

При температуре выше 70 °С наблюдается усадка волокна (даже при нагрузке, составляющей 25,5 мН/текс). Это свидетельствует о начале процессов расстекловывания, связанных с увеличением сегментальной подвижности макромолекул, находящихся после ориентационного вытягивания прекурсора в напряженном состоянии, и принятием ими термодинамически выгодной, равновесной конформации. Происходящая при этом релаксация внутренних напряжений проявляется в усадке образцов тем большей, чем меньше нагрузка. Эта же тенденция сохраняется при нагреве выше 100°С. Данная температура идентифицируется как температура стеклования мезофазы полимерного субстрата ПАН волокна [1]. Обращает на себя внимание некоторая стабилизация величины усадки образцов в температурном интервале 150 – 210 (250) °С, что обусловлено, вероятно, завершением релаксационных процессов в мезофазе. Дальнейший нагрев ПАН волокна свыше 170 – 210 °С снова приводит к относительно резкому росту усадки, вероятно, в связи с увеличением подвижности более крупных элементов надмолекулярной структуры полимерного субстрата. При температуре 290 – 300 °С отмечается тенденция к стабилизации деформации образцов, связанной, во-первых, с завершением всех основных релаксационных процессов, во-вторых, с ростом жесткости макромолекул за счет значительного увеличения доли полиафтиридиновых участков в макромолекулах ПАН. Для такого термостабилизированного ПАН прекурсора уже не характерна пластическая деформация и его можно подвергать дальнейшим термообработкам, связанным с его превращением в УВ.

Следует также отметить, что при нагревании ПАН волокна выше 150 – 170 °С в случае приложения нагрузки свыше 12,8 мН/текс наблюдается удлинение образцов. Это обусловлено тем, что в результате полного расстекловывания полимерного субстрата в этом температурном диапазоне, обуславливающего высокую подвижность его структурных элементов увеличивается вероятность их смещения друг относительно друга под влиянием существенных внешних растягивающих сил.

Таким образом, деформирующие силы противодействуют силам, способствующим принятию структурными элементами полимера термодинамически более выгодного взаимного расположения. В результате при температуре 210 °С под влиянием нагрузки, равной 25,5 мН/текс наблюдается обрыв волокна, связанный с высокой пластической деформацией полимерного субстрата.

Таким образом, анализ деформационного «поведения» ПАН прекурсора при различных температурно-временных режимах необходим для выбора уровня натяжения волокна на разных этапах термоокислительной стабилизации и позволяет учесть протекающие в полимерном субстрате релаксационные процессы и химические превращения.

Список использованных источников

1. Bashir, Z. Polyacrylonitrile, unusual linear homopolymer / Bashir Z. // Indian J. Fibre and Text. Res. – 1999. – Vol. 24. – P. 1-9.

УДК 677.02:677.074.166.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СОЕДИНЕНИЯ ТКАНОГО ПОЛОТНА С НЕТКАНОЙ ОСНОВОЙ

**Мурычева В.В., асп., Ясинская Н.Н., доц., Коган А.Г., проф.,
УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь**

При эксплуатации текстильных многослойных материалов особое внимание уделяется их надежности и долговечности, следовательно, важнейшими показателями их свойств являются прочностные характеристики. Изучение механизма склеивания и разрушения адгезионного соединения – главное направление дальнейших исследований склеивания тканого полотна и полотна основы. При склеивании слоев текстильных многослойных материалов используется одно из фундаментальных свойств материи – адгезия.

В технологии производства текстильных многослойных материалов адгезия – это получение неразъемного соединения текстильного полотна и нетканой основы посредством установления между ними взаимодействия с помощью клея при нагревании, пластическом деформировании и последующем охлаждении всех компонентов.

В настоящее время при изучении особенностей проявления адгезии используются разные теории, которые находятся в большой зависимости от области их применения [1].

Основными методами склеивания при получении текстильных многослойных материалов являются прикладываемое внешнее давление и нагревание, которые связаны с изменением физического состояния склеиваемых материалов и клея. При этом большое значение имеют способы нанесения клея, соединения склеиваемых слоев и подвода тепла в процессе сушки.

При исследовании прочности адгезионного соединения за показатель прочностных характеристик принята измеряемая величина усилия при раздирании. Исследования механизма разрушения адгезионных соединений позволяют определить: причины ослабления соединения и оценить влияние каждого его компонента в ослаблении или укреплении разрушаемого соединения; возможности устранения факторов, ослабляющих прочность соединения. Для определения причин, ослабляющих адгезионное соединение, были изучены результаты экспериментов и визуального обследования внешнего вида каждого компонента соединения после разрушения.

Для проведения исследований по определению прочности клеевого соединения текстильных настенных покрытий при раздирании использовался метод определения прочности склеивания при отслаивании текстильного материала от полотна основы по ГОСТ 28832-90. Данный метод позволяет определить сопротивление расслаиванию в нормальных условиях.

Для расчета теоретической прочности клеевого соединения многослойных материалов, в состав которых входит ткань, используется формула профессора В.Е. Кузьмичева и доцента Н.А. Герасимовой (Ивановская государственная текстильная академия) [2]:

$$P_{теор} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot B}{100 \cdot (d + b)} \sum_{i=1}^n p_i \cdot \Pi_i, \quad (1)$$

где d – диаметр частицы клея, см; B – ворсистость текстильного материала по линии разрушения клеевого соединения, ворсинок на 1 см²; b – расстояние между частицами клея, см; p_i – содержание i -го волокна в материале, %; Π_i – разрывная нагрузка i -го волокна, сН; n – число волокон или нитей, составляющих текстильный материал.

Но в связи с тем, что при производстве текстильных многослойных материалов клей наносится на всю поверхность полотна основы, данная формула была скорректирована с учетом этих особенностей.

При исследовании прочности клеевого соединения между слоями текстильных многослойных материалов использовались образцы, наработанные из вискозно-полиэфирной ткани и нетканого материала.

Проведенные исследования разрушения клеевого соединения слоев были направлены также на установление взаимосвязи между характером разрушения и прочностью клеевого соединения. По результатам проведенных исследований установлено, что под действием прилагаемых нагрузок разрушения текстильных многослойных материалов происходят по клею и склеиваемому материалу.

При проведении экспериментальных исследований с текстильными многослойными материалами было установлено, что внешняя расслаивающая нагрузка не приводит к разрушению полотна ткани и разрушению по массе клея, а чаще всего вызывает: разрушение полотна основы; разрыв волокон, внедренных в структуру клея.

В ходе экспериментальных исследований определялся процент разрушения клеевого соединения, приходящийся на разрыв полотна нетканого материала и на разрыв волокон ткани.

В результате разрушения образцов текстильных многослойных материалов, полученные результаты разбивались на 9 групп, в зависимости от усилий при раздирании, и в каждой группе находился процент разрушений, приходящихся на нетканое полотно, и процент разрушений, приходящихся на волокна. Установлено, что основной причиной разрушений клеевого соединения является разрыв волокон, причем процент данных разрушений тем выше, чем ниже прочность образца текстильных многослойных материалов при раздирании. Таким образом, прочность клеевого соединения определяется свойствами волокон ткани.

Согласно теории Гуля В.Е. [1] клей растекается по поверхности материала. Таким образом, при определении прочности адгезионного соединения необходимо учитывать площадь контакта адгезива и субстрата.

Прочность клеевого соединения (P , Н/см) в общем виде можно записать следующим образом

$$P = \frac{F_0}{l}, \quad (2)$$

где F_0 – сила отрыва субстрата от адгезива, Н; l – ширина отрыва, см.

Сила отрыва субстрата от адгезива (F_0 , Н) определится как

$$F_0 = B \cdot R \cdot S_k, \quad (3)$$

где B – количество волокон приповерхностного слоя, 1/см²; R – разрывная нагрузка волокна, Н; S_k – площадь контакта ткани с клеем, см².

Теоретическая прочность адгезионного соединения текстильных многослойных материалов (P , Н/см) с нанесением клея по всей площади полотна основы и с использованием ткани определяется следующим образом:

$$P = \frac{B \cdot R_n \cdot S_k}{l}. \quad (4)$$

Определим площадь контакта ткани с клеем (S_k , см²), используя формулу [2]:

$$S_k = \frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left(\frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx \quad (5)$$

Учитывая площадь контакта ткани с клеем, определим теоретическую прочность адгезионного соединения текстильных многослойных материалов (P , Н/см):

$$P = \frac{B \cdot R_n}{l} \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left(\frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx \right) \quad (6)$$

По полученной формуле с помощью математической программы «Maple» проведен расчет прочности адгезионного соединения декоративной вискозно-полиэфирной ткани и нетканого полотна основы. Экспериментальные и теоретические данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные и экспериментальные данные расчета прочности адгезионного соединения слоев текстильных многослойных материалов

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значение расчетное	Значение экспериментальное
Количество волокон приповерхностного слоя	B	1/см ²	94,7	94
Диаметр нитей в ткани	d	см	0,1252	0,3
Расстояние между нитями основы, находящимися в одной плоскости	l	см	0,3354	0,4
Разрывная нагрузка вискозного волокна	R_n	Н	0,6	0,6
Прочность адгезионного соединения	P	Н/см	3,83	3,54

Определение ворсистости проводилось в условиях лаборатории УО «ВГТУ» оптическим (проекционным) методом, заключающимся в проекции ткани посредством оптической системы на монитор компьютера и подсчете числа ворсинок на отрезке изображения, соответствующем 1 см² ткани.

Отклонение экспериментальных и теоретических данных не превышает 5 %, таким образом, целесообразно использовать полученную формулу для расчета теоретической прочности клеевого соединения текстильных многослойных материалов.

Список использованных источников

1. Шайдоров, М. А. Клеевые материалы и клеевые соединения при производстве одежды: учеб. пособие / М. А. Шайдоров. – УО «ВГТУ». – Витебск, 2003. – 133 с.
2. Кузьмичев, В. Е. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. Е. Кузьмичев, Н. А. Герасимова. – Москва : Издательство «Академия», 2005. – 255 с.

УДК 677.014.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКОН ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Науменко А.М., асп., Рыклин Д.Б., д.т.н., проф.,
УО «Витебский государственный технологический университет»
г. Витебск, Республика Беларусь

В настоящее время в условиях отечественных текстильных предприятий разработан ряд технологических процессов переработки короткого льняного волокна в смеси с другими текстильными волокнами по кардной системе прядения хлопка. Новые технологии позволяют значительно расширить ассортимент текстильных материалов, улучшить их внешний вид и потребительские свойства.