

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

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Конспект лекций

для студентов специальности 1-50 01 01
«Производство текстильных материалов»

Витебск
2019

УДК 677.017
ББК 37.23
С 59

Рецензенты:

главный инженер ОАО «Витебские ковры» Попов С. В. ;

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

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 3 от 22.03.2019.

Соколов, Л. Е.

С 59 Инновационные текстильные материалы и технологии : конспект
лекций / Л. Е. Соколов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2019. – 141 с.
ISBN 978-985-481-606-7

В конспекте лекций изложены сведения о современных текстильных материалах, изделиях и технологиях, применяемых в различных отраслях промышленности и сферах человеческой деятельности, рассмотрены основные направления инновационного развития текстильной отрасли.

УДК 677.017
ББК 37.23

ISBN 978-985-481-606-7

© УО «ВГТУ», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	6
1.1 Инновационная деятельность	6
1.2 Современные тенденции развития техники и технологий текстильной промышленности	7
Лекция 2. НОВЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ	13
Лекция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. СОВРЕМЕННЫЙ АССОРТИМЕНТ ПРЯЖ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН	21
3.1 Инновации в производстве текстильных волокон	21
3.2 Инновационные технологии прядильного производства	24
Лекция 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	29
4.1 Нанотехнологии в текстильной промышленности	29
4.2 Производство нановолокон	30
4.3 Нанотехнологии в заключительной отделке текстильных материалов	34
4.4 Сенсорный текстиль	36
Лекция 5. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТКАЦКОГО И ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА	38
5.1 Ткани из молочного и паучьего шёлка	38
5.2 Ткани с особыми свойствами для необычных видов одежды	42
Лекция 6. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АССОРТИМЕНТА НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	49
6.1 Современные способы производства нетканых текстильных материалов	49
6.2 Современные тенденции развития ассортимента нетканых текстильных материалов	54
Лекция 7. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ И АГРОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	58

7.1 Области применения геотекстильных материалов	58
7.2 Классификация геотекстильных материалов. Наиболее используемые виды геотекстильных материалов	61
7.3 Структура и ассортимент геотекстильных полотен	65
Лекция 8. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕДИЦИНСКИХ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	69
8.1 Диагностический и лечебный текстиль	69
8.2 Медицинская одежда и гигиенические текстильные материалы	74
Лекция 9. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	79
9.1 Требования к одежде военнослужащих	79
9.2 Направления создания военного обмундирования	81
9.3 Виды используемых материалов для производства военной одежды	89
Лекция 10. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОГNETЕРМОСТОЙКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	92
10.1 Требования к огнестойким текстильным материалам	92
10.2 Текстильные огнеупорные материалы: сырьевой состав, виды отделки, области применения	93
Лекция 11. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКРАНИРУЮЩИХ И ТОКОПРОВОДЯЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	98
11.1 Понятие об электропроводных и экранирующих текстильных материалах, их виды, состав, области применения	98
11.2 Способы производства электропроводных и экранирующих текстильных материалов	102
Лекция 12. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	107
12.1 Текстильные материалы для одежды пилотов и космонавтов	107
12.2 Текстильные материалы в конструкциях и оснастке летательных аппаратов	111

Лекция 13. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТА И ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	117
Лекция 14. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПОРТИВНОЙ ИНДУСТРИИ	126
Лекция 15. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	132
15.1 Текстильные материалы в обувной промышленности	132
15.2 Инновационные разработки в обувной промышленности	136
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	140

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1 Инновационная деятельность

Инновационная деятельность на современном этапе развития является одним из важнейших системных факторов экономического роста и повышения конкурентоспособности выпускаемой инновационной продукции, что является необходимым для обеспечения высокого качества товаров с более низкой потребительской ценой. Инновационная деятельность направлена на создание, воплощение и реализацию инновации, т. е. на достижение результата. Результатом являются новые технологии, виды продукции, услуги, организационно-технические решения производственного, административного, коммерческого характера, которые способствуют их продвижению на рынок и в настоящее время является ключевым фактором развития современных текстильных предприятий.

Инновация – это внедренное новшество, востребованное рынком, обеспечивающее качественный рост эффективности продукции или процессов. Повсеместное внедрение прорывных инноваций в процесс производства является важнейшим направлением и основанием для современного использования технологий, научных достижений и разработок, внедряемых в процесс производства.

Текстиль – важнейший приоритет культуры, объект удовлетворения потребностей человека и важнейший компонент наукоемких технологий, необходимых для решения прикладных задач, важных для безопасного развития общества, решения научно-технических проблем.

Сегодня на современном рынке выпускается широкий ассортимент инновационных текстильных изделий, которые улучшают и облегчают нашу жизнь. Применение новых технологических материалов позволяет получить материалы разнообразных структур с улучшенными и новыми свойствами – это так называемые «умные ткани», из которых создают не только предметы одежды, но которые обладают дополнительными полезными свойствами: косметическими, лечебными, диагностическими, защитными и т. д.

Современная одежда является промышленным товаром и результатом научно-технического прогресса. Поэтому одной из особенностей современного этапа развития производства текстильных изделий является значительное ужесточение комплекса требований к продукции, а именно потребительских, эстетических, эксплуатационных, промышленных свойств, что обусловлено повышением уровня качества жизни в

мире и повышением конкуренции при реализации товаров на современном рынке.

1.2 Современные тенденции развития техники и технологий текстильной промышленности

Современное развитие техники и технологий текстильной промышленности охватывает несколько основных направлений. И, прежде всего, это высокотехнологичные high-tech текстильные материалы технического и бытового назначения. С точки зрения науки, текстиль – сложный наукоемкий продукт. В XXI веке посредством текстиля инженерная мысль стала решать почти все человеческие и технические проблемы. Главные из них:

- *функциональная одежда* (с эффектом сухого белья, защищающая от воздействий критических температур, огня, влаги, ветра, механических воздействий, от микроорганизмов, от техногенных воздействий, с компрессионным эффектом и т. п.);

- *«геотекстиль»* – текстильные полотна для защиты от эрозии почв, дренажа, формирования искусственного ландшафта (набережные, дамбы), дорожного строительства;

- *сельское хозяйство* – защита урожая от климатических угроз;

- *обивочные материалы* – салоны автомобилей, космическая техника), дублированные материалы, подкладки для искусственной кожи; звуко- и теплоизоляция, герметизация;

- *композиты* – наполнители пластмасс;

- *маскирующие и защитные материалы* – военный камуфляж, техника, чехлы;

- *антенны* – в средствах коммуникационной и спутниковой связи;

- *радиоотражающие, радиопрозрачные и эрозионностойкие* – объекты летательных аппаратов;

- *фильтровальные материалы* – воздушные, масляные, для очистки воды, отходов производства, нефти, функциональные, избирательные, биологические, для защиты человека и помещений от химического, биологического и радиологического воздействий;

- *высокопрочные материалы* – на основе биаксиальных и других структур;

- *технические ткани* – брезенты, парусина, текстильные материалы в транспорте, транспортные;

- *маскировочные* – одежда, покрытия, военные объекты, в том числе ложные цели;

- область профилактической и функциональной медицины – посттравматические изделия, лечебные материалы, медицинская одежда;
- рыболовство и фермерское разведение рыбы – различного вида сети и другие направления в области морского хозяйства.

На рисунке 1.1 схематично показаны сферы применения текстиля в различных сферах человеческой деятельности.



Рисунок 1.1 – Сферы применения текстиля

В целях расширения ассортимента и области применения волоконистых материалов (волокон и нитей) в различных областях техники созданы высокопрочные, высокомодульные (малорастяжимые), высокоэластичные, термостойкие, негорючие, светостойкие и другие виды волокон со специальными свойствами, которые могут быть названы химическими волокнами нового поколения. Особое место среди таких волокон занимают так называемые high-tech (высокотехнологичные) волокна, отличающиеся уникальными свойствами. В производстве высокопрочных и высокомодульных волокон или «супер волокон» можно выделить четыре новых технологии их получения.

Первая технология заключается в прядении высокомолекулярного полиэтилена из геля с последующей значительной вытяжкой волокна (до 30 раз). По данной технологии, например, в США получены высокопрочные волокна Спектр 900 и Спектр 100, используемые для производства технических изделий широкого назначения: шлемов, ка-

натов и тросов, чемоданов и др., а также волокно Dyneema SK60, отличающееся от других высокопрочных волокон самой высокой износостойкостью, значительной химической устойчивостью, малым весом.

Эти волокна имеют точку плавления 145–155 °С, при этом сохраняют свои механические свойства в течение короткого промежутка времени даже при температурах, близких к точке плавления. Волокно Dyneema SK71 в 10 раз прочнее стали. Его разрывная длина 428 км, а в воде из-за низкой плотности полиэтилена (менее 1) – бесконечна. Материалы из этого волокна обладают высокой разрывной нагрузкой, высокой стойкостью к действию светопогоды и хорошими гидрофобными свойствами, вследствие чего применяются при производстве пуленепробиваемой одежды, защитных изделий, фильтров, одежды моряков, парашютов, строительных материалов и др.

В Японии компанией Mitsubishi разработано полиэтиленовое волокно высшего качества Tekmilon, которое используется для изготовления теннисных ракеток, лыж, игр, тетивы спортивных луков и др.

Вторая технология получения высокопрочных и высококомодульных волокон – это процесс прядения из жидких кристаллов, который предполагает прядение жидкокристаллического раствора твердых полимеров в полусухом и полувлажном состоянии с высокой степенью ориентации макромолекул при кристаллизации твердых полимеров. По данной технологии получают волокна из ароматических полиамидов, в частности из полипропилентерефталатамида (ППТА), которые по решению торгового комитета США были названы арамидными. Отличительной особенностью получения арамидных волокон из жидких кристаллов является отсутствие вытяжки волокна после формования, т. е. необходимая степень ориентации макромолекул и надмолекулярных образований достигается непосредственно при формировании волокна. Арамидные волокна имеют высокую прочность и большую термостойкость. Компанией Du Pont (США) разработаны ароматические полиамидные смолы двух типов: Nomex, и Kevlar. Волокно Nomex хорошо сопротивляется действию открытого пламени, дыму и высокой радиации, поэтому применяется при изготовлении огнезащитной одежды, спецодежды рабочих металлургических и нефтеперерабатывающих заводов. Kevlar отличается высокой прочностью, а также высокой термостойкостью. Это волокно используется для производства тросов специального назначения, кабелей для оптических волокон, шлемов безопасности при спортивных состязаниях, деталей мотоциклов и других износостойких материалов, применяемых для спорта и досуга, защитной рабочей одежды и перчаток и т. п. Оно находит применение в космической, автомобильной промышленности, авиастроении, строительстве, электронике и других отраслях индустрии. Физические свойства волокна Kevlar позволяют применять его при производстве одежды: специальной типа пуленепробиваемых жилетов, жилетов безопасности, защитных перчаток и т. п.

Компания Goldwin, изготовитель спортивной одежды, использует Kevlar в смеси с шерстью или хлопком при производстве брюк для альпинизма и анораков.

Третья технология получения «супер волокон» предполагает преобразование твердой параарамидной молекулярной структуры в полусухую и полувлажную системы путем растворения в органическом растворителе. Получаемое волокно имеет более высокую прочность, чем арамидные волокна, полученные прядением из «жидких кристаллов».

Четвертая технология позволяет получать волокна с супервысокой прочностью путем прядения полутвердых полимеров при высокой температуре. Эта технология пригодна для ароматических полиэфиров, в ней не используется растворитель. Примером волокон, получаемых по данной технологии, является Vectran. В России на основе полимеров ароматического строения разработаны уникальные термостойкие особо прочные арамидные волокна типа фенилон, внивлон, сульфон Т, оксолон и др.

Современные high-tech технологии позволяют получать волокна, сочетающие в себе целый ряд уникальных свойств, обеспечивающих их широкое применение в различных областях. Например, углеродное волокно Витлан применяется в восстановительной хирургии. Его способность при прохождении электрического тока выделять тепло используется при создании костюмов с электроподогревом, применяемых в космической промышленности. Оно успешно применяется в фильтрах для очистки лекарств и донорской крови, для защиты органов дыхания. Волокно сочетает в себе огнестойкость и морозостойкость при температурах, близких к температуре жидкого азота, и при этом сохраняет прочность и эластичность при длительном радиационном и ультрафиолетовом облучении.

Разработанные сверхпроводящие синтетические волокна успешно заменяют хрупкие стеклянные световоды в волоконной оптике, с которой связано будущее кибернетических машин.

Волокна нового поколения широко используются в медицине в качестве ниток, которые не требуют удаления после заживания швов; для создания искусственных органов: легких, почек, сосудов и т. п., а также при диагностике различных вирусных заболеваний, в том числе для выделения вирусов СПИДа и гепатита.

Некоторые высокомолекулярные соединения можно «наполнить» лекарственными веществами. Материалы, выработанные из таких волокон (биолан, иодин, летулан), способны защищать живой организм от болезнетворных микробов.

Одежда медиков, в частности хирургов, изготавливается из специальных антимикробных полотен, выработанных из волокон с ионообменными свойствами. В перспективе – создание различных видов тек-

стильных материалов, содержащих лекарственные вещества, которые смогут оказывать целительное действие на определенные участки кожи человека или на весь организм в целом.

Анализ направлений развития ассортимента текстильных волокон и нитей показывает, что в настоящее время актуально использование супер мягких волокон с упругим грифом, имитирующих «лебяжий пух» или «кашмирскую шерсть».

С целью создания супер мягкого грифа пряжи ФГУП «ЦНИИЛ-КА» разработана технология производства пряжи и трикотажных изделий с использованием силиконизированных полиэфирных профилированных волокон, имитирующих «лебяжий пух», выпускаемых ОАО «Курск-химволокно» (Россия) и РУП МПО «Могилевхимволокно» (Беларусь).

Полиамидные волокна, утратившие несколько свои позиции среди синтетических волокон, получили новую жизнь благодаря разработке фирмой Du Pont уникального и универсального нейлонового (полиамидного) волокна Тактель (Taktel). Волокно Тактель выпускается в виде комплексных, в том числе мультифиламентных нитей и придает мягкость, чувственность, утонченность и красоту современным тканям и одежде. Нить Тактель на 30 % легче хлопчатобумажной или полиэфирной, при этом обладает значительной относительной прочностью, водонепроницаемостью, способностью «дышать», практичностью в уходе, сочетающимися с привлекательным внешним видом. Материалы из волокна Тактель прекрасно окрашиваются в яркие цвета и могут подвергаться различным отделкам. В настоящее время выпускается целая серия нитей Тактель, пригодных для различных областей применения: от прочной верхней одежды повседневного назначения до мягких, изысканных чулочных изделий и нижнего белья.

Самым быстроразвивающимся направлением в текстильной отрасли является разработка так называемых «умных тканей». Например, используемая технология Interconnection позволяет использовать различные датчики, встроенные в волокна ткани, которые получают и передают информацию о биометрических параметрах тела на обычный или карманный компьютер. Основной особенностью такой технологии является то, что такие технологии используются в любых видах тканей.

Компанией Intelligent Textiles разработана «Электронная ткань» для солдат состоящая из электропроводящих нитей, которые вводятся в материю и переносят энергию в определенное место. Важным преимуществом, является сохранение энергии ткани, и продолжение функционирования при повреждении ткани.

Процесс автоматического очищения электроматерии позволяет, поддерживать стабильную температуру и высокую прочность в процессе применения.

Большое значение на современном этапе имеет производство спецодежды, имеющее широкую область применения. Модели стали настолько продуманными и практичными, что вплотную приблизились к повседневной одежде, сохранив при этом свои защитные свойства, помогают сохранить жизнь и здоровье человека, и тем самым выполняют свои служебные обязанности. Во-первых, инновационным решением современной спецодежды является световозвращающая индикация, которая присутствует практически на всех моделях одежды, предназначенных для эксплуатации вне помещений. Во-вторых, спецодежда, предназначенная для эксплуатации во влажных условиях, выполняемая из специальной прорезиненной ткани. Все швы в такой одежде герметизируются специальной прорезиненной лентой. Важнейшим элементом в одежде, защищающей человека от высоких температур, теплового излучения, искр, брызг расплавленного металла является использование новых подходов к созданию материалов с огнезащитными свойствами с использованием специальных синтетических неоднородных огнестойких швейных ниток. Данная нитка под воздействием пламени и температуры 350–400 °С в течение одной минуты сохраняет разрывную нагрузку свыше 75 %. Наиболее перспективным в области защиты от повышенных температур и теплового излучения на отечественном рынке являются ткани на основе волокон и нитей Русар и Арселон с температурой разложения 500 °С.

Весьма популярным и востребованным на рынке является разработка вкладных стелек, позволяющих в различные периоды времени придать обуви удобство и комфортность, что способствует рациональному выбору, как конструкции, так и вида пакета материалов стельки. Особенностью вкладных стелек является то, что они конструктивно не скреплены с верхом или низом обуви, что является положительным фактором, позволяющей потребителю выбирать и менять стельки в зависимости от своего вкуса, желаемого комфорта и существующих медицинских проблем.

Поэтому на современном этапе инновационным решением можно считать производство вкладных стелек, изготовленных из пакета тканых (смешанных) полотен с антибактериальной пропиткой, позволяющих длительное время поддерживать комфортные и гигиенические свойства внутриобувного пространства.

Наиболее перспективным и мощным инновационным решением в текстильной промышленности считается применение технологии обработки шерстяного волокна с помощью электроразрядной нелинейной кавитации. Суть заключается в том, что используется процесс двухстадийной технологии промывки шерсти, которая предусматривает предварительное очищение шерсти в ванне с ЭРО, где происходит удаление минеральных и органических загрязнений, разрушение пленки жировых

загрязнений на поверхности волокна без использования растворов серной кислоты.

В текстильной промышленности значительное место среди экологически чистых и ультрамодных товаров продолжают занимать текстильные материалы изо льна, содержащие природно-окрашенное льняное волокно, обладающие исключительными природными свойствами, высокой прочностью, гигиеничностью, природной бактерицидностью, экологичностью и натуральностью. Инновационные технологии обработки льняных материалов ферментами позволяет сохранить в льняном волокне лигнин и природные красители, открывающие широкие возможности для художественно-колористического оформления материалов, что позволит наиболее полно использовать льняное сырье и тем самым повысить конкурентоспособность и производительность льняных изделий на отечественном рынке.

В заключение стоит отметить, что развитие инновационной сферы приобретает особую важность, что способствует превращению научно-технических разработок, базирующихся на результатах фундаментальных и прикладных исследований, в рыночный товар с новыми потребительскими свойствами. Соответственно, инновации в современном мире приобретают все больший интерес и считаются не просто желательными, но и жизненно необходимыми.

Лекция 2. НОВЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Во что еще, кроме модных тканей из конопли и бамбука, особенно актуально одеваться сегодня? Какие еще альтернативы хлопку, шерсти и синтетическим материалам предлагает сегодняшний рынок? Попробуем разобраться – благо, выбор достаточно велик.

Органический хлопок. Поскольку хлопчатобумажные ткани по-прежнему остаются самыми популярными среди массовой публики, даже самые сознательные производители текстиля не собираются от них отказываться.



Вместо этого они ищут пути производства хлопка без пестицидов, гербицидов, химических красителей и прочих вредоносных веществ, применяемых в изготовлении обычного хлопчатобумажного полотна. Результатом становится так называемый органический хлопок – то есть хлопок, выращенный без химикатов. В США и некоторых европейских странах уже даже утвержден стандарт для этого нового материала, согласно которому органический хлопок признает-

ся лишь тогда, когда 95 % волокон в нем выращены на почве, свободной от удобрений и пестицидов в течение как минимум трех лет, и при отсутствии в нем генномодифицированных организмов. В отличие от хлопка обычного, который хоть и считается условно натуральным материалом, но способен вызывать аллергии и прочие проблемы со здоровьем, его органический собрат не просто абсолютно безвреден, но в некоторых случаях еще и полезен – например, при экземах, кожных расстройствах и аллергии.

Кукуруза. Из кукурузы делают не совсем натуральную ткань – правильнее ее назвать синтетической, но это синтетика биоразлагаемая и весьма приятная в носке. Кукурузные нити получают из полимера, который в свою очередь добывается из кукурузного крахмала. Чем же хороша эта необычная синтетическая материя? Достоинств у нее множество. Во-первых, она мягка и приятна на ощупь и, в отличие от большинства других синтетических материалов, полностью гипоаллергенна. Во-вторых, она очень устойчива и к солнечным лучам и любым другим внешним воздействиям, что влияет на износостойкость и сохранение первоначального цвета. А в-третьих, она едва ли не лучше всех других тканей обладает гигроскопичностью, поглощает влагу и быстро сохнет.

Рами – китайская крапива. Крапива китайская, белое рами (англ. ramie) – вид растений из семейства крапивных. Родина этого растения – Восточная Азия.

По внешнему виду растение напоминает крапиву, однако оно существенно выше обычной крапивы – 1,2–2,3 м, стебли прямые, ровные, не жгучие. Рами можно назвать кустарником, стебли ее древовидные, прочные. Рами растет только в теплом климате при достаточной влажности. При соблюдении этих условий растение неприхотливо, особого ухода не требует и дает от 2 до 6 урожаев в год. Стебель рами на 20 % состоит из волокон. Сами волокна тонкие, белые, обладают шелковистым блеском, на ощупь более грубые, чем льняные. Длина отдельного волокна может достигать 50 см. Волокно рами отличается хорошей прочностью, практически не подвержено гниению; эти свойства позволяют использовать рами для изготовления канатов. В прошлом из волокна рами изготавливали в основном ткани технического назначения в виде парусины – самой прочной ткани. Кроме прочности, ткань из волокна рами красивая, она обладает естественным, похожим на шелк, блеском и легко окрашивается, не теряя шелковистости. В настоящее время рами используется в производстве дорогих тканей. Сегодня крапиву используют уже для изготовления деликатных тканей: из ее волокон получают полотно, не уступающее мягкостью и деликатностью шелку. А потому ткань из крапивы неожиданно оказалась в числе элитных, дорогих материй. Впрочем, в производстве чаще всего используется не чистая крапива, а ее сочетание с хлопком или шерстью – в результате получают более прочные и износостойкие изделия. Одежда, сши-

тая из такой ткани, хорошо держит форму, хорошо окрашивается, длительно сохраняет красивый шелковистый блеск. А еще предметы одежды, сшитые из такой ткани, не деформируются: у брюк из ткани с добавлением крапивы никогда не оттянутся колени. Еще одно преимущество – можно не переживать о том, что эта ткань когда-нибудь потеряет свой цвет. Также волокна рами применяются для изготовления дорогих сортов бумаги, идущих, например, для печати денежных знаков.

Водоросли. Для производства экотканей используются исландские водоросли. Ценность тканям из водорослей придают их уникальные характеристики.

Помимо антибактериальных свойств, благодаря обогащению серебром они оказывают антимикробное и тонизирующее воздействие на организм человека. А содержащиеся в водорослях аминокислоты, минералы, микроэлементы, полезные жиры и витамины положительно влияют на состояние кожи человека и его здоровье в целом. При контакте такого материала с кожей активизируется клеточный метаболизм, кровообращение и регенерация клеток. Оздоровительные и прочие позитивные качества тканей из водорослей не вымываются после множества стирок, а сами материалы способны служить долго и эффективно.

Волокна из крабовых панцирей. Экологические ткани сегодня производят и из нетрадиционного материала, такого, как панцири крабов. Для их изготовления применяют экстракты этого богатого хитином сырья, из которого благодаря специальной технологии получается особая хитиновая вискоза.

Эта ткань чрезвычайно прочна, гипоаллергенна и антибактериальна и обладает лекарственными свойствами для кожи. Ведь хитин известен своими способностями замедлять старение, активизировать клетки человеческого организма, укреплять иммунитет и самым благотворным образом воздействовать на тело человека – не даром он является основой множества эффективных биодобавок. Наряду с этим ткань из скорлупы крабов обладает кровоостанавливающим действием и благодаря совокупности своих достоинств претендует на статус лидера среди текстильных экопродуктов. Эта ткань не только очень полезна для организма человека, но и, по сути своей, являясь производной отходов пищевой промышленности, абсолютно не вредит окружающей среде.

Ткань из волокон сои. Еще один материал, наряду с бамбуком и коноплей, претендующий на звание сырья для ткани нового столетия. Современное соевое волокно – это экологически чистый природный материал, создаваемый с помощью новейших биотехнологий. Появился этот материал еще в 30-е годы XX века. Костюмы из сои носил один из самых передовых деятелей того времени – создатель известной автомобильной марки и один из отцов-основателей автопромышленности в целом Генри Форд, признанный чуть позднее «бизнесменом века». Известный предприниматель ценил соевое полотно, в частности, за то, что

оно не линяло, не садилось и удивительно быстро сохло. Костюмы можно было стирать в холодной воде и не использовать при этом стиральных средств – любые загрязнения сходили с них без малейших хозяйственных ухищрений.

Ткани из соевого волокна обладают антибактериальными свойствами, обеспечивают защиту от ультрафиолетового и электромагнитного излучения. Полотно из волокон сои обладает хорошими гигиеническими свойствами, обладая высокой гигроскопичностью, хорошо выводит влагу, что позволяет бороться с потоотделением, предотвращает появление неприятных запахов. Одежда из волокон сои удобна и приятна в носке: по мягкости она не уступает кашемиру и шелку, а по легкости обходит большинство других материалов. Ткань также обладает и высокими эксплуатационными характеристиками. После стирки ткань не садится, не линяет и быстро сохнет. Наряду с этим она благотворным образом влияет на общее здоровье ее носителя. Волокно белка сои содержит 18 видов аминокислот и активных растительных компонентов, полезных для организма человека. Одежда из такого волокна сои снимает воспалительные процессы, благодаря содержанию витамина Е и сапонины, препятствует старению кожи и способствует нормальному кровообращению. Экологические преимущества соевых тканей состоят в том, что плантации сои легко возобновляются, а материалы из нее поддаются полному биоразложению. Таким образом, соевое полотно – отличный материал для пошива как повседневной, так и спортивной одежды, как нижнего белья (включая высокотехнологичное термобелье), так и изделий специального назначения и белья для больниц, а также обуви, создания косметической продукции и многого другого.

Волокна из конопли. Конопля выращивается, в основном, в Восточной Европе и Азии, где представляет собой популярную товарную культуру. Речь идет о конопле – волокне, которое выращивается человеком с доисторических времен для производства ткани, масла, медицинских препаратов и в качестве основы для мыла, кремов, увлажняющих средств и шампуней. Растить коноплю легко и выгодно: с одного акра земли можно собрать такое ее количество, какое будет в 2–3 раза превышать урожай хлопка. При этом получающаяся из конопли ткань крепче и мягче хлопчатобумажной, в два раза более износостойка и не подвержена плесени. Кроме того, конопля произрастает в гораздо более обширных климатических ареалах, чем хлопок, и хорошо выдерживает морозы. Ткань, произведенная из текстильных сортов этого растения, обладает антибактериальными, гипоаллергенными и даже лечебными свойствами и сохраняет свои биологические качества и после обработки.

Одно из основных преимуществ ткани из конопли заключается в том, что она не содержит следов пестицидов и других химических веществ, которые применяются для защиты и стимулоста прочих

посевных культур, используемых в качестве природного сырья для тканей. Конопляное полотно обладает высокой теплопроводностью, отличной терморегуляцией и не допускает перегрева тела в жаркую погоду и переохлаждения в холодное время года. Оно превосходно защищает кожу от вредных воздействий внешней среды, таких, как соли тяжелых металлов, неблагоприятное сочетание температуры и влажности, повреждающее действие избыточного ультрафиолетового облучения.

Более того, «живая» конопляная ткань оказывает на тело человека освежающее и смягчающее воздействие, тонизируя его и благотворно влияя на работу организма в течение дня. Одежда из конопли никогда не электризуется, не деформируется при носке и не портится при стирке, и при всем этом не требует специального ухода.

Ткани из бамбуковых волокон. Производить из бамбука ткань начали не так давно – первые образцы появились чуть больше десяти лет назад и сразу получили звание ткани XXI века. Бамбуковая ткань имеет превосходные эксплуатационные качества, минимальный вред окружающей среде при выращивании сырья для ее производства.

Более того, выращивание бамбука не просто не наносит природе вреда – оно приносит ей пользу. Ткань, произведенная из бамбукового волокна легкая, мягкая и обладает приятным естественным блеском – по этим качествам превосходит натуральный шелк. Ткань обладает высокой упругостью, в связи с чем, она практически не мнется, и высокой износостойкостью: по прочности на разрыв бамбуковое волокно сравнимо со сталью. Бамбуковая ткань не вызывает аллергических реакций, не раздражает кожу, защищает ее от ультрафиолета (отражая 98 % вредных лучей), обладает бактерицидными свойствами и препятствует размножению болезнетворных организмов, грибков и пылевых клещей (на бамбуковом волокне погибают 70 % бактерий), причем сохраняет эти антибактериальные свойства даже после ста стирок. Содержащиеся в бамбуке аминокислоты благотворно влияют на энергетический баланс кожи, ткань из него оказывает на тело противовоспалительное воздействие. Бамбуковое волокно не электризуется, демонстрирует превосходные терморегулирующие качества, пропускает на 20 % больше воздуха и впитывает на 60% больше влаги, чем ткани из хлопка, что приводит к высоким показателям гигиенических свойств.

Бамбуковое полотно легко поддается окрашиванию и отлично сохраняет цвет. Экологичный способ выработки нитей из бамбука аналогичен тому, который используется для получения льна и пеньки: стебли бамбука крошат, а натуральные ферменты размельчают, давая возможность волокнам разделяться. Еще в древности таким же образом из бамбука изготавливали бумагу. При промышленном способе волокна разделяются химически – с использованием щелочей, дисульфида углерода и кислот, – а затем ekstrудированы на механических устройствах. Несколько последних лет бамбук – главный волокнистый материал тек-

стильной промышленности в целом, который популярен у ведущих дизайнеров. Из бамбуковой ткани и из смеси бамбука с хлопком шьют постельное и нательное белье, халаты, вечерние и повседневные женские платья, вяжут легкие свитеры и носки. Из смесовых с шерстью тканей шьют пальто и куртки, изготавливают теплую вязаную одежду. Бамбуковое волокно может быть также превосходным наполнителем для одеял.

Любума (luobuma) – волокно с 5000-летней историей, однако только сейчас его начинают активно использовать в Китае в промышленном производстве текстильных материалов. Это растение произрастает в лесах Китая (провинция Синьцзян). Основные свойства: высокая гигроскопичность, воздухо- и паропроницаемость, бактерицидность, защита от УФ-излучения, стимуляция кровообращения; ткань из любумы хорошо окрашивается, малоусадочна, пропускает длинные лучи инфракрасного излучения, которые способствуют восстановлению клеток человеческого организма и лечению артритов.

Промышленное применение сейчас получают также ананасовые и банановые листовые волокна; волокна кенафа, пушицы болотной, репейника, раkitника, манилы (абаки), джута (калькуттской пеньки) и другие.

Ткань из бананов. В мире существует около 500 культивируемых видов бананов, которые много веков использовались населением Японии, Филиппин, Непала и прочих азиатских и африканских стран для еды и изготовления одежды, мебели, посуды и прочих предметов обихода. Один из видов банана так и называется – банан текстильный – *musa textilis*. Волокно, сделанное из этого банана, называют абака или манильская пенька (*Manila hemp*). Как и знаменитая российская пенька, сделанная из конопли, абака считалась замечательным сырьем для корабельных канатов и веревок.

Существует около 100 разновидностей банана текстильного, особенно на Филиппинах, однако коммерческое значение имеют не более 20. Они различаются по количеству волокна, а также по трудности его выделения, по урожайности, что, в конечном счете, является главным при выборе сорта для возделывания.



Помимо корабельного применения, банановое волокно традиционно используется и для одежды – на Филиппинах, например, из него шьют рубашки и различные платья. В Японии сохранились и получили развитие в текстильной промышленности сложившиеся с XIII века традиции использования стеблей банана для изготовления тканей и пошива одежды. Волокна, извлеченные из бананового стебля, имеют за-

пах и могут быть окрашены. Они не дают усадки, не выгорают, сохраняют свои свойства после стирки. Жёсткость определённого вида ткани, даже в отсутствие крахмала, может сделать её любимой среди деловых людей. Ткань может на 100 % состоять из банановых волокон. Смесь с 60 % хлопка придает изделиям максимальную прочность. Самым известным брендом, использующим банан для изготовления элитной одежды, является бренд Ditta, принадлежащий филиппинскому дизайнеру Dita Sandico Ong.

Ткань из ананасов. Новый материал под названием Pinatex (где pina – это ананас) был создан испанским дизайнером Кармен Хиджойса в 1990-е гг.



Из волокон листьев ананаса изготавливают тонкую и прочную материю для пошива традиционной одежды.

По своей структуре новый материал чем-то похож на войлок из валяной шерсти. Волокна, из которых производят Pinatex, извлекают из

листьев ананасов. Местные фермеры срезают их перед тем, как собрать созревший урожай. Затем, пройдя несколько уровней промышленной обработки, они превращаются в текстиль. Побочный продукт, который образуется в результате этого процесса, используется всё теми же фермерами в качестве удобрения для полей.



Полученный материал внешне похож на кожу, на него может быть нанесён любой рисунок или фактура. В зависимости от назначения и предъявляемых требований по нагрузкам, конечный продукт может состоять из нескольких слоев пинатекса. Например, этот аспект ва-

жен при изготовлении сумок.

Кроме того, если шить одежду из пинатекса, то обрезки составляют только 5 % от всей площади, а если из традиционной кожи – то все 25 %. Между тем, обрезки тоже входят в цену готового продукта. Так что не стоит платить за отходы.

Из нового материала можно делать обувь, сумки, обивку для стульев и кресел, декоративные панели для дома. В конце концов, он может быть использован в оформлении салонов автомобилей.

Ткань из кофейной гущи. Патент на ткань из кофейной гущи принадлежит тайваньской компании Singtex.

Процесс переработки Singtex/S Cafe схож с процессом превращения бамбука в похожий на вискозу материал. Из кофейной гущи удаляются все фенолы, сложные эфиры и масла, оставляя мельчайшие частички практически без запаха. Конечный результат превращения – мягкая, легкая, эластичная, воздухопроницаемая ткань, которая при обработке активированным углем на основе кокосовой скорлупы приобретает целый ряд дополнительных защитных и гигиенических характеристик.



Обжаренный кофе обладает дезодорирующими свойствами, т. е. устраняет неприятные запахи, например, запах пота. Высокая прочность, защита от опасных для организма человека ультрафиолетовых лучей и выраженный дезодорирующий эффект ткани, изготовленной из кофейной гущи, в первую очередь заинтересовали производителей спортивной одежды. У необычной ткани есть еще один плюс – она очень быстро сохнет. С момента своего запуска в 2009

году компания Singtex разработала не только широкий спектр одежды (нижнее белье, постельные принадлежности и даже обувь), но и запатентовала различные варианты технологий и материалов с использованием кофе. Например, кофе-джинсы.

Ткань из скорлупы кокоса. На островах Тихого океана кокосовая пальма веками обеспечивала туземцев пищей, питьем и строительным материалом. А из скорлупы орехов местные жители получали прочное волокно длиной 35 сантиметров и толщиной от 12 до 25 микронетров. По подсчетам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН тысяча кокосов может дать десять килограммов волокна. Кокосы с пальм собирают каждые 30–45 дней. Ежегодный урожай с одной пальмы – от 60 до 200 орехов.



Идеей использования орехов на одежду решила воспользоваться компания Cosona Inc., которая разработала новейшую технологию превращения кокосовой скорлупы в ткань, обладающую такими полезными качествами, как поглощение запаха и быстрое вы-

сыхание. Они разработали ткань под названием «Технология 37.5», которая представляет собой комбинацию кокосовых волокон и вулканических веществ. В результате – в составе одежды меньше синтетики. Затем кокосовое волокно начали использовать компании, которые производят верхнюю и спортивную одежду – Tog 24, Columbia Sportswear и North Face.

Лекция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. СОВРЕМЕННЫЙ АССОРТИМЕНТ ПРЯЖ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

3.1 Инновации в производстве текстильных волокон

В настоящее время наиболее развитые страны переходят к 6-ому технологическому укладу, а за ними подтягиваются развивающиеся. В основе этого уклада (постиндустриальное общество) лежат новые, прорывные технологии и, прежде всего, нано-, био-, инфо-, когнито-, социальные технологии. Эта новая парадигма развития цивилизации затрагивают все области практик человека, влияет на все технологии предыдущих укладов. Последние не исчезают, но существенно видоизменяются, модернизируются. Но главное качественное изменение – это появление новых технологий, переход их на коммерческий уровень, внедрение продуктов этих технологий и модифицированных традиционных технологий в повседневную жизнь цивилизованного человека (медицина, транспорт всех видов, строительство, одежда, интерьер и аксессуары для дома, спорт, армия, средства коммуникации и др.). Не обошел стороной этот тектонический, технологический сдвиг и область производства волокон, без которых не только производство текстиля всех видов, но многих технических изделий традиционных и нетрадиционных областей применения (композиты, медицинские имплантаты, дисплеи и др.) не возможно. В настоящее время промышленность использует волокна так называемого третьего поколения с особыми свойствами. Волокна третьего поколения в зарубежной литературе называют ВЭВ – высокоэффективными волокнами (HPF – High Performance Fibers) и к ним наряду с новыми полимерными волокнами относят углеродные, керамические и новые виды стеклянных волокон.

Третье, новое поколение волокон начало формирование в конце XX века и продолжает развиваться в XXI веке, и характеризуется повышенным требованием к их эксплуатационным свойствам в традиционных и новых областях применения (аэрокосмиче автомобиль-

строение, другие виды транспорта, медицина, спорт, армия, строительство). Эти области применения предъявляют повышенные требования к физико-механическим свойствам, термо-, огне-, био-, хемо-, радиационной стойкости.

Удовлетворить полностью этот комплекс требований ассортиментом природных и химических волокон 1-ого и 2-ого поколения не удается. На помощь приходят успехи в области химии и физики полимеров, физики твердого тела и производство на этой основе ВЭВ.

Появляются (синтезируются) полимеры с новым химическим строением и физической структурой, полученные по новым технологиям. Установление зависимости, причинно-следственных связей между химией, физикой волокон и их свойствами лежит в основе создания волокон 3-его поколения с заранее заданными свойствами и, прежде всего, с высокой разрывной прочностью, прочностью к трению, изгибу, давлению, упругостью, термо- и огнестойкостью.

Рассмотрим некоторые примеры.

Производство микроволокон. В настоящее время разработаны технологии получения и применения микроволокон или микрофибры (от англ. microfibre), под которыми понимают сверхтонкие волокна, имеющие толщину менее 0,3 дтекс. Ультратонкие волокна имеют скачок в области качества материалов и широко используются при производстве изделий бытового назначения (искусственная замша, плательно-костюмные и пальтовые ткани, бельевого трикотажа и др.), а также технических материалов (обтирочные ткани и т. п.).

Микроволокна берут свое начало от бикомпонентных волокон матрично-фибрильной структуры различных типов. Микрофибру отличает малая масса (она почти в 1,5 раза легче натуральных волокон и в 1,2 раза – самого легкого из синтетических волокон – полиэфирного), высокая эластичность (в 1,5–2 раза выше, чем у натуральных волокон), высокое влагопоглощение (в 5–10 раз выше, чем у обычных полиамидных, полиэфирных и акриловых волокон) и несминаемость (у нее самый большой угол восстановления складки по сравнению с другими синтетическими и натуральными волокнами). Микрофибра придает одежде особую мягкость и способность к облеганию, эластичность «второй кожи», идеально повторяющей линии тела, ощущение натурального волокна, прохладного в жару и согревающего в холод.

Инновационное волокно Тактель применяется как в чистом виде, так и в смеси с другими химическими волокнами для производства широкого ассортимента трикотажных полотен и тканей. Кроме обычного волокна Тактель производится волокно «Тактель Микро», которое в 60 раз тоньше человеческого волоса, при этом в 6 раз прочнее натурального шелка. Тактель-Микро применяется при выработке чулочных изделий; в сочетании с волокнами лайкра (Lycra) обеспечивает облегает

мость, легкость, изысканность. Кроме того, применение Тактель-Микро целесообразно при производстве нижнего белья и других видов одежды.

Биотехнологии в производстве текстильных волокон. При производстве волокон в настоящее время широко используются биотехнологии. На основе биотехнологии ученые разработали несколько способов получения химических волокон, которые по своим свойствам мало отличаются от натуральных. К свойствам натуральной шерсти вплотную приблизилось биоПАНволокно. В процессе производства это синтетическое полиакрилонитрильное волокно обрабатывается специальной биомассой из особых микроорганизмов. Проведя разрушительно-созидательную работу, бактерии выдают почти готовый к употреблению продукт, заменяющий шерсть.

Приверженцы бионики пытаются скопировать природные «технологии» получения многих веществ, засекреченных бесконечно долгой эволюцией развития органической жизни. Обычная паутина обладает необыкновенно высокой прочностью и эластичностью и состоит из протеинов. Биологи нашли гены, ответственные за процесс протеинового синтеза у насекомых. Они пытаются привить их клеткам дрожжевых микроорганизмов методами генетической инженерии. Кроме пауков, «плести» волокна могут микроскопические грибки плесени.

Размножаясь на отходах хлопкового производства, они начинают синтезировать ферменты, расщепляющие целлюлозу. С помощью генетических ухищрений биотехнологии отходы хлопка смогут превратиться в ткани в недалеком будущем. Вышеописанные достижения текстильной промышленности в области производства химических волокон дают представление об уровне его развития, однако составляют лишь небольшую часть современных разработок в данной отрасли.

Эковолокна и нити. Переворот в молекулярной и биологической отраслях науки привел к тому, что в настоящее время ученые способны не только изобретать новые, но и использовать уже известные и считавшиеся непригодными материалы в качестве потенциального сырья для создания волокна и пряжи. Сельскохозяйственные культуры, органические отходы, а также отрасли животноводства, ранее не представлявшие интереса для мира модных тканей, теперь являются новыми источниками производства полотна. Появление многих из этих новшеств стало возможным благодаря возрастающей сложности научных методов. Подобное расширение возможностей применения науки подкрепляется достижениями инжиниринга и усовершенствованием производственного процесса.

К примеру, недавние исследования позволили превратить кукурузу и сою в главное сырье для производства волокна. Волокно Ingeo получают из полимера под названием NatureWorks PLA, который, в свою очередь, изготовлен из углерода, содержащегося в растениях в натуральном виде.

В отличие от полиэстера, NatureWorks – материал, разлагаемый микроорганизмами, а это означает, что на мусорной свалке он будет распадаться довольно быстро. В случае с материалами на основе нефти этот процесс способен растянуться на столетия.

В наши дни японские ученые используют новозеландское молоко для создания молочного волокна, а американский промышленный гигант DuPont разработал новый полимер на основе кукурузных злаков под названием Sorona (Farina, 2003). Компания Cargill Dow – производитель волокна Ingeo – заявила, что планирует распространить свой технологический процесс на других континентах и, возможно, задействовать в качестве сырья сахарную свеклу или рис. За последние пять лет в мире зарегистрировано 12 новых видов натуральных текстильных волокон растительного происхождения, применяемых в производстве одежды (из стеблей, листьев и даже лепестков растений).

3.2 Инновационные технологии прядильного производства

В таблице 3.1 приведена характеристика некоторых новых способов прядения, представляющих интерес как альтернатива традиционным кольцевому и пневмомеханическому способам.

Несмотря на развитие новых способов прядения, кольцевой способ в настоящее время остается самым распространенным. Это связано с его универсальностью, а также с тем, что пряжа кольцевого способа прядения обладает высокой разрывной нагрузкой и рядом других положительных свойств.

Основным направлением развития кольцевого способа прядения в конце XX – начале XXI веков стала разработка концепции компактного прядения, сущность которой состоит в уменьшении размеров треугольника кручения, что позволяет снизить ворсистость и обрывность пряжи, повысить ее прочность и производительность машины. Разработка систем компактного прядения рассматривается рядом исследователей как наиболее перспективное направление развития кольцевого прядения.

В настоящее время наибольшее развитие получили несколько основных типов устройств уменьшения ширины мычки для получения компактной пряжи:

- система Elite CompactSet, разработанная фирмой Suessen, как в хлопко-, так и в шерстопрядении;
- система COM4, разработанная фирмой Rieter в хлопкопрядении, а затем совместно с фирмой Cognetex – в шерстопрядении;
- система ComACT³ для всех видов волокон, разработанная фирмой Zinser.

Работа всех систем основана на параллелизации волокон и уплотнении волокнистой мычки на перфорированной или сетчатой поверхности за счет разрежения воздуха, создаваемого под ней на узком протяженном участке.

Изменение внешнего вида пряжи можно заметить на фотографиях, представленных на рисунке 3.1

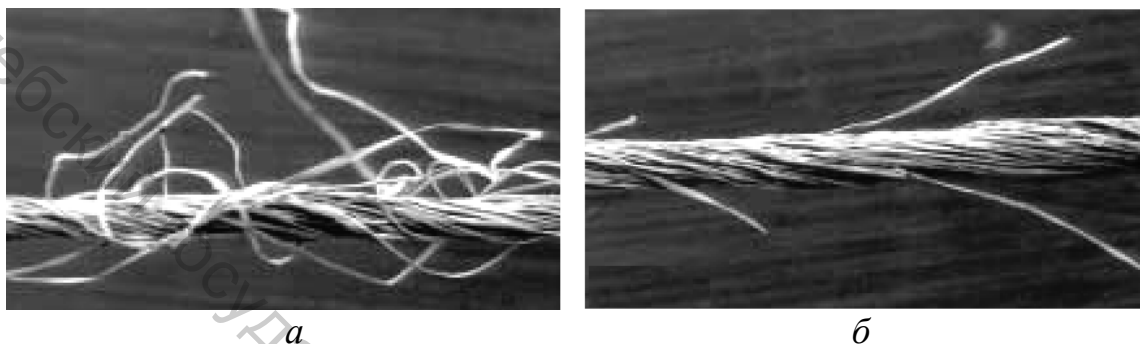


Рисунок 3.1 – Внешний вид обычной кольцевой пряжи (а) и пряжи COM4 (б)

Таблица 3.1 – Новые способы прядения

1	Фрикционный способ	Получение крученной пряжи на кольцепрядильной машине	Самокруточный способ	Способ производства армированной пряжи		Метод ложного кручения		Способ склеивания волокон	Способ свойлачивания
	2	3	4	5 а	5 б	6 а	6 б	7	8
Способ прядения	Dref 2	Siro-Duospun	Repro	Coverspun	Parafil 2000	Dref 3	Murata jet Spinning	Tvilo	Periloc
Механизм прядения, особенности кручения	2 перфорированных барабанчика	Веретено кольцепрядильной машины	2 вьюрка	Кручение комплексной нити, волокна сердечника крутки не получают		перфорированные барабанчики	воздушный вихрь в 2-х соплах	без крутки	–
Сырье	Шерсть, лубяные, химические волокна	Шерсть, хлопок, химические волокна	Шерсть, химические волокна	Химические волокна и комплексные нити		Хлопок, химические волокна и смеси химических волокон с хлопковым волокном		Хлопок и химические волокна	Шерсть и смеси с шерстью
Линейная плотность, текс	100-4000	8х2 – 55х2	13х2 – 65х2	6-120	25-500	33-165	8-40	20-60	500-6000
Кол-во выпусков на машине	6-48	Кольцевая прядильная машина	4(5)	168	80	12-96	60	8	20
Скорость выпуска (max), м/мин	280	25	300	50	300	300	200	400	30
Вид питающего полуфабриката	Чесальная лента	Ровница			Лента с ленточной машины				Ровница или лента
Выходная упаковка	Бобина крестовой намотки	Початок	Бобина крестовой намотки						Упаковка в мешках

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5а	5б	6а	6б	7	8
Свойства пряжи	Характер аппаратной пряжи; равномерная; жесткий сердечник	Крученая пряжа из двух стренг, компактная	Крученая нить с переменным направлением крутки, объемная; неравномерная по крутке	Одиночная пряжа с оплеткой из комплексной нити со штапельными волокнами, ориентированными в сердечнике; равномерная, обладающая высокой прочностью		Одиночная пряжа из штапельного волокна; волокна в сердечнике ориентированы При малом количестве волокон оплетки – характер пряжи с кольцепрядильных машин; при большом количестве – характер пряжи с ППМ		Склеенная нить в форме ленточки; высокая кроющая способность	Высокообъемная, устойчивая к свойлачиванию; прочность зависит от степени свойлачивания
Области применения	Предметы домашнего обихода; ковры; одеяла	Верхняя одежда и т. д.	Верхняя одежда; пуловеры	Верхняя одежда; трикотажные, эластичные изделия	Текстильные изделия для домашнего обихода; ковры	Изделия для домашнего обихода; одежда для спорта и активного отдыха	Мужские сорочки; постельное белье; легкая верхняя одежда	Полотенца; прокладочные материалы для нанесения покрытия	Ковры; мебельные ткани
Упраздненные переходы (оборудование)	Машины przygotowительного производства; мотальная машина	Трошение; кручение	Трошение	Перематывание	Машины przygotowительного производства; мотальная машина	Перематывание			Прядение
Преимущества способа	Прядение волокнистых отходов; высокая производительность; выработка фасонной и армированной пряжи	Повышение производительности прядильных и мотальных машин	Снижение расхода электроэнергии, занимаемой площади, количества персонала и уровня шума	Минимальное количество волокон в поперечном сечении	Высокая производительность; низкое содержание комплекса нити	Высокая производительность; возможна выработка армированной пряжи	Снижение производственных затрат и количества обслуживающего персонала	Отсутствие крутильных рабочих органов; высокая производительность	Отсутствие свойлачивания в процессе дальнейшей переработки; экономия сырья и материалов

Исследования показали, что производство компактной пряжи имеет следующие преимущества:

- при неизменной крутке и частоте вращения веретен обрывность в прядении снижается на 40 %;
- повышается стойкость пряжи к истиранию;
- крутка пряжи может быть уменьшена на 10–15 % при неизменном или повышенном качестве пряжи. Исследования, проведенные специалистами фирмы Rieter, показали, что прочность обычной кольцевой пряжи равна прочности компактной пряжи, полученной при снижении крутки в среднем на 10 %
- существенное снижение неровноты и пороков пряжи (кроме непсов);
- практически полное исключение ворсинок длиной более 2 мм;
- более полное использование прочности волокон позволяет применять менее дорогостоящее сырье;
- возможность получения очень мягких пряж открывает перспективы для производства комбинированных (армированных) нитей и их применения для швейных ниток, для спортивной одежды, технического текстиля и т. д.;
- потери волокон могут быть уменьшены до 0,01 % для синтетических волокон и длиноволокнистого хлопка, до 0,08 % для средневолокнистого хлопка;
- запыленность воздуха уменьшается в 2 раза;
- обрывность на трикотажных машинах и поломка игл снижается даже без парафинирования и при пониженной крутке;
- из-за компактности пряжи и отсутствия длинных ворсинок при окрашивании ткани достигается хороший гриф и специфический блеск;
- несмотря на пониженную крутку ткани из компактной пряжи, имеют меньшую склонность к пиллингу.

Так как компактное прядение прочно закрепилось на рынке, различными научными центрами и фирмами в настоящее время проводится ряд исследований данного процесса, в результате чего разрабатываются новые рекомендации по его совершенствованию независимо от используемой системы компактирования.

Лекция 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Нанотехнологии в текстильной промышленности

Бурный технический процесс на исходе XX века предъявил к текстильным материалам новые, казалось бы, фантастические требования: они должны обладать специфическими свойствами, которые необходимы в конкретной сфере деятельности человека, а так же уметь изменять их в нужном человеку направлении под воздействием внешней среды, т. е. вырабатывать ответную реакцию. Современный текстиль очень активно и эффективно начал внедрять самые передовые технологии: информационные, био-, нано-, плазменные, лазерные, радиационные и т. д. Использование этих технологий позволило производить ткани и одежду с комплексом новых потребительских свойств, с высокой добавленной стоимостью, с новыми областями применения. И связано это, прежде всего, с началом широкого применения при производстве текстильных материалов нанотехнологий.

Нанотехнология – это технология производства материалов путем контролируемого манипулирования атомами, молекулами и частицами сверхмалого размера для получения материалов с фундаментально новыми свойствами. Величина наночастиц варьируется от 0,1 до 100 нм. Нано – приставка, обозначающая размерность 10^{-9} . На отрезке длиной в один нанометр можно расположить восемь атомов кислорода.

Многочисленные исследования выявили значительные и технически интересные изменения физико-механических и физико-химических свойств наноматериалов при размере структурных составляющих от нескольких единиц до нескольких сотен нанометров. Эти трансформации могут быть целенаправленно использованы в различных областях науки и техники, включая получение текстильных волокон и материалов с принципиально новыми характеристиками. Достижения в сфере молекулярных композитных составов позволили создать новое поколение текстильных материалов («нанотекстиль»). При этом важно понимать, что если обработка текстиля по традиционной технологии предусматривает внедрение химических соединений (препаратов) в его структуру, образованную волокнами (нитьями), то нанотехнологическое воздействие не затрагивает этой макроструктуры. Принципиально новые свойства наноматериалов обеспечиваются на микро- (но не макро) уровне. О возможностях применения нанотехнологии в текстильной промышленности можно судить по данным, представленным в таблице 4.1.

На сегодняшний день в текстиле внедряются следующие нанотехнологии:

- производство нановолокон;
- заключительная отделка с использованием нанотехнологий;
- сенсорный текстиль.

Таблица 4.1 – Возможности применения нанотехнологий

Текстильный объект	Возможности наносистем и нанотехнологии
Полимеры (волокна) и ткани	Структурирование тканей с помощью наночастиц, МЭМС и НЭМС – датчики контроля текстильного материала. Биомиметика (совместимость текстильного материала с живыми организмами)
«Умный текстиль» (одежда)	Дисплеи и носители информации, беспроводная связь, микро-датчики мониторинга состояния организма. Наноактюаторы. Мониторинг окружающей среды. Сверхпрочные композиты и материалы. Электро- и фотопроводящие ткани. Солнечные тканевые панели
Биосовместимая одежда	Биометрические полимеры. Бактериальные культуры. Создание текстиля микроорганизмами. Биомаркеры
Нанопокрывтия для тканей	Антистатические, радиопоглощающие, негорючие, антисептические, водонепроницаемые, износоустойчивые, самоочищающиеся
Системы производства и контроля	Интеграция НЭМС-датчиков, акустические системы, «нанофабрики» синтеза, нанокатализ полимеризационных процессов
Новые материалы	Ткани с алмазодными включениями, ткани на основе нанотрубок, дендромеров, наночастицы-наполнители, металлизированная резина и т. д.

4.2 Производство нановолокон

Нановолокна можно производить, наполняя традиционные волокнообразующие полимеры отличающимися по конфигурации наночастицами различных веществ или путем выработки ультратонких (диаметром в рамках наноразмеров) волокон. Наполненные наночастицами волокна начали производить с 1990 года. Такие волокна малоусадочны, имеют пониженную горючесть, повышенную прочность на разрыв и истирание и в зависимости от природы вводимых наночастиц могут приобретать другие защитные свойства, требующиеся человеку. В качестве наполнителей волокон широко используют углеродные нанотрубки с одной или несколькими стенками. Волокна, наполненные нанотрубками, приобретают уникальные свойства – они в 6 раз прочнее стали и в 100 раз легче ее. Наполнение волокон углеродными наночастицами на

5–20 % от массы придает им также сопоставимую с медью электропроводность и химическую устойчивость к действию многих реагентов.

Углеродные нанотрубки используются в качестве армирующих структур, блоков для получения материалов с высокими прочностными свойствами: экранов дисплеев, сенсоров, хранилищ жидкого топлива, воздушных зондов и т. д. Например, при наполнении углеродными нанотрубками поливинилспиртового волокна, получаемого по коагуляционной технологии прядения, оно становится в 120 раз выносливее, чем стальная проволока, и в 17 раз легче, чем волокно Кевлар (самое известное и прочное арамидное химволокно, получаемое по традиционной технологии и используемое в бронежилетах). Подобные нановолокна уже сейчас начинают применять для производства взрывозащищающей одежды и одеял, защиты от электромагнитных излучений.

Очень ценные и полезные свойства химические волокна приобретают при наполнении их наночастицами глинозема. Наночастицы глинозема в виде мельчайших хлопьев обеспечивают высокую электро- и теплопроводность, химическую активность, защиту от УФ-излучения, огнезащиту и высокую механическую прочность. У полиамидных волокон, содержащих 5 % наночастиц глинозема, на 40 % повышается разрывная нагрузка и на 60 % – прочность на изгиб. Такие волокна используют в производстве средств защиты от ударов, например защитных касок. Известно, что полипропиленовые волокна очень трудно окрашиваются, что существенно ограничивает область их применения в производстве материалов бытового назначения. Введение 15 % наночастиц глинозема в структуру полипропиленовых волокон обеспечивает возможность крашения их различными классами красителей с получением окрасок глубоких тонов.

Интенсивно развиваются исследования и производство синтетических волокон, наполненных наночастицами оксидов металлов: TiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , MgO . Волокна приобретают следующие свойства:

- фотокаталитическую активность;
- УФ-защиту;
- антимикробные свойства;
- электропроводность;
- грязеотталкивающие свойства;
- фотоокислительную способность в различных химических и биологических условиях.

Еще одним интересным направлением в производстве нановолокон является придание им ячеистой, пористой структуры с наноразмерами пор. При этом достигается резкое снижение удельной массы (получение легких материалов), хорошая теплоизоляция, устойчивость к растрескиванию. Образующиеся нано поры волокон могут быть заполнены различными жидкими, твердыми и даже газообразными веще-

ствами с различным функциональным назначением (медицина, ароматизация текстильных полотен, биологическая защита).

Другой тип нановолокон – ультратонкие волокна, диаметр которых не превышает 100 нм. Эта тонина обеспечивает высокое значение удельной поверхности и, как следствие, высокое удельное содержание функциональных групп. Последнее обеспечивает хорошую сорбционную способность и каталитическую активность материалов из подобных волокон.

В результате исследований, проведенных в Институте электрохимии РАН, разработана технология получения коллоидных растворов, содержащих наночастицы серебра, обладающих высокой антибактериальной активностью. Наличие таких систем в составе композиций, нанесенных на текстильный материал, в частности, лечебноперевязочный, резко повышает эффективность лечебного действия.

Еще одним примером проявления специальных свойств у текстильных наноматериалов является ткань из специального полиэфирного волокна (Trevira CS), которая имеет повышенную устойчивость к возгоранию, обусловленную модифицированной на молекулярном уровне структурой волокнообразующего полимера. Подобные текстильные материалы одновременно обладают грязеотталкивающими свойствами, формоустойчивостью, повышенной воздухопроницаемостью. Таким образом, нанотехнологии в приложении к текстильным процессам и материалам сегодня уже не только перспективное научно-техническое направление, но реалии интенсивно развивающейся коммерческой «ниши».

TENCEL® (ТЕНЦЕЛ) – это первое целлюлозное волокно, в котором были использованы нанотехнологии.

Tencel – фирменное наименование для волокна из эвкалиптовой древесины вискозного типа. Волокно получают путем специальной нанообработки, что придает волокнам уникальные свойства, ранее не известные человечеству.

Материал TENCEL® обладает уникальными потребительскими свойствами:

- выраженный охлаждающий эффект, который приобретают волокна эвкалипта после специальной обработки;

- само волокно эвкалиптового дерева (т. к. оно природное волокно) по своей структуре приближено к растительному стеблю. Ткань из этого волокна обладает уникальными свойствами впитывания и рассеивания влаги, т. к. волокно эвкалиптового дерева по структуре близко к растительному стеблю. Гигроскопичность увеличивается за счет уникальных нанотехнологий обработки нити. Ткань не только отлично впитывает влагу, но и быстро испаряет ее;

- ткань обладает также антибактериальным эффектом, не вызывает аллергии;

- ткань полностью натуральная. В составе только древесная целлюлоза;
- отлично впитывает влагу – на 50 % больше, чем хлопок;
- безупречно гладкая поверхность, но менее скользкая, чем шелк, очень приятная на ощупь;
- очень высокая прочность ткани.

Благодаря управлению и регулированию структуры нановолокон в волокне TENCEL®, получают ткани с высокими гидрофильными и абсорбционными свойствами и с высоким коэффициентом испарения.

Достоинства материалов с использованием TENCEL®: естественное охлаждение, высокое регулирование влажностью среды, бактериостатическое действие (предотвращает развитие бактерий).

В отличие от синтетических волокон, с низкими капиллярными свойствами, TENCEL® обладает уникальными свойствами транспортировки влаги (рис. 4.1).

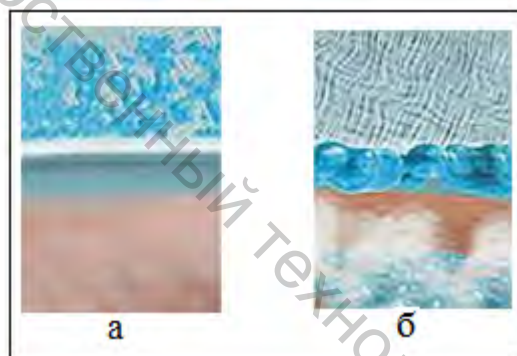


Рисунок 4.1 – Взаимодействие волокон с влагой: а – волокон TENCEL®, б – волокон полиэстер

В отличие от синтетических волокон, которые не могут впитывать влагу во внутреннюю часть волокна, TENCEL® усиленно абсорбирует ее. В зависимости от условий влажности воздуха, TENCEL® либо поглощает, или испаряет воду. Например, в связи с тем, что под одеялом во время сна влажность воздуха повышена, а во внешней среде влажность ниже, то волокно вбирает влагу с внутренней стороны и выводит наружу. При этом в сравнении с другими волокнами, TENCEL® показывает самую высокую абсорбцию влаги. При влажности воздуха 65 % TENCEL®, в отличие от других волокон, еще имеет резерв адсорбции для того чтобы отводить влагу от кожи.

4.3 Нанотехнологии в заключительной отделке текстильных материалов

При **заклучительной отделке** текстильных материалов используют наночастицы различных веществ в виде наноэмульсий, нанодисперсий или нанокрасителей. При этом материалам могут придаваться такие свойства, как водо- и маслостойкость, пониженная горючесть, противозагрязняемость, мягкость, антистатический и антибактериальный эффекты, термостойкость, формоустойчивость и др. Наиболее известной нанотехнологией заключительной отделки является отделка Teflon, обеспечивающая водо-, масло-, грязезащитные эффекты.

Для ее реализации используют наноэмульсии фторуглеродных полимеров. Располагаясь на внешней поверхности каждого отдельного волокна, эти гидрофобные наночастицы образуют новую поверхность, своеобразный «зонтик», наподобие того, что существует на внешней поверхности растений, шерсти животных, перьях птиц. В отличие от традиционных технологий аналогичного назначения, наночастицы, придавая требуемые эффекты, не перекрывают капиллярно-пористую структуру волокнистого материала, он остается «дышащим», поскольку его микропоры остаются открытыми для воздухообмена. Придаваемые эффекты устойчивы к многократным стиркам. Отделка по нанотехнологиям придает текстильным материалам из химических волокон хлопкоподобный внешний вид, а изделия из хлопка становятся малосминаемыми и приобретают формоустойчивость.

В разных странах достаточно широко проводятся исследования по созданию «самоочищающихся» текстильных материалов с помощью нанотехнологий. Задача исследователей – придать текстилю такой же эффект, какой свойственен живой природе: листьям растений, крыльям бабочек и насекомых, панцирям жуков.

Наноэмульсии формируют на волокнах тонкую трехмерную поверхностную структуру, с которой вода, масло и грязь легко скатываются и смываются. Получаемый «супергидрофобный» эффект приводит к тому, что образующаяся на поверхности материала круглая капля способна скатываться с нее без следа при малейшем наклоне. Такие загрязнения, как пыль и сажа удаляются вместе с каплями воды, а материал приобретает эффект «самоочищения».

Использование наноэмульсий дает возможность получать из хлопка текстильные материалы, лицевая сторона которых проявляет гидро-, масло-, грязеоталкивающие свойства, а изнанка остается гидрофильной, способной поглощать влаговыведения тела (пот). Одновременно такому материалу можно придавать различные бактериостатические эффекты, в том числе препятствующие появлению запаха пота.

Основное назначение подобных материалов – армейская экипировка, спортивная одежда и одежда для активного отдыха.

Другим важным направлением использования нанотехнологий в заключительной отделке текстильных материалов является колористическое направление. Одна из важных областей использования нанотехнологий в текстильной промышленности – это колорирование, то есть крашение и печатание.

Цветной рисунок текстильных материалов по определению – нанотехнология. Молекулы или ионы красителей (имеют размеры 2–3 нм) проникают в структуру волокон, и там происходит их самосборка в моно- и полиадсорбционные слои толщиной не более 26 нм. В некоторых случаях окрашенное вещество вступает в химическую реакцию с функциональными группами волокон и образует прочную связь с полимером волокна. Можно сказать, что в этом случае формируются единые окрашенные макромолекулы волокна. Окраска становится суперустойчивой к многократным стиркам.

Сейчас нанотехнологии подбираются к формированию устойчивых окрасок вообще без всяких красителей и пигментов. Это так называемая структурная окраска, когда тот или иной цвет возникает за счет структуры, состоящей из отверстий определенного размера и геометрии, образующих «нанокружева» определенного орнамента. Это удастся успешно сделать живой природе. Так глубокий черный и ярко-голубой цвет крыльев бабочки *Papilio Ulysses* обязаны именно такой структурной окраске. Такая окраска возникает в результате взаимодействия света и кружевной структуры крыльев бабочки. Она исключительно устойчива к действию света, что не удастся достичь в случае окраски, полученной с помощью окрашенных веществ.

Кружевными наноструктурами можно добиться не только цветного эффекта, но и получить эффект «невидимки». Этот принцип используется в разработках самолетов – невидимки «Стелс». Положительные результаты на опытных образцах получены и для производства одежды-невидимки. Одежда – невидимка по отношению к приборам ночного видения (видят ИК-излучение), по технологии с элементами нанотехнологии колорирования традиционными классами красителей широко используется армиями многих стран и террористами.

Также невидимые ткани пользуются большой популярностью и в бытовой одежде. Например, они способны создавать оптическую иллюзию идеальной фигуры. Благодаря «невидимым панелям» или «виртуальному камуфляжу» любая женщина сможет казаться стройной и подтянутой.

Колористическое направление связано с разработкой принципиально новых видов армейского камуфляжа и развитием моды, предлагающей одежду с необычными цветовыми эффектами. Суть их состоит в использовании фото-, термо- и гидрохромных красителей. Окрашен-

ные ими ткани могут изменять цвет под действием воды, тепла и света подобно хамелеонам.

По уровню разработок камуфляжа впереди идут США и Япония. Интенсивные исследования проводятся в Китае, Южной Корее, Тайване. Ткани-«хамелеоны», способные изменять свой цвет в зависимости от внешних факторов – идеальный материал для армейского камуфляжа. Подобно коже живых рептилий защитная одежда военного сможет адаптироваться к изменениям окружающей среды.

Реализация этих идей весьма заманчива и интересна для армии, но в то же время достаточно сложна и пока не осуществлена полностью, поскольку, в отличие от бытовой одежды, к армейскому камуфляжу предъявляются очень жесткие требования по устойчивости окрасок к действию погоды, трению, стиркам и химчистке.

4.4 Сенсорный текстиль

В 1988 году ученый Марк Уейзер впервые ввел термин ubiquitous computing или повсеместный компьютеринг. Это понятие, описывающее компьютеры и компьютерные технологии, встроенные в повседневные вещи, их плавную интеграцию в окружающую среду, где все компоненты объединены и способны обмениваться информацией. Другими словами, интернет вещей (интернет вещей – это новая стадия развития положения вещей, когда все компьютеры связаны друг с другом, а через них и люди, до некоторой ситуации, когда «умными» и «общающимися» становятся большинство вещей и материалов через встроенные в них сенсоры и т. п.), наделенных вычислительной способностью, чипами и сенсорами, составляющих систему сообщающихся многофункциональных устройств. Процесс взаимодействия человека с компьютером будет протекать интуитивно и естественно: нам больше не придется учить «язык компьютера», напротив, компьютер начнет говорить с нами на одном языке, реагируя на жесты, голос и эмоции человека. Появление «умной» одежды и электронного текстиля, а также технологий, которые можно носить, еще раз подтверждает, что эпоха ubiquitous computing уже не за горами.



Сегодня для создания «умной» одежды дизайнеры используют ткани, в волокна которых вплетены микропроцессоры, электролюминесцентные частицы, светоизлучающие диоды (LED) и различные сенсоры. Сенсорный текстиль позволяет в непрерывном режиме отслеживать (мониторить) основные

параметры организма человека (температура, давление, пульс и т. д.), контактирующего с этой одеждой. Из такого текстиля изготавливают гибкие экраны для дисплеев и другие электронные устройства. В одежду монтируют микро-(нано), видео- и аудиотехнику. Это позволяет регистрировать психоэмоциональное состояние человека, и сообщать об этом своему владельцу. С помощью такой одежды можно регистрировать прединфарктное состояние, или поддерживать связь со знакомыми в реальном времени.

Рассмотрим некоторые примеры.

Одно из лучших изобретений 2006 года по версии Time Magazine – футболка The Hug Shirt, созданная CuteCircuit, которая позволяет посылать объятия на расстоянии. Сенсоры, вплетенные в ткань майки, измеряют силу касания, теплоту кожи и даже ваш пульс, когда вы посылаете объятие кому-то на расстоянии, а затем такие же сенсоры в одежде получателя воссоздают все эти параметры. Передача данных осуществляется через Bluetooth, сначала от рубашки к мобильному телефону отправителя, а затем от мобильного телефона к рубашке получателя. Отправить «объятие» также просто, как позвонить, или отправить смс.

Помимо моды электронный текстиль применяют в таких областях, как спорт, здравоохранение, а также в индустрии развлечений. Компания SmartLife Technology (британская компания технологии, работает в области медицины, благополучия, здоровья и безопасности, спорта и клинических исследований) разработала электронный жилет, который постоянно сканирует пульс, частоту дыхания, температуру тела и давление человека. Жилет выявляет закономерности в реакции организма на лекарства, а также позволяет передавать данные о состоянии пациента врачу по мобильной связи. С появлением такой технологии пациенту больше не придется многократно ходить к врачу, чтобы проверить состояние здоровья, – теперь он может сделать многие



вещи самостоятельно, находясь в любом удобном для него месте.

Сенсоры электронного жилета создают вибрации, которые провоцируют

определенный тип эмоций. Предположим, если киногерои испытывают любовь и радость, жилет посылает сигнал, передающий вам состояние, которое иногда называют «бабочки в животе». В случае, когда герои испытывают страх, – система посылает зрителю легкий озноб в позвоночной области. Пока Philips не сообщает точную дату коммерческого запуска продукта, но, безусловно, появление подобной технологии

предвосхищает настоящую революцию в киноиндустрии и в том, что для нас составляет просмотр кино.

Немецкая компания Infineon Technologies разработала образцы тканей и напольных покрытий, содержащих в своей структуре кремниевые чипы и соединительные волокна. Сеть чипов, вплетенная в ткань, самоорганизующаяся: один чип связывается со своими ближайшими соседями, обменивается данными с ними и через них с другими узлами сети. Если из строя выходит один чип, то данные переправляются по другим маршрутам. В текстильный материал могут вживляться самые разные чипы – светодиоды и сенсоры, реагирующие на свет, температуру, влажность, давление и т. п. Напольные покрытия, выполненные подобным образом в помещениях с большим количеством людей, могут, в случае опасности, образуя светящиеся дорожки и знаки, указывать маршруты движения людей к аварийным выходам. С помощью этих покрытий можно даже обнаружить присутствие в помещениях посторонних людей.

Чипы, включенные в хлопковую пряжу, способны определять температуру, давление, движение и вибрацию, предоставлять в случае пожара спасательным службам информацию о распространении огня. Первая продукция этой фирмы должна увидеть свет уже в этом году.

В США ведутся работы по созданию жилетов, позволяющих пилотам сверхзвуковых самолетов ВМФ быстро ориентироваться в пространстве в критических ситуациях. Эксперты полагают, что 7 из 10 авиакатастроф, случившихся со сверхзвуковыми истребителями ВМФ США, связаны с потерей ориентации пилотами при плохой видимости и невозможностью вследствие этого предпринять действия, предотвращающие аварию или смягчающие ее.

Действие спецжилета основано на чувстве осязания. В него вшиты тактильные стимуляторы, посылающие в нужный момент вибрацию, что препятствует дезориентации и ориентирует внимание пилотов на нахождение сторон (вверх, вниз, влево, вправо). На сегодняшний день испытан первый вариант жилета и ведется активная работа над его усовершенствованием.

Лекция 5. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТКАНОГО И ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Ткани из молочного и паучьего шёлка

Крепкий и гибкий паучий шелк является одним из самых ценных материалов в природе, его можно было бы использовать для производства целого ряда изделий от искусственных волокон до парашютных

строп, если бы была возможность производства в коммерческих объемах. В 2000 году компания Nexia Biotechnologies заявила, что имеет решение: коза, производящая в своем молоке паутинный белок паука.

Исследователи вложили ген каркасной нити паутины в ДНК козы таким образом, чтобы животное стало производить паутинный белок только в своем молоке. Это «шелковое молоко» затем можно использовать для производства паутинного материала под названием «Биосталь».



Голландские специалисты-генетики вывели особых коз. Молоко этих животных содержит тот же белок, что выделяют железы паука-золотопряда. После дойки коз, белок из молока связывают в волокна, которые в десять раз прочнее стали.

Затем этот материал «срашивается» с человеческой кожей. То, что получается в результате, не может пробить даже пуля. Полученный в

результате экспериментов материал из смеси человеческой кожи и субстанции, идентичной по составу паутине, выдержал вес и скорость пули, выпущенной из винтовки 22-го калибра.

У обычного шёлка длинная история применения в военном деле. Чингисхан однажды снабдил всех своих всадников шёлковыми рубашками. Он обнаружил, что эту ткань стрелы пробивали редко, чаще лишь вминали в рану, и поэтому их можно было извлечь, просто потянув за шёлк. А теперь сделайте в своём воображении ещё один шаг. Что, если кератин, отвечающий за прочность кожи человека, заменить протеином «паука-шёлкопряда»? Можно обойтись и без жилета!

Что же такое этот «молочный шёлк»? Сегодня единственной страной-производителем этого материала является Китай. Но об этом чуть ниже. Нельзя всё же не упомянуть другой страны, Канады, где до недавнего времени, и успешно, велись работы над созданием этого замечательного материала. Главным направлением у канадцев стали опыты в области генной инженерии. В 2002 году им удалось скрестить паука с... козой. Козе удалось «привить» ген, отвечающий за образование паутины у паука. В 2000 году канадская биотехнологическая фирма «Нексия» ввела паучьи гены мышам, затем перешли на коз, и козы стали давать молоко с тем самым белком, который образует сердцевину нити паутины. Двух африканских карликовых козлов Петера и Уэбстера генетически запрограммировали производить коз, молоко которых содержало бы такой белок. Эта порода хороша тем, что потомство становится взрослым уже в трёхмесячном возрасте. Фирма пока хранит мол-

чание, как делать нить из молока, но уже зарегистрировала название созданного ею нового материала – BioSteel («биосталь»).

Китайская компания Suarn уже давно занимается производством тканей из молока. В процессе создания такой ткани сначала сушится молоко, затем из него извлекается белок и, наконец, в специальной установке, создающей воздушный вихрь, из этого белка получается волокно. Полученное таким образом волокно идёт в прядильные цеха и, наконец, из полученной пряжи производятся ткани. Поначалу производство молочного шёлка было очень дорогим, но современные технологии сократили расходы, сделав возможным массовое производство нового продукта. Сегодня компания Suarn является обладателем сотни зеленых сертификатов Oeko-TexStandard и признаётся мировым лидером в производстве молочного шёлка. Молочный шёлк – ткань с нежной бархатистой текстурой – даёт нашей коже непередаваемые ощущения и очень хорош в пошиве женского платья, нижнего и постельного белья.



Ученые из Вайоминга поставили перед собой задачу создать шелк, сравнимый по прочности с тканью, созданной из паутины пауков, такая ткань превосходит по прочности даже сталь. Дело в том, что паутина, вырабатываемая пауками очень прочна, но ее недостаточно для организации промышленного производства, а шелковая нить, производимая шелкопрядом, легко рвется.

Полученные же трансгенные черви могут вырабатывать особо прочные шелковые нити в достаточном количестве. Это результат десятилетнего труда ученых-биологов.

Американские ученые сумели создать модифицированную особь тутового шелкопряда, плетущего значительно более прочную нить. В настоящее время эксперименты продолжаются, ученые надеются научить шелкопряда делать нить, которая в своих качествах была бы не хуже паутины.

Ученые уже давно пытаются воспроизвести качества паутины, но разведение пауков для коммерческих целей нецелесообразно, поскольку их продуктивность очень низка, более того, они постоянно съедают друг друга.

А вот тутовый шелкопряд довольно успешно разводится. Отметим, что это единственное насекомое, которое удалось полностью одомашнить. Более того, это насекомое уже не встречается в диком состоянии в природе. Его гусеницы свивают себе коконы, состоящие из шелковой нити, длина которой достигает 700 метров. Однако эта нить довольно хрупка.

Чтоб сделать нить, которая посильнее, мягче и длиннее, чем обычный шелк, ученые удачно ввели гены паука в тело шелкового червяка. Шелковые червяки употребляются для производства ткани уже более 5 тыс. лет. Но по технологии в яички червяка впрыскиваются гены паука-кругопряда. Гусеницы, которые возникают из яиц, ткут коконы, на 10 % состоящие из белков паука, которые в свою очередь пре-

вращают в шелк, докладывают японские СМИ.

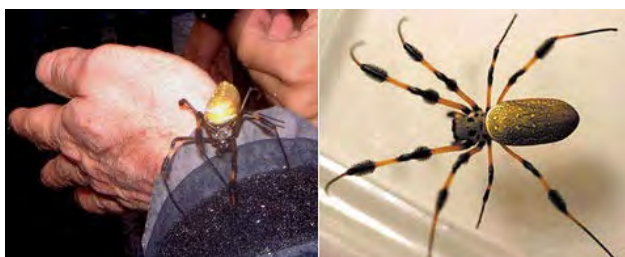
Интересно, что в итоге опыта ученые получили один из самых крепких материалов, имеющих-ся на сегодня.



Например, паучий шелк, который ученые окрестили «бронезилетным», в 5 раз прочнее, чем ткань той же толщины, изготовленная из железных нитей. Не считая того, он обладает умопомрачительной способностью смягчать удары, и превосходит даже возможности кевлара – синтетического волокна, используемого для производства пуленепробиваемых жилетов. Разработка может быть применена в разных сферах прямо до медицины – плотные нити прекрасно подойдут для зашивания швов. За коммерческое внедрение паутинного шелка взялась одна из японских компаний, которая в 2010 году выпустила ультратонкие «паучьи» носки. Эта же компания предлагает чулки, рыболовную леску и даже теннисные ракетки из сети.

Другое интересное направление – научить пауков делать особо прочную паутину. В собственных опытах доктор инженерной механики Гаррет Маккинли из Массачусетского технологического института и его команда изучали шёлк золотого кругопряда – *Nephila clavipes*. Данный вид заинтриговал их поэтому, что сеть у этого кругопряда неопишимо крепкая – в неё попадают маленькие птицы, а рыбаки даже делают из неё сети.

Тогда, когда паук производит нить, она на 30–40 % состоит из разных белков, а остальное – это вода. Как поведал Маккинли, сеть – необычное изобретение природы: хотя материалом для её производства служит аква раствор, после высыхания она преобразуется в нерастворимое в воде волокно.



Паучья нить состоит из длинноватых молекул, выглядящих как перепутанные спагетти. Эта смесь достаточно тягучая, но её молекулы свободно скользят относи-

тельно друг дружку. Когда она проходит через S-образный сужающийся канал от желёз к выходному отверстию, молекулы в ней выстраиваются параллельно.

За счёт такого выравнивания жидкость, получающаяся на выходе из спиннерета (этот орган у пауков находится на брюшке и представляет собой систему каналов, из которых выходит сеть), оказывается похожей по структуре на водянистые кристаллы. Именно такой порядок молекул и придаёт нитям крепость.

5.2 Ткани с особыми свойствами для необычных видов одежды

Новое поколение униформы немислимо без применения многофункциональных ламинатов. Возможность реализовать дополнительную многофункциональность тканей дают атомно-активные мембранные покрытия, которые в сочетании с текстилем препятствуют воздействию ветра, отталкивают жидкость с поверхности, пропускают испарения тела, замедляют потери тепла, частично создают барьер внешнему высокотемпературному воздействию, могут служить защитой от проникновения агрессивных химикатов. Такой набор свойств способствует широкому применению водозащитных дышащих ламинатов в армейской униформе, служит причиной быстрого распространения их при изготовлении профессиональной одежды...

Рабочая одежда, особенно защитная одежда, не всегда удовлетворяет вкусам и требованиям потребителей. Предприниматели должны тесно сотрудничать со специалистами текстильной промышленности, чтобы рабочая одежда служила надёжной защитой при опасных работах и современно выглядела. В качестве примера приведено предприятие автомобильной промышленности, где сотрудники сами решают, носить ли им рабочую одежду или нет.

Ткани-антивирус. Один из ведущих профессионалов по созданию уникальных тканей Стефен Микельсен из Технологического института штата Джорджия, США, создал ткань, владеющую антивирусными качествами. Ткань способна убивать вирусы разных болезней с помощью высокорепактивных красителей (профиринов), которые синтезируются из глицина, и флюоресцеинов. При облучении светом эти соединения освобождают свободные атомы кислорода, способные инактивировать вирусы и, до некой степени, бактерии. По мнению разработчиков, ткань с красителями может отыскать применение в разных учреждениях здравоохранения, к примеру, в качестве фильтрующего материала в системах вентиляции и в медицинских марлевых масках; также в обивке для салонов самолетов, в военной форме и в различной спецодежде.

В 2007 году южноамериканский ученый Джеф Оуэнс создал ткань, которая обладает способностью убивать бактерии и даже споры такого опасного заболевания, как сибирская язва. Кроме бактерицидных параметров, она разлагает грязь и сама ликвидирует следы пота. Сшитые из этой ткани футболки и нижнее белье, можно носить, не снимая в течение многих недель. Английская компания Alexium получила разрешения на внедрение этой технологии для сотворения продуктов – спортивной одежды, постельного белья для больниц и одежды для медперсонала.

Японские ученые ещё 2005 году сделали ткань, способную сто процентно убить вирус птичьего гриппа H5N1. При попадании на поверхность ткани вирус птичьего гриппа уничтожается более чем на 99 % за 1 минуту. Кусок ткани сохраняет свои защитные характеристики в течение 30 дней. Дезинфицирующее действие ткани основано на свойствах нанесенного на поверхность материи antiviralного вещества доломита – порообразующего минерала класса карбонатов, подвергнутого специальной обработке с внедрением последних достижений нанотехнологий.

Водонепроницаемые ткани. Джинсовая компания Lee Cooper продолжает радовать своих поклонников необычными новинками – в прошлом месяце в магазины Британии поступила линия водонепроницаемых джинсов Aqua.

Джинсы Aqua выполнены из водонепроницаемой ткани и предназначены для молодежи, которая по роду своих увлечений сталкивается с агрессивным воздействием окружающей среды – роллеров, байкеров, скейтбордистов и т. д. В рекламе новой линии заметное место занимает водяной пистолет – тем самым производители подчеркивают озорной, активный и уличный характер новой модели.

Светоотражающие ткани. Текстиль, который светится в темноте, может быть активно использован не только в дизайне одежды, интерьера, но и для обеспечения безопасности человека. Светоизлучающая одежда для пожарных, работников скорой помощи и гражданской защиты поможет им стать видимыми в любой ситуации. Светоизлучающие элементы могут быть необходимы для обеспечения безопасности ребёнка, переходящего дорогу в темноте.

В медицине успокаивающее действие свечения применяется в комнатах релаксации, а также для оповещения об изменении температуры тела путем изменения цвета ткани.

Выделяют следующие технологии производства светоизлучающих материалов с пассивным и активным свечением. Нанесение краски на флуоресцентной основе относится к материалам с пассивным свечением. Краска за счет накопления энергии от любого источника света затем определенное время светится в темноте. Такая краска наносится непосредственно на ткань кистью, штемпелем или под трафарет. Ос-

новное преимущество таких красок в том, что они обладают хорошей светостойкостью, отличной устойчивостью к воде. Поэтому срок их хранения практически не ограничен. Такие краски также безопасны для здоровья людей и животных. Такие материалы легкие в уходе, возможна ручная стирка изделия.

Особенность флуоресцентных красок состоит в том, что они способны поглощенный ими ультрафиолетовый свет преобразовывать и излучать в видимой части спектра. Флуоресцентная краска отражает падающий свет от 2 до 3 раз сильнее, чем обычные краски. При этом флуоресцентные краски способны светиться в невидимых лучах ультрафиолетового излучения. В основном, в качестве флуоресцентных красителей используются родамины и производные аминафталимида.

Главный недостаток подобных красок заключается в большом размере частиц, из-за которого невозможно получить однослойное гляцевое покрытие ткани. Флуоресцентная краска и люминофор – это материалы, реагирующие на свет. Их используют для создания уникального флуоресцентного – светящегося дизайна одежды, различного текстиля для использования в интерьере. Эти материалы уже сами по себе довольно яркие, а под действием ультрафиолетового излучения видимая и невидимая флуоресцентная краска начинают светиться. Солнечное излучение, попадая на изображение, нарисованное видимой флуоресцентной краской и люминофором, не поглощается, как это происходит обычно, а усиливается за счет трансформации световой энергии.

Такие материалы не требуют электропитания, но и освещать не могут без внешнего источника света. Многие из таких материалов обладают значительной жесткостью, что ограничивает их область применения, особенно в одежде.

Ткани «Габарит» предназначены для сигнальной летней и зимней одежды повышенной видимости (ткань «Габарит-Проф»), а также для изготовления накладок и отделочных элементов одежды (ткань «Габарит») сотрудников транспортных и строительных компаний, где ключевым требованием является обеспечение безопасности человека в условиях недостаточной видимости.

Применение специальных флуоресцентных красителей позволяет достичь максимального контраста человека с окружающей средой. Яркость крашения сохраняется на протяжении всего срока эксплуатации одежды. Благодаря стопроцентному полиэфирному составу ткань класса «Габарит» отличается особой легкостью и прочностью.

Смесовая ткань «Габарит-Профи» представляет собой двухслойную структуру. Изнаночный слой, прилегающий к телу, состоит из натуральных волокон и обеспечивает хорошую вентиляцию поддежного пространства и теплообмен, высокие показатели гигроскопичности. Поэтому одежда из тканей этого класса гигиенична и комфортна в нос-

ке. Лицевой слой полностью состоит из полиэфира, придающего одежде повышенную прочность и износостойчивость.

Перспективным вариантом активного свечения являются ткани, где в качестве нити утка использовано тонкое оптическое волокно. Во-

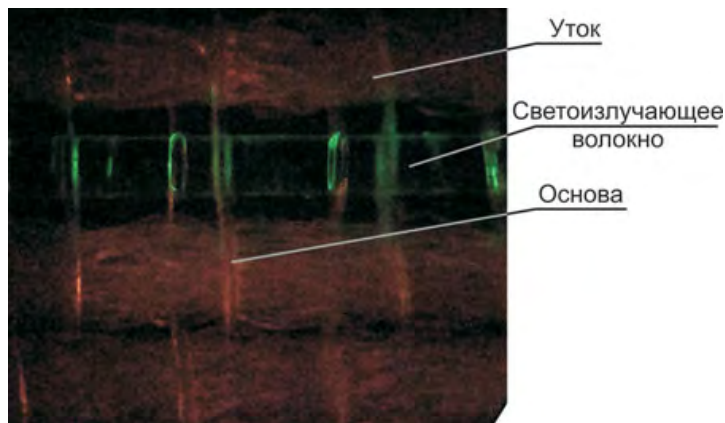


локна соединены друг с другом и подключаются к яркому светодиоду, питаемым электричеством от компактного аккумулятора от 3–9 В. Интенсивность свечения, смена цвета между оттенками белого, красного, зеле-

ного и синего можно регулировать при помощи пульта. Такой материал достаточно легкий в уходе, возможна ручная стирка, предварительно отключив и удалив из конструкции аккумулятор. Оптоволоконная ткань почти не нагревается и безопасна для человека, так как материал находится под низким напряжением батареи.

Показатель преломления освещенных волокон может быть изменен механической обработкой волокна, а также обработкой химическими реагентами (алифатические углеводороды, органические кислоты, алифатический спирт, кетоны, ароматические и алифатические амины, амиды, ароматические сложные эфиры).

Поверхностную модификацию оболочки волокон можно получить путем обработки ткани лазерным лучом подходящей мощности. Оптическое волокно снабжено прорезями на внешней оболочке, проникающими до сердцевины, позволяющими свету исходить из волокна. Прорези расположены друг от друга на расстоянии 0,5 мм. Яркость света, излучаемого сквозь эти прорези по всей длине ткани, может быть увеличена, за счет нанесения на концы волокон специального отражающего покрытия.



Другим вариантом изготовления светоизлучающего волокна является включение химических присадок. Для повышения износостойкости применяют различные химические покрытия. В процессе изготовления ткань неоднократно под-

вергается обрабатыванию защитными слоями для предотвращения по-

вреждений от неблагоприятных погодных воздействий, а также от химических реагентов, которые могут вызвать ухудшение качества или свойств ткани. Дополнительная обработка поверхности материала после сборки является заключительным этапом в получении светоизлучающей ткани.

После проведения ряда модификаций светоизлучающая оптоволоконная ткань, может приобрести расширенный ряд областей использования:

- нарядная и торжественная одежда (вечерние платья, платья для выпускного бала, одежда для дискотек, одежда, меняющая цвет в такт движению танцора);
- галантерея и аксессуары (сияющие сумочки и сумочки со светящейся подкладкой, пояса, украшения);
- дизайн интерьеров, текстиль для дома (шторы, скатерти, салфетки, декоративные подушки различной формы, декоративные светильники);
- мебель и предметы быта (светящиеся диваны, ковры, портьеры);
- сюрпризы и подарки (декоративные открытки, цветы, букеты, картины);
- упаковка;
- детские и новогодние игрушки;
- рекламные вывески, сувениры;
- шоу-техника, декорации;
- сигнальная спецодежда, конструктивные элементы и прикладные материалы в производственной одежде, спасательные плавсредства;
- системы автономного аварийного освещения и сигнализации;
- предупреждающие, указывающие и других светознаки.

Ароматные ткани. Освещаются возможности для производства разнообразных ароматических тканей и экологических видов текстильной продукции. Уникальная технология удерживает микроскопические капли внутри миниатюрных капсул. Они активируются в момент движения или прикосновения. Основные сферы применения: чулки, колготки, гольфы, нательное белье, постельные принадлежности, одежда и др. Технология использует два вида специальных веществ, которые в зависимости от требований, могут применяться вместе или по отдельности.

Ткани, реагирующие на тепло. Новое поколение униформы немислимо без применения многофункциональных ламинатов. Возможность реализовать дополнительную многофункциональность тканей дают атомно-активные мембранные покрытия, которые в сочетании с текстилем препятствуют воздействию ветра, отталкивают жидкость с поверхности, пропускают испарения тела, замедляют потери тепла, частично создают барьер внешнему высокотемпературному воздействию,

могут служить защитой от проникновения агрессивных химикатов. Такой набор свойств способствует широкому применению водозащитных дышащих ламинатов в армейской униформе, служит причиной быстрого распространения их при изготовлении профессиональной одежды.

Рабочая одежда, особенно защитная одежда, не всегда удовлетворяет вкусам и требованиям потребителей. Предприниматели должны тесно сотрудничать со специалистами текстильной промышленности, чтобы рабочая одежда служила надежной защитой при опасных работах и современно выглядела. В качестве примера приведено предприятие автомобильной промышленности, где сотрудники сами решают, носить ли им рабочую одежду или нет.

Умные ткани. В экспериментальном дизайне начинают применяться «умные» ткани. Они комфортнее, чем кожа, – греют в мороз, охлаждают в жару и даже меняют размеры в зависимости от температуры. В истории костюма, насчитывающей столько же веков, сколько и история человечества, придумать что-то принципиально новое почти невозможно. Однако, Мауро Талиани (Mauro Taliani), дизайнер итальянского дома Согро Нове, обратил внимание на то, что если погода меняется в течение дня, человек оказывается заложником собственной одежды. Многослойные конструкции – «брюки превращаются» – не спасают положения. И тогда Талиани начал разрабатывать «умную» ткань и строить «живые» конструкции, которые могли бы меняться в зависимости от влажности и температуры. Вершина мастерства Талиани – рубашка для ленивых. В состав ткани входит никель, титан, нейлон. Данный состав обладает специфической характеристикой – так называемой «памятью формы». Когда температура окружающей среды поднимается, рукава рубашки могут за считанные секунды подняться от запястья до локтя. Стоит столбику термометра опуститься на несколько делений, как длина рукава восстанавливается. Дизайнер заявляет, что одежда реагирует не только на температуру окружающей среды, но и на температуру поверхности тела. То есть, если человек потеет, одежда также меняет свои очертания. Рубашка для ленивых не мнётся, даже если её скомкать и надолго запихнуть в чемодан. При любых обстоятельствах она восстанавливает свою форму через 30 секунд. Пока известно о существовании только 200 таких рубашек, и все они – серого металлического цвета. Стоимость каждой – 3750 \$. Сейчас Талиани разрабатывает жакет, который начинает более тесно облегать тело, если начинает холодать. Согро Нове делает ставку на такие виды тканей, которые обычно используются для применения в экстремальных условиях.

Одна из разработок – самоохлаждающийся жилет, который представляет собой миниатюрную систему охлаждения воздуха. В жакет вшита 50-метровая пластмассовая трубка, содержащая охлаждающую жидкость. Модель была «позаимствована» из конструкций спецодежды для работников атомных станций, где температура превышает 70 граду-

сов, по словам Филиппо Паглия (Filippo Pagliai), технолога компании Corro Nove. Другая разработка – жакет, который продолжает согревать человека, независимо от окружающего холода, получивший название «Абсолютный ноль» (The Absolute Zero). В его модели используется уникальное вещество аэрогель. Представители Corro Nove заявляют, что этот материал, на 99,8 % состоящий из воздуха, является самым лёгким в мире. Одежда из этого вещества может согреть при морозе в -80 градусов. Принцип достаточно прост – воздушная прослойка служит оптимальным изолятором, и это свойство ещё в прошлых столетиях использовалось и в среднеазиатских ватных халатах, и в северносибирских шубах, и в так называемых «пуховиках».

Еще одна любопытная модель Corro Nove – нагревающийся жакет для мотоциклиста или велосипедиста, который подсоединён к мотоциклу или велосипеду, а вырабатываемая энергия подается по проводам к одежде. Максимальный градус нагрева +43 °С.

В современном дизайне одежды уже используется оптоволокно, молочный протеин, полимеры, рисунок на искусственную или натуральную кожу в одежде наносится цифровыми методами. Самые неординарные – такие, как Пако Рабанн (Paco Rabanne) – не стесняются «шить» из алюминия и стекла. Существуют эксклюзивные модели, оборудованные телефонами, MP3-плеерами, наушниками, которые можно прятать в подплечники, и микрофоном, встроенным в воротник. Стоимость подобных моделей варьируется 600–2500 \$ и выше. Они доступны в свободной продаже. Среди наиболее экзотичных hi-tech моделей «для профессионалов» можно отметить жакет-телевизор, который может составить конкуренцию форме телепузиков. Стефан Фитч (Stephan Fitch), разработчик из MIT Media Lab, придумал кожаный жакет, в спину которого вмонтирован монитор. По мнению Фитча, конструкция будет иметь успех среди коммивояжеров и рекламных агентов, работающих на улицах, и составит ощутимую конкуренцию любой другой «уличной рекламе». Любопытно, что чем более модернизируются ткани и конструкции одежды, тем большим спросом пользуются натуральные и «природные» – лён, хлопок, шерсть. Также как, мебель из натурального дерева будет предпочтительнее и дороже мебели из самого легкого и прочного металла или полимера.

Лекция 6. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АССОРТИМЕНТА НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

6.1 Современные способы производства нетканых текстильных материалов

Струйный способ – перспективная, экологически чистая технология производства нетканых материалов, где скрепление волокон холста осуществляется за счет использования кинетической энергии водных или газовых струй, выбрасываемых из сопел с большой скоростью. Струи газа применяются пока ограниченно. Процесс производства нетканого полотна гидроструйным способом (рис. 6.1) состоит из стадий подготовки волокнистого сырья, холстоформирования, гидроструйного скрепления волокнистого холста, сушки и намотки готового полотна.

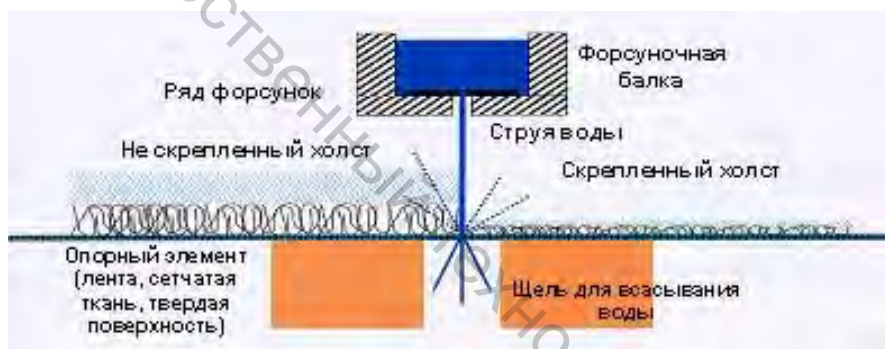


Рисунок 6.1 – Гидроструйный способ производства нетканых текстильных материалов

Струйный способ применяется для получения полотен различного ассортимента: перевязочных и хирургических материалов, прокладочных материалов из специальных волокон, используемых, например в бронежилетах и др. Фирма Fleissner (Германия) также разрабатывает оборудование для производства нетканых материалов по технологии гидроскрепления. Благодаря новым методам технологии спанлейс – кружевного плетения – и работе с системами «Акваджет», «Аквапалп», «Акваспан» и «Аквасплит» (соответственно с водной струей, пульпой, мокрого прядения и влажного расщепления), можно вырабатывать даже компонентные (смешанные) многослойные структуры, включающие в себя целлюлозные и расщепленные на микросегменты волокна. Система «Акваджет» – это скрепление струями воды прочеса от 10 до 600 г/м² с максимальной скоростью 300 м/мин и максимальным давлением 600 бар при рабочей ширине 5 м. Система «Аквасплит» – это перера-

ботка микросегментных волокон из пленки с высокой импульсной силой (скорость струй до 300 м/с) в трех или пяти ступенях скрепления. Система «Акваспан» – это скрепление струями воды фильерного холста со скоростью 600 м/мин и максимальной рабочей шириной 5 м. Система «Акватекс» – это обработка струями воды текстильных изделий для улучшения их свойств (плотности, окрашиваемое, грифа). Фирма Fleissner поставляет оборудование для гидрореперутывания волокон, в состав которого может входить отделочная секция, состоящая из пропиточного устройства и воздушной сушилки. При необходимости линия может быть укомплектована секцией для формирования нетканого материала. Оборудование для гидрореперутывания можно использовать для обработки сухих холстов, влажных и проклеенных в массе материалов поверхностной плотности от 15 до 400 г/м² и выше, выработанных из волокон всех видов, включая микроволокна. Скорость выпуска материала – до 300 м/мин (в особых случаях – до 600 м/мин).

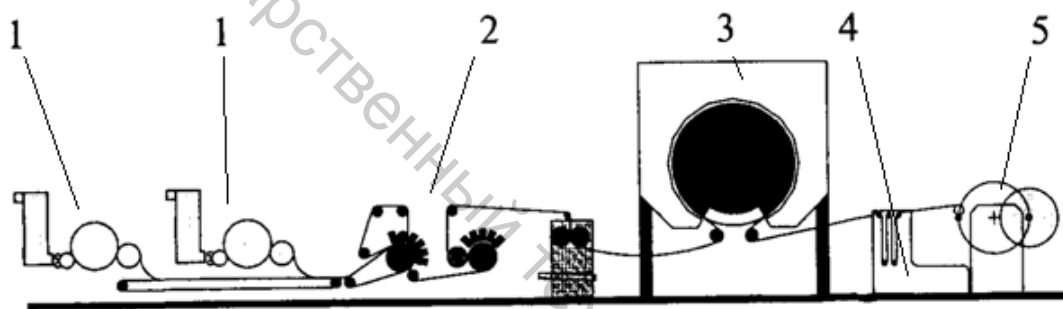


Рисунок 6.2 – Линия Fleissner-АкваДжет для производства нетканых материалов струйным способом

На рисунке 6.2 представлена линия Fleissner-АкваДжет, состоящая из двух чесальных машин 1, струйного устройства 2, узла пропитки 3, конвективной сушилки 4 и накатного устройства 5. Давление воды в струйном устройстве составляет до 600 бар, скорость выпуска материала – до 300 м/мин, поверхностная плотность материала может варьироваться от 15 до 600 г/м², допустимая ширина материала – до 5400 мм.

Способ методом сварки. Этот способ предусматривает получение нетканых материалов из холстов, содержащих термопластичные волокна, или из систем термопластичных нитей. Можно также использовать отходы термопластичных волокон. Существует несколько видов сварки: термоимпульсная, токами высокой частоты, инфракрасным излучением, ультразвуковая и др.

Наиболее распространена в производстве нетканых материалов тепловая контактная сварка. Сущность способа заключается в локальном прогреве волокнистого холста и последующем прессовании его в месте прогрева. В результате образуются сварные швы, скрепляющие

холст. Успешно работают поточные линии для производства нетканых материалов из смеси термопластичных и нетермопластичных волокон, используемых в качестве уплотняющих прокладок, фильтров, а также для дублирования холста с тканями, трикотажем, пленками и другими материалами. Подготовка волокнистого сырья и холстоформирование осуществляются на серийном оборудовании с использованием агрегата АИН-1800 для предварительного скрепления холста. С помощью транспортера волокнистый холст поступает на термообрабатывающее устройство УТС-1800, на котором с помощью струйного насоса через сопла подается горячий воздух с температурой 250–350 °С и происходит локальный прогрев холста с образованием продольных сварных швов на расстоянии 15–20 см. Затем холст локально прессуется ребристым валом. Готовый материал наматывается в рулон на машине УРН-1800.

Устройство УТС-1800 (рис. 6.3) состоит из раскатной машины 1, транспортера 2, перфорированного барабана 3, струнного транспортера 4, калорифера 5, воздушного коллектора 6, прижимных валов 7 и накатной машины 8.

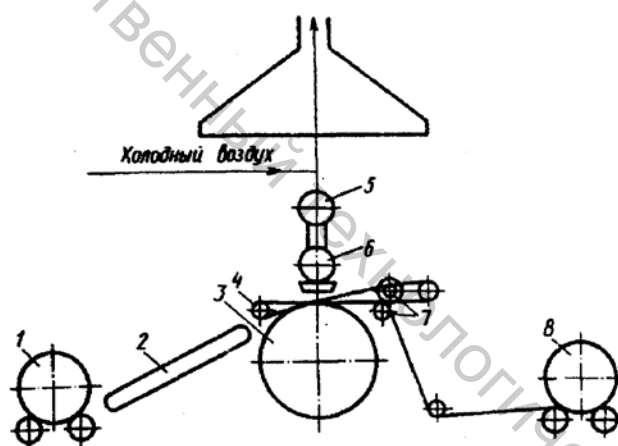


Рисунок 6.3 – Схема установки УТС-1800 для получения нетканых материалов тепловой контактной сваркой

Выработка нетканого материала **способом высокочастотной сварки** заключается в сваривании волокнистых холстов или двух систем термопластичной пряжи электродами, к которым подается ток высокой частоты, создаваемый высокочастотным генератором. При этом происходит выделение тепла, которое обеспечивает равномерный прогрев, не зависящий от толщины материала. Применение тепла, давления и соблюдение временных интервалов позволяет получать материалы равнопрочной и эластичной структуры.

Установка для выработки нетканого материала из двух систем нитей включает верхний и нижний электроды, высокочастотный генератор, реле времени, пластинчатый транспортер, вал с первой системой пряжи, вал со второй системой пряжи, раскладывающие иглы и товар-

ный валик. Электроды высокочастотного генератора проходят между пластинами транспортера и сжимают обе системы пряжи в точках пересечения. Движение электродов синхронизировано с движением пластинчатого транспортера. В момент соединения электродов срабатывает реле времени, подающее к ним ток. Термопластичный материал плавится, и две системы нитей соединяются в точках пересечения.

Между электродами можно прокладывать различные виды термопластичных материалов: пряжу, волокна, отходы термопластичных материалов. Изменяя форму электродов и способ формирования холста, можно получать материалы различной структуры и внешнего вида.

С помощью ультразвука можно получать нетканые материалы, по структуре напоминающие стеганые. Для их выработки используют термопластичные волокна, которых в холсте должно быть не менее 50 %.

Сущность **ультразвуковой сварки** заключается в том, что электрические колебания ультразвуковой частоты (25–50 кГц), вырабатываемые генератором, преобразуются в механические колебания и с помощью волновода вводятся в свариваемый холст. Часть энергии механических колебаний переходит в тепловую энергию, что приводит к плавлению волокон в зоне контакта с волноводом. Ультразвуковые сварочные установки обычно состоят из следующих элементов: сварочного узла, включающего в себя преобразователь, трансформатор упругих колебаний и волновод, объединенных в настроенную акустическую систему; механизма давления, обеспечивающего сжатие свариваемого материала между волноводами и опорой; вспомогательных устройств, обеспечивающих транспортирование материала, контроль и управление параметрами сварочного процесса. При использовании ультразвуковой сварки необходимо точное регулирование параметров: амплитуды смещения волновода, времени сварки, давления на волновод и др. Наибольшее влияние на физико-механические свойства материала оказывают расстояние между сварными швами и содержание в холсте термопластичных волокон.

Принципиальная схема установки для ультразвуковой сварки представлена на рисунке 6.4. Электрические колебания ультразвуковой частоты (20–50 кГц), вырабатываемые ультразвуковым генератором, преобразуются в механические колебания пакета преобразователя 4, усиливаются трансформатором упругих колебаний 3, передаются на сварочный инструмент-волновод 2 и вводятся в свариваемый материал.

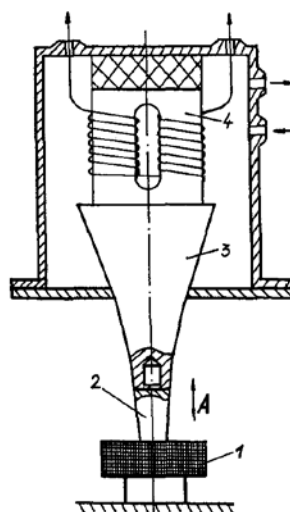


Рисунок 6.4 – Принципиальная схема установки для ультразвуковой сварки

Часть энергии механических колебаний переходит в тепловую энергию, что приводит к нагреву зоны контакта соединяемых элементов до температуры сварки. При этом в зоне контакта происходит размягчение связующего и склеивание волокон в зоне сварки. Для соприкосновения элементов структуры создается давление за счет расположения холста между неподвижной ультразвуковой головкой и вращающейся опорой, зазор между которыми регулируется. Ультразвуковая головка (или несколько головок) устанавливается на вращающемся цилиндре, который движется синхронно с холстом.

Сущность **точечной сварки лучом лазера** заключается в том, что под воздействием его энергии происходит плавление термопластичных волокон и тем самым связывание структуры холста. Польскими учеными разработана опытная установка для изготовления нетканых материалов из термопластичных волокон. Установка состоит из устройства для подачи и приема холста, газового лазера с оптической системой подачи энергии луча в зону сварки, а также устройства для намотки готового материала в рулон (рис. 6.5).

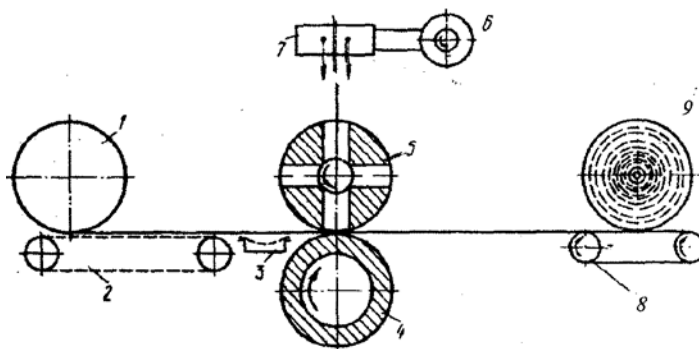


Рисунок 6.5 – Схема установки для получения нетканых материалов точечной сваркой лучом лазера

Холст 7, сформированный механическим или аэродинамическим способом из термопластичных волокон, поступает на транспортер 2, подающий его к двухваличному приемному устройству, проходя через компенсатор-ограничитель 3. Приемное устройство или рабочий стол состоит из двух валов 4 и 5. Вал 5 имеет по окружности отверстия, по которым луч лазера проходит к слою холста. Применение двух зеркал – вращающегося и неподвижного – создает возможность точечной сварки в два ряда с шагом 10 мм. Луч лазера отражается от вращающегося или неподвижного зеркала и проходит к отражающему зеркалу 7, которое совершает возвратно-поступательное движение по всей ширине материала. Отражающее зеркало встроено в один узел с фиксирующей системой из двух собирающих линз, которые обеспечивают фокусировку луча лазера до диаметра около 1 мм. Фокусировка луча необходима, так как диаметр пятна несфокусированного луча (на выходе из лазера) составляет 10 мм, т. е. слишком велик для применяемой технологии.

Действие луча лазера на слой холста имеет характер прерывистых импульсов. Продолжительность единичного импульса равна времени, которое необходимо для линейного прохода луча от отражающего зеркала на расстоянии 1–3 мм. Во время облучения холст неподвижен. После облучения диафрагма закрывает ход лучу. В это время валы 4 и 5 поворачиваются на 15° , что обеспечивает перемещение нетканого материала на 20 мм. Накатные валы 8 синхронно вращаются с валами 4 и 5. Готовый материал накатывается в рулон 9. Электромагнитная муфта тормозит винт 6, приводящий в движение фокусирующую систему, и обеспечивает его вращение в обратном направлении. Сигнал к изменению направления вращения приводного винта 6 исходит от концевых выключателей и фотоэлемента, который контролирует правильность установки верхнего валика 5. Когда отражающее зеркало снова оказывается над материалом, диафрагма открывает путь лучу лазера и облучение осуществляется в другом направлении. Поверхностная плотность холстов может составлять от 100 до 300 г/м². Рабочая ширина установки 500 мм. Мощность лазерного излучения 60 Вт, продолжительность импульса 0,1–0,01 с. Лазер газовый (CO₂, N₂, H₂).

Производительность установки 0,15–0,2 м/мин.

6.2 Современные тенденции развития ассортимента нетканых текстильных материалов

Крупнейшей ассортиментной группой продолжают оставаться НМ гигиенического назначения. На второе место вышла группа НМ обтирочного назначения. Эти группы НМ, а также медицинские, для защитной одежды, некоторые фильтровальные и другие образуют сектор

НМ краткосрочного или разового пользования, который занимает свыше 60 % от общего выпуска НМ в тоннаже и свыше 80 % в метраже.

НМ могут быть приданы водо-, масло-, бензо-, грязеотталкивающие свойства, негорючесть и формоустойчивость после формования изделий, в том числе и сложной формы.

Посредством обработок отделочными препаратами НМ могут быть приданы: устойчивость к гидролизу, устойчивость к длительному воздействию повышенных температур, огнестойкость, масло-, водоотталкивание, отталкивание промышленных жидкостей, способность к прессованию и др.

Важным направлением использования НМ, подвергнутых отделке, является **строительство**.

Перспективным направлением в области производства НМ для домашнего хозяйства является придание изделиям эффекта прилипания. Эффект достигается нанесением на материал покрытия на основе стабильной пены из полиакрилатов или полиуретанов. В большом количестве и ассортименте выпускаются бытовые протирачные материалы по уходу за домом (для мытья полов, посуды, стекол, протирки и полировки мебели и других поверхностей).

Рассмотрим основные ассортиментные группы НТМ и тенденции в их развитии.

Гигиенические НМ. Фильтрные НМ, полученные из тонких нитей, характеризуются высокой равномерностью застилистости и мягкостью. Усилением выше названного эффекта реализуются НМ с барьерными свойствами защиты от протечек. Такие материалы позволяют заменять ламинаты с пленками в наружных оболочках.

К тенденциям развития НМ данной группы относятся также разработки комбинированных материалов, выполняющих одновременно функции оболочек, приемно-распределительного слоя и впитывающего вкладыша; разработки полностью биоразлагаемых материалов.

Среди тенденций развития техники для производства данных НМ – вытеснение чесальной технологии фильерно- и фильернораздувным способом холстоформирования.

НМ обтирочного назначения. Это одна из наиболее быстроразвивающихся ассортиментных групп. Тенденции развития данного направления состоят:

- в использовании гидроструйной технологии;
- в комбинировании гидроструйной с аэродинамической технологией;
- в переработке целлюлозной массы для снижения издержек производства;
- в разработке различных видов обтирочных изделий.

Струйный способ скрепления применяется для придания мягкости и текстильного грифа, термоскрепление – особой структуры и экономичности, химическое скрепление – для экономичности и специальных функций. Многие изделия имеют трехмерную структуру благодаря, например, тиснению.

Для структурного узорформирования применяются:

- струйная обработка;
- печатание (для нанесения отличительных признаков);
- иглопрокалывание (для изделий, подвергающихся большим нагрузкам).

НМ медицинского назначения. Мировое потребление данных НМ оценивается примерно в 5 млрд. м²/г на сумму около 7 млрд. долларов. Одной из основных тенденций развития НМ для сектора хирургических халатов и простыней является разработка материалов, сочетающих повышенные защитные свойства с комфортом.

Растет применение НМ в секторе перевязочных изделий. Фирма «Медлайн» (США) выпустила тампоны «Эйвент Делюкс» и «Акку Сорб» на основе гидроструйных ПЭФ/хлопковых НМ. Темпы роста использования НМ в этом секторе почти в 2 раза выше против изделий из хлопчатобумажной марли.

НМ для одежды производственно-технического назначения. По данным ИНДА 80 % рынка защитной одежды разового использования в Северной Америке объемом в 290 млн. долларов занимают НМ «Тайвек» фирмы «Дюпон». Сюда включена защитная одежда для персонала производственных предприятий, окрасочных предприятий, атомных производств, организаций по работе с опасными отходами, агросектора и «чистых помещений». Потребление НМ на эти цели составляет примерно 400–450 млн м².

К числу новых НМ данного направления относится создание комбинированных материалов (струйных НМ в сочетании с пористыми полиуретановыми пленками, фильтерных с «дышащими» пленками и мембранами и т. п.). Отмечаются наиболее быстрый рост потребления одежды с «дышащими» пленками (мембранами) и сохранение этой тенденции в будущем.

НМ фильтровального назначения. Движущими силами новых разработок являются необходимость повышения тонкости фильтрации при снижении перепада давления в широком диапазоне скоростей фильтрации, повышение срока службы.

Новые требования и новые области применения предусматривают необходимость отфильтровывания все более мелких частиц (0,1–10 мкм), что обеспечивается структурами из микро- и нановолокон.

Геотекстильные НМ. НМ занимают 85 % рынка геотекстиля в Америке, 77 % – в Европе, 65 % – в Японии. Их объем потребления в США находится на уровне 250 млн м²/год.

Для подложки под асфальтовые покрытия используется ПЭФ фильерные НМ, армированные стеклосетками. В качестве дренажа обычно используются иглопробивные фильерные НМ или из штапельных волокон. Находят применение также фильерные термоскрепленные НМ из бикомпонентных нитей.

Новые области применения в геотекстильном секторе в будущем могут быть найдены для перспективных фильерных НМ, скрепленных струйным способом, которые обладают преимуществами в экономическом плане и качестве по сравнению с термоскрепленными и иглопробивными НМ. Первые опыты показали, что в диапазоне поверхностной плотности 80–200 г/м² фильерные струйные НМ обеспечивают заметное повышение целого ряда потребительских свойств.

НМ кровельного назначения. На рынке основ кровельных покрытий закрепились фильерные ПЭФ НМ со скреплением иглопробиванием и возможным дальнейшим упрочнением связующим или другими способами. Армирование стекловолокном или стеклосеткой позволяет повысить размерную стабильность НМ при температурных воздействиях в процессе нанесения битума и эксплуатации готового покрытия.

НМ автомобильного назначения. В Америке по данным ИНДА фильерные НМ в данном секторе составляют 66 %, иглопробивные на основе штапельных волокон – 27 %, струйные и клеевые – 6 %. При этом 43 % занимают материалы для покрытия салонов и сидений, 17 % – изоляционные, 13 % – обивка багажника, 10 % – подкапотные, 6 % – для обивки потолка.

В Японии НМ автомобильного назначения составляют около 30 % от общего объема выпуска НМ. В свою очередь 30 % автомобильных НМ – это иглопробивные НМ из ПЭФ или ПП волокон, используемые в качестве автомобильных ковриков, которые быстро вытесняют тафтинговые благодаря меньшей цене и массе.

НМ занимают 60 % материалов для обивки потолка салона. Значительный потенциал роста использования имеют нетканые сепараторы аккумуляторных батарей в связи с тенденцией разработки экологически безопасных автомобилей.

К тенденциям развития в этом секторе также относятся:

- применение легко формуемых материалов;
- снижение поверхностной плотности материалов;
- использование легко регенерируемых НМ, например, однородных на базе одного или родственных термопластичных полимеров;
- применение НМ с дополнительными функциональными свойствами, такими, как звукоизоляционные, огнестойкие.

Еще одним фактором, обуславливающим интенсивный прогресс в промышленности НМ, служат революционные идеи, позаимствованные зачастую из смежных и даже отдаленных отраслей промышленно-

сти и реализуемые в форме принципиально новых технологий производства нетканых материалов со специфическими структурными особенностями и неповторимыми комплексами свойств, открывающими им дорогу в ранее недоступные области практического применения.

Одним из наиболее быстро развивающихся продуктов среди НМ на мировых рынках является НМ, полученный по технологии спанбонд. Спанбонд в зависимости от плотности имеет самый широкий спектр применения: от использования в производстве изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения до применения в качестве фильтровальных материалов.

Лекция 7. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ И АГРОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

7.1 Области применения геотекстильных материалов

В современной практике создания ландшафтов, благоустройства территорий и возведения дорог применяется геотекстиль, который сокращает стоимость строительства, делает конструкцию более прочной и долговечной. Геотекстиль позволяет облегчить работу и решить ряд проблем.

Применение качественного геотекстиля позволяет создать красивые ландшафты, которые останутся такими, какими их задумали создатели, на протяжении многих лет.

Итак, геотекстиль – что же это такое? Это синтетический материал, на 100 % изготовленный из синтетических полимеров, таких как полипропилен, полиэстер, полиэфир, полиамид, полиэтилен. Внешне материал напоминает стеклохолст. Геотекстиль выпускается в виде рулонов, блоков или плит.

Области применения геотекстиля следующие.

Применение геотекстиля в дорожном строительстве. Геотекстиль – экологичный материал. Он не подвержен гниению, успешно сопротивляется прорастанию корней, воздействию насекомых и грызунов, плесени и грибов. Благодаря его структуре обеспечиваются отличные фильтрующие и прочностные свойства. За счет большого (до 45 %) удлинения при разрыве локальные повреждения не становятся причиной полного разрушения материала. Фильтрующая способность, которая также обусловлена специфической структурой, не допускает внедрения частиц земли в поры материала, что обеспечивает неплохую устойчивость даже при сильном вибрационном воздействии.

Хорошая сопротивляемость прокалыванию и раздиру является особенно ценной при укладке, во время которой обычно не возникает серьезных трудностей. Благодаря небольшим размерам рулонов полотна происходит значительное снижение расходов на транспортировку геотекстиля, трудовых затрат. Даже при применении в сырых условиях вес полотна не меняется, ведь оно не впитывает воду. Температурный диапазон, в котором допускается использование геотекстильного полотна, достаточно широк (от -60 до +110 градусов).

Применение этого стройматериала в дорожном строительстве исключает возможность заливания насыпных материалов грунтовыми частицами. В итоге насыпной материал сохраняет свою функцию, заключающуюся в распределении нагрузки. В процессе выполнения строительных работ геотекстиль предотвращает неравномерное проникновение насыпного материала в грунт. Результат – сокращение расхода стройматериала. На слабонесущих, мягких грунтах геотекстильное полотно образует армирующий слой. Материал создает препятствия деформации дорожной одежды и разрушению откосов (рис. 7.1).



Рисунок 7.1 – Применение геотекстильных материалов для:
а – укрепления дорожного покрытия, б – укрепления откосов

Строительство железной дороги также не обходится без применения геотекстиля. Он образует разделительный, фильтрационный слой, предотвращающий заливание земляного полотна. При устройстве дренажа материал применяется как фильтр, расположенный между дренажным заполнителем и самим грунтом. Он позволяет воде проходить в дренажи без каких-либо препятствий. Строительство любого современного стадиона (или спортивной площадки) предусматривает наличие дренажной системы. Здесь геотекстилем армируется вся территория стадиона, что оказывает непосредственное влияние на сохранность и долговечность покрытия спортивного сооружения.

Геотекстиль в строительстве. Проблемой для любого строящегося объекта является надежная защита от влаги. Более 70 % рекламаций на качество строительства происходит от неправильного выбора гидроизоляционной технологии или невыполнения ее требований. Улучшить качество гидроизолирующих покрытий подземных сооружений, фундаментных оснований, можно посредством полимерной геосинтетики, в состав которой входят геотекстильные и мембранные покрытия, противозерозионные и бетонитовые маты, геосетки и объемные решетки. Все они предназначены для отделки подземных конструкций, но при грамотном проектировании, их применение возможно в открытых технологиях. Геосинтетика имеет широкий спектр применения, в котором жилищное строительство занимает значительный объем.

Геотекстильные материалы составляют порядка 84 % от отечественного потребления всей геосинтетики. На территории Беларуси действует три производителя геотекстильных полотен, экспортирующих свою продукцию в Россию:

- ОАО «Пинема» (г. Пинск) производит иглопробивной геотекстиль по технологии «спанбонд»;
- РУП «Светлогорское производственное объединение «Химволокно» производит термоскрепленный геотекстиль по технологии «спанбонд»;
- Могилевхимволокно производит иглопробивной геотекстиль на основе штапельных волокон по технологии «спанбонд».

На рисунке 7.2 представлена схема распределения выпуска геотекстильных материалов предприятиями Республики Беларусь.



Рисунок 7.2 – Распределение импорта нетканого геотекстиля по компаниям, %

7.2 Классификация геотекстильных материалов. Наиболее используемые виды геотекстильных материалов

Геосинтетические материалы можно разделить на следующие классы: геотекстильные материалы, георешётки, геосетки, геомембраны и геокомпозиты (рис. 7.3).

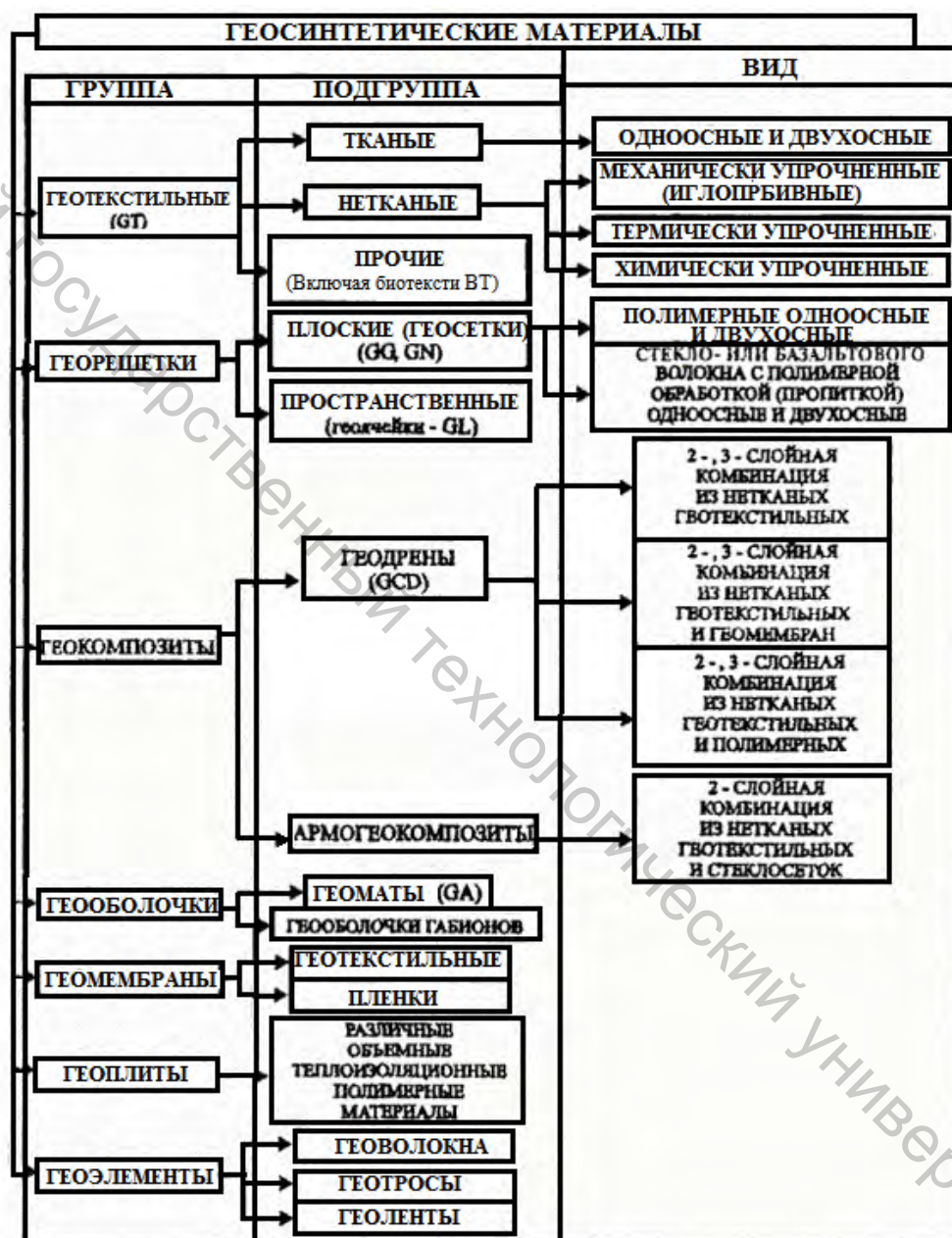


Рисунок 7.3 – Классификация геотекстильных материалов

Наиболее известными торговыми марками геосинтетики являются Геоспан, Турар (тайпар), Atarfil, Terram (Террам), Славрос, Tensar (Тенсар), Huesker NaTelit, Fortrac, Armatex, Нипромтекс, Комитекс, Пе-

ноплекс, Стеклонит, Тефонд, хотя в действительности на рынке производителей гораздо больше.

Анализ продукции основных мировых производителей позволил установить, что в основном используются следующие виды гетекстильной продукции:

1. **Геотекстиль на основе тканого или нетканого материала из синтетических полимерных нитей** (рис. 7.4). Такой материал не подвержен воздействию плесени и грибков, гниению, прорастанию корней. Такое геосинтетическое полотно обладает высокими физико-механическими свойствами (в частности изотропностью), а также стойкостью к различным химическим соединениям (кислотам, щелочам).



Рисунок 7.4 – Внешний вид геотекстильного нетканого материала

Этот материал успешно применяется в следующих сферах: дорожное строительство, строительство туннелей, гидротехнических сооружений, железных дорог и прочее.

2. **Георешетка** – это ячеистый по структуре геосинтетический материал, в основе которого гибкий каркас в форме пчелиных сот (рис. 7.5). При эксплуатации его можно заполнять бетоном, щебнем или почвогрунтом с семенами растений.

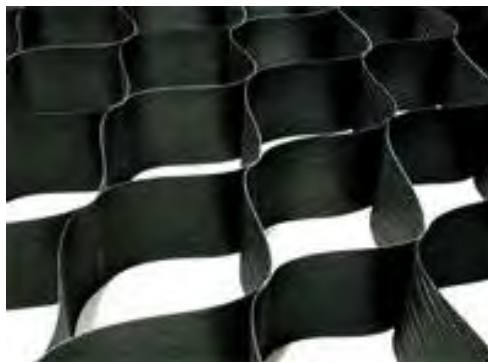


Рисунок 7.5 – Внешний вид пространственной георешетки

В дорожном строительстве этот материал применяется с целью предохранения конусов, защиты откосов от эрозии, армирования оснований и пр. Наиболее широкое распространение георешетка получила при строительстве железных дорог, аэродромов, в строительстве автодорог в вечномерзлых грунтах.

3. **Геосетка** (как иначе её нередко называют) является нитепрошивным материалом, состоящим из сверхпрочных синтетических нитей, скрепленных между собой (рис. 7.6).

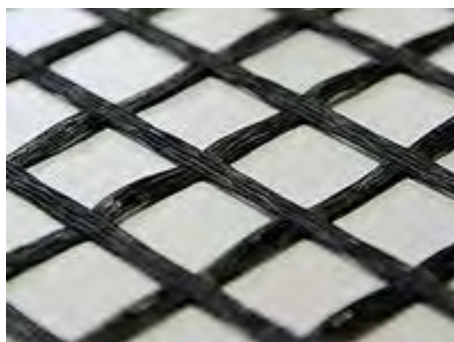


Рисунок 7.6 – Внешний вид геосеток

Производства такого геосинтетика возможно выполнять с пропиткой из битумной эмульсии. Преимуществом геосетки является её устойчивость к разрушению и коррозии, что существенно увеличивает срок её эксплуатации. Этот геосинтетический материал успешно используется в дорожном строительстве и реконструкции (укрепление откосов, оснований, склонов).

4. **Биоматы** – используются для защиты и укрепления грунтовых поверхностей от эрозионных процессов, для восстановления почвенно-растительного слоя в течение первого летнего сезона без укладки плодородного слоя почв и последующего посева растений в течение последующих лет, что значительно упрощает проведение строительных работ и уменьшает их стоимость (рис. 7.7)



Рисунок 7.7 – Биомат

Основные типы защищаемых техногенных ландшафтов: грунто-вые обваловки трубопроводов наземной прокладки, горизонтальные поверхности и откосы грунтовых насыпей, поверхность грунтов обратной засыпки трубопроводов подземной прокладки, участки уничтожения почвенно-растительного слоя в пределах склонов, карьеры и т. д.

5. **Геокомпозитные текстильные материалы** различного назначения. Из всего многообразия этих материалов следует выделить **композитные армирующие геоматы** (рис. 7.8), позволяющие защитить и создать устойчивый растительный покров, предотвратить эрозийный процесс на грунтовых откосах насыпей и склонах сельскохозяйственных, спортивных объектов, железнодорожных, автомобильных и гидротехнических сооружений, берегов, подпорных стен, съездов с мостов, эстакад, путепроводов, транспортных магистралей.



Рисунок 7.8 – Композитный армирующий геотекстильный материал

Таким образом, проведенный анализ выпускаемых в мире геотекстильных материалов показал следующее:

1. Все геотекстильные материалы по своей структуре представляют собой либо различного вида геосетки, либо нетканые полотна, либо многослойные композиции сеток и нетканых полотен.

2. Более широкие области применения и наилучшие качественные показатели имеют геосетки пространственной структуры или геокомпозиты из сеток на подложке из нетканых материалов.

3. Для повышения потребительских свойств геотекстильных материалов используются их отделка различного вида химическими препаратами.

7.3 Структура и ассортимент геотекстильных полотен

Одним из наиболее перспективных материалов для армирования грунтовых массивов при строительстве автомобильных и железных дорог является высокопрочный геотекстиль – геоткань.

Геоткань – это тканое геотекстильное полотно, получаемое путем прямоугольного переплетения волокон. Обладает малой деформируемостью, водопроницаемостью и высокой прочностью. Прочность на растяжение этого материала может достигать сотен кН на 1 м ширины. С учетом своих технических характеристик, геоткань широко используются в строительстве для повышения несущей способности и прочности грунтовых оснований и сооружений.

Тканые материалы имеют регулярную структуру, повышенную прочность, высокий модуль упругости, но не обладают достаточной водопроницаемостью в плоскости полотна. Такие материалы целесообразно применять в случаях, когда прослойки должны выполнять функции армирования, защиты, но не дренирования. Различают одноосные тканые геосинтетические материалы (усиленные в одном, обычно продольном, направлении) и двухосные, имеющие близкие значения механических характеристик в продольном и поперечном направлениях. Все многообразие тканых геотекстильных материалов и требования, предъявляемые к ним, можно рассмотреть на примере геоткани типа Стабитекс.

Геоткань Стабитекс очень востребованный материал в дорожном строительстве, потому что обладает повышенной прочностью. Геотекстиль ТМ Стабитекс является тканым геосинтетическим полотном, которое изготавливается из полиэфира и полипропилена. Полипропиленовые волокна переплетаются между собой в определённой последовательности, придавая полотну прочность.

Ещё в процессе производства в сырьё вводятся добавки, которые придают материалу устойчивость к ультрафиолетовым лучам, агрессивным химическим веществам, биологически активным микроорганизмам. Материал Стабитекс является экологически чистым геосинтетиком (геотекстилем), который в процессе длительной эксплуатации способен выдерживать колебания температур и не разлагаться.

Особые свойства геотекстиля Стабитекс позволяют применять его на слабых основаниях, таких как глина, торф, песок, не проводя дополнительных работ по замене основания грунта. Благодаря особой прочности применение данного геотекстиля сокращает время, которое необходимо для строительных работ, и помогает извлечь экономическую выгоду. Тканое полотно Стабитекс используется при сооружении волнорезов, дамб, пристаней, других гидротехнических сооружений, а

также применяется при строительстве железнодорожных путей, автомобильных магистралей.

Нетканое полотно – это геосинтетический материал, производимый из натуральных или искусственных полимеров, характеризующийся хорошей водопроницаемостью. Изготовление нетканого полотна из мононитей осуществляется посредством их термического или иного механического скрепления.

Первое место по распространенности прочно удерживает иглопробивной геотекстиль, созданный на основе полимерных волокон. Менее известна его термотканая разновидность. Пористая структура материала способствует просачиванию влаги, исключая проникновение загрязняющих микрочастиц.

Свойства нетканых геотекстильных материалов, представляющих собой хаотичное переплетение коротких или длинных волокон, зависят от способа упрочнения (соединения волокон). Нетканые геотекстильные материалы упрочняют механическим, термическим или химическим способами. Механические упрочненные (иглопробивные) нетканые материалы отличаются достаточной прочностью, высокой деформативностью, защитными свойствами, водопроницаемостью в плоскости полотна и направлении, ей нормальном.

Их основные функции – дренирование и защита (рис. 7.9), в отдельных случаях при возникновении больших деформаций – армирование (например, при укладке в основание тонкой насыпи временной дороги).

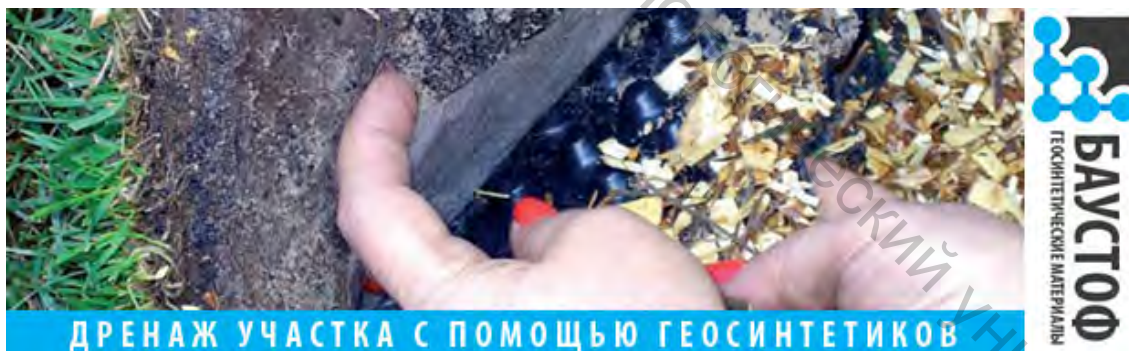


Рисунок 7.9 – Дренаж с помощью геотекстильного материала

Термически упрочненные нетканые материалы имеют небольшую деформативность, применимы для выполнения функций защиты, в отдельных случаях армирования, но не дренирования. При химическом упрочнении (склеивании) свойства получаемых полотен определяются видом связующего. Такие материалы могут быть подвержены быстрому старению в условиях эксплуатации, в связи с чем срок их службы должен быть технически обоснован. При комбинированном упрочнении сочетают обычно механический и термический способ упрочнения, что

дает возможность улучшить механические характеристики при некотором ухудшении водно-физических свойств по отношению к механически упрочненным нетканым материалам.

Число технологических процессов изготовления нетканых материалов выросло за последнее время приблизительно до десяти. К их числу можно отнести: спанбонд (spunbond), фильерно-раздувной (melt blown), аэродинамический (air laid), гидравлическое или влажное холстоформование (wet laid), сухое холстоформование (dry laid – волокна связываются либо иглопробиванием, либо термическим или химическим способом).

В производстве геотекстиля наибольшее распространение получили два технологических процесса:

- спанбонд;
- сухое холстоформование.

Технологии современного строительства предполагают широкое использование различных армирующих материалов. Наиболее эффективно укрепить дорожные покрытия и земляное полотно позволяют геосетки. Их различают по материалу, из которого они выполнены, способу формирования и области применения.

Плоские георешетки (геосетки) отличаются высокими механическими характеристиками и применяются для создания армирующих прослоек. Полимерными геосетками армируют основания дорожных одежд из крупнофракционных материалов, откосы насыпей, геосетками из полиэфирного, стекло- или базальтового волокна – верхние слои дорожных одежд из разного вида асфальтобетонов. Геосетки обычно имеют ячейки с линейными размерами 5–40 мм. Наличие и размер ячеек, толщина элементов определяют механические характеристики материалов и степень их связи с материалами контактирующих слоев.

Геосетки из стекло- или базальтового волокна имеют более высокие механические характеристики, однако их свойства менее стабильны в сравнении с полимерными геосетками по отношению к возможным агрессивным воздействиям в процессе эксплуатации. Они должны иметь специальную обработку – пропитку, обеспечивающую необходимый срок службы.

Различают одноосные и двухосные георешетки (аналогично тканым геосинтетическим материалам).

Стенки ячеек могут иметь рифление, отверстия по отдельным стенкам для пропуска полимерных тросов с последующим созданием анкерного удерживающего крепления на поверхности откоса и для пропуска воды.

Наиболее востребованы такие универсальные сетчатые структуры, одной из которых является геосетка Форнит (рис. 10).



Рисунок 7.10 – Геосетка Форнит

Геосетка ПС-ПОЛИСЕТ (рис. 7.11) производится из специальных полиэфирных волокон: две образующие нити системы фиксируются между собой при помощи третьей, благодаря чему все полимерное полотно приобретает ярко выраженные стабилизационные свойства. Сами нити проходят дополнительную обработку поливинилхлоридным составом, из-за чего увеличиваются их адгезионные характеристики и повышается общая устойчивость полотна к агрессии окружающей среды (к температурным перепадам, к избытку влаги и к химическим соединениям).



Рисунок 7.11 – Геосетка ПС-ПОЛИСЕТ

С внедрением данного материала в дорожное строительство отпала необходимость в вынужденном замещении рабочих грунтов.

Геосетка ГСС 3D (рис. 7.12) предназначена для укрепления земляных откосов сопровождается целым рядом сложных строительных мероприятий. Плохо укрепленный откос может доставить немало проблем и привести к оползнию или обвалу. Укрепление откосов, насыпей, береговых линий необходимо для предотвращения водной и ветровой эрозии.



Рисунок 7.12 – Геосетка ГСС 3D

QDrain C20 – это геокомпозитный дренажный материал (рис. 7.11), состоящий из дренажной основы из полипропиленовых нитей и термически прикрепленных к основе одного или двух полотен нетканого геотекстиля (также из полипропилена).



Рисунок 7.11 – Дренажный геокомпозит QDrain C20

Лекция 8. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕДИЦИНСКИХ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

8.1 Диагностический и лечебный текстиль

Текстиль и медицина. Соединение этих понятий сегодня неувидительно. Текстиль в медицинской практике традиционно используется для изготовления перевязочных материалов. Бинт, марля, салфетки и различные индивидуальные пакеты всегда были и остаются на службе у людей, без них не обходится ни одна медицинская операция. Эффективность применения текстильных материалов в медицине обусловлена такими их свойствами, как высокая сорбционная способность, эластич-

ность, драпируемость (прилегание к поверхности сложной формы), воздухопроницаемость, легкость и другими ценными качествами.

В самом же производстве медицинского текстиля можно выделить выпуск диагностического текстиля и производство лечебного текстиля.

Диагностический текстиль – это текстильные материалы и одежда со встроенными датчиками, приемниками и анализаторами состояния организма (больного пациента, бойца, спасателя, спортсмена, простого смертного). Для этого используются миниатюрные датчики, контактирующие через нательное белье с телом человека, определяющие его основные физиологические параметры и их отклонение от нормы. Например, «Умная рубашка» BioMan отслеживает реакцию организма на лекарства и передаёт данные о здоровье лечащему врачу по мобильной связи (рис. 8.1).



Рисунок 8.1 – «Умная рубашка» BioMan

Лечебный текстиль. В настоящее время совместные усилия химиков-текстильщиков, биологов и медиков сосредоточены на проблеме придания перевязочным материалам дополнительных лечебных свойств путем введения в текстильный материал лекарственных препаратов. С решением этой задачи расширяется область применения перевязочных материалов, их основное назначение закрывать рану от инфекции и впитывать кровь (благодаря природным свойствам) дополнится лечебным действием за счет введенного лекарственного препарата. При этом весьма важно, чтобы введенный препарат оказывал длительное воздействие, что обеспечит пролонгированный лечебный эффект текстильного материала, а время действия и доза лекарственного препарата, пере-

шедшая из текстильного материала во внешнюю среду (рану), должны соответствовать медицинским нормам. В случае пролонгированного лечебного действия перевязочных материалов исключается необходимость в частых перевязках, не нарушается процесс заживления раны, облегчается работа медперсонала.

Например, *лечебные материалы с антиоксидантными свойствами*. При некоторых заболеваниях и при старении организма возникает нарушение системы регуляции биологических мембран, в органах и тканях накапливаются токсичные продукты (гидропероксиды липидов, спирты, кетоны, малоновый и другие альдегиды), снижается целостность клеточных мембран, задерживается деление клеток, ухудшается заживление поврежденных тканей. К числу таких заболеваний относится сахарный диабет. Поэтому целесообразно для лечения использовать антиоксиданты, ингибирующие процесс пероксидного окисления липидов. С учетом того, что сахарному заболеванию часто способствует тканевая гипоксия (кислородное голодание), применяемый антиоксидант должен обладать также антиоксидантным действием. Среди таких препаратов природного и синтетического происхождения эффективным является отечественный препарат мексидол, который применяют системно для повышения устойчивости организма к кислородзависимым патологическим состояниям.

Для этого был создан лечебный материал, обеспечивающий дозированный и пролонгированный транспорт антиоксиданта к поврежденной поверхности салфетка «Колетекс» с мексидолом. В качестве основы салфетки были выбраны нетканые хлопковискозное полотно, трикотажное полотно из хлопковых и полиэфирных нитей и нетканое полотно из полипропиленовых волокон. Пригодность этих полотен оценивали по показателям драпируемости, влагопоглощения (способность удалять из раны отделяемое), атравматичности и другим свойствам. Экспериментально установлено, что полимер альгинат натрия и дополнительно вводимые в композицию антисептики не влияют на антиокислительную активность и при нанесении на текстильный материал распределяются в его объеме. При наложении такого материала на кровоточащую рану альгинат набухает, переходит во внешнюю среду, вязкость которой возрастает, что способствует образованию первичного тромба. Жидкая часть крови плазма (55 % от объема) сорбируется и отфильтровывается текстильным материалом, в то время как на поверхности перевязочного материала идут процессы концентрирования и агрегации. Важно, что образование вязкого геля альгината происходит в зоне контакта текстильного материала и поврежденного места. Это способствует хорошей фиксации гемостатика на ткани и образованию кровяного сгустка. Большое значение для быстрой остановки кровотечения имеют скорость смачивания и водопоглощения текстильного материала. Например, для хлопкового трикотажного полотна скорость смачивания 2,1 с,

водопоглощение 210 %, время остановки кровотечения 280 с трикотажный материал из хлопковых и полиэфирных нитей имеет соответственно показатели 5,7 с, 420 %, 150 с, а для нетканого материала из хлопково-вискозных волокон те же показатели составляют 3,0 с, 1600 %.

Лечебный текстиль – это, прежде всего, комплекты оказания первой медицинской помощи, раневые покрытия, трансдермальные терапевтические системы, современные лангетки.

Комплект оказания первой медицинской помощи – это в просторечии «аптечка», куда уже входят медпрепараты на основе современного медтекстиля.

Раневые повязки предназначены для создания оптимальной микросреды для заживления ран, предотвращения проникновения в рану патогенных микроорганизмов, впитывания жидкости, выделяющейся из раны. Современные раневые покрытия – это не только привычные текстильные материалы (марля, сетка, трикотаж, нетканое полотно), но и пленки, губки, гидроколлоиды, гели, пасты, комбинации различных материалов.

Трансдермальные терапевтические системы (ТТС) – это лекарственные формы для наружного применения, которые предназначены для подачи лекарственных веществ через кожу в кровь. ТТС принадлежат к новому поколению лекарственных форм, в которых используется технология контролируемого высвобождения лекарственных веществ с заданной скоростью. В этих лекарственных формах происходит диффузия лекарственных веществ из носителя лекарства в организм через неповрежденную кожу. Лекарства из пластыря через кожу поступают в кровоток в соответствии с градиентом концентрации лекарственных веществ.

Контроль поступления лекарственных средств в организм может осуществляться разными способами: диффузией лекарственных веществ через мембрану, составом матрицы или резервуара, содержащих лекарственные вещества, площадью аппликации пластыря. В результате аппликации ТТС в организм постоянно подается поток лекарственных веществ, аналогично тому, как это происходит в случае ввода лекарств с помощью капельницы. Подача лекарственных веществ из ТТС происходит непрерывно в течение нескольких суток в зависимости от медицинских показаний и удобства применения.

Конструктивно трансдермальные терапевтические системы представляют собой многослойный пластырь. Он состоит из внешнего покровного слоя, непроницаемого для лекарственных веществ и служащего для придания жесткости всей системе, а также для защиты от внешнего воздействия. Со стороны системы, которая предназначена для аппликации на кожу и через которую высвобождается лекарственное вещество, имеется защитное покрытие, которое удаляется перед нанесением пластыря на кожу.

Применяется два вида трансдермальных терапевтических систем – мембранные (рис. 8.2) и матричные (рис. 8.3).

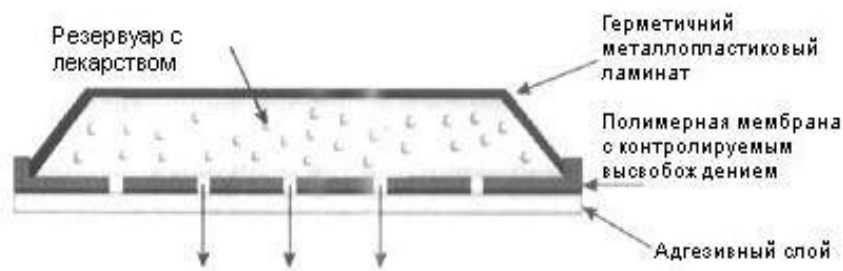


Рисунок 8.2 – Мембранный лечебный текстильный материал

В более ранних системах – мембранных ТТС лекарственное вещество находится в запаянном резервуаре в виде раствора или суспензии в растворителе или геле. Внешний слой резервуара представляет собой непроницаемую для содержимого резервуара полимерную пленку, а внутренний, обращенный к коже слой – полупроницаемую мембрану, регулиющую скорость выхода лекарственных веществ из резервуара на кожу через слой адгезива. Адгезив обеспечивает прочное крепление ТТС на коже.

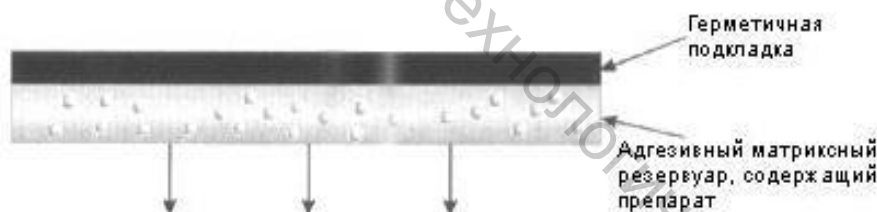


Рисунок 8.3 – Матричный лечебный текстильный материал

Более современные матричные ТТС устроены проще. Внешний слой представляет собой гибкую полимерную пленку, непроницаемую для лекарственных веществ. На пленку нанесена полимерная матрица, содержащая лекарственные вещества, растворитель, вспомогательные вещества: пластификаторы, стабилизаторы, модификаторы скорости высвобождения лекарственных веществ, усилители проницаемости кожи для лекарственных веществ и другие компоненты.

Что касается лангеток, то в понимании обывателей – это гипс, для медиков – шина, которая нужна для временной фиксации конечности, как первая помощь при переломах, представляющая собой полосу твердого материала (деревянная доска, металл, плотная пластмасса), на нее кладется конечность и стягивается бинтами для жесткой фиксации.

А лангетка будущего – это полноразмерный в рост человека фиксатор тела пострадавшего путем помещения его в своего рода скафандр, где путем регулируемого давления в различных элементах скафандра тело человека жестко фиксируется и при том обеспечивается обеспечение жизнедеятельности пострадавшего: подача лекарственных средств в организм, поддержание искусственного дыхания и сердечной деятельности, контроль за состоянием организма на случай «ручного вмешательства» в критической ситуации.

Еще одним инновационным направлением в создании медицинского лечебного текстиля является создание электрического нижнего белья. Невероятно, но факт: электрическое нижнее белье поможет спасти сотни жизней. Когда пациент лежит в больнице дни, недели, месяцы без возможности встать с постели, у него могут появиться пролежни – открытые раны, которые образуются из-за отсутствия циркуляции и сжимания тканей.

Оказывается, пролежни могут приводить к летальному исходу. Примерно 60 тысяч людей умирает из-за пролежней и сопутствующих инфекций ежегодно только в США. Канадский исследователь Шон Дукелов разработал электрическое нижнее белье, которое получило название *Smart-E-Pants* (рис. 8.4). С помощью такой одежды тело пациента получает маленький электрический разряд каждые 10 минут.



Рисунок 8.4 – Электрическое нижнее белье

Эффект от таких ударов током такой же, как если бы пациент двигался естественным образом. Ток активирует мышцы, повышает циркуляцию крови в этой области, эффективно предотвращает появление пролежней, позволяя спасти пациенту жизнь.

8.2 Медицинская одежда и гигиенические текстильные материалы

Нетканые материалы нашли широкое применение в медицине, для изготовления лечебного белья, санитарно-гигиенических предметов,

медицинской одежды, хирургических материалов (в том числе перевязочных средств).

Освоение технологии «спанбонд» и «мелтблаун», а также производство композитных материалов на их основе, позволило создать материалы для изделий в медицине и здравоохранении (сырье для изготовления одноразовой одежды).

В зависимости от плотности материала «спанбонд», можно регулировать его влаго-, воздухо- и светопропускные способности. Изделия из него не токсичны, не вызывают аллергии, их можно мыть, чистить и даже стерилизовать. А создание композитных материалов (с добавлением материала «мелтблаун» SMS или SMMS) добавляет к вышперечисленным ещё и барьерные свойства (задержка микробов и бактерий). Все материалы по тактильным ощущениям очень близки к натуральным тканям, но существенно превосходят их в прочности, воздухопроницаемости и стойкости к воздействию агрессивных сред. А значит, являются идеальным сырьем для производства медицинских халатов, бахил, шапочек и наборов одноразового белья, а содержащие «мелтблаун» ещё и для изготовления медицинских масок, дренажных и перевязочных материалов и стерильных медицинских комплектов (рис. 8.5).



Рисунок 8.5 – Одежда для медперсонала из нетканого текстильного материала

Важным направлением использования текстиля в медицине является применение биологически активных волокон при создании нетканых текстильных полотен. Такие нетканые материалы отличаются высокой устойчивостью к воздействию микроорганизмов. Кроме того, нетканые материалы очень хорошо впитывают жидкости, что достигается структурной капиллярностью.

Одним из самых главных преимуществ нетканых материалов является их доступность, дешевизна и сравнительная простота в изготовлении.

Для медицины наибольший интерес представляют материалы, изготовленные иглопробивным способом. Такие нетканые материалы могут быть изготовлены с разной плотностью, толщиной, размерами. Они могут быть как гидрофильными, так и гидрофобными, что значительно расширяет область их применения.

Повысить уровень антибактериальной защиты нетканых полотен можно путем их пропитки специальными составами. Например, акрилатом меди, гексахлорофеном, антибиотиками и т. д. Ферментативно активная и антимицробная поверхность нетканых полотен обеспечивает быстрое заживление колотых и резаных ран. Также нетканые материалы повышают свои антибактериальные свойства благодаря применению промышленных антибиотиков. Ферментативная активность обеспечивается посредством нанесения протеолитических ферментов.

Одним из наиболее распространенных материалов в медицине является нетканый материал спанлейс, который изготавливают посредством переплетения волокон под струями воды высокого давления. Такие нетканые материалы, как например, термобонд, спанбонд и т. д. изготавливаются из чистого полипропилена, а волокна скрепляются точечной термофиксацией. Они отличаются устойчивостью к двойным изгибам, высокой эластичностью, стойкостью к воздействию кислот, органических растворителей, щелочей, гиппоаллергенностью. Львиная часть этих материалов уходит на изготовление салфеток с пропиткой и без нее. Также большой удельный вес данные нетканые текстильные материалы занимают при производстве одноразовых медицинских изделий, женских гигиенических прокладок, подгузников и иных средств личной гигиены.

В зависимости от области применения эффективней использовать тот или иной нетканый материал, но в связи с дефицитом информации потребитель часто не знает о возможностях этих материалов и способах их использования.

Более того, как выяснилось, происходит смешение понятий. К примеру, под спанбондом понимается только нетканый материал годный для технического использования и для сельского хозяйства.

Спанлейс (spunlace) – это материал, при изготовлении которого волокна переплетаются водными струями под давлением. Основой материала служит холст, сформированный из штапельного волокна, хотя в последнее время начали появляться материалы, изготовленные и фильерным способом. Сырьем для изготовления материала по такой технологии являются вискозные и полиэфирные волокна (частое соотношение соответственно 70 % вискозы + 30 % полиэфира). На российском рынке этот материал известен под торговыми марками Фибрелла

(fibrella) (компания «Суоминен» – Suominen) и Сонтара (sontara®) (компания «Дюпон» – DuPont). Высокая абсорбционная способность и комфортность материала, который, в частности, «Дюпон» выпускает со специальными добавками, обеспечивающими высокие барьерные свойства по отношению к биологическим загрязнениям, позволяет производить из него медицинскую одежду и средства ухода за больными.

Ввиду того, что такой материал обеспечивает тактильные ощущения, сходные с теми, какие дают хлопковые ткани, напрашивается их сравнение. Такое сравнение было проведено на базе Текстильного колледжа штата Северная Каролина (США), где 39 добровольцев оценили хирургическую одежду из хлопка и спанлейса в различных условиях профессиональной деятельности. По их мнению, спанлейс не менее комфортен, чем хлопок. Единственным обнаруженным недостатком медицинской «Сонтары» стала свойственная ей несколько меньшая способность предотвращать чувство влажности кожи и одежды, что связано с меньшей, чем у хлопка, степенью абсорбции жидкости. В целом же испытуемые признали, что в условиях операционной использование одноразовой одежды из «Сонтары», более оправданно, чем изделий многократного применения из хлопка.

Спанбонд и термобонд – группа материалов на основе волокон из 100 %-го полипропилена, скрепленных методом точечной термофиксации. Изготовленное полотно обладает: высокой эластичностью, устойчивостью к двойным изгибам, высокой стойкостью к действию кислот, щелочей, органических растворителей, возможностью придания гидрофобных или гидрофильных свойств, гипоаллергенностью.

Благодаря этому нетканые материалы из полипропилена хорошо зарекомендовали себя при изготовлении гигиенических салфеток для детей и взрослых как с пропиткой, так и без нее. Очень хорош данный материал также в пропитанных салфетках для ухода за офисной и бытовой оргтехникой. Высокая устойчивость к действию органических растворителей, кислот и щелочей придает полипропиленовым нетканым материалам первостепенное свойство – низкую способность к необратимой адсорбции действующих веществ из пропиточного раствора. По данному параметру они существенно превосходят крепированную бумагу и нетканые материалы на основе вискозы, уступая последним по мягкости и комфорту.

Термобонд (Carded Termobond) и спанбонд (Spunbond) – материалы, основное отличие которых друг от друга – метод формирования исходного полотна. В России термобонд активно используется для изготовления верхнего и/или распределительного слоя в женских гигиенических прокладках. Это обусловлено тем, что на первых этапах технология изготовления спанбонда не позволяла производить материал с необходимыми характеристиками: гидрофильностью и мягкостью. В

настоящее время этот материал заменяется спанбондом более высокого качества.

В дальнейшем спанбонд полностью заменит термобонд на российском рынке гигиенических изделий, как это уже произошло в странах Европы.

В настоящее время в Европе для изготовления прокладок используется спанбонд третьего поколения, выработанный по новой технологии, которая позволяет использовать для получения материала микрофиламентные волокна толщиной 1,1 ден (против минимального уровня толщины волокна 2,2 ден в спанбонде первого и второго поколения).

Это позволяет получать материал, приближенный по комфортности к хлопковым тканям. Более того, благодаря более тонким волокнам материал становится равномерным по толщине (гомофобным) и более прочным, что позволяет использовать спанбонд с более низкими плотностями при тех же требованиях к материалу на разрыв.

Нетканый материал СМС является очередным результатом разработок фирмы «Райфенхойзер» в области фильтрных нетканых материалов. СМС – это композитный материал (сэндвич), который состоит из внешних слоев спанбонда и внутреннего слоя – мельтблауна. Напомним, что мельтблаун – материал, получаемый также фильтрным способом, но в отличие от спанбонда, волокна здесь формируются структурообразующим способом: взбиваются и укладываются непосредственно на конвейер без вытягивания. В результате получается своеобразная полипропиленовая вата, которая и уплотняется в дальнейшем путем каландрирования. Мельтблаун обладает повышенными гидрофильными и барьерными свойствами по отношению к проникновению микроорганизмов, что позволяет его использовать в качестве фильтрующего слоя в хирургических масках, респираторах и других защитных изделиях. Ввиду этого композитный материал (СМС) с введением мельтблауна имеет повышенную защиту от проникновения бактерий.

Нетканые материалы по айрлайд (airlaid) технологии получают методом термофиксации полотна в результате его нагрева в камере с горячим воздухом. Поскольку в данном случае используют волокна с разной температурой плавления, под воздействием тепла легкоплавкий материал оболочки бикомпонентных волокон склеивает волокна материала с более высокой температурой плавления. В данном случае используют различные виды бикомпонентных волокон на основе полипропилена, вискозы, целлюлозы и др.

Айрлайд-материалы хорошо зарекомендовали себя в области изготовления впитывающего слоя для женских гигиенических прокладок и подгузников. Технология позволяет вводить специальные добавки (адсорбенты) в материал, что повышает его впитывающую способность. Это свойство айрлайд позволяет использовать его в качестве протироч-

ного материала и в производстве впитывающих пеленок для больных. Благодаря высоким фильтрующим способностям материала он нашел широкое применение в изготовлении масок и фильтров.

Лекция 9. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

9.1 Требования к одежде военнослужащих

Военное обмундирование является немаловажным атрибутом, определяющим боеспособность войск. Полевое обмундирование является основой боевой экипировки военнослужащих. В современных условиях роль военной экипировки значительно возросла. Целенаправленное внедрение в производство военного обмундирования инновационных научных разработок и технологий позволило значительно усовершенствовать его потребительские характеристики и превратить из специализированной одежды в один из элементов общей системы боевой экипировки современного солдата, обладающий рядом новых (улучшенных) свойств, обеспечивающих защиту как от неблагоприятных климатических, так и от различных поражающих факторов.

С 2013 года на обеспечение вооруженных сил принят новый все-сезонный комплект полевого обмундирования, разработанный ОАО «БТК групп» с применением целого ряда передовых научных достижений. В 2015 году начались массовые поставки в войска боевой экипировки «Ратник», в основу которой легли новейшие отечественные научные достижения в области навигации, систем ночного видения, отслеживания психофизиологического состояния бойца, использования продвинутых материалов в изготовлении брони и тканей одежды.

Система представляет собой комплекс современных средств защиты, связи, оружия и боеприпасов. В настоящее время идет кропотливая работа по дальнейшему совершенствованию как боевой экипировки в целом, так и военного обмундирования, являющегося равноправным элементом системы. Основными критериями проводимых исследовательских работ являются учет особенностей ведения современной войны и требования, предъявляемые Министерством обороны Российской Федерации.

Под требованиями понимаются условия и особенности, которым должна соответствовать одежда, чтобы обеспечить возможность ее использования по назначению в течение определенного времени.

Требования делятся на:

- гигиенические;

- тактико-технические;
- эстетические.

Степень важности их для одежды различных видов не одинакова. Например, зимняя одежда должна преимущественно защищать человека от охлаждения, белье – поглощать и выводить во внешнюю среду продукты кожного обмена. Выполнение одеждой своих функций в соответствии с предъявляемыми требованиями зависит от целого ряда факторов: условий эксплуатации одежды, свойств материалов, конструкции одежды, специальной отделки.

Гигиенические требования к одежде сводятся к тому, чтобы она защищала тело человека от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды, а также обеспечивала нормальную жизнедеятельность организма, создавая благоприятный микроклимат в пододежном пространстве. Соответствие одежды гигиеническим требованиям определяется по ее свойствам, наиболее важными из которых являются: теплопроводность, воздухопроницаемость, гигроскопичность, устойчивость к загрязнению, водонепроницаемость и др.

Тактико-технические требования – удобство для носки, защита от негативного воздействия на военнослужащего различных поражающих факторов, легкость, маскируемость, удобство для подгонки, износостойкость.

Эстетические требования – это требования к форме, конструкции, внешнему оформлению и другим особенностям изделия. Они выявляют общественную ценность, полезность, рациональность, удобство пользования.

Развитие и совершенствование качества военного обмундирования неразрывно связано со степенью внедрения новейших технологий на предприятиях отечественной легкой промышленности. В этой области важнейшим направлением являются инновации, связанные с изготовлением тканей.

Текстиль для военной формы должен обладать определенными свойствами для комфортной длительной эксплуатации:

1. Маскировка – способность ввести соперника в заблуждение касательно наличия, расположения и состава войска. Для этого ткани имеют маскировочные цвета либо окрашиваются многоцветными камуфляжными паттернами.

2. Прочность – сопротивление разрушению (разрывам).

3. Долговечность – свойство иметь длительный период использования.

4. Износостойкость – это свойство сопротивляться изнашиванию в условиях трения. Воздухопроницаемость – обеспечение испарения пототделений с поверхности тела.

5. Вентиляция – движение воздуха между слоями материала или между тканью и телом. Таким образом оно предохраняется от перегрева.

6. Термоизоляция – позволяет теплу сохраниться под тканью, не дает ему выйти наружу, т. е. обеспечение теплового комфорта.

7. Ветронепродуваемость – все водоотталкивающие и водонепроницаемые ткани обладают и защитой от проникновения ветра.

8. Водоотталкиваемость (влагостойкость) – свойство выдерживать давление водяного столба (450–1500 мм).

9. Водонепроницаемость (водостойкость) – выдерживает силу водяного столба от 1500 мм и выше.

10. Атмосферостойкость – ограждает от негативного влияния климата и УФ-лучей (выгорание и выцветание на солнце).

11. Огнестойкость – ткань не поддерживает горение и «затухает» при устранении источника воспламенения.

12. Химическая стойкость – устойчивость к воздействию химических соединений.

13. Свойство инфракрасной ремиссии – это интенсивность отражения световых волн от военной одежды. Солдата в такой форме нельзя засечь с помощью приборов ночного видения. Также для достижения эффекта применяются специальные красители по ткани.

14. Формостабильность – определяет возможность разного рода деформации материала (сминаться, изменять свою форму).

9.2 Направления создания военного обмундирования

Разработки одежды военнослужащих ведутся в двух направлениях: колористическом и интеллектуальном.

Колористическое направление связано с разработкой принципиально новых видов армейского камуфляжа с необычными цветовыми эффектами.

Смысл их использования состоит в термо-, фото- и гидрохромных красителях. Окрашенные ими материалы могут изменять цвет под воздействием тепла, света и воды подобно хамелеонам. Ткани «хамелеоны», способные изменять свой цвет в зависимости от внешних факторов – идеальные ткани для военного камуфляжа. Подобно коже хамелеона защитная одежда военных сможет менять свой цвет, адаптируясь к изменениям окружающей среды.

Интеллектуальное направление в развитии военного текстиля – это создание и освоение технологий, обеспечивающих получение текстильных материалов с широким набором новых свойств, расширяющих области их использования. «Умные» ткани должны уметь «следить» за сердечным ритмом военнослужащего, вводить, соответствующую

щие лекарства или купировать раны, сигнализировать о самочувствии больного.

Одежда из «умных» тканей должна самоочищаться, поддерживать требуемую температуру в пододежном пространстве, защищать от химически отравляющих веществ, иметь свойства бронежилета. Экипировка военнослужащего должна при этом быть легкой, не стесняющей движений, мягкой, способной изменять свою форму. Реализовать подобную инновацию и сделать ее явью стало возможным в связи с интеграцией наукоемких технологий (hi-tech) в текстильное производство. Самую большую роль в этом играют нанотехнологии.

В качестве наполнителей волокон широко используют углеродные нанотрубки с одной или несколькими стенками. Волокна, наполненные нанотрубками, приобретают уникальные свойства – они в 6 раз прочнее стали и в 100 раз легче.

Электропроводность и химическую устойчивость к действию многих реагентов придает им сопоставимую с медью наполнение волокон углеродными наночастицами на 5–20 % от массы. Для получения материалов с высокими прочностными свойствами: экранов дисплеев, сенсоров, хранилищ жидкого топлива, воздушных зондов и т. д. Углеродные нанотрубки используются в качестве армирующих структур, блоков, при наполнении углеродными нанотрубками поливинилспиртового волокна, получаемого по коагуляционной технологии прядения, оно становится в 17 раз легче, чем стальная проволока, и в 120 раз выносливее. Например, кевлар (самое известное и прочное арамидное химическое волокно, получаемое по традиционной технологии и используемое в бронежилетах).

Нановолокна такого вида уже сейчас начинают применять для производства защиты от электромагнитных излучений, взрывозащитной одежды и одеял. Очень ценные и полезные свойства химические волокна приобретают при наполнении их наночастицами глинозема. Высокую электро- и теплопроводность, химическую активность, защиту от УФ-излучения, огнезащиту и высокую механическую прочность придают наночастицы глинозема в виде мельчайших хлопьев. У полиамидных волокон, содержащих 5 % наночастиц глинозема, на 40 % повышается разрывная нагрузка и на 60 % – прочность на изгиб. Волокна такого типа используют в производстве средств защиты от ударов, например защитных касок.

Для скатывания и смывания воды, масла и грязи с волокон наносят на волокна наноэмульсии, формируя на них тонкую трехмерную поверхностную структуру. Получаемый «супергидрофобный» эффект способствует скатыванию круглой капли с поверхности материала при малейшем наклоне. Такие загрязнения, как пыль и сажа удаляются вместе с каплями воды, а материал приобретает эффект «самоочищения». Применение наноэмульсий позволяет получать текстильные хлопчатобу-

мажные материалы, в которых лицевая сторона проявляет гидро, масло, грязеоталкивающие свойства, а изнаночная остается гидрофильной, способной поглощать влаговыведения тела (пот).

Одновременно такому материалу можно придавать различные бактериостатические эффекты, в том числе препятствующие появлению запаха пота. В полимерную наноэмульсию можно также вводить наночастицы оксидов металлов TiO_2 , MgO , обладающих каталитической активностью, и пьезокерамические частицы для производства волоконных сенсоров, регистрирующих сердечный ритм и пульс при контакте такого материала с кожей человека. Нанотехнологии позволили создать токопроводящие текстильные материалы.

Электропроводящие текстильные материалы дают широкий простор для инноваций в производстве антистатической одежды и электромагнитного экранирования, для снятия заряда или подавления радиополей, а также для производства тканей с подогревом. Сегодня токопроводящие ткани благодаря нанотехнологиям нанесения металлов – мягкие и легкие материалы, их можно стирать, подвергать химчистке.

Достоинства изделий (безусадочные свойства, огнестойкость, экологичность, прочность и износоустойчивость) делают эти ткани востребованными в транспорте, при изготовлении одежды и постельных принадлежностей.

Ещё одним из направлений перспективных разработок предметов вещевого имущества являются многослойные ткани. Данные материалы могут найти применение при изготовлении нательного белья, носков, широко внедряются в производство обмундирования для военнослужащих, проводящих службу в Арктике.

Термобельё давно стало надёжным помощником в жизни человечества. Оно увеличивает комфортное состояние военнослужащих, спортсменов и путешественников. На мировом рынке на данный момент выставлен большой ассортимент видов термобелья от разных компаний, которые между собой имеют различие по прочности и стоимости. Наша статья будет посвящена термобелью «Фантом», которое изготавливает российская компания 5.45 DESIGN (рис. 9.1). На данном примере рассмотрим изделие более подробно.



Рисунок 9.1 – Термобелье 5.45 DESIGN

Костюм пошит из искусственной ткани нейлон, которая достаточно необычна по своим характерным свойствам. Синтетический материал хорошо переносит изменения температур, выносливый к химической среде, поэтому костюм из него можно эксплуатировать длительное время. Производители структуру материала дополнили 15 % эластана, поэтому, термобельё стало эластичным и хорошо тянущимся.

«Фантом» изготовлен не из цельного материала – в разных местах костюма имеются пять вариантов переплетений ткани, которые вставлены для качественного использования термобелья. Для данного термобелья используется аэрационное плетение, которое обеспечивает поступление воздуха во все части тела, где наблюдается высокая работа потовых желез: под локтями и коленями, в паху и подмышками, в нижней части поясицы.

Протекторные вставки расположили в области плеч, на сгибах локтей и коленей. Вставки из сотовых плетений, при натягивании имеют плотный вид и, при всех активных передвижениях отлично сохраняют тепло. Поры расположены на частях тела, где потоотделение не сильное: на предплечье, на ногах, в области живота.

Поры отвечают за тепловой воздушный слой и уменьшают динамический коэффициент. Структура микроканалов не даёт поту распространяться по всему телу. Жабры на костюме располагаются по позвоночнику, под сгибами коленей, в области солнечного сплетения.

Жабры убирают накопившиеся испарения и используют их в терморегуляции. Они также способны снизить динамический коэффициент. Риб – плетение, располагающееся в области мышц живота, в районе предплечья, на бёдрах и голени. При помощи этой вставки, благодаря мышечным сокращениям сохраняется энергоёмкость мышц.

В районе груди находятся все способы плетений, они наиболее вентилируемые. Логотипы компании вышивают в области груди и поясице с указанием вида ткани, размера, и данных об уходе за термобельём на поясе штанов и футболке. Такой вариант очень удобен, так как вся полезная информация на виду.

Современные вооруженные силы должны правильно комбинировать и применять тактические приемы, методы и способы ведения боевых действий, стандартные оперативные подходы и технологии для того, чтобы успешно выполнять боевые задачи в современном, быстроменяющемся боевом пространстве.



Рисунок 9.2 – Военный камуфляж

Традиционно камуфляж разрабатывался для защиты солдат от обнаружения невооруженным глазом с акцентом на снижение заметности формы, отблеска, тени, силуэта и текстуры. Впрочем, технологический прогресс позволил расширить этот узкий диапазон видимого электромагнитного спектра и задействовать волны, невидимые человеческому глазу, например, в инф-

ракрасных системах коротковолнового ИК-диапазона SWIR (Short Wave Infra Red; 0,9–3,0 мкм), в настоящее время широко доступных на гражданском рынке. По мере удешевления и, как следствие, повышения доступности этих технологий, вооруженные силы станут свидетелями их распространения в негосударственных структурах и повстанческих группировках, а также в рядах равных потенциальных противников.

Как пояснил один из экспертов в сфере европейской безопасности, так называемая «заветная и спасительная цель» для современного солдата заключается в защите от сенсоров SWIR и тепловизоров без необходимости носить дополнительные специальную одежду или слой материала. Представитель компании Saab заметил, что тактические требования продолжают меняться при постоянно увеличивающейся потребности вооруженных сил выполнять все более широкий круг боевых задач.

В наши дни за счет прогресса в управлении сигнатурами и продвинутого камуфляжа военнослужащие могут дольше оставаться не обнаруживаемыми, а это означает, что они могут избежать или отложить

столкновение с противником и значительно повысить уровень живучести и боевых возможностей.

За счет нанесения маскирующего покрытия для сигнатур разных типов, будь то тепло, отраженный свет, отраженные радиоволны, за счет сложных слоев материала вы можете избежать обнаружения. А именно. Технология включает использование проводящей фольги и теплоизоляции для снижения тепловых признаков заметности, а также несколько внешних слоев трехмерного маскировочного материала, предназначенного для имитации местных природных поверхностей в районах военных операций с целью «улучшения визуального камуфляжа».

Последнее особенно важно для подразделений, проводящих скрытные операции, например ведущих наблюдение и разведку, когда любой «неподходящий» камуфляж, например листва, может быть легко определен как инородный для конкретного района и поэтому становится подозрительным местным гражданским и военным, которые, так или иначе, очень хорошо знакомы с этой местностью.

Технология камуфляжа может использоваться для минимизации следов присутствия для более крупных подразделений, включая штурмовые силы, действующие на тактических транспортных средствах.

Кроме того, важно также разрабатывать камуфляж, который имеет потенциал адаптации к окружающим условиям. Согласно многочисленным исследованиям, наибольшие риски для солдат связаны с пулями и осколками. На подобные факторы приходится от 75 до 90 % поражений. Менее 5 % травм связано с воздействием ударной волны. До 2–2,3 % повреждений приходится на пламя в различных его проявлениях. Подобные особенности поражающих факторов наглядно показывают, какие средства защиты требуются солдатам в первую очередь. Традиционный подход к защите в виде применения шлема и бронежилета позволяет снизить вероятность поражения пулей или осколком, но, все же, не исключает ранения конечностей, на которые приходится более половины всех травм.

Очевидным выходом из сложившейся ситуации является создание специального боевого защитного комплекта (БЗК), в составе которого присутствовали бы разнообразные элементы, обеспечивающие защиту максимальной площади тела, как от кинетических поражающих факторов, так и от прочих угроз. Результатом одной из попыток создания подобного комплекса стало появление системы «Пермячка», в дальнейшем прошедшей обновление и модернизацию. Комплекс 6Б21 «Пермячка» (рис. 9.3) был создан ЗАО «Кираса» (г. Пермь). За счет защитных элементов и специального текстиля БЗК «Пермячка» может защищать бойца от неблагоприятных погодных условий, механических повреждений и открытого огня. Кроме того, обеспечивается остановка низкоскоростных осколков или пуль стрелкового оружия.

По имеющимся данным, комплект «Пермячка» обеспечивает всеракурсную защиту тела от легких осколков на площади 180–220 дм² (в зависимости от размера комплекта), причем прикрытыми оказываются также лицо и органы зрения. Противоосколочная защита всего костюма соответствует



Рисунок 9.3 – Комплект «Пермячка»

возможностям шлема типа СШ-58. Материалы так называемой боевой одежды способны защищать бойца от открытого пламени в течение 15 секунд или более. Предплечья куртки комбинезона имеют усиленную защиту, ослабляющую режущее действие холодного оружия. Возле плечевых и локтевых суставов, копчика и бедренной кости имеются усиленные участки.

Важнейшим элементом в экипировке военнослужащих являются инновационные баллистические ткани для элементов бронеодежды (рис. 9.4).

Все защитные структуры бронеодежды можно разделить на пять групп, в зависимости от применяемых материалов. Сегодня баллистические ткани на основе арамидных волокон являются базовым материалом для гражданских и военных бронежилетов. Из этих волокон сплетаются арамидные нити, а уже из нитей впоследствии изготавливается баллистическая ткань. Бронеовые структуры из арамидных волокон превосходят аналоги в соотношении характеристики «защита/вес». Другим инновационным материалом для баллистических тканей является сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ).



Рисунок 9.4 – Баллистические ткани

На сегодняшний день наиболее передовым видом бронеодежды с 1 по 3 класс (с точки зрения веса) считаются бронеовые панели на основе

волокон СВМПЭ (сверхвысокомодульного полиэтилена). Волокна СВМПЭ имеют высокую прочность, догоняя арамидные.

СВМПЭ отлично подходит для изготовления полицейских жилетов.

Бронешлем (рис. 9.5) комплекта экипировки нового поколения «Ратник-3» конструктивно должен представлять из себя интегрированный бронемонок выполненный по композитной технологии из арамидной ткани с закрывающимся визором, выполненным по первому или второму классу защиты. Данный бронешлем должен обладать наибольшей защитой – помимо основной защиты, в отличие от классического бронешлема, интегрированный бронемонок (бронешлем), полноценно защищает области челюсти, скул, и затылочную часть головы.



Рисунок 9.5 – Бронешлем и бронешорты комплекта «Ратник»

Бронешорты комплекта экипировки нового поколения «Ратник-3» (рис. 9.5) предназначены для защиты нижней части спины, живота, гениталий, а также бедер военнослужащего по третьему классу защиты, а с использованием дополнительных сегментов бронепанелей по пятому классу защиты.

Бронешорты надеваются поверх одежды и закрепляются на поясе с помощью специального ремешка или шнуровки, закрывая при этом бедра, тазовую область и нижнюю часть туловища до рёбер. Для удобства крепления должны быть предусмотрены специальные пуговицы для подтяжек. Бронешорты должны обеспечивать военнослужащему возможность справления естественных надобностей.

Следует понимать, что бронешорты, как и бронезилет, должны предусматривать конструктивное соединение с перспективными экзоскелетами, для снятия этой нагрузки с плеч военнослужащего и перераспределения ее на конструкцию экзоскелета (рис. 9.6).

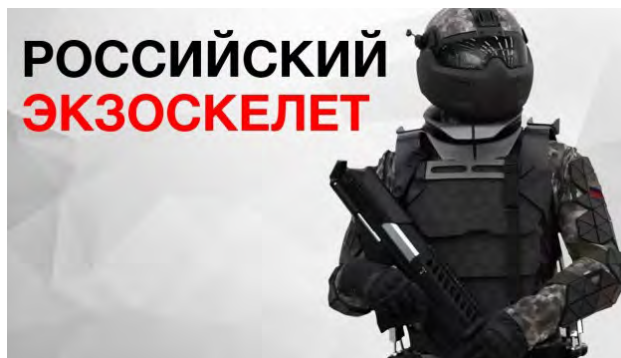


Рисунок 9.6 – Военный экзоскелет

То есть в ближайшей перспективе все текстильные составляющие экипировки солдата будут являться частью экзоскелета нового поколения. Эта инновационная форма нового поколения призвана вобрать все достижения умного текстиля и умных волокон.

9.3 Виды используемых материалов для производства военной одежды

Синтетические ткани.

Искусственный текстиль производят из нитей, полученных из нефти, стекла, металлов, угля, целлюлозы, природного газа. Современные синтетические материалы схожи с природными – также «дышат», приятны к телу, имеют мягкую фактуру. Их достоинствами можно считать сохранение формы и то, что они почти не мнутся. Самые распространенные синтетические ткани для военной формы – полиэстер и нейлон.

Нейлон (Nylon). Состав – полиамидные волокна. Материал эластичный, упругий и прочный, лёгкий, стойкий к износу, достаточно влагоустойчивый. Отличается повышенной устойчивостью к действию химических веществ. Быстро высыхает, держит форму, сохраняет нужную температуру. Имеет некоторые недостатки: сильно электризуется, малоустойчив к действию ультрафиолетового излучения. Ткань используется для летней и демисезонной военной формы, разгрузочных жилетов, рюкзаков 3D PASC, ремней TMC, тактических перчаток Rothco.

Полиэфирное волокно. Достоинства: высокая воздухопроницаемость, устойчив к выгоранию, негативным проявлениям климата и загрязнениям. Не электризуется, надолго сохраняет цвет, не мнется. Стойкий к истиранию, не поддается «усадке» и не растягивается. Недостатки: трудность окрашивания и сильная электризуемость. Материал не сохраняет тепло, потому часто демисезонная и зимняя военная форма из полиэстера шьется с подкладкой-утеплителем. Используется для производства военной одежды, сумок Fieldline Ultimate, подсумков

MIL-TEC, спальных мешков MIL-TEC Pilot Woodland, разгрузочных жилетов Chest Rigg Modular System.

Болоньевая одежда – отличный вариант для сырой погоды. Можно стирать при температуре 30–40 °С без отжима в обильной пене. Нельзя пользоваться жесткими щетками, сильно тереть загрязнения. Гладить можно с лицевой стороны еле теплым утюгом. Сухая чистка запрещена.

Палаточная ткань для военной формы. Состав – полиэстер с полиуретановой пропиткой. Достоинствами являются водоотталкиваемость, ветронепродуваемость, огнеустойчивость, прочность, устойчивость к перепадам температуры, выгоранию на солнце, долговечность. Недостатком можно считать низкую прочность на разрывы по нитке утка. Может использоваться в военной форме. Уход предполагает ручную стирку в теплой воде без отжима, гладить нельзя. Сушить в естественном положении.

Смешанные синтетические ткани, используемые для производства военной формы. Оксфорд (Oxford) Состав – полиэстеровые или нейлоновые волокна. Отличительная черта – плетение «рогожка» – пересечение ниток в виде квадратов. Бывает нейлоновый и полиэстеровый. Преимущества: прочность и долговечность, стойкость к химическим веществам, сохранение тепла, ветронепродуваемость и влагоустойчивость, небольшой вес. Нейлоновый Оксфорд обладает низкой термостойкостью и электростатичностью.

Мембранные ткани. Это материал, в конструкции которого есть пленка особой структуры, защищающая от ветра, воды, холода и чрезмерного тепла, регулируя микроклимат внутри изделия. Чтобы дополнительно защитить ткань от влаги извне, на мембрану наносят специальное покрытие, которое не позволит воде пройти через верхний слой ткани. В основе мембранного материала очень тонкая пленка из тефлона с большим количеством микропор. Тефлоновое покрытие защищает одежду от загрязнений и механических нагрузок. Материал износостойкий и быстросохнущий. Выделения пота выводятся через мембрану, а холодные капли снаружи стекают с нее, не попадая внутрь изделия. При этом материал имеет очень высокие показатели водостойкости, выдерживают давление в 28 тыс. мм водного столба. Гортекс используется в пошиве зимней и демисезонной военной формы.

Комбинированные (смесовые) ткани. Название подразумевает ряд тканей, соединивших в себе натуральные и синтетических материалы. Как правило, в состав смесовой ткани для пошива одежды милитари входит полиэстер и хлопок. При этом хлопок обеспечивает гигиенические свойства, а синтетическая составляющая – хорошую износо- и атмосферостойкость. Смесовые ткани легки в уходе и практически не мнутся.

Ripstop («*Puncmon*»). Состав – хлопок и полиэстер. Ripstop сверхпрочен за счет армированных нитей, которые «встраиваются» в структуру ткани, образуя своеобразную «решетку». Поэтому в случае пореза ткани разрыв не идет дальше. Имеет улучшенную формоустойчивость, не «садится» и не сминается, обладает высокими гигиеническими характеристиками. Из минусов – нестойкий к огню, а значит, легко воспламеняется.

Полибензоимидазол (PBI) – синтетическое волокно с чрезвычайно высокой температурой плавления, которое практически невозможно поджечь. Используется для защитных материалов. Материал под маркой Rayon представляет собой переработанные волокна целлюлозы. Поскольку Rayon создан на основе натуральных волокон, он не является ни синтетическим, ни натуральным.

SPECTRA – композитное волокно, выпускаемое компанией Honeywell (рис. 9.7).



Рисунок 9.7 – Баллистическая защита на основе волокна *SPECTRA*

Является одним из прочнейших и легчайших волокон в мире. Используя фирменную технологию SHIELD, компания вот уже больше двух десятилетий производит баллистическую защиту для военных и полицейских подразделений на основе материалов *SPECTRA SHIELD*, *GOLD SHIELD* и *GOLD FLEX*. *SPECTRA* – ярко-белое полиэтиленовое волокно, устойчивое к химическим повреждениям, свету и воде. По заявлениям производителя, этот материал прочнее стали и на 40 % прочнее арамидного волокна.

Лекция 10. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕТЕРМОСТОЙКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

10.1 Требования к огнестойким текстильным материалам

Анализ данных о несчастных случаях с летальным исходом при возгорании одежды в США, Швеции, Канаде, Англии, Швейцарии и Германии показал, что один такой случай за год приходится на 60–900 тыс. человек. Фирмы-производители официально предупреждаются об ответственности за несчастные случаи, связанные с использованием «опасного» текстиля, а через прессу информируются соответствующие органы и население об опасности использования изделий, не выдерживающих испытаний на горючесть. Для специалистов издаются рекомендации по химическим методам придания пониженной горючести тканям.

На сегодня все национальные законодательства включают в себя правила, нормирующие показатели пожарной опасности текстильных материалов и изделий из них. В связи с тем, что эти показатели зависят от многих факторов (химическая структура материалов, геометрия изделий, окружающая среда, источники зажигания, время воздействия и т. д.), в мировой практике определение характеристик горения и воспламенения текстильных материалов проводится более чем по 100 лабораторным методикам (национальным, ISO, EN, IMO). В мировом производстве отмечается рост емкости рынка огнестойких текстильных материалов. Так, если в 2015 году рынок защитной одежды вырос на 15 %, то в 2017 году отмечен рост на 22 %.

Для изготовления специальной одежды, защищающей от различных опасных и вредных факторов, должны использоваться материалы и ткани, имеющие целый комплекс защитных свойств.

Создание огнезащитных тканей для специальной одежды актуально для тех отраслей промышленности и ведомств, где требуется, в частности, защита от воздействия следующих поражающих факторов:

- лазер-ионизирующего облучения (сварка) и брызг расплавленного металла;
- повышенной температуры в течение длительного времени;
- высоких температур рабочих сред и поверхностей, окружающего воздуха неожиданного воспламенения.

При решении вопроса создания тканей с защитными свойствами в указанных отраслях в качестве критериев особенно важны такие свойства, как устойчивость к воздействию открытого пламени и прожиганию. Эти защитные свойства характеризуются следующими показателями: значением кислородного индекса (КИ), огнестойкостью, прочно-

стью при разрыве, устойчивостью к прожиганию, воздухопроницаемостью, гигроскопичностью, сохранением прочностных свойств после воздействия открытого пламени.

В этой области созданию качественно новых материалов сегодня уделяется особое внимание во всем мире.

Во-первых, создаются огнеупорные и термостойкие хлопчатобумажные ткани со специальной обработкой.

Во-вторых, развивается производство тканей на основе синтетических волокон, таких как арамиды, иногда в сочетании с хлопком или вискозой.

В-третьих, есть особые материалы для работы в условиях открытого пламени.

10.2 Текстильные огнеупорные материалы: сырьевой состав, виды отделки, области применения

Современные ткани преимущественно получают огнезащитные свойства методом вулканизации в аммиачно-воздушной среде. Если классифицировать все представленные на рынке европейские огнезащитные материалы, то на вершине пирамиды окажется ткань с маркировкой NOMEX. Из нее шьют спецодежду для пожарных бригад, степень защиты позволяет находиться в опасной зоне распространения огня; она защищает от радиантного и конвекционного тепла. В некоторых европейских армиях из этой ткани шьют комбинезоны летчиков и танкистов. В структуре ткани присутствуют антистатические нити, в характеристиках заложена возможность противостояния индустриальному теплу и пламени.

Если выбирают материал для экипировки служб, работающих в чрезвычайных ситуациях, то обращают внимание на наличие обработки Silhoflec, в этом случае ткани получают рефлекторное свечение в ночное время. Ткань, выдерживающая искры, создается на основе хлопковых и смесовых волокон после огнестойкой обработки по технологии PROBAN. Рекомендуются для спецодежды ориентированной на персонал, выполняющий все виды сварочных работ. Свойства материала соответствуют стандартам EN 531 и EN 533. Для увеличения прочности состав дополняют кевларовыми нитями. Хорошие показатели огнестойкости у ткани ARA-SHIELD, сочетающиеся с устойчивостью к трению и относительной пластичностью. Полотно состоит из кевларовых волокон, поверх которых распределено полимерное покрытие.

Технология Rugovateх предполагает получение огнестойкости ткани, используя ковалентные связи специальной пропитки и хлопковых волокон. Вариаций существует множество, обращает на себя внимание DaleAntiflameTriple. Помимо стандартного набора преимуществ,

она содержит в своем составе столь минимальное количество формальдегида, что может надеваться прямо на обнаженное тело без нательного белья. После соприкосновения с водой в процессе стирки, огнезащитные свойства материала не исчезают, а напротив, усиливаются. Метод Pyrovatex был применен в разработке ткани «Премьер FR 350А», она предложена для использования на огнеопасных производствах нефтегазовой отрасли.

Фирма Westex более 50 лет выпускает огнезащитные хлопчатобумажные и смесовые ткани. Наиболее известной ее разработкой является ткань Indura, состоящая на 100 % из хлопка. Для изготовления этой ткани используется высокопрочная пряжа кольцевого прядения. Благодаря специальной технологии вовнутрь каждого хлопкового волокна на молекулярном уровне интегрируется огнестойкий полимер. Это позволяет добиться такой же устойчивости к огню, как у синтетических материалов, при сохранении высоких гигиенических свойств. К разработкам фирмы относится ткань Indura Ultra Soft, представляющая собой материал, состоящий на 88 % из хлопка и на 12 % из нейлона. Она отличается еще более высоким сроком службы, приятным мягким грифом, дополнительной защитой от огня и электрической дуги за счет 12 % нейлона. В ее состав входит высокопрочная нейлоновая нить, для которой характерна исключительно высокая устойчивость к истиранию. Процесс ее прядения рассчитан таким образом, чтобы усилить устойчивость поверхности ткани к истиранию и, следовательно, оптимизировать срок службы изделий из этой ткани.

Для изготовления Indura и Indura Ultra Soft используются светостойкие, прочно связывающиеся с волокном красители. При необходимости эти ткани подвергаются масло-, нефте-, водоотталкивающим пропиткам. Эти огнестойкие свойства тканей сохраняются после 200 промышленных стирок при температуре 85 °С. Гладкое сатиновое переплетение материалов не позволяет каплям раскаленного металла прожигать их, т. к. они скатываются с них. При изготовлении этих тканей используется технология двойной усадки, благодаря чему они не усаживаются в процессе эксплуатации.

Огнестойкие текстильные материалы также выпускает компания Ten Cate Protect (Нидерланды). Она предлагает изготовителям специальной и защитной одежды смесовые ткани, в состав которых входит более 50 % огнестойких химических волокон и около 45 % хлопка. Эти ткани серии Tecasafe обладают универсальными свойствами. Наряду с огнестойкостью они успешно противостоят действию кислот, нефти, масел, воды и накапливанию электричества и используются в одежде нефтяников, газовиков и энергетиков. Некоторые материалы из этой серии обладают индивидуальными свойствами: Tecasafe Hydrocontrol с пленочным покрытием для дополнительной нефте-, масло-, водостойкости, Tecasafe Static-control содержит специальное волокно, повышающее

антистатичность, и Tecasafe Silhoflec с точечным светоотражающим покрытием, которое обеспечивает дополнительную защиту в условиях ограниченной видимости. Производственная программа Ten Cate Protect также включает смесовые и хлопчатобумажные ткани серии Proban с огнестойкой пропиткой, используемые для пошива специальной одежды для сварщиков, спасателей, металлургов и рабочих других профессий.

Специально для одежды сварщиков предназначена ткань Tecaweld (XB 100), которая выдерживает воздействие расплавленного металла до 180 секунд. Для сравнения: брезент с огнестойкой пропиткой, дублированный бахтармяным слоем кожи, – только 20 секунд. Это уникальное свойство достигается за счет включения в состав ткани 25 % огнестойкого параарамидного волокна Kevlar в сочетании с огнестойкой пропиткой Proban, которые не мешают ткани оставаться мягкой и комфортной.

Для работников алюминиевой и металлургической промышленности созданы ткани Tecalum (AU 001) и Oazis (OS 750 и OS 1000), которые обеспечивают высокий уровень защиты от искр, брызг расплавленного металла. Они скатываются с поверхности этих тканей, не прожигая их. Антистатическими свойствами обладает ткань Tecafort (BG 9500) за счет введения в ее состав специального волокна. Из нее шьют одежду для работников газовой промышленности. Для пожарных Ten Cate Protect разработан материал Millenia light (XC 9001), обеспечивающий высокую степень защиты от огня и высоких температур. Он не горит и не тлеет после того, как пламя было потушено. Надежную защиту от ветра, дождя, водных растворов обеспечивает ткань Polymole (NB 43), но главным ее отличием является повышенная видимость. Поэтому она должна заинтересовать сотрудников МЧС и дорожных служб.

Белорусское предприятие Alpha energy выпускает ткани termolin на основе полиоксидазольного волокна «Арселон-С», сочетающие в себе защиту от повышенных температур, открытого пламени и теплового излучения. В отношении термостойкости это волокно превосходит все известные мировые аналоги. При температуре 350 °С оно теряет только 40 % своей первоначальной прочности. Поэтому ткани termolin сколь угодно долго можно эксплуатировать при температуре 200–300 °С и кратковременно – при температуре 400 °С. Ткани и нетканые материалы «Термолин» – это продукты, которые представляют интерес для всех отраслей легкой и тяжелой промышленности, где есть необходимость контакта и защиты от открытого огня и высоких температур. Ткани идеально подходят для производства спецодежды для представителей профессий, работающих в условиях повышенной огненной термоопасности, а также на взрывоопасных объектах (пожарные, сварщики, металлурги, энергетики, нефтяники, газовики и др.).

Ткани и нетканые материалы «Термолин» прекрасно зарекомендовали себя в качестве фильтровальных материалов, а также технической ткани в условиях воздействия высоких температур. К основным свойствам материалов «Термолин» относятся способность не плавиться и не поддерживать горение при температуре 250–300 °С. Обеспечивают защиту как от повышенных температур (искр, окалины, не прожигаются от соприкосновения с частицами металла с температурой 700–80 °С), так и от факторов воздействия электрической дуги. Обеспечивают защиту от щелочей, кислот, общих производственных загрязнений и механических воздействий, а также от масел, нефти и нефтепродуктов.

При производстве огнезащитных тканей компания «Чайковский текстиль» использует уникальную технологию Rugovateх от компании Ciba. В процессе производства препарат Rugovateх проникает внутрь волокна и за счет прочных связей с хлопковым волокном придает устойчивую огнестойкость. В отличие от существующих аналогов, огнезащитная ткань сохраняет первоначальные свойства на весь срок эксплуатации одежды. Одежда из этой ткани не горит и не плавится при воздействии открытого огня и высоких температур, не тлеет после пребывания в пламени в течение 30 секунд, сохраняет первоначальную форму при воздействии огня, при стирке сохраняет защитные свойства, обладает антистатическими свойствами и защищает от нефти, масла, воды и механических воздействий.

На предприятиях цветной и черной металлургии, а также на стекольном производстве настоящей находкой стали защитные костюмы из огнезащитной ткани Proban® производства компании Carrington (Англия). Безопасная для человека огнестойкая технология Proban® обеспечивает отличные огнезащитные свойства, которые сохраняются даже после 50 стирок и химчисток на прежнем уровне, а также при длительном хранении в течение 10 лет. Высочайший уровень гигиеничности по стандарту ОЕКОТЕХ, II класс, гарантирует практически полное отсутствие формальдегида и позволяет носить спецодежду на голое тело.

Чтобы обеспечить повышенный уровень защиты от тепловых потоков, а также от выплеска расплавленного металла, наиболее интересным решением является современный костюм из огнезащитной ткани Flameshield (компания Carrington, Англия) и накладок из термостойкой ткани Termoshield-P (Германия). Использование в основе костюма огнезащитной 100%-й хлопковой ткани Flameshield по технологии Proban® обеспечивает максимальный комфорт при эксплуатации. В то же время специальное гладкое сатиновое переплетение позволяет искрам и брызгам расплавленного металла скатываться с костюма, не прожигая ткань. Для защиты от выплесков расплавленного металла костюм усилен накладками из Termoshield-P.

Защитные свойства этой ткани обеспечены сочетанием термостойких волокон Panox® (70 %) и Kevlar® (30 %). Волокно Panox® на

сегодняшний день является самым термоустойчивым: температура плавления Pапох® составляет 885 °С (для сравнения: наиболее популярное волокно Nomex® разрушается уже при 380 °С). Потрясающая прочность волокна Kevlar® придает ткани Termoshield-P высокие прочностные характеристики. Вместе с тем ткань Termoshield-P – это легкая (260 г/м²), мягкая, дышащая и нетоксичная ткань. При этом высокие термозащитные свойства ткани Termoshield-P обеспечивают защиту не только от выплеска расплавленного металла, но и от теплового излучения свыше 5 кВт/м², а также при контакте с нагретыми поверхностями до 500 °С. Благодаря высокому кислородному индексу (55) эта ткань не горит, не тлеет не только после выноса из пламени, но и в самом пламени. На сегодняшний день комплект Flameshield/Termoshield-P является отличным решением как для защитного костюма в сфере цветной или черной металлургии, так и для боевой одежды пожарных.

Ткань Termoshield-AL благодаря специализированному алюминированному покрытию экранирует тепловое излучение до 20 кВт/м². Основу ткани Termoshield-AL также составляют волокна Pапох® (70 %) и Kevlar® (30 %), обеспечивающие защиту от выплеска металла. Проведенные испытания ткани Termoshield на воздействие электролита (температура 1260 °С) показали высокие защитные свойства и вызвали большой интерес со стороны самих металлургических предприятий. На современном этапе производится значительный ассортимент огнестойких тканей, тем не менее, технологии в данной сфере продолжают совершенствоваться.

В России ткани для создания защитной одежды в основном производятся из натуральных волокон, защитные эффекты которых определяются весом и специальной пропиткой.

Впервые в России в ткани на основе волокна Нитокс® задача по созданию защитной одежды решена комплексно. Разработаны текстильный материал для верхнего слоя одежды, трикотажное белье с теплозащитными свойствами, носки, перчатки, шлем-маски, подшлемники.

Разработан также комплект огне- и термозащитных трикотажных изделий: нательное и зимнее белье, а также средства индивидуальной защиты-подшлемники, шлем-маски, носки перчатки на базе смесовой пряжи с вложением огнестойкого модакрилового волокна и огнестойкой метаарамидной пряжи.

Белье нательное и зимнее огне- и термозащитное разработано на базе трикотажных полотен двуластичного и футерованного переплетений из смесовой пряжи с вложением огнестойких модакриловых волокон линейной плотности 18,5 текс.

Трикотажные полотна для бельевых изделий из смесовой пряжи комфортны, характеризуются высоким показателем гигроскопичности (9 %), воздухопроницаемостью в пределах 377...405 дм³/м²·с и измене-

ниями линейных размеров после мокрых обработок по длине и ширине в пределах не более 4,2 %.

В Республике Беларусь в настоящее время ведущей фирмой в области технологии этих волокон и нитей является ООО НПФ «Термостойкие изделия», которое совместно с предприятием РУП «Светлогорское производственное объединение Химволокно» разработало непрерывную технологию их получения на основе гомополимера терефталевой кислоты и гидразина.

Термостойкие текстильные материалы и изделия из этих волокон широко используются в самых различных изделиях:

- фильтровальных полотнах для высокотемпературных газов;
- специальной защитной одежде;
- средствах профессиональной безопасности и спасения;
- специальном текстиле для авиа-, автотранспорта и опасных помещений;
- фрикционных композитах (в тормозных колодках взамен асбеста).

Лекция 11. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКРАНИРУЮЩИХ И ТОКОПРОВОДЯЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

11.1 Понятие об электропроводных и экранирующих текстильных материалах, их виды, состав, области применения

Нанотехнологии позволили создать токопроводящие текстильные материалы, которые оказались востребованными не только для военного назначения, но и во многих отраслях мирной жизни. Электропроводящие текстильные материалы дают широкий простор для инноваций в производстве антистатической одежды и электромагнитного экранирования, для снятия заряда или подавления радиополей, а также для производства тканей с подогревом.

Сегодня токопроводящие ткани благодаря нанотехнологиям нанесения металлов – мягкие и легкие материалы, их можно стирать, подвергать химчистке.

Обычно напылению подвергают волокна, а не ткани. При переработке на ткацких станках такие волокна не создают проблем. Первые наноматериалы для напыления были выпущены на рынок фирмой DuPont, которая применяла наночастицы серебра. В настоящее время помимо серебра предложены более дешевые и доступные металлы.

Электропроводящие свойства придаются не только за счет металлизации волокон, но и другими способами. Для гидратцеллюлозных

волокон типа лиоцелл предложено введение в структуру волокна наночастиц электропроводной сажи. В зависимости от концентрации последней свойства электропроводности будут изменяться. Электропроводные материалы из волокон лиоцелла находят применение в широкой области электрорезисторных изделий.

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.

Экранирующие ткани специально разработаны для защиты электронного оборудования и людей от негативного воздействия электромагнитных полей. Основа материала состоит из синтетических (полиэстр, полиамид) или натуральных нитей (хлопок, лен) с добавлением металлов (медь, серебро). Такие ткани используют для изготовления рабочей одежды, чехлов для различных приборов, экранирующих штор и занавесов, допускается также пошив повседневной одежды, текстильных элементов интерьера (штор, тюля, ширм), постельного белья.

Рассмотрим виды экранирующих тканей.

1. *Тюль*. По своим светопропускающим показателям и эстетическому виду идеальна для бытового использования.

2. *Плотная ткань*. Характеризуется плотной структурой с большим процентным содержанием металла. Представлена широким цветовым ассортиментом и разнообразием фактуры. Экранирующие свойства выше, чем у тюля. Лучшее применение – пошив одежды, чехлов, защитных мобильных камер.

3. *Сетка*. Большинство предлагаемых вариантов имеют крупную ячейку. Жесткая структура обеспечивается за счет применения в качестве несущего материала стали, полиэстера или полиамида. Основное назначение – экранирование помещений. Монтируют этот материал чаще всего в штукатурку, стяжку или под напольное покрытие.

Для производства электропроводящих и экранирующих тканей все более широкое применение находят инновационные виды волокон, созданные в недавнее время.

Например, разработаны совершенно новые разновидности электропроводящих волокон на основании углеродных нанотрубок, способных, подобно металлической проволоке, проводить тепло и ток. В то же время внешне волокна выглядят так же, как самые обычные нитки. Но в отличие от металлических проводов, они более прочные и гибкие.

Новые волокна имеют такую же теплопроводность, как и графитовые, в тоже время они в десять раз лучше проводят ток. Кроме того, волокна из графита хрупкие, а волокна из углеродных нанотрубок и гибкие, и по прочности не уступают обычным ниткам. Ученые надеются, что комбинация таких свойств обусловит выпуск новых гаджетов с уникальными возможностями. А сами токопроводящие нитки будут использовать в аэрокосмической области, автомобилестроении, в производстве медицинского оборудования и «умной» одежды.

Гибкие проводящие волокна известного производителя AmberStrand представляют собой полимерные нити, имеющие металлизированное покрытие. Несколько изготовленных по специальным технологиям волокон можно плотно скрутить и получить, таким образом, мягкие и легкие нитки, которые к тому же способны проводить электрический ток.

Гибкие проводящие волокна также можно использовать и в одежде, например, в качестве обогревателя тела, прототипом которого является известная электрогрелка. На сегодняшний день индустрия электронного текстиля стоит только на начальной ступени своего развития, однако уже сейчас изучается возможность создания и применения «умной одежды» – с встроенными в нее полифункциональными сенсорными датчиками и множеством миниатюрных вычислительных устройств.

В экспериментальную медицинскую одежду для пациентов уже сейчас вплетаются специальные волокна такого рода. Их успешно используют для передачи медицинскому персоналу показателей состояния больного, например, кровяного давления, содержание сахара в крови и других жизненно важных характеристик. Ощутимую пользу от надетой интеллектуальной униформы могут извлечь и военные. Например, во время сражения она может передавать информацию о состоянии каждого бойца, о степени сложности его ранения.

Но даже целый ряд очевидных выгод, пока не позволил технологиям электропроводящего текстиля стать широкодоступными и распространенными – в первую очередь, это касается трудностей в изготовлении. Однако развитие партнерских отношений с NASA уже привело к улучшению уровня производственных процессов, повышению выхода продукции и снижению ее стоимости.

Для защиты людей и аппаратуры от сильных электромагнитных полей СВЧ и УВЧ применяется ткань, дублированная металлизированной терефталатной плёнкой, которую перфорируют с целью улучшения воздухопроницаемости. Из металлизированных тканей шьют экраны и чехлы для приборов, установок и различной аппаратуры, отражающие внутреннее или наружное тепловое излучение.

Эффектные и нарядные металлизированные ткани применяются для пошива женской одежды и обуви, изготовления различных предме-

тов с улучшенными декоративными свойствами (сумок, поясов, записных книжек, бумажников, ремешков для часов и т. п.). Кроме прямой металлизации тканей широко применяется вплетение металлизированных в вакууме полимерных нитей в обычные ткани. Новый прогрессивный метод получения покрытий – вакуумная металлизация – нашел широкое применение в радиоэлектронике, приборостроении, в авиационной, металлургической, лёгкой, пищевой и химической промышленности. Технология вакуумных покрытий позволяет наносить металлы, сплавы, окислы и другие соединения не только на металлическую основу, но и на стекло, пластмассу, керамику, фарфор, ткани, бумагу, дерево, пленочные и другие рулонные материалы. По своим качествам вакуумные покрытия не уступают покрытиям, получаемым термодиффузией, лужением и гальваническим методом, а по многим показателям превосходят последние. Внедрение вакуумной металлизации дает большой экономический эффект, позволяет резко сократить или полностью исключить применение остродефицитных и драгоценных металлов. В настоящее время все более актуальной становится необходимость производства и использования металлизированных текстильных материалов. На сегодняшний день такие материалы востребованы и в ближайшем будущем спрос на них будет расти. Это связано, 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, получение текстильных материалов с антистатическими, бактерицидными, электропроводящими, радио отражающими, 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.

На вершине прогресса огромнейшую популярность приобрели металлизированные ткани. Они наделены множеством невероятных качеств, особенно востребованных в специализированных учреждениях: пожарных частях, больницах и многих других.

11.2 Способы производства электропроводных и экранирующих текстильных материалов

Способов металлизации ткани несколько. Некоторые из них дают лишь металлический блеск, а некоторые – придают материалу особые свойства. Вот несколько основных способов:

- покрытие алюминиевым слоем, заготовленным изначально, и, впоследствии, соединяемым с тканью при помощи специального оборудования;
- металлизация ионоплазменным распылением;
- создание полотна сразу из металлизированных нитей или комбинированной пряжи с металлизированным компонентом в своей структуре.

Наиболее экономичным способом металлизации тканей является перенос на них тонкого **алюминиевого покрытия**, которое предварительно получают методом испарения и конденсации в вакууме на полимерной пленке, обработанной так, чтобы покрытие легко отделялось от нее. На дублирующих машинах металлизированную пленку пропускают между валками вместе с тканью, на которую переносится алюминиевое покрытие. Полимерная пленка остается пригодной для многократного использования. Производительность метода переноса в 30 раз больше, а стоимость полученной ткани на 20 % ниже, чем при прямой металлизации. Коэффициент отражения тканей увеличивается в результате металлизации алюминием в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра более чем в 2 раза. Металлизация тканей повышает их. О перспективности вакуумной металлизации тканей свидетельствует широкий диапазон областей их применения. Металлизированная полульняная или асбестовая негорючая ткань применяется для изготовления теплозащитной одежды рабочих горячих цехов, бойцов пожарной охраны и работников лабораторий. Алюминиевое покрытие, нанесенное методом переноса, надежно защищает от воздействия сильных тепловых потоков.

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.

Предлагается 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 использо-

вании аномального тлеющего разряда в инертном газе с наложением на него кольцеобразной зоны скрещенных неоднородных электрического и магнитного полей, локализирующих и стабилизирующих газоразрядную плазму в при катодной области. Положительные ионы, образующиеся в разряде, ускоряются в направлении катода, бомбардируют его поверхность в зоне эрозии, выбивая из неё 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 так называемых малых предприятий. При этом на поверхности материала осаждается тонкая плёнка настоящего металла или сплава, придающая тканям благородный и оригинальный оттенок, например, перламутровый, или металлический блеск нержавеющей стали, титана, золота, серебра, алюминия, бронзы и т. п.

Указанные цвета и оттенки не достижимы ни одним из известных на сегодняшний день способов облагораживания текстильных материалов: гладкое крашение, пигментная печать, металлизация из растворов электролитов, вакуум-термическое испарение. Поскольку обработка тканей происходит в мягких условиях так называемой низкотемпературной плазмы, ткань сохраняет мягкий гриф, воздухо- и влагопроницаемость, драпируемость, прочностные характеристики. 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 для пошива специальной одежды приобретают антистатические свойства. Это весьма важно, например, для создания искробезопасных фильтров, используемых на взрывоопасных производствах. Появление проводимости даёт возможность получать материалы, экранирующие электромагнитные излучения. Это может быть использовано при создании легких, прочных, долговечных и декоративно привлекательных радио экранирующих и маскирующих в широком диапазоне частот. Цикл проведённых исследований позволил 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 (рис. 11.1).



Рисунок 11.1 – Различные варианты комплектов, маскирующих от средств визуальной и радиолокационной разведок, изготовленных на основе металлизированных тканей, произведенных ООО «Ивтехномаш»

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 (рис. 11.2), небольшое количество которого, как известно, может придавать материалам бактерицидные свойства или металлов платиновой группы, используемых в качестве катализаторов.



Рисунок 11.2 – Полиэфирная ткань, металлизирована серебром

Более простым способом получения электропроводной пряжи является использование технологий производства **комбинированной пряжи**, в структуре которой присутствует токопроводящий элемент, например, тонкая металлическая проволока.

Так на кафедре «ГТМ» УО «ВТУ» разработана новая технология получения комбинированной электропроводящей пряжи на модернизированной машине ПК-100МЗ в один переход. В результате модернизации на машине были усовершенствованы узел питания (питающая рамка) и направитель ровницы. Применение прядильно-крутильных машин ПК-100МЗ дает возможность повысить производительность труда по прядильным цехам в 1,5–1,6 раза, а также сократить расход электроэнергии по прядильным и крутильным цехам на выработку одного и того же количества пряжи в 1,5 раза. Пряжа, вырабатываемая на машинах ПК-100МЗ по физико-механическим свойствам, не уступает аналогичной пряже, выработанной на кольцекрутильных машинах, которая может быть использована для широкого ассортимента изделий: тканей, трикотажа, меланжевого и гардинного, текстильно-галантерейного производства. На рисунке 11.3 представлена технологическая схема машины ПК-100МЗ для выработки комбинированной электропроводящей пряжи новой структуры.

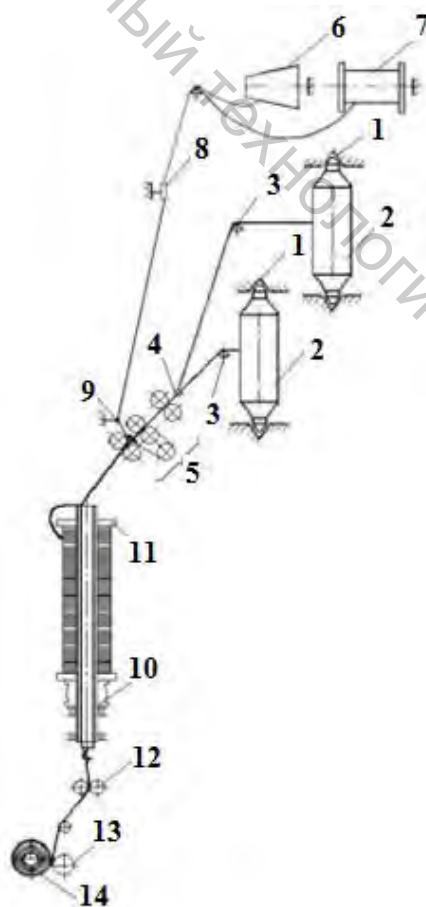


Рисунок 11.3 – Технологическая схема машины ПК-100МЗ

На питающей рамке 1 машины ПК-100МЗ устанавливают две катушки с полиэфирной ровницей 2 линейной плотности 333 текс. Ровницы 2 проходят через натяжной пруток 3, модернизированный направитель ровницы 4 и утоняется в вытяжном приборе 5, превращаясь в мычку соответствующей тонины, так же, как это происходит на обычных прядильных машинах. С отдельных катушек 6 и 7, установленных на модернизированной питающей рамке, через гребенчатый нитенатяжитель 8 и направитель 9 соответственно подаются под переднюю пару вытяжного прибора 5 медная микропроволока $T=18$ текс и комплексная полиэфирная нить линейной плотности $T=5,2$ текс. Комплексная полиэфирная нить необходима для увеличения разрывных нагрузок электропроводящей пряжи. На полое веретено 10 надет початок 11 с полиэфирной комплексной нитью линейной плотности $T=5,2$ текс. При вращении веретена 10, сходящая с него баллонизирующая нить, увлекает за собой мычку, заставляя ее вращаться вокруг собственной оси, и тем самым превращает мычку в пряжу. На расстоянии от верхушки веретена до переднего цилиндра вытяжного прибора мычка получает необходимое число кручений. На данном участке выпрядается одна из стренг крученой пряжи. Вторая стренга сходит с початка 11. У вершины веретена происходит сложение выпрядаемой стренги совместно с микропроволокой и сходящей с початка комплексной нити, т. е. осуществляется процесс трощения. Строщенная нить протаскивается через канал веретена оттяжной парой 12, состоящей из цилиндра и прижимного валика. На пути от вершины веретена до выпускной пары пять компонентов, скручиваются в обратном направлении, образуя крученую пряжу. Готовая комбинированная электропроводящая пряжа наматывается на цилиндрический патрон 13 мотальным механизмом 14, расположенным ниже выпускной пары. Структура электропроводящей пряжи представлена на рис. 11.4.

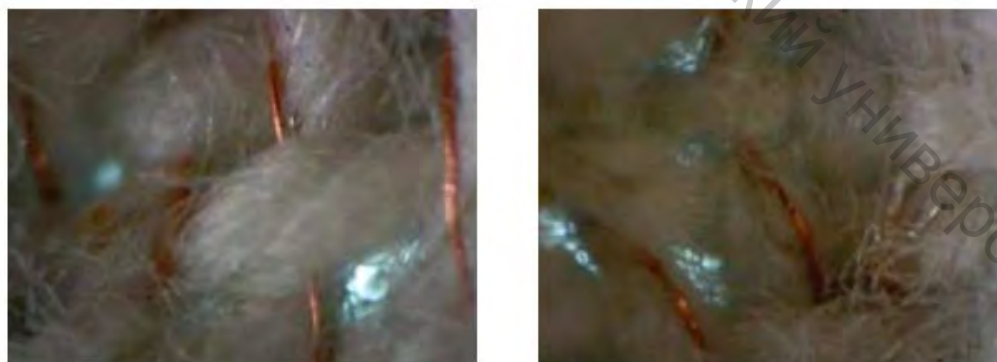


Рисунок 11.4 – Структура экранирующей ткани под микроскопом

Полученная пряжа успешно применяется для изготовления экранящих тканей на ОАО «ВКШТ», из которых, например, изготавливаются карманы для мобильных телефонов в детской одежде.

Лекция 12. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Когда мы думаем о технологиях космической эры, мы часто представляем металл, фольгу и керамику. А как насчет текстиля? В эпоху освоения космоса текстильная промышленность, как и всегда, играет особенную роль. Для строительства космических аппаратов обычно выбирают материалы, которые либо имеют малый вес, либо долговечны. При создании пилотируемых капсул, беспилотных планетоходов, запускаемых и повторно входящих в атмосферу аппаратов необходимо учитывать суровые условия, в которых они будут работать. Эти требования прокладывают дорогу инновациям в текстильной промышленности.

Тканые металлические материалы перспективны в создании долговечных и очень гибких корпусов, так как они могут деформироваться и подстраиваться под другие задачи прямо во время работы. Возможно, такие ткани вскоре будут использоваться для создания космических антенн и скафандров, так как смогут обеспечить прочность и удобство при движении. Из такой ткани, например, можно будет сделать перчатки, удобные для выполнения мелких задач.

Гибкий металлический материал может даже защитить космический аппарат от повреждений метеоритов и других объектов. Способность металлических тканей изменять форму по требованию может усовершенствовать передвижение планетоходов по труднопроходимой местности других планет.

Преимущества металлических материалов:

- гашение вибраций;
- уменьшение веса без воздействия на прочность;
- способность «умного» материала передавать тепло, свет и даже информацию;
- теплоустойчивость.

12.1 Текстильные материалы для одежды пилотов и космонавтов

Многие материалы, применяемые в строительстве космических аппаратов, могут использоваться и при создании скафандров и обычной

одежды, которая играет не меньшую важность. При длительном пребывании в сложных условиях отсутствие дышащей, удобной и прочной одежды может отвлекать от основной работы.

Новые типы тканей обладают свойствами, необходимыми в аэрокосмической отрасли:

- грязеотталкиваемость;
- антимикробность;
- негорючесть;
- нетоксичность;
- регулировка выработки пота и предотвращение перегрева.

Независимо от того, носится материал внутри космического аппарата или во время работы в открытом космосе, одежда для космического пространства имеет более высокие стандарты. Основная одежда космонавта – это **скафандр**, они бывают нескольких видов в зависимости от предназначения. Есть скафандры для открытого космоса, а есть для нахождения собственно в кабине.

Как и любая одежда, костюм космонавта должен быть удобен как для энергичных движений, так и для отдыха. Костюм подразделяется на несколько слоев:

1. **Нательное белье.** В космическом корабле используется белье одноразового типа, после носки комплект просто утилизируется и открывается новый;

2. **Полетный костюм.** Это одежда для нахождения в кабине, работы и отдыха, этот слой следует сразу за нательным бельем и тоже может быть одноразовым;

3. **Теплозащитный костюм.** Это одежда, используемая в экстренных условиях, если сломается система отопления или же при приземлении в холодных частях нашей планеты.

Нательное белье. В настоящее время большинство комплектов одежды космонавта созданы для одноразового использования, для применения обычных костюмов необходимо оборудовать возможность стирки на космическом корабле, а подобные проект еще лишь в работе.

Как и любое белье, первый слой костюма современных космонавтов соприкасается непосредственно с кожей, а значит, оно должно быть приятным на ощупь. Лучше всего для исполнения данной функции подходят лен и хлопок. Кроме приятных тактильных ощущений ткань обязательно должна обладать требуемой эластичностью, чтобы не затруднять движения, впитывать влагу и пропускать воздух.

Лучшим вариантом по многочисленным исследованиям явился вязаный хлопок, для повышения прочности добавляется малая часть искусственных волокон. Подобным синтетическим волокном была выбрана вискоза. Этот вариант подтвержден многочисленными опытами, даже спустя десять дней постоянного ношения его под скафандром оно не вызывает на коже раздражения и прекрасно впитывает все выделения

кожного покрова, что особенно важно потому что в космическом корабле не предусмотрены качественные гигиенические процедуры.

Последней разработкой данного вида одежды стал вариант антимикробного белья. Оно подходит для длительных полетов, не позволяет развиваться раздражениям и успешно впитывает все выделения в течение долгого времени.

Полетный костюм. Второй слой одежды космонавта после белья это полетный костюм, в особо тяжелых условиях его заменяет скафандр. Костюм не должен стеснять движений и быть удобен в носке, также необходимо учесть при его изготовлении все необходимые датчики, которые крепятся на одежду представителя данной профессии. Полетный костюм изготавливается строго для определенного корабля, учитывается влажность, температура и давление в кабине.

Используемый для изготовления подобного костюма материал должен соответствовать многим критериям, чтобы не усложнять работу космонавта. Основными качествами являются эластичность, износостойкость, жароустойчивость, легкость, пылеотталкивающие свойства. Дизайн самого костюма обычно учитывает предпочтения его обладателя, если изготавливается костюм универсального типа, то модель делают классических спокойных оттенков.

Костюм изготавливается из смеси синтетических и натуральных тканей. Синтетика обладает большей износостойкостью, жароустойчивостью, но синтетика создает вокруг себя статическое электричество, что недопустимо в костюме космонавта, поэтому необходимо разбавить натуральными тканями. Теплозащитный костюм изготавливается на всякий случай и основная его задача согреть космонавта. Кроме самого костюма представителю данной профессии разрешено использовать шерстяные носки и шапочку. Последний третий слой одежды изготавливается по тем же критериям, эластичность ткани, удобство покроя, смесь натуральных и синтетических волокон. К этому верхнему костюму добавляется устойчивость к условиям окружающей среды. Сам костюм состоит из двух частей это подкладки и верхнего слоя.

Основной материал шерсть, она лучше всего греет и достаточно удобна в носке. Подобные тепловые костюмы различаются степенью защиты от холода и подразделяются на: летний, шерстяной, переходный, зимний, арктический, особо арктический. С подобными костюмами в комплекте идут шапочки того же типа. Самая популярная модель шапки – это головной убор с козырьком и отворотом. Шапочка делается немного легче костюма и не должна задевать волосы или быть чересчур жаркой. После этого головного убора может быть шлем, он может быть как частью костюма, так и еще одной деталью комплекта теплой одежды. Кроме головы шлем защищает значительную часть груди плеч и спины за счет широкой манишки. На шлем есть возможность прикрепить необходимые для связи датчики.

В создании одежды для космонавтов и некоторых вариантов одежды для летчиков важным фактором является обеспечение защиты от различных видов радиации (α -, β -, γ -, УФ). 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, излучающей все виды радиации. Использование многослойного текстиля из нановолокон повышает эффект защиты от α -, β -, γ -радиации.

Костюм космонавта (NASA) 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. Такой костюм по данным NASA защищает от всех видов радиации, имеющейся в открытом космосе. На рисунке 12.1 показан костюм космонавта для выхода в открытый космос и его многослойность. Этот костюм является, безусловно, самым высоким достижением инженерного решения защиты человека в экстремальных условиях.

NASA совместно с другими структурами, работающими по направлению космических исследований, создали новый вид полимерного материала, устойчивого к α -, β -, γ -радиации и успешно примененного в структуре скафандра. Есть и более радикальные идеи. Компания Statex Productions недавно представила датчики Shieldex, которые можно встроить в перчатки для измерения давления и силы, а также исследует материалы, способные ускорять восстановление после травм, управляя процессом заживления через датчики.

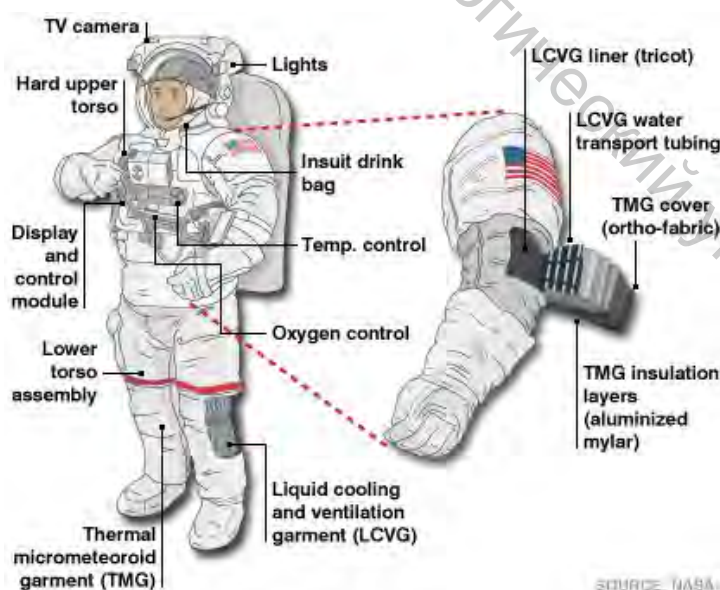


Рисунок 12.1 – Скафандр NASA

12.2 Текстильные материалы в конструкциях и оснастке летательных аппаратов

Тема посадки новых планетоходов на Марс и возможного обнаружения там следов жизни представляет большой интерес. Человеческий организм должен быть готов к различным условиям окружающей среды. До того, как будет заложено основание колонии Марса, нам потребуется временная среда обитания.

Уже упомянутые тканые металлические материалы, а также углеродное волокно и стекловолокно могут стать материалами для внутренней отделки **жилых отсеков**. Штормы и сильные ветры возможны на поверхности любой планеты, поэтому жилой отсек должен обеспечивать защиту.

В космосе также может оказаться полезной геоткань – ткань, изготавливаемая из стеклянных или полиэфирных волокон. Она производится из более чем 400 материалов. Некоторые из них перспективны для строительства жилых отсеков и теплиц. Проницаемая мембранная структура геоткани прочна, но при этом может эффективно фильтровать воду, воздух и свет.

Самолёты из композитных материалов. Композитный материал – это искусственно созданный неоднородный материал, состоящий из наполнителя и армирующих элементов (волокон). Наполнитель выступает в качестве своеобразного «клея», скрепляя волокна и (при вулканизации) придавая изделию форму, а волокна принимают на себя основную часть нагрузки.

Существует множество различных типов волокон и наполнителей. При изготовлении летательных аппаратов чаще всего используется эпоксидная смола, являющаяся разновидностью терморезистивной пластмассы. По сравнению с другими аналогичными материалами (такими, как полиэфирная смола), эпоксидная смола значительно прочнее. Кроме того, она лучше выдерживает высокие температуры. Есть много вариантов эпоксидных смол, которые различаются характеристиками, временем и температурой вулканизации, а также стоимостью. Это обеспечивает 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, в которых находятся различные нано- и большего размера частицы. В связи с этим, развитие этого направления практического материаловедения тянет как локомотив развитие химии и физики полимеров, нанотехнологий производства наполнителей для композитов, в том числе, наночастиц различных форм

углерода (углеродные волокна, углеродные трубки и др.). Наиболее ярко проявляется растущая роль композитов в аэро- и космической областях. Новое поколение сверхлегких и прочных композитов позволяет существенно снизить вес современного самолета и ракеты. Современный транспорт (авто, речной, морской, аэрокосмический) состоит из большой доли композитов на основе текстиля и полимеров. Так, современный пассажирский самолет на 50 % состоит из композитов, военный истребитель на 60 %, в автомобиле используют композитов примерно на 10–15 кг. Совершенствование композитов идет по пути использования текстиля (3D) из сверхпрочных волокон нового поколения (в том числе нановолокон). На рисунке 12.2 показана доля композитов в конструкции самолета.



Рисунок 12.2 – Доля композитов в конструкции самолета

В качестве армирующих волокон при производстве ЛА чаще всего используются стекловолокно и углеродное волокно. Стекловолокно обладает хорошей прочностью на разрыв и сжатие, высокой стойкостью к ударным нагрузкам. Это простой в работе, относительно недорогой и широко распространенный материал. Его основным недостатком является достаточно большой вес. Из-за этого из стекловолокна сложно изготовить несущий корпус, который по лёгкости мог бы соперничать с аналогичным алюминиевым. Углеродное волокно в целом прочнее на разрыв и сжатие, чем стекловолокно, и гораздо более жёсткое на изгиб. Оно также существенно легче, чем стекловолокно. Однако его стойкость к ударным нагрузкам несколько ниже, волокна достаточно хрупкие и при резком ударе ломаются. Эти характеристики существенно улучшены в такой разновидности углеродного волокна, как «усиленная» эпоксидная смола, которая используется при изготовлении горизонтальных и вертикальных стабилизаторов лайнера «Боинг 787».

Композитные материалы имеют несколько существенных преимуществ перед металлами, деревом или тканью. Чаще всего в качестве основного преимущества называют меньший вес. Однако следует понимать, что корпус самолёта, изготовленный из композитного материала, не обязательно будет легче металлического. Это зависит от характеристик корпуса, равно как и от используемого материала.

Более важным преимуществом является возможность создания при использовании композитных материалов очень гладкой и сложно искривлённой аэродинамической поверхности, которая позволяет существенно снизить сопротивление воздуха. Именно в силу этой причины в 60-е годы прошлого века дизайнеры планёров переключились с металла и дерева на композитные материалы.

Композитные материалы широко используются такими производителями самолётов, как «Циррус» и «Коламбия». Благодаря снижению сопротивления воздуха, самолёты этих компаний отличаются высокими лётными характеристиками, несмотря на наличие неубирающегося шасси. Композитные материалы также помогают маскировать радарные сигнатуры при дизайне типа «стелс» (в таких самолётах, как стратегический бомбардировщик «B-2» и многоцелевой истребитель «F-22»). Сегодня композитные материалы используются при производстве любых летательных аппаратов – от планёров до вертолётов.

Третьим преимуществом композитных материалов является отсутствие коррозии. Так фюзеляж лайнера «Боинг 787» полностью изготавливается из композитных материалов, что позволяет этому самолёту выдерживать больший перепад давлений и большую влажность в кабине, чем это допускали лайнеры предыдущих поколений. Инженеров больше не заботит проблема коррозии из-за конденсации влаги на скрытых частях обшивки фюзеляжа (например, под изоляционным покрытием). В результате, долговременные эксплуатационные расходы авиакомпаний могут быть существенно снижены.

Ещё одним преимуществом композитных материалов является хорошие эксплуатационные качества в изгибающей среде (например, при использовании в лопастях несущего винта вертолётов). В отличие от большинства металлов, композитные материалы не страдают от усталости металлов и трещинообразования. При правильном конструировании лопасти несущего винта, выполненные из композитного материала, имеют существенно более высокое нормативное время эксплуатации, чем металлические. В силу этого большинство современных больших вертолётов имеют полностью композитные лопасти, а иногда и композитную втулку несущего винта.

Композитные конструкции имеют свои недостатки, к самым важным из которых относится отсутствие визуальных следов повреждения. Композитные материалы реагируют на удар иначе, чем другие материалы, и зачастую повреждения не заметны при внешнем осмотре.

Например, если автомобиль врежется в алюминиевый фюзеляж, на фюзеляже останется вмятина. Если вмятины нет, нет и повреждения. Если вмятина присутствует, повреждение определяется визуально и производится ремонт. В композитных структурах удар малой силы (например, при столкновении или падении инструмента) часто не оставляет видимых следов повреждения на поверхности. При этом в зоне удара может возникнуть широкая зона расслоения, которая распространяется воронкообразно от точки удара. Повреждения на задней поверхности структуры могут быть существенными – и при этом совершенно невидимыми. Как только возникают причины предполагать, что произошёл удар (даже незначительной силы), появляется необходимость в приглашении специалиста для инспекции структуры и поиска внутренних повреждений. Хорошим признаком расслоения волоконной структуры при использовании стекловолокна является появление «белёных» областей на поверхности корпуса.

Детали, изготовленные из композитного материала, часто представляют собой тонкую оболочку, под которой находится пористый внутренний слой (так называемая «сэндвичевая» конструкция). Превосходная с точки зрения структурной жёсткости, такая структура подвержена проникновению влаги, что позже может привести к серьёзным проблемам. Наклеивание поверх пробоины отрезка специальной «изоляционной ленты» является хорошим способом временной защиты от воды, но это нельзя назвать структурным ремонтом. Таким ремонтом не является и использование пасты для заполнения отверстий, хотя этот метод можно применять в косметических целях.

Ещё одним недостатком композитных материалов является относительно низкая термостойкость. В то время как температурные пределы использования варьируются у различных смол, большинство из них начинают терять прочность при температурах выше 65 °С. Для снижения температурного воздействия часто применяется окрашивание композитного корпуса в белый цвет. Например, нижняя поверхность крыла, окрашенная в чёрный цвет и располагающаяся над горячим асфальтовым покрытием, в солнечный день может нагреваться более чем до 100 °С. Та же конструкция, окрашенная в белый цвет, редко разогревается более чем до 60 °С.

Производители композитных самолётов часто дают конкретные рекомендации по допустимым цветам окраски корпуса. При повторной окраске самолёта необходимо точно следовать этим рекомендациям.

Важным фактором при проектировании летательных аппаратов является защита от удара молнии. При ударе молнии в летательный аппарат его конструкция испытывает воздействие огромной мощности. Вне зависимости от того, управляете ли вы самолётом общего назначения или большим авиалайнером, основные принципы защиты от удара молнии остаются одинаковыми. Безотносительно к размеру самолёта,

энергия от удара должна распределяться по большой площади поверхности – это позволяет уменьшить силу тока, приходящуюся на единицу площади обшивки, до приемлемого уровня. При ударе молнии в самолёт, изготовленный из алюминия (в силу его электропроводности), электрическая энергия естественным образом распределяется по всей алюминиевой конструкции. В данном случае основной задачей конструкторов является защита электронного оборудования, топливной системы и т. д. Внешняя обшивка самолёта должна предоставлять путь наименьшего сопротивления для электрического разряда. В случае самолёта, изготовленного из композитных материалов, ситуация иная. Стекловолокно является прекрасным электроизолятором. Углеродное волокно проводит электричество, однако не так хорошо, как алюминий. Следовательно, внешний слой композитной обшивки должен обладать дополнительной электропроводностью. Это обычно достигается с помощью металлической сетки, смонтированной в обшивку. Чаще всего используются алюминиевые или медные сетки – алюминий для стекловолокна, медь – для углеродного волокна.

Одним из направлений использования текстильных изделий в космической отрасли является применение так называемого технического трикотажа. Среди основных видов технического трикотажа в последние десятилетия получила развитие технология трикотажа, вырабатываемого из металлических нитей различного состава и диаметров.

Перспективы развития космической связи, исследование природных ресурсов Земли, изучение космических радиоисточников Вселенной, связано с созданием специальных систем космической и наземной связи. Современные тенденции развития космических систем связи потребовали создания высокоэффективных параболических антенн, устанавливаемых на борту космических аппаратов. Складывающиеся (трансформируемые) антенны потребовали создания гибких радиоотражающих поверхностей с высоким (97–99 %) коэффициентом радиоотражения в рабочем диапазоне частот, минимальным усилием растяжения, высокой стабильностью физико-механических и электрофизических характеристик при хранении и длительном сроке эксплуатации. В качестве отражающих поверхностей складных антенн можно выделить металлизированные полимерные плёнки, металлизированные тканые материалы из синтетических и искусственных нитей, металлизированные тканые материалы из искусственных текстильных нитей с включением металлических нитей, металлизированные трикотажные материалы из полимерных текстильных нитей, трикотажные сетчатые материалы из текстильных нитей, состоящих из металлических электропроводных и химических волокон, трикотажные сетчатые материалы из металлических нитей. Последние не имеют недостатков, присущих сетчатым материалам из полимерных нитей, обладая при этом и всеми их достоинствами: эластичностью, малой массой единицы площади, достаточной прочностью. Металлические сетеполотна не теряют отражающей

способности после многократного складывания. Отражающие поверхности космических складных параболических антенн обычно выполняются в виде сетеполотен из молибденовой микропроволоки диаметром 30 мкм, покрытой слоем золота.

Современные разработки с трикотажным сетеполотном из металлических нитей могут использоваться для работы антенн на частотах до 40 ГГц. Эти материалы предполагается использовать в перспективных конструкциях трансформируемых космических антенн большого диаметра. Микрофотографии металлических трикотажных сетеполотен представлены на рисунке 12.3.

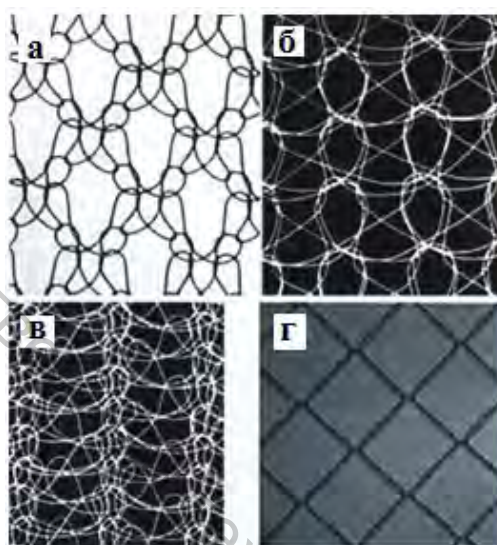


Рисунок 12.3 – Микрофотографии металлических сетеполотен:
а и в – из стальной проволоки диаметром 20 мкм;
б и г – из вольфрамовой нити диаметром 15 мкм

Следует отметить, что металлические нити, пригодные для переработки на вязальных машинах, обладают большим контактным сопротивлением между элементами структуры, что увеличивает сопротивление сетки, уменьшает отражающую способность этих материалов и вынуждает делать покрытия из никеля, золота и других материалов для уменьшения контактных сопротивлений. Для материала ОП могут использоваться сетеполотна кулирных и основовязанных переплетений.

Основовязанный трикотаж позволяет получать сетеполотна с практически неограниченными максимальными и минимальными размерами ячеек, сохраняя при растяжении стабильность заданных размеров. Этот трикотаж практически не распускается при локальных повреждениях нити в элементах петельной структуры. На современных основовязальных машинах можно вырабатывать сетеполотна с шириной до 6 м при плотном вязании. Ширина будет зависеть от размера ячеек. Например, сетеполотно с размером стороны ячейки 40 мм может занимать площадь при раскрытии в

4 раза большую, чем в сложенном состоянии. Эти преимущества позволяют использовать металлкотажные сетеполотна основывающихся переплетений в качестве материала ОП антенн любых конструкций.

Лекция 13. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТА И ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шоссе, мосты, туннели и другие инфраструктурные сооружения сегодня должны соответствовать вызовам постоянно меняющегося мира. Мира, где много людей и машин, но недостаточно места. Мира глобального потепления и все более непредсказуемых погодных условий. Мира, в котором важность безопасности, экологичности и энергоэффективности не подлежит сомнению. Это большой вызов для современных инженеров и архитекторов. И для выполнения таких задач им нужны современные инновационные решения. Им нужна альтернатива стали и стандартным армирующим материалам.

Материалы Тейджин Арамид позволяют изменить то, как проектируются и строятся инфраструктурные объекты. Легкие параарамиды Twaron® и Technora® благодаря их прочности, долговечности и стабильности, находят самое широкое применение. И все это при значительном снижении веса. Поэтому, какие бы ни предъявлялись требования, любые конструкции, усиленные данными материалами, будут служить долгие годы.



Благодаря высокой прочности на разрыв, растяжение и модулю эластичности наши параарамидные волокна являются уникальным армирующим материалом для инфраструктурных объектов, бетонных элементов, кирпичной кладки и других применений в области гражданского строительства. При том же весе Twaron® в пять раз, а Technora® в восемь раз прочнее стали. Снижение веса означает, что строительство будет более простым, безопасным и менее энергозатратным.

Более того, природная гибкость и теплостойкость данных материалов означают, что они меньше расширяются и сокращаются при изменении температуры по сравнению со стандартными материалами. И сохраняют при этом максимальную прочность и долговечность. А по-

сколько Twaron® и Technora® поставляются в разных формах, их можно адаптировать для специальных инженерных приложений и проектных требований.

Преимущества новых материалов:

- большая долговечность, пониженные эксплуатационные расходы;
- значительно меньший вес по сравнению со сталью;
- большой срок службы;
- высокая термическая и химическая стойкость;
- возможность адаптации для конкретного применения.

День за днем в разных отраслях промышленности прогресс и технические инновации неумолимо движутся вперед. Детали становятся все меньше, скорость их работы – быстрее, а планка производительности поднимается все выше и выше. Будь то автомобилестроение или электронная промышленность, производители пластиковых деталей должны поставлять все более прочные, компактные и износостойкие изделия. И это еще не все! Такие компоненты должны обеспечить сокращение энергопотребления и быть экологичными.

И в этом также на помощь приходят рубленые параарамидные волокна Twaron® и Technora®, а также метаарамидное волокно Teijinconex®, улучшают рецептуру самых различных конструкционных пластиков. Они придают пластикам прочность, снижение веса, отличную стойкость к высоким температурам и высоким рабочим скоростям. От повышения износостойкости и долговечности до снижения вибрации и шума коробок передач и двигателя – арамиды открывают возможности для важных функциональных улучшений продукции для машиностроительной отрасли и транспорта.



Материалы Twaron®, Technora® и Teijinconex® расширяют рамки возможного, предлагая инженерам по пластмассам высокоэффективные альтернативы традиционным армирующим материалам, таким, как стекло- и углеволокно. Принципиальным моментом является то, что волокна Twaron®, Technora® и Teijinconex® менее абразивны,

чем стандартные добавки для пластиков, и на их основе можно создать изделия с меньшим трением и высокой износостойкостью.

Это означает улучшение характеристик шестерней, подшипников скольжения, втулок и других ключевых компонентов конструкций движущихся элементов машин и механизмов. Соответственно, это приводит к увеличению срока службы конечных изделий и снижению шума и вибрации оборудования.

Преимущества использования параарамидных материалов в изготовлении пластиковых деталей:

- превосходная удельная прочность по весу;
- повышенная износо- и термостойкость;
- позволяют продлить срок службы изделий;
- простота дозировки.

Сегодня промышленные предприятия должны идти все дальше – достигать невозможного и получать все более высокие результаты. Это означает, что везде – от глубин океанов до открытого космоса – существует потребность в более прочных, легких и долговечных материалах.

В материалах, которые могут обеспечить максимальную производительность и надежность в любых условиях. В случае композитов



это потребность в идеальном армировании, прочности и стойкости.

Материалы Тейджин Арамид отвечают всем этим требованиям и могут гораздо больше. От гражданского строительства и аэрокосмической отрасли до спортивных товаров, лами-

нированных парусов, автомобилей, грузовых авиаконтейнеров и многого другого – эти высокофункциональные материалы повсюду меняют правила игры.

Параарамидные волокна Twaron® и Technora® и СВМПЭ-пленка Endumax – это высокоэффективная альтернатива традиционным армирующим материалам. Endumax® обеспечивает уникальную жесткость, ударную и абразивную стойкость. Все эти материалы обладают отличной стойкостью к высоким температурам и химическим веществам – качествами, которые улучшают рецептуру композитов, добавляют им прочности, долговечности и удобства в обработке.

По всему миру технологии движутся вперед со скоростью света. В любых отраслях, будь то производство транспортных средств, тяжелое машиностроение или нефтегазодобыча, предприятия достигают новых уровней производительности, надежности и экологичности. В области изделий из эластомеров, арамидные волокна помогают производителям значительно повысить рабочие характеристики, прочность и долговечность продукции.

От промышленных и автомобильных рукавов до силовых ремней передач и армирования каучуковых компаундов – параарамидные высокофункциональные волокна повышают прочность, химическую стой-

кость и снижают вес изделий. Эти волокна обладают хорошей адгезией с другими материалами, и поэтому они легко поддаются интеграции в производственный процесс.

Горная добыча полезных ископаемых – дело непростое. Днем и ночью в этой отрасли идет работа, и перемещаются миллионы тонн горной породы. В горнодобывающей промышленности постоянно растет уровень отраслевых стандартов, а безопасность и экологичность давно уже стали не пожеланиями, но бескомпромиссными требованиями. Когда речь идет о конвейерных лентах, срабатывают лишь лучшие решения – здесь уже нет никаких «если», «но» или «может быть». Именно поэтому при транспортировке горных материалов современные конвейеры должны быть безопасными, надежными и долговечными – круглосуточно и без выходных. Конвейерные ленты, усиленные параарамидным материалом, становятся более легкими и гибкими – а значит, гораздо лучше переносят удары, высокую температуру, истирание и режущие повреждения, обеспечивая минимальное время простоя. Они меньше нуждаются в техническом обслуживании и потребляют меньше энергии.

Когда речь идет о тормозных системах и фрикционных изделиях, компромиссов быть не может. Размеры тормозных элементов становятся все меньше, требования к ним растут, надежность и качество решают всё. Выбор подходящих материалов для тормозных колодок и вкладышей еще никогда не был так важен. Именно поэтому с помощью пульпы Twaron® появилась возможность производителям тормозных систем достичь более высоких результатов, эффективности и экологичности.

Уникальные химические свойства пульпы Twaron® сразу выделяют ее среди других компонентов фрикционных смесей. Благодаря своей прочности и износостойкости Twaron® применяется как высококачественная добавка, радикально уменьшающая шум, вибрацию и жесткость (NVH) тормозных колодок и вкладышей. Все это повышает комфорт и безопасность вождения и продлевает срок службы изделия. Более того, пульпа Twaron® позволяет стабилизировать свойства матрицы, что облегчает компаундирование и предотвращает падение эффективности производственного процесса.

Текстильный корд. В различных конструкциях шин используются технические ткани – корд, чефер, доместик и бязь. Корд – это ткань, состоящая из прочных нитей основы, удерживаемых в полотне редкими и слабыми нитями утка. Отдельная кордная нить способна выдержать нагрузку до 160 кг и выше. Корд является основной тканью, из которой изготавливают каркас, усиливающие и защитные (экранирующие) слои в брекере и борте.

Из чефера делают усилительные ленты бортов покрышки. Доместик и бязь заменяют чефер в тех случаях, когда требуется малая толщина этих лент.

Ткани для покрышек изготавливают из вискозного шелка, капрона, нейлона, анидного и полиэфирного кордов. В последнее время применяют высокомодульный арамидный корд, по прочности близкий металлокорду, в то же время он в 5 раз легче металлокорда и не подвержен коррозии. Применение арамидного корда в современных конструкциях шин взамен металлокорда или в сочетании с ним позволяет заметно снизить массу шины, потери на ее качение и соответственно расход топлива. Получили применение и гибридные виды кордов. Например, гибрид из арамидных и нейлоновых нитей, имеющий по сравнению с арамидом повышенную усталостную выносливость.

Для обеспечения высокой прочности связи резины с кордом и тканью последние пропитывают специальными составами на основе синтетических латексов. Масса текстильных материалов составляет до 20 % общей массы покрышки, а их стоимость может достигать 30 % от стоимости всех материалов покрышки.

Шлифовальная шкурка является универсальным абразивным изделием для шлифования материалов. Шлифшкурка на тканевой основе считается одним из самых популярных товаров. Она прочнее шкурки на бумажной основе, и отлично шлифует различные типы поверхностей. Шлифовальная шкурка на тканой основе может использоваться при производстве шлифовальных насадок и инструментов.

Область применения шлифовальной шкурки на тканой основе:

- шлифование изделий из нержавеющей стали (рис. 13.1 а);
- шлифование и полирование стекла (рис. 13.1 б);
- абразивные инструменты для обработки древесины (рис. 13.1 в);
- абразивные шлифовальные изделия для обработки краски, лака и шпаклёвки (рис. 13.1 г);
- абразивные и алмазные инструменты для обработки минеральных материалов (рис. 13.1 д). Например, алмазные и абразивные круги для резки и шлифования минеральных строительных материалов, а также натурального камня, бетона, кирпича.

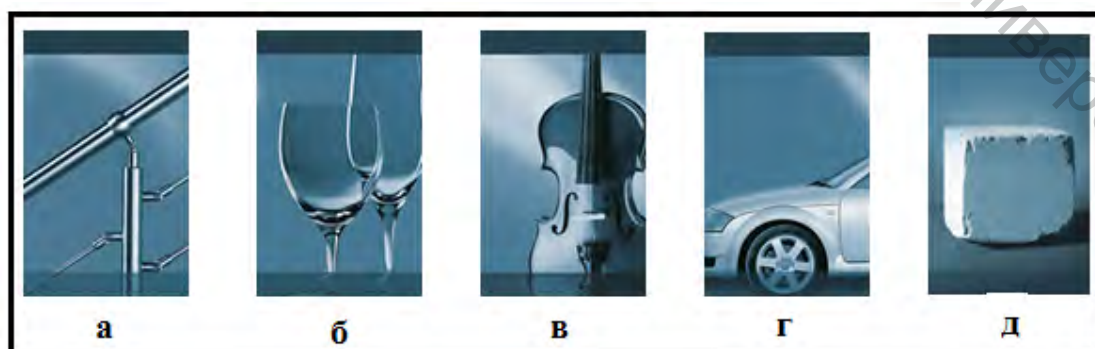


Рисунок 13.1 – Область применения шлифовальной шкурки на тканой основе

В настоящее время текстильные материалы завоевывают автомобильную отрасль значительными темпами. Большинство автомобилей содержит уже более 20 кг искусственных и натуральных волокон: в обивке автомобильных сидений, ремней безопасности, воздушных камер и оболочек подушек безопасности, фильтров и изоляционных материалов и т. д.

Исследования, направленные на установление потенциала использования текстильных технологий в автомобильной отрасли показали, что удельный вес таких материалов увеличивается до 30 кг и более уже в 2015 году, т. к. текстиль все более реализует функции, касающиеся обеспечения комфорта, требуемой акустики, определенной безопасности и экономии топлива.

Одним из современных предложений среди текстильных разработок для автомобильного комфорта является специальный материал марки Nonwoyens, который все более применяется в транспортных средствах из-за их низкого веса и низкой стоимости. В основе такого материала используются волокна Trevira.

Ряд альтернативных вариантов волокнистого состава для текстильных комплектующих автомобильной индустрии привели к активному этапу разработок новых типов комплексных текстильных материалов.

Ряд разработок в области текстиля находит применение не только как часть автомобильной комплектации, но и для специальной одежды в автомобильной индустрии. Однако активное внедрение функционального текстиля в систему обеспечения автомобильного комфорта и надежности не ограничивается показателями износостойкости специальных материалов. Общий комфорт человека в автомобиле определяется совокупностью многих факторов, в том числе климатическими и сопутствующими физическими параметрами, часть которых формируется свойствами текстиля в салоне.

Активные функциональные свойства для автомобильного текстиля обеспечиваются специальными SMART-технологиями. Одной из уникальных технологий SMART-текстиля для автомобилей является разработка University College of Borås (Швеция), которая направлена на решение одной из интересных задач – установки регулируемой освещенности в салоне автомобиля. Авторами разработан специальный материал, который через интеграцию источников света в текстиле обеспечивает равномерное распределение его от участков, получивших световую энергию, к участкам затемненного пространства.

Вопросы эффективной видимости определенных участков поверхностей в автомобиле и в других системах являются актуальными, т. к. не только несут определенную степень комфорта и удобства, но и во многих случаях обеспечивают безопасность человека в технических системах.

Из нетканых материалов изготавливают более 40 автомобильных деталей, от обшивки багажников до тепло- и звукоизоляции, от ковровых покрытий до обивки крыши, от входных труб забора воздуха двигателя до выхлопных систем, включая обивку багажника, багажные полки, тепловые экраны, оснастку полок, прокладки формованного капота, напольное покрытие багажника, масляные фильтры, подголовники, полки задней панели, воздушные подушки безопасности, воздушные фильтры салона, валики глушителя, изолирующие материалы, автомобильные чехлы, подбивочный материал, автомобильные коврики, пленки, основы ворсистых ковров, чехлы, оснастка дверей и изоляция, покрытие для пола, средства защиты и композиты. В области конструирования автомобилей нетканые материалы составляют конкуренцию тканым материалам, бумаге, пенопласту или стекловолокну. Тем не менее, продолжающаяся борьба за сокращение затрат и снижение массы приведут к тому, что нетканые материалы займут большую долю рынка за счет вытеснения этих материалов.

Также широкое применение в промышленности и на транспорте нашли так называемые промышленные салфетки для вытирания. Они представляют собой нетканые продукты, используемые для целого ряда применений на промышленных предприятиях и в организациях, включая салфетки для вытирания для подачи пищи, промышленные салфетки общего назначения, промышленные салфетки специального назначения, а также медицинские салфетки.

Промышленные салфетки общего назначения включают салфетки для общей и поверхностной очистки, очистки кожи, отскребания сильных загрязнений, обеспыливания и снятия статического напряжения, для контроля среды для выполнения критических задач, полировки и очистки стекла. Эти салфетки также используются при очистке промышленных цехов, обслуживании, ремонте и эксплуатации, коммерческой уборки территорий, автомобильной, военной авиационно-космической очистки, уборке с помощью геотекстиля, при производстве садово-парковых работ, а также в виде впитывающих ковриков для контроля разливов.

Основными конечными рынками для промышленных салфеток специального назначения являются: чистые комнаты, фотографическая и печатная промышленность, автомобильная и авиационно-космическая промышленность, которые часто называются транспортной промышленностью, а также подготовка поверхности для нанесения краски. Общей чертой этих специализированных рынков является то, что от используемых салфеток не должны отделяться волокна для того, чтобы предотвратить загрязнение продукта микроскопическими частицами.

Следующее важное направление использования текстильных материалов в промышленности является фильтрация жидкостей, воздуха, газов.

Фильтрация жидкостей является для рынка нетканых материалов быстро растущим сегментом, включая и сегмент фильтрации воды (водопроводной воды и сточных вод), фильтрацию пищевых продуктов и напитков, технологии фармацевтической и электронной промышленности, фильтрацию крови, пакетики с чаем, фильтры для сока и кофе, фильтры для съедобных растительных масел и фильтры для масел или топлива автомобилей. Нетканые материалы успешно применялись в промышленности для поддержки работы мембран при микрофильтрации (МФ), ультрафильтрации и обратноосмотическом фильтровании.

Рынок фильтрации воздуха и газа включает производство бытовых фильтров, промышленных фильтров, а также автомобильных фильтров. К числу бытовых (домашних) фильтров относятся фильтры для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, фильтры для приготовления пищи, фильтры для пылесосов, а также некоторые другие имеющиеся на рынке переносные фильтры. К числу промышленных фильтров относятся, в основном, средства для удаления пыли, такие, как фильтры для электростанций, мусоросжигающих установок, краскораспылителей и многих прочих промышленных технологий, при реализации которых происходит загрязнение воздуха, и возникает необходимость его очистки, или же для производственных целей нужна сверхчистая среда. В число автомобильных фильтров входят воздушные фильтры двигателя (входные и выпускные), воздушные фильтры кабины, а также масляные и топливные фильтры. Нетканые материалы экономичны, и хорошо зарекомендовали себя при использовании во многих фильтрующих применениях. Их доля во многих конечных применениях будет и далее увеличиваться.

Текстильные материалы для рукавных фильтров в зависимости от выполняемых функций изготавливаются тканым и нетканым способами с использованием различных видов волокон (термостойких и нетермостойких). Известно, что использование термостойких волокон обеспечивает сохранение свойств текстильных материалов при попадании искр от горячих газов. При этом рабочие/пиковые температуры отличаются в зависимости от вида используемых волокон:

- m-арамид (NO) 200/220 °C;
- полиим (PI) 240/260 °C;
- политетрафторэтилен (PTFE) 250/280 °C.

Быстро развивающейся сферой промышленности, где используются текстильные материалы, стала электроника.

Рынок электронных товаров из нетканых материалов состоит, в первую очередь, из разделителей аккумуляторных батарей и прокладок

гибких дисков. В число прочих небольших применений входят: оплетки кабелей, изоляция и материалы для печатных плат. Возможность потенциального использования нетканых материалов в топливных батареях автомобилей и прочих местах является еще одной многообещающей перспективой для рынка нетканых материалов, используемых в качестве разделителей батарей.

И, наконец, одно из наиболее инновационных направлений использования текстильных материалов в автомобилестроении – это применение новых материалов в силовых конструкциях машин.

Эксплуатационные характеристики автомобилей постоянно улучшаются, так как двигатели становятся более эффективными, кузова более аэродинамичными, трансмиссии совершенствуются, снижается сопротивление качению шин. Снижение массы автомобиля – дело не только сложное, но и дорогое, так как связано с необходимостью применения новых, более легких, но достаточно прочных материалов, которые обычно стоят дороже.

Анализ показывает, что новые модели часто все-таки удается сделать легче своих предшественников. Например, масса последнего Ford Fiesta на 25 кг меньше модели предыдущего поколения. Peugeot 508 2,0 HDi весит на 70 кг меньше заменяемой им модели 407 2,0 HDi, хотя и превосходит последнюю по габаритам.

В частности, кузов нового электромобиля BMW i3 в значительной степени выполнен из углепластика. Это дало возможность увеличить вес батареи на 250–350 кг. Фактически кузов делается из синтетического материала, усиленного углеволокном. По терминологии BMW новый материал назван CFRP – Carbon Fibre Reinforced Plastic. Carbon Fibre Reinforced Plastic – это очень прочный, легкий и дорогой композитный материал из армированного стекловолокном пластика. Как и стеклопластик, используется обычно для композитного материала. Некоторые композиты содержат как углеродные волокна, так и другие волокна, такие как кевлар, алюминий и стекловолокна арматуры. Реже используются материалы, такие как графит армированный стекловолокном, миллиграфитовые волокна армированные пластмассой (стеклопластики). Кузов из такого материала на 50 % легче стального и на 30 % легче алюминиевого. Структурные элементы из нового материала могут легко комбинироваться с алюминиевыми кузовными панелями или металлизироваться.

Еще одна сфера, где полимеры утвердились безраздельно – внутренняя отделка салона. Доминирующее место здесь занимает технический текстиль. В настоящее время значительный объем технического текстиля для автомобилей выпускается в виде объемных, гладких тканей или полотен, изготавливаемых, в свою очередь, из ПЭФ текстурированных нитей. Эти материалы (преимущественно в виде окрашенных ворсовых тканей) чаще всего используются в качестве внутренней

обивки для потолков автомобилей, а также для дверей, сидений и тормозных колодок ABS.

С экономической точки зрения здесь эффективно применение новых технологических схем и машин для текстурирования ПЭФ нитей. В частности, использование современного оборудования, совмещающего операции вытяжки и сновки с пневмотекстурированием имеет почти в два раза меньшие удельные затраты на 1 кг получаемой нити (в зависимости от ее линейной плотности) по сравнению с традиционной схемой раздельных операций сновки и механического текстурирования.

Лекция 14. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПОРТИВНОЙ ИНДУСТРИИ

Одежда, предназначенная для занятий различными видами спорта, а также для активного отдыха, является продуктом массового промышленного производства и должна отвечать сложному комплексу требований, которые предъявляют к ней потребители. Одной из главных потребительских характеристик качества спортивной одежды является показатель эргономичности, который определяет степень соответствия спортивной одежды антропометрическим особенностям человеческого тела, ее соответствие физиолого-гигиеническим нормам, удобство пользования изделием в соответствующих условиях. Эргономические и физиолого-гигиенические показатели текстильных материалов, используемых для производства спортивной одежды, определяют удобство и комфорт эксплуатации изделия в системе «человек – изделие – окружающая среда» и учитывают соответствие материалов различным требованиям человеческого организма.

При создании спортивной одежды используется принцип трех слоев. Одежда третьего слоя – это верхняя одежда, непосредственно соприкасающаяся с окружающей средой и обеспечивающая защиту от неблагоприятных условий (ветра, дождя и снега, низких температур). Для ее производства используются современные материалы мембранного типа, пропускающие водяные пары изнутри, но препятствующие проникновению влаги снаружи, а также натуральные или синтетические теплоизоляционные материалы.

Одежда второго слоя создает теплоизоляционную прослойку между внутренним и внешним слоями одежды, а также обеспечивает транспорт водяных паров от внутреннего слоя одежды к внешнему. Одежда второго слоя – это рубашки, брюки и легкие куртки из микроволокна, флиса и других материалов, обладающих теплоизоляционными свойствами и не впитывающих влагу.

Первый слой одежды соприкасается с телом человека, он должен обеспечивать необходимый воздухо- и влагообмен. В зависимости от своего назначения одежда первого слоя может способствовать отводу излишков тепла от человеческого тела, поддерживать температурное равновесие с окружающей средой либо защищать тело от воздействия низкой температуры окружающего воздуха.

К спортивной одежде первого слоя, прежде всего, относится термобелье. **Термобелье** используется для занятий спортом, активным отдыхом, туризмом, спортивной охотой, рыбалкой, а также для любой активной физической деятельности в неблагоприятных погодных условиях. Термобелье – это функциональное нижнее белье, основным назначением которого является обеспечение терморегуляции организма человека, на значительно более высоком качественном уровне, чем тот, который может обеспечить обычное белье. Термобелье должно обладать хорошей способностью аккумулировать тепло между поверхностью тела и тканью, что позволяет свести к минимуму теплопотери. Это достигается использованием специальных инновационных материалов и технологий. В качестве материала для производства термобелья используются трикотажные полотна.

Материалы для изготовления термобелья имеют специальную двухстороннюю ячеистую структуру и состав. Производство термобелья осуществляется из натуральных и синтетических волокон. В качестве основных синтетических материалов используются полипропилен, полиэстер, полиамид, полиакрил, эластан, нейлон. Синтетические материалы являются более долговечными, менее подвержены деформации, быстро сохнут, а также не являются благоприятной средой для размножения бактерий и микроорганизмов, которые могут вызывать появление неприятных запахов, аллергии и т. п.

Термобелье из теплосберегающих материалов предназначается для низкого и среднего уровня физической активности при невысокой или низкой температуре внешней среды. Рекомендуется к использованию при любых погодных условиях, при необходимости удержания тепла, в зависимости от индивидуальной переносимости организма человека. Принцип действия теплосберегающего термобелья основан на создании защитной воздушной прослойки между комфортной теплой средой (человеческое тело) и холодной внешней средой. Чтобы увеличить объем воздуха, содержащегося в материале, а также максимально уменьшить толщину и вес термобелья, для его производства используются материалы с объемными ячеистыми переплетениями.

Влаговыводящее (функциональное) термобелье обладает способностью выводить излишнюю влагу (пот) с поверхности кожи. Термобелье данного вида производится только из синтетических волокон. При физической активности происходит увеличение температуры тела человека и, как следствие – увеличение температуры воздуха пододежного

пространства. При нагревании воздух расширяется, при этом создается зона повышенного давления, тогда как внешний воздух пониженной температуры является зоной пониженного давления. Теплый воздух, нагретый телом человека, и обогащенный водяными парами (потоотделение) устремляется из зоны повышенного в зону пониженного давления. Пористая структура материала обеспечивает улучшенный транспорт влаги, а синтетическая природа волокон препятствует намоканию самого материала, кроме того приводит к его быстрому высыханию, что обеспечивает оптимальную степень и скорость «остывания»

Гибридное термобелье сочетает в себе термосберегающие и влаговыводящие свойства.



Современный спорт, давно стал спортом высоких технологий, фактически превратившись в соревнование лабораторий, об этом знают или догадываются многие.

Сейчас это касается даже обычных тканей, из которых шьют те же футболки или шорты, тренировочные штаны и худи не только для олимпийских чемпионов, но и для обычных людей, которые хотят заниматься спортом.

Рассмотрим некоторые современные технологии в производстве спортивной одежды.



Climacool. Особая технология плетения переработанного **полиэстера** создает в ткани микросетку, для эффективного поглощения пота и вывода его на поверхность с последующим испарением.

При этом сохраняется естественный воздухообмен, позволяющий чувствовать себя в футболке с **climacool** комфортно при самых интенсивных нагрузках.



PowerCELL Компрессионные ткани воздействуют на мышцы и мышечный тонус спортсмена. А, к примеру, концепция спортивной одежды бренда Puma, уже давно направлена на технологию PowerCELL. Это контролируемая компрессия, микромассаж, улучшенный кровоток и эффективный вывод влаги, и это еще не все. Уникаль-

ная «атлетическая лента», нанесенная в специальных местах на внут-

ренной поверхности спортивной одежды, позволяет сконцентрировать мышечные усилия на более долгий период времени, повышая и общую выносливость, и конечный результат.



Climaheat. Инновационная технология спортивной одежды climaheat, создана командой дизайнеров Adidas. Она, способна защищать от холода. При этом удерживая тепло внутри и выводя влагу с поверхности тела так, чтобы спортсмены могли тренироваться при любых погодных условиях.

Разработана она в ходе длительного тестирования в экстремальных туннельных условиях. Позволяет сохранять тепло в полостях между волокнами полиэстера, при этом не теряя способности к впитыванию и быстрому выводу пота.



Teck Pack. Компания Nike презентовала инновационную технологию Teck Pack, которая получила свое развитие в целой гамме худи (кофта с капюшоном, из мягкого хлопчатобумажного трикотажа, имеет спереди большие накладные карманы), тренировочных курток и брюк. Теперь эта двухслойная ткань из хлопка и полиэстера стала еще

легче, еще больше сохраняет тепло, не ухудшив при этом способности выводить естественные испарения.



Cool Cell. Технология Cool Cell разработана и запатентована компанией Puma. Высоко функциональные материалы быстро впитывают влагу и поглощают испарения. Анатомически расположенные сетчатые вставки обеспечивают оптимальную терморегуляцию во время тренировок любой интенсивности. И даже при использовании в качестве базового слоя,

например, при тренировках на улице осенью или даже зимой, сохраняет необходимый комфортный режим под толстовкой.



Warm Cell. Ещё одна новая разработка компании Puma – Warm Cell. Это капиллярная структура ткани, которая позволяет легко выходить на поверхность испарениям и поту, но при этом также эффективно препятствует потере тепла. А в качестве дополнения – плотно прилегающие резинки на поясе, воротник под горло и манжеты с прорезью для большого пальца.

Отличный вариант под легкую ветровку – осенний дождь, пронизывающий ветер и даже мокрый снег, не смогут внести изменения в график ваших тренировок.

Dri-fit. Технология ткани dri-fit это базовая система Nike, лежащая в основе производства всех технологичных тканей для тренировочных футболок, лонгсливов, худи, шорт и брюк.



Эластичная микрофибра из переработанного полиэстера и тянется во всех направлениях, пот впитывает моментально и так же быстро его выводит. В этом сезоне Nike также представили новую версию dri-fit 2.0, реализованную в **смесевой ткани хлопок-полиэстер** (стандартный вариант тканый по особой технологии

нейлон). Как раз для тех, кто любит сочетание классической мягкости хлопка и современных синтетических систем.

Совсем скоро в продаже появится спортивная одежда, обладающая необычными качествами:

- умение распределять тепло, создавая комфортные условия на тренировках;
- умение повышать достижения спортсменов, как профессионалов, так и любителей.

Итальянская фирма – производитель спортивной одежды Colmar совместно с высокотехнологичной компанией Directa Plus разработала *инновационную спортивную линию Graphene Plus*, в тканях которой использованы замечательные свойства графена, созданного на основе углерода.

Эта одежда сама умеет эффективно управлять теплом. Главная ее особенность – способность выступать в качестве фильтра между телом и внешней средой, обеспечивая в любых погодных условиях идеальную температуру для человека. Это ткань, позволяющая создавать комфорт,

как по заказу. На жаре в ней прохладно, так как излишнее тепло выводится, а при низких температурах оно равномерно распределяется внутри. Материал, из которого сшиты костюмы, приобретает такие необычные качества благодаря содержащемуся в нем графену. Целью разработчиков было создание индивидуального комфорта для каждого человека, активно занимающегося спортом. Ранее это вещество преимущественно использовалось для очистки загрязненных водоемов и повышения качества резиновых шин. Впервые в мире его применили в тканях для спортивной одежды. Большим преимуществом материала являются его отличные электростатические и бактериостатические качества. Они гарантируют, что одежда не электризуется даже при интенсивных физических нагрузках. В ней не возникают никакие неприятные запахи, а при контакте материала с воздухом или с водой уменьшается сила трения.

Это может на соревнованиях ощутимо повысить спортивные результаты. Новая технология применяется фирмой Colmar для пошива спортивных курток, лыжных костюмов, футболок и рубашек поло.

Перчатки и шарф с подогревом. Спортивные марки, производящие одежду и аксессуары для сноуборда и горных лыж, уже давно задумались над концепцией перчаток с подогревом, но если учесть, что стоимость «обычных» перчаток для таких видов спорта уже является достаточно высокой, то перчатки с подогревом выходили по не самой разумной цене. Сейчас идея такого вечно теплого аксессуара становится массовой, и найти экономные варианты уже проще, например, у британской марки Blazewear, которая кроме перчаток делает подогреваемые еще и стельки и шарфы.

Спортивный лиф и шорты с кардиодатчиком. О часах и браслетах-трекерах с датчиками все уже наверняка слышали, но теперь их функции умеет выполнять еще и очень соблазнительная на вид спортивная одежда. Например, марка Sensoria Fitness специализируется на «умной» одежде для бега, которая умеет с помощью термодинамических датчиков измерять сердечный ритм, и сопоставлять его с динамикой вашего бега (от ритмичности до степени нажима на стопу), и через приложения для смартфона давать вам советы по бегу прямо во время тренировки. Кстати, Sensoria и их спортивные лифы и носки – не единственные в своей области «умные» и доступные по цене спортивные вещи. Например, у марки Lumo датчик встроен в шорты, правда, выбор моделей скромнен и не оригинален – узкие «велосипедки» для женщин и свободные шорты для мужчин.

Топы и легинсы, которые делают вас сильнее. В спортивной одежде инновации на тему материалов помогают не только лучше чувствовать себя во время тренировки (например, меньше потеть за счет того, что одежда выводит влагу), но и сделать занятия эффективнее. К примеру, у Adidas есть отдельная линейка одежды для спорта Techfit,

материалы которой за счет компрессионного кроя дают анатомическую поддержку ключевых мышц, и, таким образом, с весом работает не только ваше тело, но и ваша футболка, что позволяет сконцентрировать эффект воздействия тренировки на мышцы.

Водоотталкивающие джинсы. Линейка Commuter от Levi's была задумана специально для велосипедистов, а вошли в нее не только джинсы, но и куртки все с теми же свойствами: их материал выполнен из более прочной, чем обычно, ткани, которая сверху покрыта воском и способна отталкивать как воду, так и более плотные субстанции, которые оставляют пятна на одежде. Производители обещают, что на джинсы можно пролить кофе, и через секунду не останется и следа, поэтому тем, кто кривится от слова «стирка», такая находка точно придется по вкусу.

Фирма Nike является обладателем патента на технологию ZonedAerodynamic (аэродинамическое зонирование): в костюмах для конькобежцев и лыжников применяется до 6 различных материалов, сочетание которых оптимизирует аэродинамические свойства одежды. Каждый вид материала используется для «прикрытия» определенной части тела, а швы обработаны таким образом, чтобы свести к минимуму сопротивление. Облегающий костюм для пловцов «акуля шкура», созданный в соответствии с гидродинамическими требованиями фирмой Adidas, помог на Олимпийских играх в Сиднее (2000 год) австралийскому пловцу Яну Торпу выиграть 3 золотых медали.

Британская компания Speedo, конкурирующая с Adidas, создала водоотталкивающий костюм, который облегчает пловцам скольжение в воде и повышает их скорость.

Лекция 15. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

15.1 Текстильные материалы в обувной промышленности

В обувном производстве широко используют различные текстильные материалы – ткани, трикотаж, искусственный мех, нетканые полотна и валяльно-войлочные материалы, а также нитки и текстильную фурнитуру – ленту, тесьму, шнуры.

По назначению обувные текстильные материалы подразделяют на материалы для наружных деталей верха, для внутренних (подкладочных) деталей и для промежуточных и вспомогательных деталей.

Широкое применение текстильных материалов в обувном производстве объясняется их ценными свойствами: стандартностью формы и

размеров, небольшой массой, высокими значениями воздухо- и паропроницаемости, гигроскопичности (что позволяет применять их в обуви различного половозрастного назначения), достаточной прочностью. При увеличении толщины и подборе волокнистого состава получают материалы для зимней и домашней обуви с хорошими теплоизоляционными свойствами.

Однако текстильные обувные материалы имеют недостатки. Они характеризуются быстрой промокаемостью и значительной намокаемостью, поэтому обувь с текстильным верхом непригодна для носки в сырых условиях. Пределы прочности при растяжении или удлинении неравномерны по направлениям (основа и уток, ширина и длина полотна). Края деталей из тканей полотняного, саржевого и некоторых других переплетений имеют невысокое сопротивление осыпанию нитей, а трикотажные детали отличаются распускаемостью. По упругоэластическим свойствам, формоустойчивости и износостойкости текстильные обувные материалы уступают натуральной коже.

Для наружных деталей верха обуви используют преимущественно хлопчатобумажные, полушерстяные и шерстяные ткани, а также шелковые ткани из химических волокон и, ограниченно, льняные.

Ткани для верха, особенно утепленной и домашней обуви, применяют главным образом в дублированном (сдвоенном) виде.

Для сдваивания подбирают ткани одинаковой ширины. На нижний слой используют подкладочные или межподкладочные ткани в отбеленном или суровом виде, либо нетканое полотно. Слои склеивают крахмально-животным или латексным клеем.

Дублирование дает возможность применять ткани для изготовления обуви без подкладки, снижает осыпаемость нитей, повышает формоустойчивость верха. Дублированные ткани применяют также для стелек в некоторых видах обуви – утепленной, домашней, обуви внутреннего формования (на раздвижных колодках). Для стелек утепленной обуви сдваивают ткани с начесом – байку, фланель и другие с суровыми – диагональю, саржей, гринсбоном.

Ткани хлопчатобумажные и смешанные. Для изготовления обуви используют хлопчатобумажные и смешанные ткани (ГОСТ 19196-80), а также ткани отдельных артикулов с разрезным ворсом (ГОСТ 9727-78), фланели и байки (ГОСТ 7259-77), выпускаемые по техническим условиям. Хлопчатобумажные ткани для верха обуви вырабатывают полотняным, креповым, саржевым, фасонным и многослойным переплетениями, гладкокрашеными, пестроткаными, реже отбеленными и набивными. По характеру лицевой поверхности они могут быть гладкими, с рельефным рисунком и ворсовыми. Характерные ткани данной группы: кирза, полотно башмачное, двунитка, полудвунитка, репс, «крошка», детская фасонная, «парусинка» и другие.

Ткани с ворсовой поверхностью используют для верха домашней и летней обуви. Они имеют разрезной ворс или образованный путем начеса. Наиболее широкое применение в последние годы получили вельветы. Вельвет-корд или вельвет-рубчик имеют ворс в виде закругленных продольных полосок, причем у вельвет-рубчика они узкие, а у вельвет-корда – широкие. Эти ткани выпускают гладкокрашеными, набивными и тисненными. Они имеют красивый внешний вид, мягки и приятны на ощупь, стойки к смятию, обладают высокими теплозащитными свойствами. К недостаткам вельветов и других ворсовых тканей относятся их повышенная пылеемкость, невысокая устойчивость ворса к истиранию. Малая тягучесть тканей затрудняет формование.

К тканям с ворсом, образованным при начесе толстой хлопчатобумажной или штапельной пряжи, относят замшу «зимнюю». Для домашней обуви применяют также шотландку пестротканую. Она имеет ворс на поверхности, образованный уточной пряжей, которая содержит вискозное штапельное волокно.

Ткани шерстяные и полушерстяные. Используются для изготовления обуви утепленной всех родовых групп и домашней. Кроме того, ткани отдельных артикулов применяют для обуви прогулочной.

Для обуви зимней утепленной, предназначенной взрослому потребителю, используют преимущественно драпы многослойной структуры. Для рационального использования сырья в лицевом слое можно применять шерстяные волокна более высокого качества, обеспечивающие стойкое сопротивление истиранию, а в изнаночном – шерстяные волокна более низкого качества, имеющие достаточно высокие гигиенические и теплозащитные свойства.

Эти материалы характеризуются высокими теплозащитными свойствами, достаточной износостойкостью и формоустойчивостью, имеют красивый внешний вид. К недостаткам их можно отнести повышенную пылеемкость, осыпаемость, прорубаемость иглой, трудность обработки затяжной кромки. Вырабатывают эти ткани гладкоокрашенными, меланжевыми и пестроткаными. На поверхности ткани нередко образуют войлокообразный застил.

Чистошерстяные ткани для верха обуви используют ограниченно. Чаще применяют ткани, выработанные из смеси шерстяных и химических волокон, или пряжи из других волокон. Применение в смеси капронового и штапельного волокна (5–15 %) повышает сопротивление истиранию. Использование лавсанового штапельного волокна (20–40 %) оказывает аналогичное действие, а также улучшает формоустойчивость, сопротивление многократным изгибам.

В основном применяют драпы, сукна и бобрики. Суконные ткани вырабатывают производными саржевого и комбинированного переплетений, драпы – двуслойными, бобрики – саржевым.

Типичными представителями шерстяных и полушерстяных тканей для верха обуви являются драп обувной, бобрик легкий, драп «Аленка» и другие.

Льняные ткани характеризуются значительной прочностью, хорошими гигиеническими свойствами, устойчивостью воздействию погоды, однако они недостаточно формоустойчивы. Для обуви используют две разновидности этих тканей – льняную и льняную пестротканую.

Вырабатывают льняные ткани полотняным переплетением, применяют их для верха закрытой летней женской и мужской обуви – полуботинок и туфель.

Для внутренних (подкладочных) деталей применяют ткани в обуви всех видов. В зависимости от назначения эти ткани условно подразделяются на подкладочные для модельной, летней, комбинированной, утепленной и домашней обуви.

Брезент (парусина) ГОСТ 15530-93 – плотная льняная, полульняная или хлопчатобумажная ткань, вырабатываемая из толстой пряжи. Часто пропитывается огнеупорными или водоотталкивающими и противогнилостными составами. Брезент производится из натурального растительного льняного и хлопкового сырья, а также из синтетического волокна. Плотность брезента составляет от 300 до 600 г/м, может быть и выше. Применяется для изготовления укрывных материалов, палаток, тентов, рюкзаков, специальной одежды и обуви (плащей, рукавиц, сапог) и других изделий, требующих повышенной прочности и особых свойств ткани.

Подкладочные обувные ткани должны обладать хорошими формовочными и гигиеническими свойствами, высокой устойчивостью к истиранию, значительной гигроскопичностью. Большое значение имеет устойчивость подкладочных тканей к действию пота.

В зависимости от назначения обуви изменяются и требования к теплозащитным свойствам подкладочных тканей. По износостойкости они уступают подкладочной коже, так как имеют меньшую прочность к истиранию. Срок службы подкладки из ткани в среднем составляет 3–5 месяцев.

В качестве подкладки в утепленной обуви используют ткани с начесом – байку, бумазею, байку полушерстяную с капроновым или лавсановым волокном, сукно меланжевое.

Для промежуточных деталей верха обуви применяют ткани с высокой прочностью на разрыв и пониженной тягучестью. Внешний вид таких тканей существенного значения не имеет. Используют сравнительно редкие хлопчатобумажные и льняные суровые ткани полотняного переплетения, отличающиеся повышенной толщиной, жесткостью и небольшим удлинением: бязь суровая, бумазея-корд, ткань межподкладочная, равентух (льняная ткань).

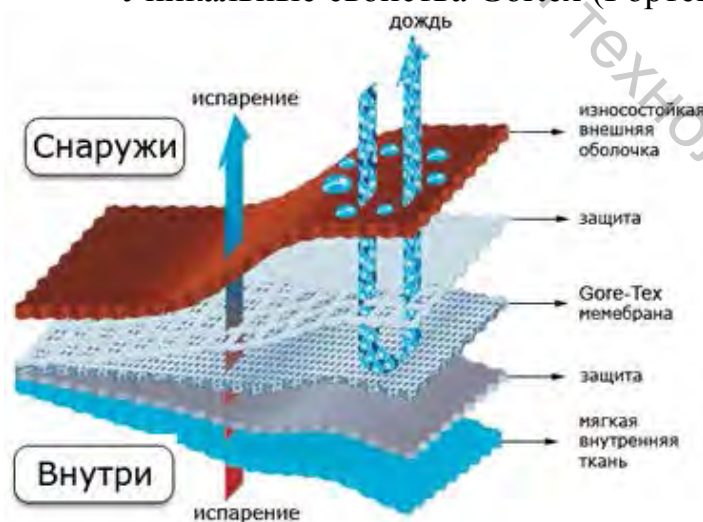
15.2 Инновационные разработки в обувной промышленности

1. Детская обувь по определению должна изготавливаться только из качественных и безопасных материалов. Существуют и другие мембранные ткани для обуви, но Gortex (Гортекс) является первым, и потому самым известным брендом в этом сегменте. Мембрана Gortex (Гортекс) обладает рядом полезных и уникальных свойств. Если в структуре прокладочных материалов детской обуви применяется система мембран Гортекс, то она становится комфортной, «дышащей», водоотталкивающей, износостойкой. Мембранная ткань Gortex первоначально предназначалась для использования в условиях космоса.

Ткань Гортекс имеет большое количество отверстий мембранного типа – более миллиарда микродырочек на один квадратный сантиметр. Так как размер отверстий намного меньше диаметра молекулы воды, влага не может преодолеть такой барьер и остается снаружи. Получается, что данная характеристика придает детской обуви дополнительные водоотталкивающие свойства. При этом вода в виде газа (водяного пара) может проникнуть через Gortex. Это также является достоинством данного материала. За счет проникновения влажного воздуха обеспечивается поддержание оптимального микроклимата внутри обуви, что делает ее носку комфортной.

Уникальные свойства Gortex (Гортекс) широко применяются при создании качественной детской обуви. Например, верхний слой зимних сапог австрийской марки SuperFit (СуперФит) выполнен именно из этой фирменной мембранной ткани. В обуви, изготовленной с применением мембраны Гортекс, нога ребенка не потеет. Goretex является трехслойной тканью, изготавливаемой на основе тефлона (политетрафторилена). Именно эта тефлоновая мембрана, помимо водонепроницаемости, позволяет ткани Gortex сохранять прочность на растяжение и стирание в активно эксплуатируемой детьми обуви.

2. Специально разработанная нейлоновая нетканая ткань NW-4807C обладающая большой прочностью и высокими абразивными свойствами. Данная ткань используется во внутренней части обуви и прилагается как стельки. Если на вашем производстве уделяется много



внимания проблеме статического электричества, то данная ткань обеспечивает самый высокий контроль за статическим электричеством. В статической среде обычный нейлон не может использоваться для защитной обуви и полупроводниковой обуви. Это происходит потому, что нейлон будет иметь огромную электростатическую нагрузку при трении.



Ткань обладает хорошим абразивным сопротивлением, высокой прочностью. Рекомендуется использовать внутри защитной обуви, как средство для хранения электрических комплектующих, как покрытие для стола, т. е. для всех производств, где требуется контроль статического электричества.

чества.

3. Инновационные стельки. По статистике 80 % населения имеют различные проблемы со здоровьем ног, самое распространенное заболевание плоскостопие. А ведь нарушение амортизирующей функции стопы приводит к заболеваниям суставов ног и искривлению позвоночника. Особенно от увеличенных ударных нагрузок на стопу страдают городские жители. В процессе носки обуви наши ноги плотно взаимодействуют с ее внутренней поверхностью. При этом в день нога человека выделяет до 20 мл пота. Агрессивная жидкость, растворяя все на своем пути, впитывается в стельку, а часть пота, не впитавшаяся в стельку, вступает в контакт с кожей ноги и даже проникает в организм человека. При этом стремительно начинают развиваться бактерии и грибки, в основном нанося вред гигиеническому состоянию ног. Они прекрасно себя чувствуют везде, где есть подходящая температура и влажность.

От качества поверхности соприкосновения зависит наше здоровье, поэтому современный человек должен знать, что благодаря использованию стелек можно:

- предотвратить грибковые заболевания;
- избавиться от неприятного запаха обуви и ног;
- поддерживать оптимальную температуру и влажность стопы;
- обеспечить профилактику и лечение плоскостопия;
- избежать возможных заболеваний ног, суставов;
- предотвратить промокание, переохлаждение ног и, как следствие – простуду;
- сделать Вашу обувь комфортной.

В качестве примера рассмотрим спектр стелек торговой марки CORBBY.

Стельки с активированным углем. Гигиеническая стелька надежно и надолго предотвращает возникновение неприятного запаха в

обуви. Служат подушкой для стопы. Состав: махровая хлопчатобумажная ткань, натуральный латекс с добавлением высокоэффективного активированного угля.

Стельки противогрибковые. Противогрибковые стельки надёжно защищают от возникновения бактерий внутри обуви, отлично впитывают влагу стопы, сохраняя обувь на более длительный период. Состав: хлопчатобумажная ткань, натуральный латекс, пропитанный противогрибковым средством.

Стельки ароматизированные. Гигиенические стельки создают приятный запах внутри обуви, отлично впитывают влагу стопы, сохраняя обувь на более длительный период. Состав: махровая хлопчатобумажная ткань, двойной слой перфорированного ароматизированного латекса.

Стельки для спортивной обуви с активированным углём. Гигиенические амортизирующие стельки служат подушкой для стопы, отлично впитывают влагу стопы, сохраняя обувь на более длительный период. Состав: махровая хлопчатобумажная ткань, натуральный латекс с добавлением активированного угля.

Стельки зимние трехслойные с алюминиевой фольгой. Алюминиевая фольга надёжно предохраняет от проникновения холода и сохраняет тепло; стельки служат подушкой для стопы. Состав: шерсть, слой латексной пены, алюминиевая фольга.

Стельки с мембранной тканью. Ткань улучшает вентиляцию между стопой и нижним слоем стельки. Не теряет своих свойств даже после нескольких стирок при температуре не выше 30°. Амортизирует стопу и впитывает неприятные запахи. Состав: мембранная ткань, латексная пена с активированным углём.

Стельки ортопедические. Помогают уменьшить нагрузку на связочно-мышечный аппарат. Корректируют деформации, анатомически профилированы под свод стопы. Состав: овечья кожа самого высокого качества, латексная пена со стабилизирующим элементом.

В настоящее время обувной промышленностью все большее внимание уделяется антибактериальным подкладочным материалам. Новый подкладочный материал Cambrelle Plus, содержащий специальное волокно Amikor Plus с антибактериальными и антигрибковыми веществами, разработан на основе продукции двух немецких фирм – материала Cambrelle типа PBS 3 (фирмы Camtex Fabriks Ltd) и волокна Amikor (фирмы Courtaueds Fibres Ltd). Масса 1 м² материала всего 150 г. В результате испытаний установлено, что при контакте с Cambrelle Plus размножение и рост бактерий и грибов приостанавливается, антибактериальное действие сохраняется даже после 200-кратной промывки. Еще один подкладочный материал – Cambrelle Leathorgrain, масса 1 м² которого 140 г, полиамидный, нетканый – имеет тисненую лицевую поверхность и по внешнему виду напоминает мерюю натуральной кожи.

Оба материала изготавливаются во всей цветовой гамме и могут применяться во всех типах обуви. Новые типы продукции выпускаются с лицевым покрытием или со вспененным слоем.

Итальянская марка GEOX применяет при изготовлении обуви собственные разработки, способствующие уменьшению перегрева ног: зимой ноги остаются в тепле, летом – в прохладе и всегда – сухими. Одна из запатентованных технологий – GEOX AMPHIBIOX, это специальная микропористая влагозащитная мембрана, устанавливаемая в резиновую подошву. Она защищает от дождя и снега, улучшает дышащие свойства обуви, обеспечивая естественную терморегуляцию.

Еще одна запатентованная технология – GEOX NEBULA – обеспечивает обуви легкость и дышащие свойства. Специальная внутренняя подкладка с воздушными карманами создает пустое пространство между стопой и верхом обуви, избыточное тепло при этом выводится вверх. Технология обеспечивает отвод избыточного тепла, оптимальную амортизацию и гибкость подошвы, защиту от скольжения (за счет комбинации каучуков и специально смоделированной капсульной подошве).

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. Башметов, В. С. Технология и оборудование для производства тканей / В. С. Башметов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2015. – 249 с.
5. Чарковский, А. В. Технология и оборудование трикотажного производства : учебное пособие / А. В. Чарковский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – 388 с.
6. Башметов, В. С. Оборудование для ткацкого производства : пособие для студ. высших уч. заведений. В. С. Башметов [и др.]. Витебск : УО «ВГТУ», 2013. – 322 с.
7. Малецкая, С. В. Современные технологии и оборудование текстильной промышленности / С. В. Малецкая. – Москва : Легпромбытиздат, 2003. – 180 с.
8. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 210 с.
9. Строганов, Б. Б. Современные кругло- и плосковязальные машины : учебное пособие / Б. Б. Строганов. – Москва : РосЗИТЛП, Информ-Знание, 2009. – 288 с.
10. Материалы сайта – Режим доступа : www.texteleclub.ru
11. Материалы сайта – Режим доступа : www.rieter.com
12. Материалы сайта – Режим доступа : wwwt.ruetzschler.de
13. Материалы сайта – Режим доступа : www.marzoli.it
14. Материалы сайта – Режим доступа : www.belspin.vstu.com
15. Материалы сайта – Режим доступа : www.picanol.be
16. Материалы сайта – Режим доступа : www.sultex.com
17. Материалы сайта – Режим доступа : www.lgl.it
18. Материалы сайта – Режим доступа : www.mueller-frick.com
19. Материалы сайта – Режим доступа : www.textile-pres.ru
20. Материалы сайта – Режим доступа : www.textilexpo.ru
21. Материалы сайта – Режим доступа : china-extruder.ru
22. Материалы сайта – Режим доступа : www.polyline.ru

Учебное издание

Соколов Леонид Ефимович

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Курс лекций

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

Подписано к печати 15.04.2019. Формат 60x90¹/₁₆. Усл. печ. листов 8,8.
Уч. изд. листов 10,7. Тираж 40 экз. Заказ № 142.

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.