

2. Авилочкина, Н. А. Влияние переплетения хлопчатобумажной ткани на её свойства и параметры строения / Н. А. Авилочкина // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-98) : тезисы докладов – Москва : Изд-во МГТА, 1998 – С. 127 - 128.
3. Мартынова, А. А. Влияние заправочных параметров изготовления ткани на её раздирающую нагрузку / А. А. Мартынова, А. В. Коробцова // Сборник научных трудов по ткачеству, посвященный 100-летию со дня рождения Ф. М. Розанова. – Москва : Изд-во МГТА, 2006. – С. 76 - 79.
4. Белова, Е. А. Прогнозирование раздвижки льняных тканей по характеристикам строения / Е. А. Белова, Т. А. Колмогорова, Н. А. Смирнова // Сборник материалов 58 Межвузовской НТК молодых учёных и студентов. Кострома, 19-21 апреля 2006 г.. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2006. – С. 103.

*Статья поступила в редакцию 07.10.2010 г.*

#### SYMMARY

New competitive semi-linen fabrics having an effective longitudinal rib of various width on the outer sides on the base of pile-weft structures are developed. It allows to use them for sewing of clothing for men and women for various application. The new fabric with improved qualities having high rubbing shrinkage and airproofing is developed.

УДК 677.024.072

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*И.Н. Калиновская*

*(работа выполнена под руководством А.Г. Когана)*

При эксплуатации многослойных текстильных материалов особое внимание уделяется их надежности и долговечности. Таким образом, важнейшими показателями данных материалов являются их прочностные характеристики.

При склеивании слоев многослойных текстильных материалов используется одно из фундаментальных свойств материи – адгезия.

В настоящее время при изучении особенностей проявления адгезии используются разные теории, которые находятся в большой зависимости от области их применения. Наиболее распространенными являются следующие теории: механическая; адсорбционная теория высокополимерных материалов; электронная; реологическая (теория пограничных слоев и промежуточных фаз); поглощения (термодинамическая); диффузии; химических связей; склеивания текстильных материалов 1 .

На основании теории склеивания текстильных материалов проводились теоретические и экспериментальные исследования прочности адгезионного соединения многослойных текстильных материалов. Целью исследований являлось: установление показателей текстильных материалов, влияющих на прочность адгезионного соединения слоев многослойных текстильных материалов; разработка метода определения прочности адгезионного соединения данных материалов. В качестве исследуемых образцов использовались текстильные настенные покрытия, разработанные на кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ».

В технологии производства текстильных настенных покрытий адгезия – это получение неразъемного соединения текстильного полотна и полотна основы

посредством установления между ними взаимодействия с помощью клея при нагревании, пластическом деформировании и последующем охлаждении всех компонентов.

На рисунке 1 представлен вид соединения текстильного полотна 1 с полотном основы 3 с помощью клея 2.

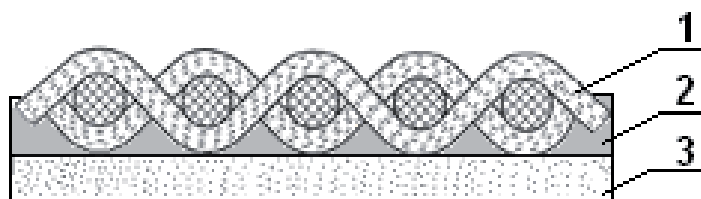


Рисунок 1 – Клеевое соединение составляющих текстильного настенного покрытия: 1 – тканое полотно; 2 – клей; 3 – полотно основы

При исследовании прочности адгезионного соединения за показатель прочностных характеристик принята измеряемая величина усилия при расслаивании.

Процесс разрушения адгезионного соединения слоев текстильных обоев при прикладывании расслаивающей нагрузки представляет собой последовательное деформирование клея и выступающих волокон ткани и полотна основы, вплоть до их смещения, деформирования (вытягивания) или разрушения.

Прочность материала при расслаивании относится к группе полуцикловых разрывных характеристик и характеризуется величиной усилия, необходимого для разрушения системы волокон, перпендикулярной направлению действующей силы. Так как разрушение по линии расслаивания происходит последовательно, то в качестве характеристики было использовано максимальное усилие расслаивания.

По результатам анализа литературных источников и на основании экспериментальных данных установлено, что к основным свойствам ткани, влияющим на прочность клеевого соединения, относятся: диаметр используемой нити, количество волокон приповерхностного слоя текстильного материала (количество ворсинок), сырьевой состав текстильного материала, разреженность используемой ткани [1, 2, 3].

При исследовании прочности клеевого соединения между слоями текстильных настенных покрытий использовались образцы текстильных обоев с применением бумаги и декоративной ткани из короткого льняного волокна плотностью по основе 49 нитей на 10 см, по утку – 34 нити на 10 см с использованием нитей линейной плотностью 317 текс.

При проведении экспериментальных исследований текстильных настенных покрытий 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 определения процента разрушения клеевого соединения, приходящегося на разрыв полотна бумаги и на разрыв волокон ткани, установлено, что прочность клеевого соединения определяется свойствами волокон ткани.

В общем виде прочность клеевого соединения ( $P$ , Н/см) можно записать следующим образом:

$$P = \frac{F_0}{l_0}, \quad (1)$$

где  $F_0$  – сила отрыва субстрата от адгезива, Н;

$l_0$  – ширина отрыва, см.

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

$$F_0 = B \cdot R \cdot S_k, \quad (2)$$

где  $B$  – ворсистость (количество волокон приповерхностного слоя),  $1/\text{см}^2$ ;

$R$  – разрывная нагрузка волокна, Н;

$S_k$  – площадь контакта ткани с клеем,  $\text{см}^2$ .

Таким образом, теоретическая прочность адгезионного соединения текстильных настенных покрытий ( $P$ , Н/см) с нанесением клея по всей площади полотна основы и с использованием разреженной ткани определяется как

$$P = \frac{B \cdot R_n \cdot S_k}{l_0} \quad (3)$$

Определим площадь контакта ткани с клеем ( $S_k$ ,  $\text{см}^2$ ) исходя из допущения, что сечение нити утка, представляющей собой часть тора, в любой точке  $x$  является окружностью. Данное допущение сделано исходя из того, что форма сечения поверхности тора, согласно уравнению овала Кассини, при условиях данной задачи стремится к окружности.

Изобразим разрез текстильных настенных покрытий, состоящих из бумаги 1 и ткани, вдоль нитей утка 3 и поперек нитей основы 2 (рисунок 2).

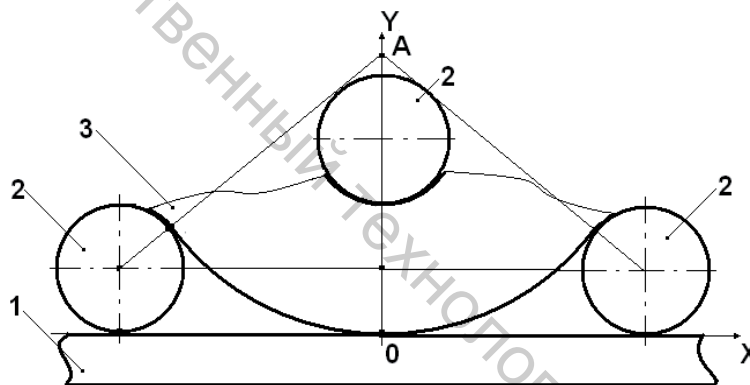


Рисунок 2 – Схема разреза текстильных настенных покрытий вдоль нитей утка:  
1 – полотно бумаги; 2 – нить основы; 3 – нить утка

Найдем радиус кривизны нити утка ( $R$ , см):

$$(R + r)^2 = (R - r)^2 + l^2, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус кривизны нити утка, см;

$r$  – радиус нитей в ткани, см;

$l$  – расстояние между нитями основы, см.

Получаем:

$$R = \frac{l^2}{4r} = \frac{l^2}{2d}, \quad (5)$$

где  $d$  – диаметр нити, см.

Примем центр системы координат в точке  $O$ , тогда уравнение окружности запишем в следующем виде:

$$y = -\sqrt{R^2 - x^2} + R. \quad (6)$$

При максимальной высоте клеевой пленки равной  $\frac{1}{2}$  диаметра нити:

$$\frac{d}{2} = R - \sqrt{R^2 - x^2}, \quad (7)$$

получаем:

$$x = \left| Rd - \frac{d^2}{4} \right|, \quad (8)$$

или

$$x = \left| \frac{2l^2 - d^2}{4} \right|. \quad (9)$$

Запишем в общем виде уравнение высоты сегмента нити утка ( $h_s$ ), помещенного в клей, в зависимости от координаты  $x$ :

$$h_s(x) = h - f(x), \quad (10)$$

где  $f(x)$  – уравнение полученной окружности.

Тогда уравнение высоты сегмента нити утка, помещенного в клей, в зависимости от координаты  $x$ :

$$h_s(x) = \frac{d}{2} + \sqrt{R^2 - x^2} - R. \quad (11)$$

Длина дуги сегмента нити утка, помещенного в клей ( $l_s$ , см),

$$l_s = \alpha \cdot r, \quad (12)$$

где  $\alpha$  – центральный угол окружности, опирающийся на дугу.

Получаем

$$\alpha = 2 \arccos \frac{r - H_s}{r}. \quad (13)$$

Подставив уравнение (13) в (12) получаем

$$l_s = d \cdot \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - 2 \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right). \quad (14)$$

Находим площадь сегмента нити утка ( $S_y$ , см<sup>2</sup>), помещенного в клей:

$$S_y = \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left( \frac{l^2 - 2\sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx. \quad (15)$$

Запишем уравнение площади сегмента основной нити ( $S_o$ , см<sup>2</sup>), помещенного в клей:

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{2}. \quad (16)$$

Таким образом, площадь контакта ткани с клеем ( $S_k$ , см<sup>2</sup>) определяем как

$$S_k = \frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left( \frac{l^2 - 2\sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx. \quad (17)$$

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

$$P = \frac{B \cdot R_n}{l} \cdot \left( \frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left( \frac{l^2 - 2\sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx \right). \quad (18)$$

Определение ворсистости (количества волокон приповерхностного слоя ткани) проводилось в условиях лаборатории кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ» оптическим (проекционным) методом, заключающимся в проекции ткани посредством оптической системы (микроскопа) на монитор компьютера и подсчете числа ворсинок на отрезке изображения, соответствующем 1 мм<sup>2</sup> ткани.

При экспериментальном определении прочности адгезионного соединения образцов текстильных настенных покрытий использовался метод определения прочности при расслаивании по ГОСТ 15902.3 – 79.

Экспериментальные и теоретические данные представлены в таблице 1.

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

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значение расчетное	Значение экспериментальное
Количество волокон приповерхностного слоя	$B$	1/см <sup>2</sup>	28	
Диаметр нитей в ткани	$d$	см	0,068	0,07
Расстояние между нитями основы, находящимися в одной плоскости	$l$	см	0,22	0,2
Разрывная нагрузка льняного волокна	$R_n$	Н	0,65	
Прочность адгезионного соединения	$P_{обр}$	Н/см	3,43	3,5

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

#### ВЫВОДЫ

Теоретическая прочность адгезионного соединения многослойных текстильных материалов зависит от таких свойств ткани, как диаметр используемой нити, количество волокон приповерхностного слоя текстильного материала (количество ворсинок), сырьевой состав текстильного материала, разреженность используемой ткани. Разработан метод определения прочности адгезионного соединения слоев многослойных текстильных материалов, учитывающий основные свойства ткани. На основании данного метода определено, что прочность соединения слоев текстильных настенных покрытий, разработанных на кафедре «ПНХВ» УО «ВГТУ», составляет 3,4 – 3,5 Н/см.

#### Список использованных источников

1. 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.
2. Калиновская, И. Н. Определение прочности адгезионного соединения текстильных настенных покрытий и факторов, влияющих на ее величину / И. Н. Калиновская // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2007. – Вып. 13. – С. 8-12.
3. Калиновская, И. Н. Определение теоретической прочности адгезионного соединения слоев текстильных настенных покрытий / И. Н. Калиновская // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый». – 2010. – № 4. – С. 83-86.

Статья поступила в редакцию 12.11.2010

#### SUMMARY

The method for calculating the strength of an adhesive compound layers in multilayer textile materials is developed. This method provides a scientifically based selection of raw material composition and the main parameters of the structure of the used fabric (linear density of warp and weft, density in warp and weft). It was determined the strength of adhesive joint of the fabric and the warp of samples of textile wall coverings which were developed at the department "Spinning of natural and chemical fibres" in VSTU.