.

Основной расчетной характеристикой, по которой определяют условия применения их в конструкциях, является динамический модуль упругости. По этой величине звукоизоляционные материалы делят на три группы: 1-я группа – материалы с динамическим модулем упругости меньше 1 МПа; 2-я группа – 1...5 МПа и 3-я группа – 5... 15 МПа. Звукоизоляционные материалы 1-й группы применяют в виде плит, рулонов и матов, уложенных сплошным слоем в конструкциях перекрытий с «плавающим» полом, а также многослойных перекрытий, стен и перегородок для звукоизоляции от воздушного и ударного шума. Звукоизоляционные материалы 2-й группы используют в виде полосовых и штучных прокладок в конструкциях междуэтажных перекрытий с «плавающим» полом и в многослойных перекрытиях для изоляции от ударного шума. Звукоизоляционные материалы 3-й группы используют в виде засыпок в многослойных конструкциях междуэтажных перекрытий для улучшения изоляции от ударного и воздушного звука.

Звукоизоляционные материалы плотностью до 200 кг/м³ делят на марки от 15 до 200, материалы с плотностью выше 200 кг/м³ по этому признаку не маркируют. Указанным требованиям удовлетворяют звукоизоляционные материалы и изделия пористо-волокнистой и пористо-губчатой структуры.

Для гашения и локализации вибраций применяют вибропоглощающие материалы – поливинилхлоридные и полиэтиленовые жесткие и мягкие листовые материалы, листовую резину, битумные и полимерные мастики, в том числе каучуковые, поливинилацетатные, эпоксидные и др.

К звукоизоляционным относятся главным образом эластичные материалы: маты и плиты полужесткие минераловатные на синтетическом связующем; плиты, маты и рулоны из стеклянного штапельного волокна; плиты древесноволокнистые изоляционные; плиты из полистирольного пластифицированного пенопласта; плиты фибролитовые на портландцементе; песок речной, шлак топливный или металлургический и крошка из пробки.

Стекловатные и минераловатные маты и плиты на синтетическом связующем имеют плотность $50 \dots 225 \text{ кг/м}^3$, относительное сжатие $15 \dots 40 \%$ при нагрузке $0,02 \text{ МПа}$ и динамический модуль упругости $0,3 \dots 0,7 \text{ МПа}$.

Основным сырьем для производства новых акустических плит служат минеральная вата, стеклянное штапельное волокно, крахмал, литопон, поливинилацетатная эмульсия и др.

Технологический процесс изготовления плит состоит из рыхления и грануляции минеральной ваты, смешивания полученных гранул со связующим, формования плит, сушки и механической обработки, окраски и упаковки.

Звукоизоляционно-прокладочные материалы применяют для сплошных прокладок под полы (маты и плиты минераловатные и стекловатные, плиты древесноволокнистые изоляционные), для полосовых прокладок в конструкциях перекрытий обычного типа (плиты древесноволокнистые, асбестоцементные) и раздельного типа (пакеты из асбестового картона).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 210 с.
2. Коган, А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити / А. Г. Коган. – Витебск. : УО «ВГТУ», 1981. – 320 с.
3. Коган, А. Г. Новое в технике прядильного производства : учебное пособие для студентов вузов / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий; под ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.
4. Дягилев, А. С. Инновации в текстильной промышленности: монография / А. С. Дягилев [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2016. – 221 с.
5. Алахова, С. С. Новая технология получения огнестойких нитей / С. С. Алахова, С. С. Медвецкий, А. Г. Коган // Текстильная промышленность. – 2005. – № 7–8. – С. 21–23.
6. Шумаев, В. А. Легкая промышленность: развитие рынка текстиля и спецодежды // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2014. – № 1. – С. 104–109.
7. Принципы выбора тканей для изготовления пожаробезопасной спецодежды / Н. И. Константинова [и др.] // Текстильная промышленность. – 2002. – №10. – С. 19–21.
8. Выбор комплекса характеристик свойств для оценки качества текстильных материалов для спецодежды / З. И. Маглаперидзе [и др.] / Текстильная промышленность. – 2005. – № 1–2. – С. 30–31.
9. Кошмаров, Ю. А. Требования и методы испытаний материалов для создания специальной защитной одежды / Ю. А. Кошмаров, Н. С. Зубкова, М. А. Базанина // Текстильная промышленность. – 2002. – № 1. – С. 27–28.
10. Замостоцкий, Е. Г., Бондарева, Т. П. Разработка ткани с экранирующим эффектом и исследование её свойств // Вестник ВГТУ, 2013. – 2(25). – С. 13–18.
11. Макарова, Н. А. Современные антимикробные материалы на текстильных носителях // Текстильная промышленность, 2002. – № 2. – С. 32–33.
12. Седов, А. В. Антимикробные материалы в профилактике инфекционных болезней / А. В. Седов. – М. : ВЦМК «Защита», 1998. – 200 с.
13. Виноградова, Л. Е., Вайнбург, В. М., Шамолина, И. И. Отделка текстильных материалов гигиенического назначения // Текстильная промышленность, 1994. – № 5–6. – С. 28–30.
14. Российский рынок технического текстиля: Анализ, проблемы, тенденции и перспективы его развития. «Текстиль» 1 (1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://prom.net.ru/?id=1417>.
15. Слугин, А. И. Исследование влияния вида переплетения ткани на натяжение нитей основы в процессе изготовления арамидных тканей из пряжи, полученной из вторичных материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 3.

16. Слугин, А. И. Исследование баллистических свойств тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 4.
17. Камуфляж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
18. «Военное обозрение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://topwar.ru/794-istoriya-kamuflyazha.html>.
19. «Военторг» – Камуфляжный окрас военной формы – история возникновения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kaptorg.ru/content/7--kamuflyazh-istoriya-vozniknoveniya>.
20. Олтаржевская, Н. Д. Применение лечебных текстильных материалов «Колетекс» в онкологии и лучевой терапии // Медицинская физика. – 2003. – № 4. – С. 22–32.
21. Стоказенко, В. Г., Губина, С. М. Рынок медицинского текстиля // Снабженец № 14. – 2005. – С. 191–194.
22. Бузов, Б. А., Макарова, Н. А., Мишаков, В. Ю. Основные показатели качества текстильных антимикробных материалов медицинского назначения // Технический текстиль. – № 8. – 2003.
23. Пушин, К. Е., Дружакина, О. П. Применение шумопоглощающего материала из полимерных отходов производства для снижения уровня шума производственных помещений // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 3936–3940. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/86826.htm>.
24. Малецкая, С. В. Современные технологии и оборудование текстильной промышленности / С. В. Малецкая. – Москва : Легпромбытиздат, 2003. – 180 с.
25. Материалы сайта – Режим доступа : www.texteleclub.ru
26. Материалы сайта – Режим доступа : www.carbon-info.ru
27. Материалы сайта – Режим доступа : www.belspin.vstu.com
28. Материалы сайта – Режим доступа : www.forma-odezhda.ru
29. Материалы сайта – Режим доступа : www.ognezashita.by
30. Материалы сайта – Режим доступа : www.cyberleninka.ru
31. Материалы сайта – Режим доступа : www.fireman.club
32. Материалы сайта – Режим доступа: www.textile-pres.ru
33. Материалы сайта – Режим доступа: www.textileexpo.ru
34. Материалы сайта – Режим доступа: www.dslib.net

Учебное издание

Соколов Леонид Ефимович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО
ЗАЩИТНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Курс лекций

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *А.В. Пухальская*
Компьютерная верстка *Л.Е. Соколов*

Подписано к печати 25.11.2020. Формат 60x90 ¹/₁₆. Усл. печ. листов 5,2.
Уч. изд. листов 7,1. Тираж 9 экз. Заказ № 328.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.