

Э. А. Хамматова, Л. Н. Абуталипова, Е. А. Мекешкина - Абдуллина

СОЗДАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА С УЛУЧШЕННЫМИ АДГЕЗИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ*

Ключевые слова: многофункциональный пленочный материал, «холодная» плазма, текстильный материал, адгезионные свойства.

В работе проведено исследование адгезионных свойств многофункциональных пленочных материалов после воздействия потока «холодной» плазмы пониженного давления.

Key words: multi-functional film material, cold plasma, textile material, adhesive properties.

Have been investigated the adhesive properties of a multifunctional film materials after the influence of a stream of cold plasma of reduced pressure.

Введение

Развитие ассортимента вспомогательных пленочных материалов, на который наносится герметизирующий состав (клей, водный раствор, дисперсии и т.д.) не гарантирует высокого качества производства швейных изделий специального назначения, без использования специальных технологий по их повышению и развитию.

Предлагается использование химических веществ, способных придавать материалам водоотталкивающий эффект посредством отложения в волокне ткани и скрепляющих ниток смол, нерастворимых осадков или образования пленки, а также применяются гидрофобизирующие растворы на основе аламина С, плювиона ПЕГ, персистолы Е, ГКЖ-94 [1-4].

Применение водостойких клеев в производстве пленочного материала для герметизации швов швейных изделий имеет целый ряд недостатков и ограничений. Например, органические растворители большинства видов клеев токсичны и процессы их нанесения очень трудоемки. Использование клеев-расплавов требует дополнительных энергозатрат и наличия специального оборудования. Кроме этого, многие водонепроницаемые материалы нельзя подвергать тепловой обработке.

При изготовлении изделий из материалов с покрытиями необходимо использовать герметики, соответствующие им по защитным и эксплуатационным свойствам. Назначение изделий, условия их производства и эксплуатации формируют требования к используемым герметикам. Они должны легко перерабатываться, обеспечивать высокую адгезию даже на сложных поверхностях материалов, быть устойчивыми к гидролизу и нагреву. Обязательным условием надежности швов в эксплуатации является необходимая адгезия герметика к полимерному покрытию водонепроницаемого материала, не снижающаяся при эксплуатации швейного изделия под воздействием агрессивных сред и циклических деформаций.

Максимально удовлетворять технологическим и экономическим требованиям производства изделий из водонепроницаемых материалов может герметик в виде протяженной водонепроницаемой ленты

фиксированной ширины, обладающей адгезионной способностью к широкому спектру субстратов (термореактивных и термопластичных) без необходимости теплового или химического активирования.

Адгезионная способность без дополнительного активирования может быть обеспечена постоянной остаточной липкостью герметизирующего материала. Липкость полимеров обусловлена содержанием в них гибких молекул, способных ориентироваться и взаимодействовать друг с другом и с субстратом, образуя своеобразные структуры или каркасы, обеспечивающие адгезионную прочность соединений. Липкость является самостоятельной реологической характеристикой клея, природа которой не объясняется в полной мере ни адгезией, ни когезией, ни поверхностным натяжением полимера. Причины липкости кроются в явлениях своеобразного структурирования и ориентации молекул, происходящих в объеме полимера при образовании и нарушении адгезионного контакта [2]. При использовании материалов, обладающих этим свойством, для образования клеевого соединения достаточно воздействие механического давления.

Сущность процесса герметизации в этом случае заключается в установлении адгезии между клеевым герметизирующим материалом (адгезивом) и основой или полимерным покрытием водонепроницаемого материала (субстратом) в результате воздействия механического усилия перпендикулярно к склеиваемым материалам в течение промежутка времени, соизмеримого со скоростью образования ниточного соединения [5-7].

Наиболее перспективными пленкообразующими композициями являются водные дисперсии акриловых полимеров (акрилатные латексы). Воднодисперсные полимеры являются маловязкими, но высоко концентрированными композициями. Им присущ ряд достоинств, делающих их привлекательными для использования в швейном производстве [8].

Для повышения адгезии к различным субстратам в сополимер вводят небольшое количество карбоксильных групп. Например, включают в полимеризуемую смесь мономеров 1-3 массовых частей метакриловой кислоты (МАК). Повышение доли метакриловой кислоты до 5-6

массовых частей позволяет регулировать вязкость латекса в широких пределах изменением pH [9]. Дальнейшее увеличение концентрации звеньев МАК приводит к снижению прочности при отслаивании склеиваемых субстратов. По-видимому, увеличение адгезии за счет карбоксильных групп подавляется увеличением жесткости макромолекул, ограничением их подвижности и снижением площади контакта между клеем и субстратом. Вместе с тем, наличие МАК в сополимере необходимо для повышения вязкости клеевых композиций за счет нейтрализации карбоксильных групп.

Развитие полимерной химии позволило создать широкий спектр клеевых материалов, обладающих липкостью (самоклеющихся материалов).

Клеевые материалы с постоянной липкостью – липкие ленты – многослойные материалы, сохраняющие адгезионную способность в процессе хранения и эксплуатации, способны после прикладывания к поверхности прилипнуть к ней при легком нажатии [10]. Липкие ленты – клеящие материалы в виде тонколистовой подложки с нанесенным на неё с одной или двух сторон клеевого слоя (прочность при отслаивании – не менее 100 н/м). Применяются для временного крепления деталей при их сборке и обработке; электроизоляции проводов, защиты поверхностей, герметизации и др.

Несмотря на перспективность клеевых материалов с остаточной липкостью, для герметизации изделий из водонепроницаемых материалов в отечественной и зарубежной швейной промышленности они не используются.

Для изготовления конкурентоспособных водозащитных швейных изделий необходима разработка специального герметизирующего материала. Герметики водонепроницаемых изделий должны поступать в швейное производство в готовом виде.

Липкие ленты, как правило, состоят из основы (подложки) и слоя липкости. Герметизирующий материал должен состоять как минимум из двух слоев, где не клеевой (армирующий) слой герметизирующего материала не только обеспечивает необходимую прочность, но и предотвращает аутогезию герметизирующего материала при его хранении и при производстве изделий.

Изготовленные промышленным способом пленки можно использовать для герметизации швейных изделий, предварительно разрезав рулон на бобины необходимой ширины при помощи устройства [11].

Для упрочнения герметизирующих материалов в ряде случаев необходимо их армирование, например текстильными материалами с малой поверхностной плотностью, предварительно придав им водонепроницаемость за счет осуществления пропитки неклевыми акрилатными латексами исходных концентраций или нанесением загущенного латекса с применением ракля без воздушного зазора с последующей сушкой материала [12]. Но использование в качестве армирующего слоя текстильных материалов не позволяет получить эластичные пленки.

При выборе полимера для клеевого слоя герметизирующего материала определяющим свойством являлась липкость, так как она характеризует адгезионную способность герметика [13]. Она обеспечивает необходимое для герметизации адгезионное взаимодействие с основными материалами.

Важное свойство клеевого слоя, как более эластичной составляющей композиционного материала, заключается в способности перераспределять напряжения между слоями и «синхронизировать» их работу при совместном деформировании [14]. Внутренние напряжения в пленочном материале могут возникать в результате неоднородности его структуры по толщине. Они увеличиваются с ростом толщины слоев герметизирующего материала. Многослойное формирование клеевого материала уменьшает внутренние напряжения, так как в тонких слоях снижается вероятность появления дефектов. При действии внешней силы в случае многослойной системы опасность возникновения перенапряжений значительно меньше, чем для индивидуальной пленки, за счет процессов перераспределения напряжений при деформировании [15].

Герметизирующий материал должен выдерживать все деформации, возникающие при эксплуатации. Для исключения отслаивания герметизирующего материала от поверхности шва при растяжении, необходимо, чтобы его относительное удлинение было больше относительных удлинений швов в продольном и поперечном направлениях, а также больше относительного удлинения основного материала. Относительные удлинения швов различных конструкций из материалов с покрытиями достигают в продольном направлении 30 %, в поперечном – 25 %, а относительные удлинения клеевых пленок – до 350 % в обоих направлениях. Значительное превышение относительного удлинения пленочных материалов над относительными удлинениями основных материалов и швов позволяет сделать вывод о потенциальном сохранении адгезионного контакта между герметизирующим и основным материалом при растяжении швов.

Таким образом, известные методы химического и физического наноструктурирования герметизирующих составов, которые применяются при производстве вспомогательных материалов, потребуют усложнения технологии их получения, что приведет к увеличению времени технологических процессов, повышению расхода химических веществ, и, как правило, в условиях промышленных производств, приводит к сложным экологическим проблемам. В данной работе с целью повышения адгезионных свойств многофункциональных пленочных материалов предлагается использование плазменной обработки, что позволит комплексно улучшить свойства материалов специального назначения.

«Холодная» плазма обладает следующими преимуществами: эффективно и устойчиво изменяет поверхностные свойства образца, не ухудшает

объемных (в том числе физико-механических) характеристик, не нагревает материал до температуры 50⁰С. Эффект модификации текстильных материалов с помощью потока плазмы ВЧЕ разряды пониженного давления зависит от природы плазмообразующего газа.

Изменяя параметры разряда и вид плазмообразующего газа можно управлять составом химически активных частиц и, следовательно, характером воздействия ВЧЕ разряда на материал, используемый для производства швейного изделия специального назначения [16–18].

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования применяется многофункциональный пленочный материал, водной полиуретановой дисперсии с частицами наносеребра, используемый в качестве основы клеев для склеивания текстильных и пленочных материалов, а также герметизации швов.

Экспериментальные образцы монофункциональных пленочных материалов обрабатывались на экспериментальной плазменной установке в потоке «холодной» плазмы. Режим плазменных обработок регулировали путем изменения нижеперечисленных параметров в следующих пределах: расход газа (G) 0,02–0,1 г/с, мощность разряда (W_p) 0,1–2,5 кВт, рабочее давление в разрядной камере (P) 13,3–133 Па; частота генератора (f) 13,56 МГц, продолжительность обработки (τ) 1–15 мин. Температура обработки образцов в потоке «холодной» плазмы равна комнатной и не превышает 35–45⁰С. В качестве плазмообразующего газа, использовались аргон и воздух, и смесь инертного газа - аргон и углеводородного газа - пропан - бутан в соотношении 70:30 соответственно.

Адгезионная прочность при расслаивании является важнейшей эксплуатационной характеристикой многофункционального пленочного материала обычно оценивается сопротивлением расслаиванию. Адгезионное взаимодействие пленочных слоев многофункционального пленочного материала способствует синхронизации их работы при механическом деформировании, то есть, вовлечению в процесс деформации всех компонентов материала. Адгезионное взаимодействие является специфическим фактором в гетерогенной системе, изменяющим подвижность и структуру не только граничных, но и отдаленных от поверхности слоев полимера. Поэтому улучшение эксплуатационных свойств композитов часто связано с изысканием методов регулирования адгезионного взаимодействия между компонентами гетерогенной системы, т. к. эксплуатация ее возможна только при условии достаточно высокой адгезии между слоями. Для этого прибегают к некоторым технологическим приемам, например очистке и активированию поверхности потоком «холодной» плазмы.

Кривая на графике (рис.1) наглядно иллюстрирует адгезионную прочность многофункционального пленочного материала при плазменной модификации. Максимальный показатель

адгезионной прочности при расслаивании (17Н/см) достигается при мощности разряда $W_p = 1,4$ – $1,6$ кВт, с дальнейшим увеличением мощности разряда от 1,8 до 2,4 кВт адгезионная прочность неуклонно снижается. Это свидетельствует о том, что при высоком напряжении происходит деструкция многофункционального пленочного материала, которая сопровождается снижением показателя адгезионной прочности при расслаивании, что обуславливается уменьшением смачиваемости поверхности, ухудшая, таким образом, ее способность к образованию связей с полимерными дисперсиями.

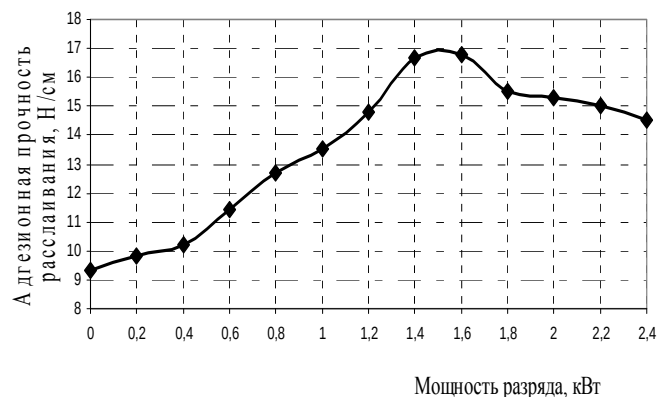


Рис. 1 – Зависимость адгезионной прочности при расслаивании многофункционального пленочного материала от мощности разряда при модификации в потоке «холодной» плазмы (плазмообразующий газ: смесь газов аргон/пропан-бутан, 70:30; $P=26,6$ Па; $G=0,04$ г/с)

Заключение

В результате экспериментальных исследований предлагается новый метод наноструктурирования полимерных дисперсий, а так же модификации многофункциональных пленочных материалов потоком «холодной» плазмы с целью улучшения адгезионных свойств, поскольку является важнейшей эксплуатационной характеристикой.

Плазменная обработка в потоке «холодной» плазмы способствует повышению адгезионной прочности до 90 % за счет уплотнения структуры обрабатываемого многофункционального пленочного материала и увеличения степени кристалличности.

Приведенные исследования дают возможность применения электрофизического способа модификации многофункционального пленочного материала, который является экологически чистым и наиболее эффективным.

Литература

1. Метелёва, О. В. Как обеспечить герметичность водозащитных изделий? / О. В. Метелёва, Б. П. Покровская, В. В. Веселов, Л. И. Бондаренко // Технический текстиль. - 2003. - № 7/июнь. - С. 43–44.
2. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы / Кинлок Э. - М.: Мир, 1991. - 625 с.

3. Кузнецов, В.П. Латексы: свойства, модификация, ассортимент / В.П. Кузнецов, С. А. Штейнберг, Е. И. Краюшкина. - М.: ЦНИИТИ Нефтехим, 1984.
 4. Веденеева И.В. Новые дисперсии на основе фторсодержащих полимеров для поверхностного модифицирования целлюлозных волокон. Дисс. канд. хим. наук, Москва, 2006. – 159 с.
 5. Пат. 2211264 Российская Федерация, МПК 7 D 05 B 1/26. Способ образования водонепроницаемых ниточных соединений / Покровская Е. П., Метелёва О. В., Веселов В. В., Бондаренко Л. И.; заявитель и патентообладатель Ивановская гос. текст. академия. – № 2002120676/12 ; заявл. 29.07.2002; опубл. 27.08.2003, Бюл.№ 24.-9 с.
 6. Пат. 2171082 Российская Федерация, МКИ 5 D 05 B 1/26. Способ склеивания деталей швейных изделий из текстильных материалов / Бабарина Е.Е., Веселов В.В., Метелёва О.В.; заявитель и патентообладатель Ивановская гос. текст. академия. - № 99126271; заявл. 14.12.99 ; опубл. 27.07.01.-Бюл.21.-13с.
 7. Метелёва, О. В. Как обеспечить герметичность водозащитных изделий? / О. В. Метелёва, Б. П. Покровская, В. В. Веселов, Л. И. Бондаренко // Технический текстиль. - 2003. - № 7/июнь. - С. 43-44.
 8. Клей в швейном производстве. Швейное производство. - 2010. - №11. – С.34- 40.
 9. Ключин, Е.С., Адгезионные свойства воднодисперсионных акриловых клеев / Е. С. Ключин, И.С.Тюлькина, В.В.Колесова // Крепёж, клеи, инструмент и ... - 2010. - № 4. С. 34-36.
 10. Петрова, А.П. Клеящие материалы : справочник / А. П. Петрова; под ред. Е. П. Каблова, С. В. Резниченко. - М.: ЗАО Редакция журнала «Каучук и резина», 2002. - 340 с.
 11. Пат. Устройство для термической резки на полосы текстильного полотна из термопластичных волокон. МПК D06H7/22, B26F3/21Vaupl Textilmaschinen SmbH&Co KC, Vaupel Mars. №102006062765.2; заявл.: 05.05.06; опубл.: 08.05.08.
 12. Покровская, Е. П. Выбор и обоснование донорских химических веществ для герметизации мест ниточных соединений / Е. П. Покровская, О. В. Метелёва, В. В. Веселов, Л. И. Бондаренко // Изв. вузов. Технология текст, пром-сти. - 2003. - № 6 (275). - С. 76-80.
 13. Покровская, Е. П. Разработка технологии герметизации швов в изделиях из водонепроницаемых материалов / Е. П. Покровская, О. В. Метелёва // Изв. вузов. Технология текст, пром-сти. - 2005. - № 4 (285). - С. 63-65.
 14. Каган, Д. Ф. Многослойные комбинированные пленочные материалы /Д. Ф. Каган, В. Е. Гуль, Л. Д. Самарина. -М.: Химия, 1989. -288 с.
 15. Отчет НИОКР «Разработка вариативной технологической линии по производству многослойных текстильных теплозащитных материалов для профессиональной и специальной одежды с заданным комплексом функциональных свойств на основе тканей из шерстяных и химических волокон» – М.: ОАО «ЦНИИПИК», 2012. -17 с.
 16. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В., Кумпан Е.В. Плазменная обработка как метод повышения прочности тканей // Прикладная физика. – М.: РАН ВАК, 2005. – №6. – С. 92–94.
 17. Абдуллин И.Ш., Кудинов В.В., Хамматова В.В. Влияние потока низкотемпературной плазмы на гигроскопические свойства текстильных материалов из натуральных волокон // Перспективные материалы. – 2007. – № 2. – С. 65-68.
 18. Абдуллин И.Ш. Влияние потока низкотемпературной плазмы ВЧ - разряда на свойства текстильных материалов / И.Ш. Абдуллин, В.В. Хамматова // Вестник Казанского технологического университета.- 2004. - № 1-2, С. 28-31.
- *Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с требованием государственного контракта №.14.513.11.0068.*