

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВОЙСТВ ФЛОКИРОВАННОЙ НИТИ ОТ НАТЯЖЕНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ НИТИ

DETERMINATION OF DEPENDENCE OF THE FLOCK THREADS PROPERTIES FROM THE ROD TREAD TENSION

З.Р. СЦЕПУРЖИНСКАЯ, А.Ф. КАПИТАНОВ
Z.R. STSEPURZHINSKAJA, A.F. KAPITANOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

Проведены расчеты параметров подачи стержневой нити с исходной наковки на экспериментальной установке для флокирования нити, а также нитенатяжителя. Исследована зависимость натяжения стержневой нити от массы грузовых шайб, экспериментально обоснован выбор стержневой эластичной нити. Исследованы зависимости линейной плотности флокированной нити от массы грузовых шайб и относительной жесткости при кручении флокированной нити от ее линейной плотности.

Calculations of parameters of the feed of a rod thread from an initial bobbin on experimental installation for threads flocking and also the parameters of a thread tension device are carried out. Dependence of a rod thread tension on the weight of cargo washers is researched, the choice of a rod elastic thread is experimentally proved. Dependences of a linear density of the flock threads from cargo washers' weight and the one of relative rigidity when twisting the flocking threads from its linear density are researched.

Ключевые слова: электрофлокирование, установка, флокированная нить, плотность ворса, дисковый нитенатяжитель, натяжение, линейная плотность, свойства, жесткость при кручении.

Keywords: electric flocking, installation, a flock thread, a pile density, disk-type device for a thread tension, a tension, a linear density, properties, twisting rigidity.

Вид стержневой нити и натяжение, создаваемое в нитенатяжителе перед ее поступлением в клеенаносящее устройство, оказывают существенное влияние на свойства флокированной нити – линейную плотность и относительную жесткость при кручении. С целью определения качественных и количественных зависимостей этого влияния были проведены исследования на экспериментальной установке для получения флокированной нити [1].

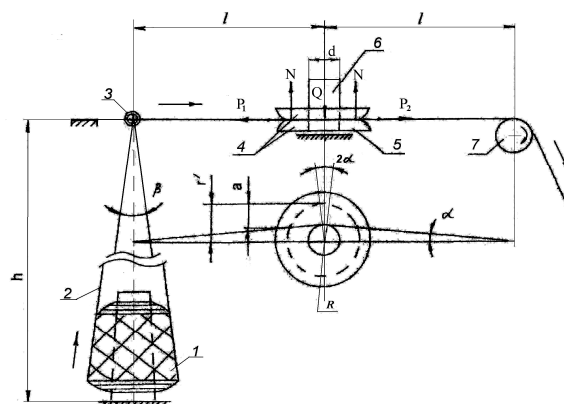


Рис. 1

Подача стержневой нити на экспериментальной установке осуществляется пассивным способом, то есть сматывается с биконической бобины принудительно с помощью наматывающего устройства. На рис. 1 показана схема нитеподачи и нитенатяжителя, реализованная на установке для получения флокированной нити. Стержневая нить 2 сматывается с бобины 1, установленной неподвижно на рамке со шпуляриком. После прохождения через глазок нитенаправителя 3, установленного точно по вертикальной оси бобины, нить поступает в нитенатяжитель 5 дискового типа, натяжение нити 2 в котором создается трением между нитью и дисками 4 и трением о направляющую поверхность стального стержня 6 с диаметром d . Нормальная нагрузка создается с помощью грузовых шайб, установленных на верхнем диске. Затем стержневая нить огибает вращающийся ролик 7 и поступает в клеенаносящее устройство (на рис.1 не показано). Высота h расположения глазка нитенаправителя 3 от нижнего основания бо-

бины, определяемая максимальным углом β конусности бобины, равным 9° , была рассчитана по методике [2] и составила 57,2 см.

Рассчитаем теоретически общее натяжение P_2 (мН) стержневой нити (считаем нить нерастяжимой, гибкой и с равным диаметром по всей длине), создаваемое в нитенатяжителе при изменении массы m (г) грузовых шайб дискретно от 5 до 45 г по формуле:

$$P_2 = P_1 e^{\mu 2\alpha} + 2\mu N (1 + e^{\mu 2\alpha}), \quad (1)$$

где P_2 – натяжение стержневой нити на выходе из нитенатяжителя, мН; P_1 – начальное натяжение, измеренное тензометром, составило в среднем 8 мН. Коэффициент трения μ полиамидной нити о стальную поверхность принимаем 0,28 [2] и считаем его постоянной величиной. Угол α или половину угла 2α огибания нитью стержня находим из условия:

$$\alpha = \arcsin \frac{R}{l} = \arcsin \frac{3,075}{80} = 2^\circ 12' = 0,0384 \text{ (рад)}, \quad (2)$$

где R – радиус осевой линии нити (мм); l – расстояние между осью стержня 6 и центром глазка нитенаправителя 3, а также осью направляющего ролика 7, равное 80 мм. Радиус осевой линии нити в (2) рассчитываем по формуле:

$$R = r + \frac{d_p}{2} = 3,075 \text{ (мм)}.$$

Здесь $r = \frac{d}{2} = 3$ (мм) – радиус стержня; d_p – расчетный диаметр (мм) стержневой нити, рассчитанный по формуле:

$d_p = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\delta}} = 0,15$ (мм), где T – линейная плотность стержневой нити, равная 15,6 текс; δ – средняя плотность комплексной капроновой нити, принимаемая равной 0,9 мг/мм³ (масса единицы объема нити,

измеренного по внешнему контуру, мг/мм³) [3]. В формуле (1) условно принимаем за сосредоточенную, нормальную силу N (мН), действующую на нить в точках трения ее о находящиеся под нагрузкой диски, рассчитываем по формуле [4]:

$$N = \frac{Qr'}{2a}.$$

Здесь Q – вес грузовых шайб (мН), равный $Q=mg$, где m – масса грузовых шайб, г; $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения; r' – средний радиус контактной поверхности дисков, равный 10,5 мм; a – плечо нормальных сил, равное 7,0 мм.

Значения натяжения P_2 (мН) стержневой нити на выходе из нитенатяжителя, рассчитанные по формуле (1), приведены в табл. 1.

Масса грузовых шайб m , г	5	15	25	35	45
Расчетное натяжение P_2 , мН	49,8	133,1	216,3	299,7	383,0
Среднее экспериментальное натяжение P_3 , мН	42,5	121,0	205,0	325,0	407,0
Отклонение экспериментального P_3 от расчетного P_2 , %	14,7	9,1	5,2	8,5	6,4
Средняя линейная плотность T_ϕ флокированной нити, текс	421,6	310,8	299,3	275,3	245,2

Измерим экспериментально натяжение P_3 (мН) стержневой нити на выходе из нитенатяжителя в зависимости от массы грузовых шайб m (г) тензометром НН-2 конструкции ЦНИИЛВ. После обработки экспериментальных данных в программе Excel получаем линейное уравнение:

$$P_3 = 9,34 m - 13,3, \quad (3)$$

позволяющее проектировать натяжение стержневой нити в зависимости от массы грузовых шайб. Определенные экспериментальным путем значения натяжений P_3 (мН) показаны в табл. 1, причем среднее отклонение от расчетных значений натяжений P_2 составило 8,8 %.

Затем при тех же значениях масс грузовых шайб были наработаны образцы флокированных нитей, где в качестве стержневой нити использовали полиамидную эластичную нить линейной плотностью 15,6 текс, полиамидный флок со средней длиной 1 мм и линейной плотностью 0,33 текс, адгезив – трехкомпонентная композиция на базе водно - дисперсионной клеевой системы Тубвинил LC 274 Н-Н и Тубассист Фикс 106 W фирмы "СНТ" (Германия) с вязкостью 9,3 Па·с. Флокированную нить вырабатывали при следующих технологических параметрах работы установки: скорости движения нити 0,9 м/мин; напряженности электрического поля 7,0 кВ/см; вибрации флокатора 2,0 Гц; величине подачи флока 0,9 г/мин; удельной подаче флока 6,0 г/(с·м²); времени нанесения флока 7,8 с; температуре термофиксации 100°C; времени сушки 67 с. Климатические условия в лаборатории во время эксперимента поддерживались автономным кондиционером и составили: относительная влажность воздуха 60±5 %, температура воздуха 22°C. Линейную

плотность флокированных нитей определяли путем взвешивания метровых отрезков на электронных весах марки "ОНАУС" (цена деления 0,0001 г) после сушки и вылеживания образцов при комнатной температуре в течение 3...4 суток для дальнейшей полимеризации клея. Экспериментальные данные, подтверждающие влияние натяжения стержневой нити на линейную плотность флокированной нити, приведены в табл.1. Так как при увеличении натяжения эластичная нить становится менее объемной, извитки ее распрямляются, нить набирает меньше адгезива, на ней фиксируется меньшее количество флока и соответственно линейная плотность флокированной нити уменьшается.

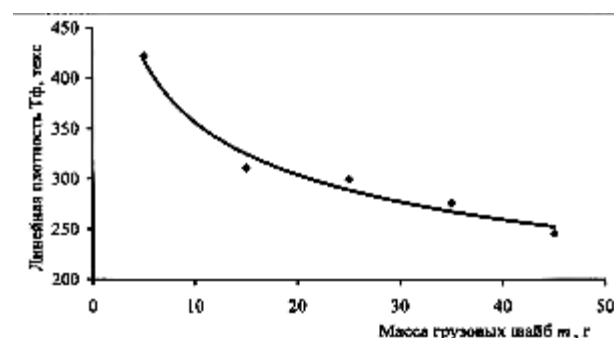


Рис. 2

Полученное после обработки экспериментальных данных в программе Excel степенное уравнение (4), графически представлено на рис. 2:

$$T_\phi = 603,95m^{-0,2291}, \quad (4)$$

позволяет проектировать линейную плотность T_ϕ (текс) флокированной нити в зависимости от массы m (г) грузовых шайб.

За базовый вариант принимаем флокированную нить средней линейной плотно-

сти 275,3 текс, полученную при массе шайб 35 г. При вышеперечисленных технологических параметрах работы установки с использованием стержневой полиамидной нерастяжимой комплексной нити линейной плотности 16,6 текс также была наработана флокированная нить. Парамет-

ры двух видов нитей приведены в табл. 2. Средние диаметры стержневых нитей с клеем определяли с помощью цифрового микроскопа Webbers G50S при увеличении 100^* , а плотность ворса – методом, разработанным в [5].

Т а б л и ц а 2

Вид стержневой нити, линейная плотность (текс)	Линейная плотность стержневой нити с клеем, текс	Средний условный диаметр стержневой нити с клеем, мм	Средняя линейная плотность флокированной нити, текс	Плотность ворса, 1/мм ²
Комплексная полиамидная нить 16,6/30 текс	36,2	0,364	163	344
Комплексная полиамидная эластичная нить 15,6 текс	50,1	0,382	270	568

Данные табл. 2 показывают увеличение количества нанесенного на эластичную нить адгезива, флока и увеличение линейной плотности базового варианта по сравнению с альтернативным, при этом плотность ворса базового варианта увеличилась на 65%, что обосновывает целесообразность использования эластичного материала в качестве стержневой компоненты.

Для установления зависимости между линейными плотностями флокированных нитей, полученных при различных массах

шайб (табл. 1) и их относительной жесткостью при кручении, образцы подвергались скручиванию на приборе КМ-20-2М по методике, описанной в [6]. В результате обработки экспериментальных данных, приведенных в табл. 3, в программе Excel было получено уравнение, позволяющее проектировать относительную жесткость нити при кручении в зависимости от ее линейной плотности:

$$K_{ж} = 15,566e^{0,0048T_{ф}}. \quad (5)$$

Т а б л и ц а 3

Средняя линейная плотность флокированной нити $T_{ф}$, текс	245,2	275,3	299,3	310,8	421,6
Средний период колебаний маятника t , с	13,5	13,25	12,5	12,25	9,0
Средняя относительная жесткость $K_{ж}$, усл. ед.	55,1	57,1	64,0	66,6	123,5

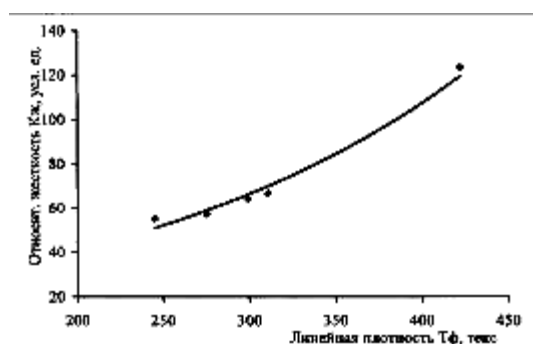


Рис. 3

Графически представленная на рис. 3 экспоненциальная зависимость (5) показывает, что с увеличением линейной плотности флокированной нити относительная жесткость при кручении увеличивается.

Эмпирически полученные уравнения (3), (4) и (5) адекватны по критерию Фишера при значении доверительной вероятности $P_D = 0,95$.

1. Получено экспериментальное уравнение, позволяющее проектировать натяжение стержневой эластичной нити в зависимости от массы грузовых шайб.

2. Полученные экспериментальные уравнения позволяют проектировать свойства флокированной нити – линейную плотность в зависимости от натяжения стержневой нити и относительную жесткость при кручении в зависимости от линейной плотности флокированной нити.

3. Экспериментально обоснован выбор стержневой эластичной комплексной полиамидной нити линейной плотностью 15,6 текс, позволяющий увеличить плотность ворса на 65% по сравнению с нерастяжимой нитью 16,6 текс.

1. *Капитанов А.Ф., Сцепуржинская З.Р., Костенко А.Ю. и др.* Патент РФ № 93808. Устройство для электрофлокирования нитеподобного материала. Приоритет от 28.12.2009, RU.

2. *Гарбарук В.Н.* Проектирование трикотажных машин: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1980.

3. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И.* Текстильное материаловедение (волокна и нити): Учебник для вузов. – М.: Легпромышлениздат, 1989.

4. Основы проектирования машин ткацкого производства: Учебник для студентов вузов / А.В. Дицкий, Р.М. Малафеев, В.И. Терентьев, А.А. Туваева; Под общей редакцией А.В. Дицкого. – М.: Машиностроение, 1983.

5. *Сцепуржинская З.Р., Капитанов А.Ф.* Определение расхода фlocks при получении флокированной нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С.35...38.

6. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: Учебн. пособ. для вузов / Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. и др. – М.: Легпромышлениздат, 1986.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 03.06.11.