

ВЫВОДЫ

Благодаря данной разработке получен новый ассортимент композиционных строительных материалов, для изоляционной отделки зданий и помещений, с улучшенными эксплуатационными и стоимостными показателями.

Производство композиционных материалов является одним из наиболее перспективных направлений в области рационального использования отходов текстильного производства в результате использования невозвратных отходов при переработке их в высококачественные профильные детали для широкого спектра применений, включая строительство и мебель. Разработан ряд композиционных материалов, которые могут быть использованы в машиностроительной и других отраслях промышленности, в частности, в авто- и вагоностроении, в производстве тары, материалов для облицовки административных и жилых помещений, оконных и дверных блоков.

Список использованных источников

1. Мещерякова, А. А. Современные карбамидомеламиноформальдегидные клеи и смолы в технологии клееных материалов / А. А. Мещерякова. – Москва : Легкая индустрия, 1980 .
2. Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит / А. А. Леонович. – Москва : ХИМИЗДАТ, 2003 .
3. Кондратьев, В. П. Водостойкие клеи в деревообработке / В. П. Кондратьев. – Москва: Лесная промышленность, 1980 . – 216 с.
4. Перепелкин, К. Е. Структура и свойства волокон. / К. Е. Перепелкин. – Москва : Химия, 1985. – 208 с.
5. Коган, А. Г. Технологии получения многослойных материалов из коротковолокнистых отходов текстильной промышленности / А. Г. Коган, Е. В. Чукасова-Ильюшкина, Л. В. Козлова // Тезисы докладов XXXIX научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С. М. Литовский. – Витебск, 2006. – С. 105.

Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.

SUMMARY

The important ecological and economic necessity is use of a textile waste as a secondary material.

The manufacturing technology of organo-synthetic fibrous plates using short fibers waste of light industry with fibers length from 0.5 to 25mm is developed.

In research laboratory of chair «Spinning of natural and chemical fibres» of education establishment "Vitebsk state technological university" the new way of reception of synthetic fibrous plates with use of a chemical short waste is developed.

УДК 677.052.484.4

РАСЧЕТ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ КОМБИНИРОВАННОЙ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНОЙ НИТИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ

Р.В. Киселев

На кафедре ПНХВ разработан технологический процесс получения комбинированных хлопкополиэфирных нитей пневмомеханического способа формирования. Данные нити предназначены для использования в тканях для

пошива современной военной формы. В структуре ткани комбинированные нити используются в качестве армирующей решетки, значительно увеличивая ее прочностные характеристики. В отличие от аналогов, высокопрочный полиэфирный сердечник в разработанной комбинированной пневмомеханической нити полностью закрыт хлопковым волокном, что устраняет его отрицательные свойства: блеск, негигроскопичность, электризуемость и т.д.

Прогнозирование разрывной нагрузки позволяет увязать физико-механические свойства исходных волокон и нитей и технологические параметры с ожидаемой разрывной нагрузкой нити, на этапе проектирования. Это дает возможность получить нить, в которой максимально используются прочностные свойства ее компонентов.

Комбинированная пневмомеханическая нить состоит из сердечника – полиэфирной комплексной нити, и хлопкового волокна, плотно оплетающего ее.

На рисунке 1 представлена структура комбинированной нити пневмомеханического способа формирования.

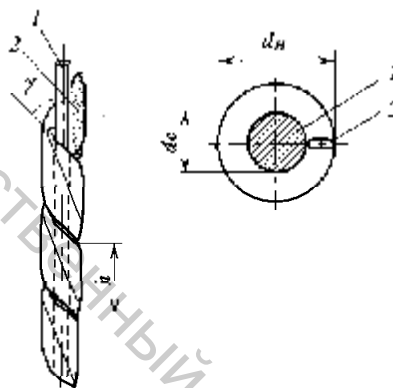


Рисунок 1 – Структура комбинированной нити пневмомеханического способа формирования:

1 - полиэфирный сердечник; 2 – хлопковый компонент

Полиэфирный сердечник при формировании комбинированной нити не получает действительной крутки. Хлопковый компонент при формировании обкручивает сердечник, образуя с его осью угол γ . Величина этого угла определяется из соотношения:

$$\gamma = \frac{h}{\pi d_n}, \quad (1)$$

где h – шаг витка хлопкового компонента, мм; d_n – диаметр нити, мм.

$$h = 1000/K, \quad (2)$$

где K – заправочная крутка на машине, кр/м.

При формировании комбинированной нити за один оборот прядильной камеры хлопковый компонент образует один виток вокруг полиэфирного сердечника. При этом возникают деформации изгиба, которые, распространяясь на выпрядаемый хлопковый компонент, сообщают ему кручения. Число оборотов n , сообщаемое компоненту в точке наматывания за время образования одного витка вокруг сердечника, равно:

$$n = \cos \gamma. \quad (3)$$

Поскольку хлопковый компонент обкручивает полиэфирный сердечник по винтовой линии с диаметром d_n , длина одного витка хлопкового компонента:

$$l = \sqrt{(\pi d_n)^2 + h^2}. \quad (4)$$

Следовательно, за один оборот прядильной камеры виток хлопкового компонента длиной l повернется на n оборотов вокруг своей оси, и его крутка будет равна:

$$K = \frac{n \cdot 1000}{l} = \frac{1000 \cdot n}{(\pi d_n)^2 + h^2}. \quad (5)$$

Необходимо учесть, что при обкручивании хлопковый компонент сминается, и его сечение приобретает форму эллипса, как показано на рисунке 1.

Коэффициент смятия зависит от крутки компонента и ряда других условий. С учетом смятия диаметр нити можно определить по формуле:

$$d_n = d_c + 2 \cdot d_{x.p.} \cdot \eta = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{T_c}{\gamma_c}} + 0,0714 \cdot \sqrt{\frac{T_x}{\gamma_x}} \cdot \eta, \quad (6)$$

где $d_{x.p.}$ – расчетный диаметр хлопкового компонента, мм; T_x , T_c – линейные плотности хлопкового компонента и сердечника, текс; γ_x , γ_c – плотность вещества хлопка и сердечника, г/см³; η – коэффициент смятия, экспериментально установлено, что для комбинированной пневмомеханической нити $\eta = 0,2-0,25$.

Примем допущение, что сердечник деформируется при постоянном объеме. На основании этого примем условный коэффициент Пуассона $\mu = 0,5$.

Обозначаем начальные (до растяжения) геометрические параметры комбинированной нити: угол наклона хлопкового компонента γ_0 , диаметр его винтовой линии d_x , шаг витка h , длина витка l , а после растяжения комбинированной нити на относительную деформацию ε_n величинами γ_1 , d_{x1} , h_1 , l_1 , h_1 соответственно. Учитывая, что при растяжении длина хлопкового компонента увеличивается на ε_x , получаем из соответствующих треугольников развертки одного витка до и после деформирования (рисунок 2):

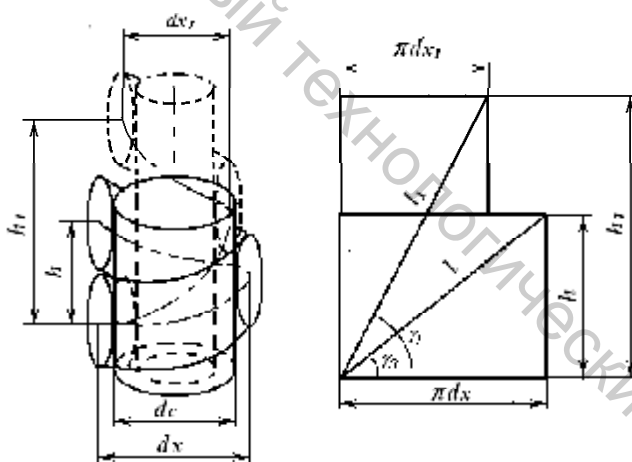


Рисунок 2 – Элемент рассматриваемой нити

$$h_1 = h \cdot (1 + \varepsilon_n). \quad (7)$$

$$l_1 = l \cdot (1 + \varepsilon_x). \quad (8)$$

$$d_{x1} = d_x \cdot (1 - \mu \varepsilon_n). \quad (9)$$

Определим зависимость относительного удлинения комбинированной нити в зависимости от относительного удлинения хлопкового компонента. Из треугольников развертки (рисунок 2) получим:

$$l_1 = \sqrt{(\pi d_{x1} \cdot (1 - \mu \varepsilon_n))^2 + (h \cdot (1 + \varepsilon_n))^2}. \quad (10)$$

Отсюда выразим ε_H :

$$\varepsilon_H = \frac{2\pi^2 d_x^2 \mu - 2h^2 + \sqrt{4\pi^2 d_x^2 (-2h^2 \mu - h^2 \mu^2 + l_1^2 \mu^2 - h^2) + 4h^2 l_1^2}}{2\pi^2 d_x^2 + 2h^2}, \quad (11)$$

где

$$l_1 = l \cdot (1 + \varepsilon_x) = \sqrt{(\pi d_x)^2 + h^2} \cdot (1 + \varepsilon_x). \quad (12)$$

Для определения d_x необходимо учесть, что, как отмечается исследователями [1], благодаря происходящей самоориентации волокон, спиральные витки, образуемые волокнами хлопкового компонента при обкручивании его вокруг сердечника, располагаются на произвольных диаметрах, имеющих значения от d_c до d_H . Пользуясь свойством волокон выравнивать в известной мере возникающие в них напряжения, можно все разнообразие форм спиральной намотки волокон свести как бы к одной, эквивалентной спирали, намотанной по материальному сердечнику такого диаметра d_x , чтобы она делила массу волокон, составляющих хлопковый компонент, на два равновеликих объема, т.е:

$$d_x = \frac{2}{\sqrt{8}} \cdot \sqrt{d_H^2 + d_c^2}, \quad (13)$$

где d_H – диаметр комбинированной нити; d_c – диаметр сердечника.

Такая спираль, отражая усредненное состояние волокна, эквивалентное всем другим волокнам, дает возможность произвести на его базе все расчеты и распространить их затем на всю остальную, эквивалентную этому волокну массу волокон, составляющих тело хлопкового компонента.

График зависимости относительного удлинения ε_H комбинированной нити 65 текс (сердечник – полиэфирная нить 27,7 текс) от относительного удлинения хлопкового компонента ε_x , (ε_H , ε_x – в долях) представлен на рисунке 3.

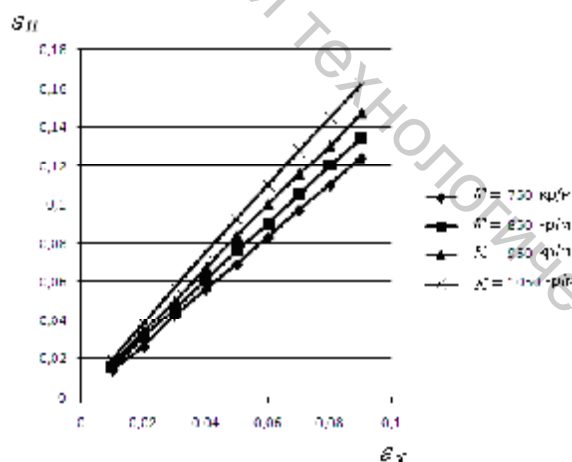


Рисунок 3 – Зависимость относительного удлинения комбинированной нити ε_H от относительного удлинения хлопкового компонента ε_x при различных крутках комбинированной нити

Из графика видно, что при растяжении комбинированной нити относительное удлинение хлопкового компонента ε_x меньше, чем относительное удлинение комбинированной нити ε_H . Так как комплексная полиэфирная нить является сердечником, ее относительное удлинение $\varepsilon_c = \varepsilon_H$.

При растяжении комбинированной нити возможны два случая:

- удлинение хлопкового компонента достигло значения его разрывного удлинения R_x , а величина удлинения сердечника все еще меньше его разрывного удлинения R_c . В этом случае произойдет обрыв хлопкового компонента, причем его

прочностные свойства используются полностью. Так как в этот момент растягивающую силу начинает воспринимать только сердечник, он либо оборвется, если величина растягивающей силы будет больше его прочности, либо продолжит растягиваться. В любом случае это будет считаться обрывом комбинированной нити. Тогда относительная разрывная нагрузка сердечника L_c' в момент обрыва хлопкового компонента будет равна:

$$L_c' = L_c \cdot \frac{\varepsilon_c \cdot 100}{R_c}, \quad (14)$$

где L_c – относительная разрывная нагрузка сердечника, сН/текс; R_c – разрывное удлинение сердечника, %; ε_c – относительное удлинение сердечника, в долях.

- удлинение сердечника достигло величины его разрывного удлинения R_c , а величина удлинения хлопкового компонента все еще меньше его разрывного удлинения R_x . В этом случае произойдет обрыв сердечника. Прочностные свойства сердечника будут использованы полностью, а хлопковой составляющей частично, поскольку обрыв сердечника неизбежно приведет к обрыву всей комбинированной нити. Тогда относительная разрывная нагрузка хлопкового компонента L_x' в момент обрыва сердечника будет равна:

$$L_x' = L_x \cdot \frac{\varepsilon_x \cdot 100}{R_x}, \quad (15)$$

где L_x – относительная разрывная нагрузка хлопкового компонента, сН/текс; R_x – разрывное удлинение хлопкового компонента, %; ε_x – относительное удлинение хлопкового компонента, в долях.

Теперь общую разрывную нагрузку комбинированной нити можно определить по формуле профессора А.Г. Когана [2] как сумму относительных разрывных нагрузок компонентов, с учетом их процентного вложения, вышерассмотренной неодновременности их разрыва, а также коэффициента упрочнения K_{yn} , отражающего увеличение прочности нити при обкручивании сердечника хлопковым компонентом ($K_{yn} = 1,1-1,15$).

В случае если хлопковый компонент обрывается раньше сердечника, относительная разрывная нагрузка будет равна:

$$L_n = \left(L_x \cdot \frac{X}{100} + L_c \cdot (100 - X) \cdot \frac{\varepsilon_c}{R_c} \right) \cdot K_{yn}, \quad (16)$$

где X – процентное удлинение менее растяжимого компонента, %.

$$\varepsilon_c = \frac{2\pi^2 d_x^2 \mu - 2h^2 + \sqrt{4\pi^2 d_x^2 (-2h^2 \mu - h^2 \mu^2 + l_1^2 \mu^2 - h^2) + 4h^2 l_1^2}}{2\pi^2 d_x^2 + 2h^2}. \quad (17)$$

$$l_1 = \sqrt{(\pi d_x)^2 + h^2} \cdot (1 + R_x) \quad (18)$$

Если сердечник обрывается раньше хлопкового компонента, относительная разрывная нагрузка будет равна:

$$L_n = \left(L_x \cdot \frac{\varepsilon_x}{R_x} \cdot X + L_c \cdot \frac{100 - X}{100} \right) \cdot K_{yn}, \quad (19)$$

где из формул 10 и 12 находим:

$$\varepsilon_x = \sqrt{\frac{(\pi d_x \cdot (1 - \mu \cdot R_c))^2 + (h \cdot (1 + R_c))^2}{\pi^2 d_x^2 + h^2}} - 1. \quad (20)$$

Относительную разрывную нагрузку хлопкового компонента L_x можно определить по формуле профессора А.Н. Соловьева.

Разрывное удлинение хлопкового компонента R_x можно определить по эмпирической формуле профессора К.И. Корицкого для пряжи пневмомеханического способа формирования [3]:

$$R_o = R_a(1,35 - 3,4 / \sqrt[3]{\gamma \cdot n_o}) \cdot \eta_o, \quad (21)$$

где R_o – разрывное удлинение хлопкового волокна, %; γ – коэффициент структуры, для пневмомеханической пряжи $\gamma = 0,71-0,73$; n_o – количество волокон в сечении пряжи; η_x – поправочный коэффициент на крутку. Для пневмомеханической пряжи с низкой круткой, как в данном случае, $\eta_k = 0,9-0,92$.

По разработанной формуле была определена разрывная нагрузка комбинированной пряжи линейных плотностей 65 и 40 текс. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета разрывной нагрузки комбинированных нитей пневмомеханического способа формирования

Наименование параметра	Единица измерения	Значение	
Линейная плотность нити	текс	65	40
Линейная плотность комплексной нити	текс	27,7	11,3
Сортировка хлопкового волокна		4-I, 4-II	4-I, 4-II
Заправочная крутка	кр/м	880	950
Разрывное удлинение комплексной нити, ε_c	%	15	14
Разрывное удлинение хлопковой составляющей, ε_x	%	8,57	7,9
Удлинение сердечника при разрыве нити, ε_k	%	13,1	10
Относительная разрывная нагрузка комплексной нити	сН/текс	62	66
Относительная разрывная нагрузка хлопкового компонента	сН/текс	8,57	8,64
Коэффициент упрочнения		1,12	1,15
Относительная разрывная нагрузка комбинированной нити по расчету	сН/текс	31,12	24,13
Относительная разрывная нагрузка комбинированной нити, полученная экспериментально	сН/текс	32	25,2
Отклонение теоретического значения от экспериментального	%	2,75	4,2

ВЫВОДЫ

Разработан метод прогнозирования разрывной нагрузки комбинированной хлопкополиэфирной нити пневмомеханического способа формирования с учетом особенностей ее структуры. Данная методика позволяет увязать физико-механические свойства исходных волокон и нитей и технологические параметры с ожидаемой разрывной нагрузкой нити на этапе проектирования.

Список использованных источников:

1. Соколов, Г. В. Вопросы теории кручения волокнистых материалов / Г. В. Соколов – Москва, 1974.
2. Коган, А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити / А. Г. Коган. – Москва, 1981. – 143 с.
3. Корицкий, К. И. Техничко-экономическая оценка и проектирование качества текстильных материалов / К. И. Корицкий. – Москва, 1983.

Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.

SUMMURY

The new method of predicting the tenacity of open end rotor yarn with the polyester core with the taking into account the features of it structure is developed. This method allows to define the tenacity of yarn, using physical-mechanical properties of initial components.

УДК 677.052.484.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ

Р.В. Киселев, А.С. Дягилев

На кафедре ПНХВ разработан новый технологический процесс получения высокоэластичных комбинированных пряж на пневмомеханической прядильной машине.

Пневмомеханический способ получения комбинированной высокоэластичной пряжи позволяет получать пряжу на стандартной пневмомеханической прядильной машине, подвергнутой модернизации. Главное преимущество пневмомеханического способа – высокая производительность машины и большая масса выпускной паковки (до 3 кг.). Это позволяет получать большую длину безузловой пряжи. Эластомерный филамент не подвергается повреждению при переработке и не имеет крутки, что обеспечивает лучшие эластичные и релаксационные свойства.

Технологический процесс получения высокоэластичной комбинированной пряжи представлен на рисунке 1.

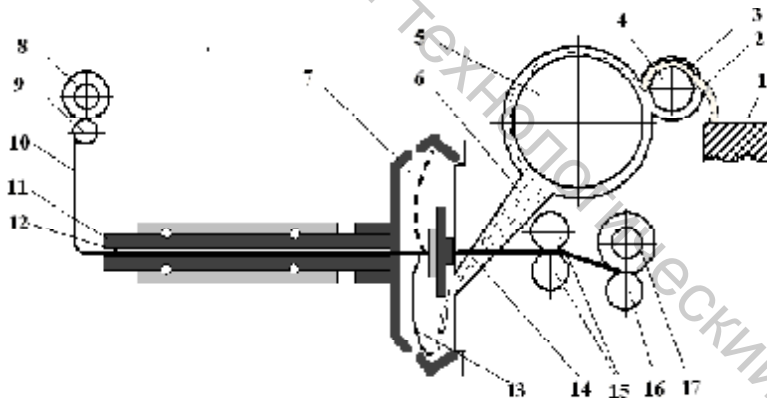


Рисунок 1 – Технологический процесс получения комбинированной высокоэластичной пряжи

Лента 2 из таза 1 с помощью питающего стола 3 и питающего барабанчика 4 подается к дискретизирующему барабанчику 5 с игольчатой или пильчатой гарнитурой. Лента утоняется и разъединяется на отдельные волокна. В камере 7 создается вакуум, и по пневмоканалу дискретный поток 6 подается в камеру 7, затем скользит к желобу камеры, где происходит циклическое сложение дискретного потока.

Свободный конец пряжи вводится через стеклянную трубку и отбрасывается к стенкам камеры. Нить начинает вращаться и прикручивает волокнистую мычку 13, находящуюся в желобе камеры.