

## Определение теоретической прочности адгезионного соединения слоев текстильных настенных покрытий

Калиновская И.Н., лаборант, младший научный сотрудник  
Витебский государственный технологический университет (Беларусь)

При эксплуатации текстильных настенных покрытий особое внимание уделяется их надежности и долговечности. Таким образом, одними из важных показателей свойств текстильных покрытий являются их прочностные характеристики. За показатель прочностных характеристик принимается измеряемая величина усилия при раздирании.

Прочность материала при раздирании относится к группе полуцикловых разрывных характеристик и характеризуется величиной усилия, необходимого для разрушения системы волокон, перпендикулярной направлению действующей силы.

Проведение исследований прочности материала проводилось по ГОСТ 28832-90.

На основании механической теории адгезии вся адгезия ( $a$ ) находится в функциональной зависимости от механической ( $a_m$ ) и специфической адгезии ( $a_c$ ) [1]:

$$a = f(a_m, a_c), \quad (1)$$

Установлено, что для тканей специфическая адгезия представляет собой малую величину и ею можно пренебречь:

$$a = f(a_m). \quad (2)$$

Согласно теории Гуля В.Е. клей растекается по поверхности материала. Таким образом, при определении теоретической прочности адгезионного соединения, необходимо учитывать площадь контакта адгезива и субстрата [2].

Прочность клеевого соединения ( $P$ , Н/см) в общем виде можно записать как

$$P = \frac{F_0}{l} \quad (3)$$

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

$l$  – ширина отрыва, см.

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

$$F_0 = B \cdot R \cdot S_k \quad (4)$$

где  $B$  – количество волокон приповерхностного слоя, 1/см<sup>2</sup>;

$S_k$  – площадь контакта ткани с клеем, см<sup>2</sup>.

$R$  – разрывная нагрузка волокна, Н.

Учитывая выражение (3) и (4) теоретическая прочность адгезионного соединения текстильных настенных покрытий ( $P$ , Н/см) с нанесением клея по всей площади полотна основы и с использованием разреженной ткани определяется

$$P = \frac{B \cdot R_n \cdot S_k}{l}. \quad (5)$$

Определим площадь контакта ткани с клеем ( $S_k$ , см<sup>2</sup>) 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 вдоль нитей утка (рисунок 1).

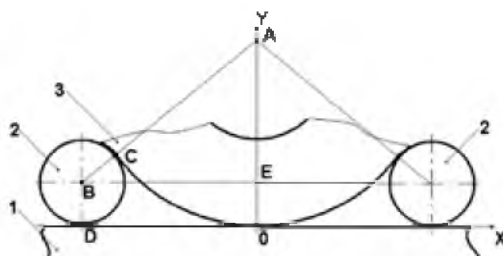


Рис. 1. Схема разреза текстильных настенных покрытий вдоль нитей утка.

1 – полотно бумаги; 2 – нить основы; 3 – нить утка

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

$$(R+r)^2 = (R-r)^2 + l^2; \quad (6)$$

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

$r$  – радиус нитей в ткани, см;

$l$  – расстояние между нитями основы, лежащими в одной плоскости, см;

Получаем:

$$R = \frac{l^2}{4r} = \frac{l^2}{2d}. \quad (7)$$

где  $d$  – диаметр нити, см.

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

$$y = -\sqrt{R^2 - x^2} + R. \quad (8)$$

Знак «-» в уравнении (8) показывает, что в расчете учитывается только нижняя часть окружности с центром в точке  $A$  (рис. 1).

Поскольку при склеивании ткани с полотном основы высота клеевой пленки может достигать  $\frac{1}{2}$  диаметра нити, имеем

$$\frac{d}{2} = R - \sqrt{R^2 - x^2}. \quad (9)$$

Получаем

$$x = \left| Rd - \frac{d^2}{4} \right|, \quad (10)$$

или

$$x = \left| \frac{2l^2 - d^2}{4} \right|. \quad (11)$$

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

$$h_s(x) = h - f(x), \quad (12)$$

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

Тогда уравнение высоты сегмента нити утка, помещенного в клей в зависимости от координаты  $x$  ( $h_s$ )

$$h_s(x) = \frac{d}{2} + \sqrt{R^2 - x^2} - R. \quad (13)$$

Рассмотрим сечение нити утка в произвольных точках, помещенное в клей (рисунок 2).

Определим длину дуги  $FG$  сегмента нити утка, помещенного в клей ( $l_s$ , см):

$$l_s = \alpha \cdot r, \quad (14)$$

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

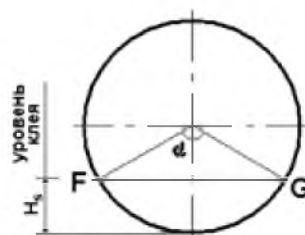


Рис. 2. Сечение нити утка в произвольной точке, помещенное в клей

Из уравнения

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{r - H_s}{r}. \tag{15}$$

получаем

$$\alpha = 2 \arccos \frac{r - H_s}{r}. \tag{16}$$

Тогда

$$l_s = d \cdot \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right). \tag{17}$$

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

$$S_y = d \cdot \int_{\frac{d^2 - 2l^2}{4}}^{\frac{2l^2 - d^2}{4}} \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx. \tag{18}$$

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

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{2}. \tag{19}$$

Таким образом, площадь контакта ткани с клеем ( $S_k$ ) определяем как

$$S_k = \frac{\pi \cdot d^2}{2} + d \cdot \int_{\frac{d^2 - 2l^2}{4}}^{\frac{2l^2 - d^2}{4}} \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx. \tag{20}$$

Учитывая площадь контакта ткани с клеем, теоретическая прочность адгезионного соединения текстильных настенных покрытий ( $P$ , Н/см) определяется как

$$P = \frac{B \cdot R_n}{l} \cdot \left( \frac{\pi \cdot d^2}{2} + d \cdot \int_{\frac{d^2 - 2l^2}{4}}^{\frac{2l^2 - d^2}{4}} \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx \right). \tag{21}$$

В качестве показателя ворсистости пряжи применяется число ворсинок на единицу длины ( $n_v$ , 1/м) [3, формула (I.40)]

$$n_v = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T_n}{T_v \cdot l_v} \tag{22}$$

где  $T_p$  — средняя линейная плотность пряжи, 317 текс;  $T_v$  — средняя линейная плотность волокон, 1,25-5 текс;  $l_v$  — средняя длина волокон, 0,010-0,026 м.

В случае определения ворсистости ткани, данный показатель определяется на единицу площади ( $B$ ,  $1/m^2$ ). Определение ворсистости проводилось в условиях лаборатории УО «ВГТУ» оптическим (проеекционным) методом, заключающимся в проекции ткани посредством оптической системы на монитор компьютера и подсчете числа ворсинок на отрезке изображения, соответствующем  $1\text{ см}^2$  ткани.

С помощью математической программы «Maple» проведен расчет прочности адгезионного соединения декоративной льняной ткани и полотна бумаги. Полученные экспериментальные и теоретические данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные и экспериментальные данные процесса сушки

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значение расчетное	Значение экспериментальное
Количество волокон приповерхностного слоя	$B$	$1/cm^2$	96,4	98
Диаметр нитей в ткани	$d$	см	0,1352	0,2
Расстояние между нитями основы, находящимися в одной плоскости	$l$	см	0,2354	0,3
Разрывная нагрузка льняного волокна	$R_n$	Н	-	0,8
Прочность адгезионного соединения	$P$	Н/см	3,30	3,45

#### Литература

1. Шайдоров, М.А. Клеевые материалы и клеевые соединения при производстве одежды: учеб. пособие / М.А. Шайдоров. — УО «ВГТУ». — Витебск, 2003. — 133с.
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.
3. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Кобляков. — Москва: Легпромбытиздат, 1989. — 352 с.

## Автоматизированная система управления роботом-манипулятором RM-01 на базе программируемого логического контроллера CX9001 фирмы BECKHOFF

Силаев А.А., ст. преподаватель; Куликов А.С., студент  
Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

#### Введение

В связи с повсеместной автоматизацией производства широкое распространение получили промышленные роботы-манипуляторы, которые в совокупности с программируемым логическим контроллером образуют робототехнический комплекс. Применение такого робототехнического комплекса в производственном процессе позволяет рационально подойти к использованию трудовых ресурсов, повысить качество выполнения производственной технологической операции, снизить временные затраты на ее выполнение, снизить себестоимость продукции за счет уменьшения процента брака и снижения производственных расходов (оплаты сверхурочных работ и простоев рабочих), увеличить выпуск продукции, повысить эффективность производства в целом [1]. Использование такого рода систем автоматизации

предъявляет более высокие требования к технологичности изделий, к системе технической подготовки производства и квалификации кадров.

Анализ существующих робототехнических комплексов предполагает приобретение уже имеющихся систем, но обладающих, в большинстве случаев, излишней функциональностью, что делает их применение более универсальным, но в тоже время сказывается на чрезмерной стоимости, что в большинстве случаев неприемлемо для образовательного учреждения. В свою очередь, образовательные учреждения, располагая таким робототехническим комплексом и применяя его в ходе учебного процесса, способны выпустить квалифицированного и востребованного специалиста.

Таким образом, возникла необходимость в синтезе системы управления на базе программируемого логического контроллера.