

Калиновская И.Н., Чукасова-Ильюшкина Е.В., Кулаженко Е.Л.

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ И КОРОТКОГО
ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА**

Витебский государственный технологический университет

Введение

В условиях существующей экологической ситуации в Республике Беларусь перед предприятиями текстильной промышленности остро стоит проблема использования волокнистых отходов. Как правило, из волокнистых отходов, не полностью утративших потребительскую ценность исходных волокон, традиционно изготавливаются пряжа большой линейной плотности, нетканые материалы. Однако волокнистые отходы, длина волокон которых менее 25 мм (коротковолокнистые отходы), применения в своей отрасли не находят, постоянно складываются, создавая тем самым экологическую и экономическую проблему. Следует отметить, что доля коротковолокнистых отходов на некоторых предприятиях Республики Беларусь приближается к 40 % от используемого сырья. Поэтому актуальной научной задачей является использование коротковолокнистых отходов в качестве основного сырьевого компонента при разработке способов получения многослойных, комбинированных материалов.

Также принимая во внимание особенности сырьевой базы Республики Беларусь, основным сырьем которой является лен, и ценные свойства льняного волокна (высокая гигроскопичность, паропроницаемость, долговечность, высокий уровень звукопоглощения, обладание антистатическими, противоаллергическими и антимикробными свойствами), установлено, что перспективным для создания многослойных материалов различного назначения (декоративной и окончательной отделки) является использование льняной и льносодержащей ткани из короткого льняного волокна и льняных отходов.

Актуальность проблемы

К настоящему времени известны различные способы получения многослойных текстильных материалов из разнообразных сырьевых компонентов, что позволяет получать многослойные материалы широчайшего ассортимента. Наибольшее распространение получили способы, при которых используются комбинации слоев с различными специфическими свойствами.

Оригинальный и экономичный путь для получения многослойных материалов с использованием коротковолокнистых отходов открывает аэродинамический способ формирования при помощи принципиально новых устройств. Данный способ обладает рядом достоинств, присущих новым способам формирования многослойных материалов, позволяет применять в качестве покрывающего слоя большинство видов волокон. Основным процессом в производстве многослойных текстильных материалов аэродинамическим способом является взаимодействие твердой волокнистой частицы с вязкой воздушной средой. В связи с этим, для внедрения новых технологических процессов получения многослойных текстильных материалов, а также получения материалов с заданными свойствами необходимы сведения о научных основах процесса их получения.

Механический способ является наиболее приемлемым при производстве композиционных текстильных материалов с использованием в качестве основного сырья текстильных отходов с длиной от 10 мм до 20 мм. Это способ проходного типа, который позволяет получать покрытия, равномерные по поверхностной плотности.

Основным процессом в производстве текстильных многослойных покрытий является процесс соединения полотна основы с текстильным полотном путем склеивания. В связи с этим для получения текстильных материалов с заданными физико-механическими свойствами необходимы сведения о научных основах процесса склеивания.

Проведенные маркетинговые исследования и анализ рынка существующих видов многослойных материалов показал, что наибольший интерес представляют ворсовые материалы и декоративные покрытия.

Разработка способов формирования многослойных материалов и изделий с ворсовым покрытием позволит значительно расширить ассортимент многослойных материалов. Использование в качестве покрытия или наполнителя вторичных материальных ресурсов увеличивает область применения отходов, дает возможность получить многослойные материалы и изделия из них с низкой себестоимостью. На рис. 1 представлена схема получения многослойных текстильных материалов (штучных и рулонных) [1].

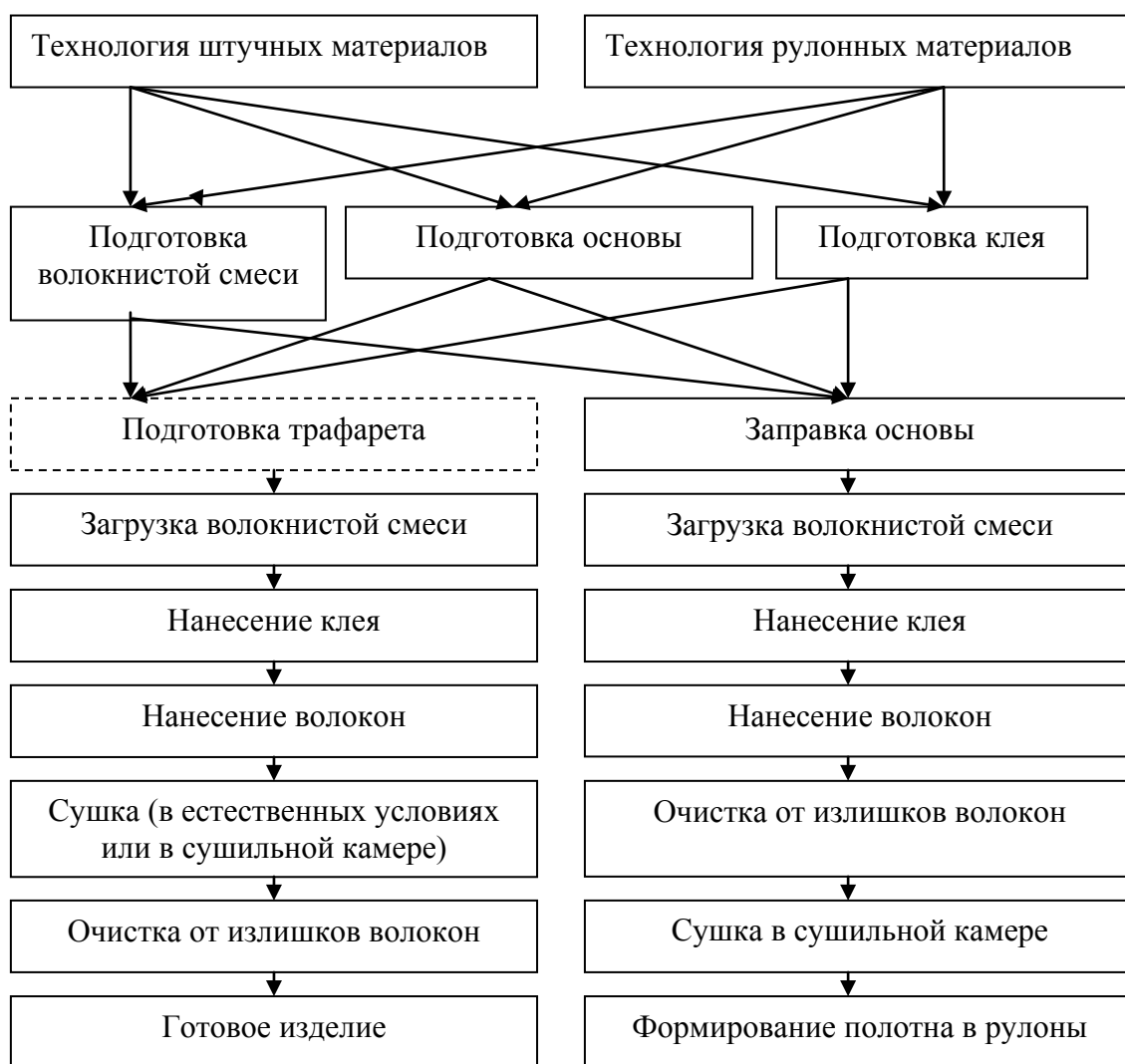


Рис. 1. Технологии получения многослойных (штучных и рулонных) материалов

Технологический процесс получения многослойного покрытия на штучных материалах подразумевает применение трафарета, что позволяет быстро и эффективно нанести ворсовой рисунок на различных штучных предметах, деталях кроя и др.

Предложенный способ имеет ряд преимуществ: позволяет получить покрытие типа бархат на любой основе; исключение дорогостоящего электрического поля, используемого при электрофлокировании, делает этот способ экономичным.

Одним из показателей качества многослойного покрытия, полученного в результате аэродинамического напыления, является равномерность нанесения волокнистых частиц на основу [2].

На рис. 2 представлена схема взаиморасположения диффузора с основой. Предположим, что для того чтобы равномерно заполнить ворсовым покрытием ширину полотна b , необходимо расположить диффузор аэродинамического устройства на некотором расстоянии X_{BC} .

Рассмотрим фигуру $ODFC$ как прямоугольную трапецию. Тангенс угла конусности есть отношение отрезка $(CF - OD)$ к отрезку OC или:

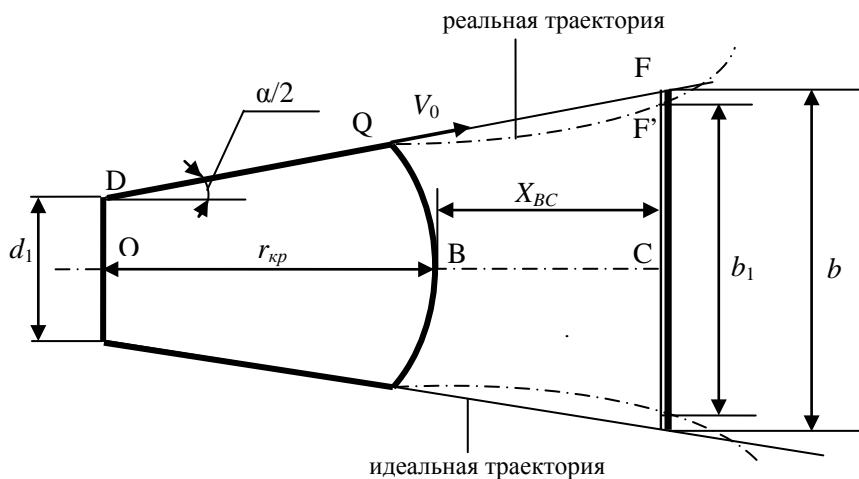
$$\frac{b - d_1}{2(r_{кр} - X_{BC})} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (1)$$

тогда расстояние от оси диффузора до основы X_{BC} равно:

$$X_{BC} = \frac{b - d_1}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - r_{кр}. \quad (2)$$

Расстояние X_{BC} от оси диффузора до основы, рассчитанное по формуле (2), может быть определено при допущении прямолинейной траектории движения волокнистой частицы в покоящейся среде. В реальном же процессе напыления имеет место динамическое взаимодействие между твердой волокнистой частицей и окружающей ее покоящейся средой, следствием этого является искажение траектории [3]. Наличие вязкого трения приводит к тому, что на

расстоянии X_{BC} , рассчитанном по формуле (2) равномерно покрывается ширина полотна b_1 .



d_1 – ширина основания диффузора, м; $r_{кр}$ – радиус кривизны, м; $\alpha/2$ – угол конусности, рад.; X_{BC} – расстояние между диффузором и основой, м; V_0 – скорость частиц при истечении из диффузора, м/с; b_1 – ширина напыления полотна, м; b – заданная ширина полотна, м

Рис. 2. Схема взаимодействия воздушно-волокнистого потока, истекающего из диффузора, с основой

В качестве тормозящей принята сила Стокса. Полагая частицу в виде шарика с эквивалентным диаметром $d_э$, сила торможения F определяется следующим образом [4]:

$$F = 6\pi\mu^* \frac{d_э}{2} V, \quad (3)$$

где μ^* – коэффициент динамической вязкости среды с твердыми частицами, Па·с, который определяется по формуле [5]:

$$\mu^* = \mu(1 + 5X), \quad (4)$$

где $\mu = 1 \cdot 10^{-5}$ Па·с, вязкость воздуха при $t^0C=20$; V – скорость дисперсного потока, м/с; X – объемная расходная концентрация твердых частиц.

Уравнение движения дисперсного потока с учетом силы торможения имеет вид:

$$m \frac{dV}{dt} = -6\pi\mu^* \frac{d_{\text{Э}}}{2} V. \quad (5)$$

Интегрируя уравнение (3), получим выражение для определения скорости двухфазной смеси истекающей из диффузора по линии его наклонной стенки:

$$V_x = V_0 \exp\left(-\frac{6\pi\mu^* \frac{d_{\text{Э}}}{2}}{m} t\right). \quad (6)$$

Определим длину участка прямолинейной траектории l_{QF} :

$$l_{QF} = l_{DF} - l_{QD}, \quad (7)$$

где l_{DF} определяется по формуле

$$l_{DF} = \frac{r_{kp} + X_{BC}}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (8)$$

Тогда формула (7) для определения длины участка прямолинейной траектории примет вид:

$$l_{QF} = \frac{r_{kp} + X_{BC}}{\cos \frac{\alpha}{2}} - l_{QD}. \quad (9)$$

Зависимость пути движения дисперсной частицы $x = f(t)$ определим с учетом того, что ускорение есть производная по времени:

$$a_x = -V_0 \frac{3\pi d_{\text{Э}} \mu^*}{m} e^{\frac{-3\pi d_{\text{Э}} \mu^*}{m} t}. \quad (10)$$

Таким образом, зависимость пути $x = f(t)$ принимает вид:

$$l_{QF} = V_0 t - \frac{t^2 V_0 3\pi d_{\text{Э}} \mu^*}{2m} e^{\frac{-3\pi d_{\text{Э}} \mu^*}{m} t}. \quad (11)$$

Время прямолинейного движения волокнистой частицы определяется по формуле

$$t = \frac{l_{QF}}{V_0}, \quad (12)$$

где расстояние l_{QF} определяется по формуле (9).

Оценив время t прямолинейного движения частицы по формуле (12), и подставляя его в уравнение (11), получим длину пути с учетом силы сопротивления воздушной среды.

Из-за наличия тормозящей силы Стокса и силы тяжести, траектория движения волокнистой частицы имеет криволинейный характер. Рассмотрим процесс движения дисперсной частицы массой m в потоке сжатой струи, истекающей из диффузора, представленного на рис. 3, на полотно основы. Движение частицы массой m происходит по кривой BC' и частица отклоняется от точки C на величину CC' .

Введем систему координат xBy , отрываясь от точки B диффузора, частица массой m имеет начальную скорость V_0 , которую можно определить по формуле Сен-Венана.

Скорость движения частицы в направлении оси x с учетом силы торможения F , обозначим V_x , скорость движения частицы в поле сил тяжести обозначим V_y .

Скорость V_x определена по формуле:

$$V_x = V_0 \exp\left(-\frac{3\pi\mu^*d_\varnothing t}{m}\right). \quad (13)$$

Скорость V_y равна

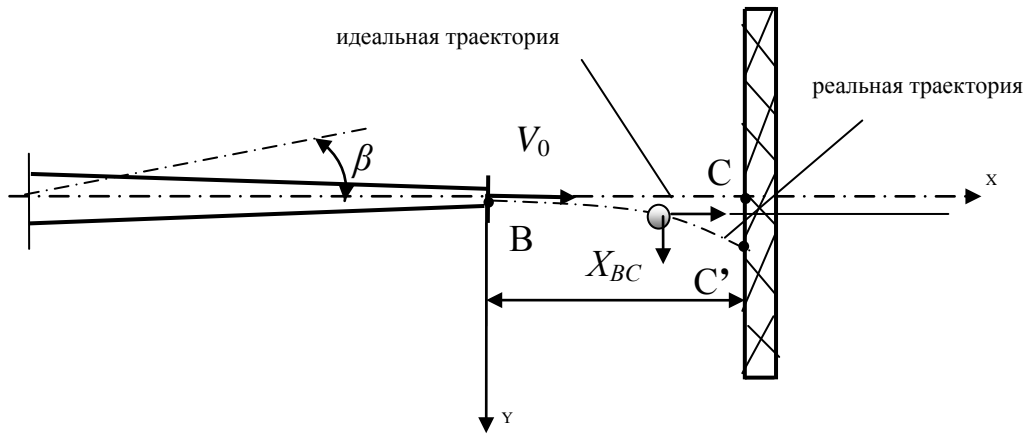
$$V_y = gt. \quad (14)$$

Ускорение частицы в проекции на ось x определено как

$$a_x = -V_0 \frac{3\pi d_\varnothing \mu^*}{m} e^{-\frac{3\pi d_\varnothing \mu^*}{m} t}. \quad (15)$$

Ускорение частицы на ось y равно

$$a_y = g. \quad (16)$$



β – угол подъема диффузора

Рис. 3. Схема истечения волокнистой частицы из диффузора

Линейные координаты движения частицы массой m соответственно равны

$$\begin{aligned}
 x &= V_0 t - \left(\frac{V_0 3\pi d_0 \mu^*}{2m} e^{\frac{-3\pi d_0 \mu^*}{m} t} \right) t^2 \\
 y &= \frac{gt^2}{2}
 \end{aligned} \quad . \quad (17)$$

Решение системы (17) найдено численным методом. Координата y определяется по формуле

$$y = \frac{gt^2}{2} . \quad (18)$$

Координата y соответствует отрезку CC' (рис. 3). Угол подъема диффузора от линии горизонта можно определить из соотношения

$$\beta = \arctg \frac{y}{X_{BC}} . \quad (19)$$

В результате теоретических исследований установлено, что расположение диффузора под углом β обеспечит попадание дисперсной частицы массой m в точку C .

Следующим перспективным направлением расширения ассортимента текстильных материалов является создание многослойных композиционных материалов механическим способом [6].

Упрощенная схема технологического процесса изготовления композиционных текстильных материалов механическим способом формирования представлена на рис. 4.



Рис. 4. Упрощенная схема технологического процесса изготовления композиционных рулонных материалов

В качестве наносимого волокнистого слоя применяются измельченные текстильные отходы. В качестве связующих веществ применяются клеевые составы, соответствующие назначению материалов с учетом адгезии клея к основе и волокнистой массе.

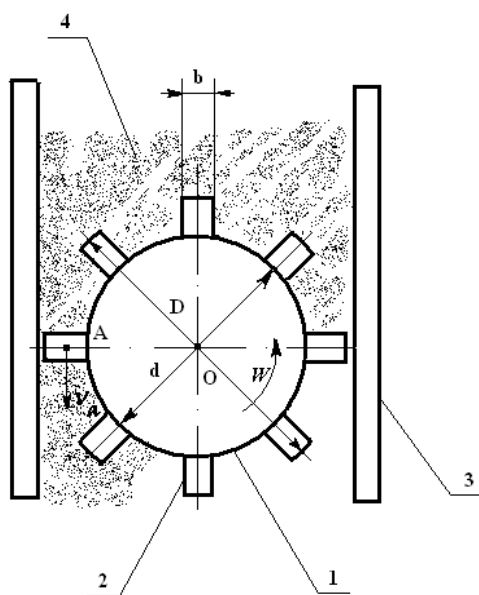
Частицы волокнистого материала при прохождении через все узлы устройства имеют сложную траекторию движения. Каждый механизм придает частицам определенное ускорение, следовательно, от параметров работы устройства будет зависеть скорость падения частиц на основу и поверхностное заполнение основы волокнистым материалом.

В общем случае при движении сыпучего материала наблюдается три режима: режим связанного движения, переходный и режим несвязанного движения.

Первый режим движения характерен тем, что материал перемещается в виде однородной массы. Переходный режим движения отличается образованием локальных разрывов в компактной массе частиц. Третий – характеризуется полным распадом массы на отдельные, не связанные между собой, частицы.

Рассмотрим траектории движения частиц в основных узлах и агрегатах.

Площадь сечения накопительного бункера (рис. 5) должна быть такой, чтобы волокнистая масса 4 преодолевала силы трения о стенки бункера 3. Для равномерности питания устройства важное значение имеет степень разрыхленности продукта и его однородность, т.е. в зависимости от этих факторов изменяется давление массы материала на единицу площади ротора.



1 – ротор, 2 – пластины, 3 – стенки, 4 – сыпучий материал

Рис. 5. Движение потока частиц в накопительном бункере

К внешним параметрам ротора 1 относятся: крутящий момент M , частота вращения ротора n , угловая скорость W ; к внутренним – расход Q . Параметры работы ротора представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры ротора

Внешний диаметр ротора, м	Внутренний диаметр ротора, м	Длина пластины, м	Толщина пластины, м	Количество пластин, шт	Плотность материала, г/м ³
0,076	0,06	0,22	0,002	8	80

Анализ работы бункера показал, что высота наполнения его все время изменяется, но объемный расход выпускаемого продукта остается неизменным и равен

$$Q_v = v_A f, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (20)$$

где v_A – окружная скорость центра пластины, м/с; f – площадь пластины, м².

$$v_A = W l_{OA}, \quad (21)$$

где W – угловая скорость ротора, с⁻¹.

$$l_{OA} = \frac{D-d}{4}, \text{ м}, \quad (22)$$

где D, d – диаметры внешней и внутренней окружности ротора, м.

Площадь одной пластины равна

$$f = \frac{D-d}{2} \delta, \quad (23)$$

где δ – длина пластины, м.

При количестве пластин z объемный расход равен

$$Q_v = W \frac{(D-d)^2}{8} \delta z, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (24)$$

Зная объемный расход, определим массовый расход материала:

$$Q_m = Q_v \rho, \text{ кг/с}, \quad (25)$$

где ρ – плотность материала, кг/м³.

$$Q_v = W \rho \delta z \frac{(D-d)^2}{8}. \quad (26)$$

Реальная подача дисперсного материала будет меньше за счет объема занимаемого пластинами. Объем пластин равен

$$V = \frac{D-d}{2} \delta b, \text{ м}^3, \quad (27)$$

где b – толщина пластины, м.

При количестве пластин z объем, занимаемый пластинами равен

$$V_z = \frac{D-d}{2} \delta b z. \quad (28)$$

Тогда реальный объемный расход Q_v^p равен

$$Q_v^p = W \delta z \frac{(D-d)^2}{8} - \frac{D-d}{2} \delta b z W, \quad (29)$$

$$Q_v^p = W \delta z \left[\frac{D-d}{2} \left(\frac{D-d}{4} - b \right) \right]. \quad (30)$$

Реальный массовый расход равен

$$Q_m^p = \rho W \delta z \left[\frac{D-d}{2} \left(\frac{D-d}{4} - b \right) \right]. \quad (31)$$

Экспериментально был определен массовый расход накопительного бункера. Полученные экспериментальные и теоретические значения расхода материала представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения расхода волокнистого материала

Частота вращения ротора, с ⁻¹	Массовый расход (Q_m^p), кг/с		
	Расчетные значения	Экспериментальные значения	Расчетные значения с учетом коэффициента уплотнения
1	0,06033	0,02460	0,02461
3	0,20091	0,08192	0,08197
9	0,50258	0,20492	0,20505
18	1,11617	0,45510	0,45539

Однако экспериментальные данные показывают, что при определении массового расхода необходимо учитывать уплотнение волокнистого материала лопастями роторного дозатора.

Тогда с учетом полученных экспериментальных данных реальный массовый расход будет равен

$$Q_v^p = \lambda \rho W \delta z \left[\frac{D-d}{2} \left(\frac{D-d}{4} - b \right) \right], \text{ кг/с}, \quad (32)$$

где λ – коэффициент уплотнения потока материала, равен 0,408.

Из табл. 2 видно, что ошибка проведенного эксперимента не превышает 5 %, следовательно, разработанную модель можно использовать для определения массового расхода роторного дозатора при производстве композиционных текстильных материалов с волокнистым покрытием при заданной поверхностной плотности готового полотна.

Определим крутящий момент на валу ротора M_k при количестве пластин z

$$M_k = \frac{D-d}{2} \delta P l_{OA} z, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (33)$$

где P – давление пластины на подаваемый материал, Н/м^2 .

Подставив в выражение (3.75) значение l_{OA} получим

$$M_k = \frac{(D-d)^2}{8} \delta P z. \quad (34)$$

Тогда давление пластин на подаваемую волокнистую массу определяется как

$$P = \frac{8M_k}{(D-d)^2 \delta z}, \text{ Н/м}^2. \quad (35)$$

Крутящий момент выбираем из условия

$$M_k \geq M_{\text{comp}}. \quad (36)$$

Зная крутящий момент, можно определить мощность ротора

$$N = W M_k = \frac{(D-d)^2}{8} \delta P z W, \text{ Вт}. \quad (37)$$

Скорость частиц на выходе из накопительного бункера v_0 оказывает влияние на скорость движения потока частиц в питающей шахте устройства для нанесения волокнистого материала и равна

$$v_0 = W r_g = \frac{D}{2}, \text{ м/с}, \quad (38)$$

где r_e – внешний радиус ротора, м.

Установленные основные параметры накопительного устройства роторного типа влияют на качественные показатели композиционных текстильных материалов при механическом способе формирования.

При получении многослойных материалов в Республике Беларусь актуально использование короткого льняного волокна и льняных отходов.

При этом технология производства текстильных многослойных материалов состоит из нескольких процессов: формирование текстильного полотна; формование основного полотна; нанесение клея на основу и прессование ее с текстильным полотном; резание и упаковка [7].

Создание контакта между склеиваемыми слоями текстильного многослойного материала необходимого для получения прочного клеевого соединения обеспечивается внешним давлением. При склеивании текстильное полотно и основа проходят между парой валиков. Рассчитаем давление при склеивании слоев многослойного материала.

Обозначим через P_0 давление, которое возникает в валике (Па). Тогда

$$P_0 = Fq, \quad (39)$$

где F – площадь склеивания, см^2 ; q – удельное давление склеивания, $\text{Па}/\text{см}^2$.

Поскольку для приклеивания ткани необходимо большее усилие, то величину удельного давления при склеивании текстильного полотна и основы выбираем по удельному давлению текстильного полотна из справочной литературы. Удельное давление при склеивании (q) равно 630 - 945 $\text{Па}/\text{см}^2$ [8].

Сила, с которой пара валиков действует на склеиваемые слои, распределена на отрезке, длина которого вычисляется по формуле [9, с. 101]

$$l_{ck} = \sqrt{R \times ((H_1 + H_2) - H_3)}, \quad (40)$$

где l_{ck} – длина отрезка склеивания, м; R – радиус валиков, м; H_1 – толщина полотна основы, с нанесенным на нее клеем, м; H_2 – толщина текстильного полотна, м; H_3 – толщина настенных покрытий в зажиме валиков, м.

Исходя из полученных данных давление при склеивании выбирается в промежутке 20 - 30 кПа.

Увеличение давления сверх допустимых норм ведет к развитию системы механического стеклования, затрудняющего процессы реологии при формировании контакта, способствует образованию «голодных спаек» (отсутствие клея между склеиваемыми материалами), приводит к изменению толщины материала, ухудшающее внешний вид готового продукта и способствующее проступанию клея на поверхность ткани, уменьшение давления – снижает прочность склеивания.

На основании механической теории адгезии и теории склеивания текстильных материалов вся адгезия (a) находится в функциональной зависимости от механической (a_m) и специфической адгезии (a_c) [10, стр. 43].

То есть:

$$a = f(a_m, a_c), \quad (41)$$

Таким образом, суммарная адгезия состоит из двух функций, одна из которых определяет механическую, а другая – специфическую адгезию:

$$a = f_1(a_m) + f_2(a_c) \quad (42)$$

Установлено [11], что для тканей специфическая адгезия представляет собой малую величину и ею можно пренебречь:

Согласно теории Гуля В.Е. 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 как

$$P = \frac{F_0}{l} \quad (43)$$

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

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

$$F_o = B \cdot R \cdot S_k \quad (44)$$

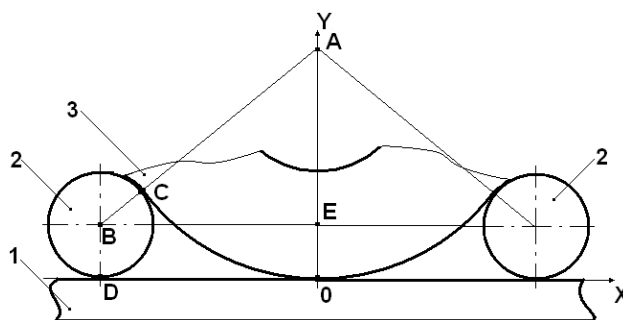
где B – количество волокон приповерхностного слоя, $1/\text{см}^2$; S_k – площадь контакта ткани с клеем, см^2 , R - разрывная нагрузка волокна, Н.

Теоретическая прочность адгезионного соединения текстильного многослойного материала (P , Н/см) с нанесением клея по всей площади полотна основы и с использованием разреженной ткани из короткого льняного волокна определяется [12],

$$P = \frac{B \cdot R_n \cdot S_k}{l}, \quad (45)$$

Определим площадь контакта ткани с клеем (S_k , 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 многослойного материала вдоль нитей утка (рис. 6).



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

Рис. 6. Схема разреза текстильных настенных покрытий вдоль нитей утка

Найдем радиус кривизны нити утка (R , см):

$$(R+r)^2 = (R-r)^2 + l^2; \quad (46)$$

где R – радиус кривизны нити утка, см; r – радиус нитей в ткани, см; l – расстояние между нитями основы, лежащими в одной плоскости, см; Получаем:

$$R = \frac{l^2}{4r} = \frac{l^2}{2d}. \quad (47)$$

где d – диаметр нити, см.

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

$$y = -\sqrt{R^2 - x^2} + R. \quad (48)$$

Знак «-» в уравнении (48) показывает, что в расчете учитывается только та часть окружности с центром в точке A , которая лежит ниже оси абсцисс.

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

$$\frac{d}{2} = R - \sqrt{R^2 - x^2} \quad (49)$$

Получаем:

$$x = \left| Rd - \frac{d^2}{4} \right|, \quad (50)$$

Или

$$x = \left| \frac{2l^2 - d^2}{4} \right| \quad (51)$$

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

$$h_s(x) = h - f(x), \quad (52)$$

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

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

$$h_s(x) = \frac{d}{2} + \sqrt{R^2 - x^2} - R. \quad (53)$$

Рассмотрим сечение нити утка в произвольных точках, помещенное в клей (рис. 7).

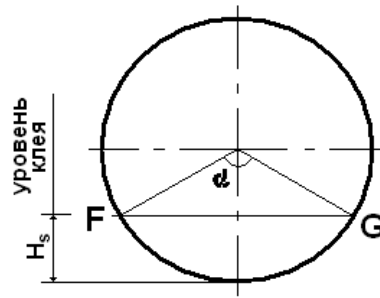


Рис.7. Сечение нити утка в произвольной точке, помещенное в клей

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

$$l_s = \alpha \cdot r \quad (54)$$

где α – центральный угол окружности, опирающийся на дугу FG.

Из уравнения:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{r - H_s}{r} \quad (55)$$

Получаем:

$$\alpha = 2 \arccos \frac{r - H_s}{r}. \quad (56)$$

$$l_s = d \cdot \arccos \frac{\left(\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d} \right)^2 - x^2} \right)}{d}. \quad (57)$$

Находим площадь сегмента нити утка (S_y , см²), помещенной в клей:

$$S_y = \int_{\frac{d^2 - 2l^2}{4}}^{\frac{2l^2 - d^2}{4}} d \cdot \left(\arccos \frac{\left(\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d} \right)^2 - x^2} \right)}{d} \right) dx. \quad (58)$$

Запишем площадь сегмента основной нити (S_o , см²), помещенного в клей:

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{2}. \quad (59)$$

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

$$S_k = \frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left(\frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx. \quad (60)$$

Учитывая площадь контакта ткани с клеем, определим теоретическую прочность адгезионного соединения (P , Н/см) [13]:

$$P = \frac{B \cdot R_n}{l} \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left(\frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx \right). \quad (61)$$

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

Выводы

1. Проработаны перспективные направления в области производства многослойных текстильных материалов. Разработаны, согласованы в Центре гигиены и эпидемиологии, и утверждены в Белорусском Институте Стандартизации и Сертификации технические условия на сухие декоративные смеси с использованием коротковолокнистых отходов.

2. Разработан многослойный композиционный материал плиточной формы, в котором коротковолокнистые отходы выступают в роли наполнителя и декоративной добавки. На данный вид материала разработана рецептура, разработаны, согласованы в Центре гигиены и эпидемиологии, и утверждены в Белорусском Институте Стандартизации и Сертификации технические условия на плитку тканевую декоративную. Технология апробирована в производственных условиях предприятий г. Витебска.

3. Установлены основные параметры технологического режима получения текстильного многослойного материала. На основании данных

параметров разработан технологический процесс получения текстильных многослойных материалов, заключающийся в соединении основы и текстильного полотна путем склеивания. Получен патент на изобретение на данный способ получения текстильного многослойного материала, выданный Национальным центром интеллектуальной собственности Республики Беларусь.

4. На основании разработанной методики расчета прочности адгезионного соединения слоев текстильного многослойного материала, учитывающей сырьевой состав и основные параметры строения ткани, как одного из слоя многослойного материала, установлена оптимальная толщина клеевой пленки.

Литература:

1. Чукасова-Ильющкина, Е.В. Технология многослойных текстильных материалов с использованием коротковолокнистых отходов: дис. канд. тех. наук: 05.19.02 / Е.В. Чукасова-Ильющкина. – Витебск, 2009. – 288 л.

2. Чукасова-Ильющкина, Е.В. Исследование влияния скорости воздушно-волокнистой струи на свойства текстильных многослойных материалов / Е.В. Чукасова-Ильющкина, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган // Текстильная промышленность: спецвыпуск «Научный альманах». – 2007. – № 8. – С. 43–45.

3. Чукасова-Ильющкина, Е.В. Исследование пневмоинжекционных эффектов в аэродинамическом устройстве и его оптимизация / Е.В. Чукасова-Ильющкина // Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». – 2008. – Вып. 14. – С. 31–35.

4. Логачев, И.Н. Аэродинамические основы аспирации: монография / И.Н. Логачев, К.И. Логачев. – С-Пб: «Химиздат», 2005. – 659 с.

5. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости): учебное пособие для вузов./ А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселев, 2-е изд. перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1975. – 323 с.

6. Кулаженко, Е.Л. Технология композиционных текстильных материалов механического способа формирования: дис. канд. тех. наук: 05.19.02 / Е.Л. Кулаженко. – Витебск, 2010. – 232 л.

7. Калиновская, И.Н. Технологический процесс получения текстильных настенных покрытий: дис. канд. тех. наук: 05.19.02 / И.Н. Калиновская. – Витебск, 2010. – 242 л.

8. 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.

9. Казаков, В.Е. Технологические процессы получения лавсано-нитроновой пряжи: дис. канд. тех. наук: 05.19.02 / В.Е. Казаков. – Витебск, 2006. – 224 л.

10. 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.

11. Шайдоров, М.А. Клеевые материалы и клеевые соединения при производстве одежды: учеб. пособие / М.А. Шайдоров. – УО «ВГТУ». – Витебск, 2003. – 133с.

12. Калиновская, И.Н. Определение прочности адгезионного соединения в текстильных настенных покрытиях / И.Н. Калиновская, Е.Н. Пыльникова // Тезисы докладов XLII науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ»; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2009. – С. 118.

13. Калиновская, И.Н. Теоретические исследования прочности многослойных текстильных материалов/ И.Н. Калиновская // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – Вып. 19. – С. 39-44.