

УДК 677.022:677.027.625.653

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ФЛОКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ФЛОКИРОВАННОЙ НИТИ

З.Р. СЦЕПУРЖИНСКАЯ, А.Ф. КАПИТАНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

Разработана методика, позволяющая рассчитать расход флока для спроектированной экспериментально-расчетным путем плотности ворсового покрова флокированной нити, а также удельный расход флока для проектирования конструктивных размеров флокатора при многониточном флокировании.

The technique, allowing to count the flock expense for the density of flocking threads nap cover designed by an experimentally-settlement method is developed, as well as the specific expense of a flock for designing of the flockator constructive sizes at the multithread flocking.

Ключевые слова: флокированная нить, плотность ворсового покрова, число волокон, напряженность электрического поля, величина расхода флока, время флокирования.

Исследования [1], [2] позволили создать теоретические предпосылки метода проектирования процесса флокирования и получаемых материалов, однако применение аналитических зависимостей требует знания входящих в них физико-технологических параметров и уточнений в случае, если флокированный материал – нить.

Целью данной работы является определение необходимого и достаточного расхода флока для получения заданной плотности ворсового покрова – числа волокон m , поступающих в зону флокирования, например, в одну секунду, для нанесения на 1 мм^2 поверхности стержневой нити. Расход флока при электрофлокировании должен быть оптимальным: его недостаток в

зоне нанесения ведет к редкому ворсу на поверхности стержневой нити и соответственно ухудшению ее свойств; избыток подаваемого флока вызывает уменьшение заряда на волокне, образование "цепочек" из волокон, осадению их вне стержневой нити в камере флокирования и, в конечном счете, также ведет к снижению плотности ворса. Для получения флокированной нити использовался макет установки, собранной в научно-исследовательской лаборатории "Фрикционные процессы в прядении" на кафедре технологии шерсти на базе ручного флокатора ФР-01, предоставленного фирмой "Контур – Флок" (Россия) и готовых блоков: нанесения клея, камеры флокирования, сушильной камеры, узла наматывания нити на цилиндрическую бобину,

а также узлов кинематики. Устройство работало при следующих параметрах: скорости движения нити 16,7 мм/с, времени флокирования 7,2 с, напряжении на заряжающем электроде 30...70 кВ, напряженности электрического поля 3...4 кВ/см, межэлектродном расстоянии 0,10 м, частоте вибрации флокатора 1,05 Гц. Компоненты флокированной нити: стержневая полиэфирная комплексная нить 65 текс; флок полиамидный 0,33 текс со средней длиной 1,0 мм, крашенный; клей воднодисперсионный марки UNONYL S-100 + FIX фирмы Swiss Flock (Швейцария).

При расчете расхода флока будем опираться на теорию образования ворсового покрова и уравнение образования предельной плотности флокирования [1].

Расход флока (m , 1/с) определялся по уточненной для нити формуле (1), приведенной в [1]:

$$m = -n_{\max} a V \ln \frac{n_{\max} - n_p}{n_{\max}}, \quad (1)$$

где n_{\max} – максимальная плотность ворса на поверхности стержневой нити при стремящемся к бесконечности времени флокирования, 1/мм²; n_p – заданная плотность ворса при определенной напряженности электрического поля в зоне флокирования, 1/мм²; a – ширина боковой поверхности покрытой клеем стержневой нити, доступной для закрепления ворса, мм; V – скорость движения нити в камере флокирования, мм/с.

Заданная n_p и максимальная n_{\max} плотности нанесения ворса определялись экспериментально-расчетным путем. Для этого проведен однофакторный эксперимент, в котором указанные выше параметры работы макета установки оставляли неизменными при варьировании величины напряженности поля E в диапазоне 3,0...7,0 кВ/см; при этом относительные ошибки средних значений показателей не превышали 5,27% при доверительной вероятности 0,95.

Определяли массы метровых отрезков нити с нанесенным на нее клеем ($G_k=0,18$ г) и флокированных нитей (G_ϕ) (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

E , кВ/см	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
G_ϕ , г	0,35	0,45	0,47	0,51	0,50
n_p , 1/мм ²	259	375	397	440	430
σ , 1/мм ²	19,1	17,0	18,4	19,8	17,7
C , %	7,37	4,53	4,63	4,50	4,12

Массу флока G (г/м²), нанесенного на 1 м² поверхности стержневой нити с клеем, определяли по привесу по методике, изложенной в [2], и рассчитывали по уточненной для нити формуле, приведенной в [1]:

$$G = \frac{G_\phi - G_k}{S_k}, \quad (2)$$

где S_k – площадь боковой поверхности метрового отрезка стержневой нити с клеем, имеющей условный диаметр D_k , рассчитывается по формуле:

$$S_k = \pi D_k \ell. \quad (3)$$

Рассчитаем плотности нанесения ворса n_p , 1/мм², по формуле:

$$n_p = \frac{G}{g_0}, \quad (4)$$

где g_0 – масса одного волокна флока, г (считаем волокно цилиндрическим):

$$g_0 = \frac{\pi \gamma d_\phi^2 \ell_\phi}{4 \cdot 10^3} = 0,323 \cdot 10^{-6} \text{ г}, \quad (5)$$

где γ – удельная плотность (1,14 мг/мм³); ℓ_ϕ – длина флока (1,0 мм); d_ϕ – диаметр флока (0,019 мм).

Экспериментальные показатели плотности n_p ворсового покрова в зависимости от напряженности E электрического поля приведены в табл. 1.

После обработки экспериментальных данных в вычислительной среде Mathcad и проверки на адекватность модели и значимость коэффициентов регрессии была получена расчетная зависимость плотности нанесения ворса от напряженности электрического поля:

$$n_p(E) = -202,8 + 205,7 E - 16,5 E^2, \quad (6)$$

при этом экстремум $n_p = 438 \text{ 1/мм}^2$ (соответствующая линейная плотность флокированной нити 510,6 текс) имеет место при $E = 6,2 \text{ кВ/см}$. Эту плотность ворса мы принимаем как заданную.

Максимальную экспериментальную плотность ворса на поверхности стержневой нити при времени флокирования, стремящемся к бесконечности, n_{\max} определяем как предел функции $n_p = f(t)$, где t – время флокирования отрезка нити, с. Установлено, что эта зависимость имеет асимптоту, положение которой в системе координат определяется $n_{\max} = 480 \text{ 1/мм}^2$.

Ширину боковой поверхности a , мм, покрытой клеем стержневой нити, доступной для закрепления ворса, определяем по формуле:

$$a = \frac{\pi D_k}{k}, \quad (7)$$

где D_k – условный диаметр стержневой нити с клеем, мм (определялся на цифровом микроскопе Webbers при увеличении в $100\times$; в среднем он был равен 0,88 мм); k – коэффициент запаса, принимаемый равным 0,8 [1].

Небольшой излишек подаваемого флока, обусловленный применением коэффициента запаса, способствует более равномерному радиальному нанесению ворса на покрытую проводящим клеем стержневую нить, которая будучи заземленной, сама является электродом и частично искажает

силовое поле вблизи своей поверхности, а также за счет бокового контакта движущихся волокон, выравнивая траектории их полета, в силу колебания волокон, не всегда совпадающих с линиями напряженности электрического поля [1].

В практических расчетах расход флока удобнее выражать не в количестве волокон, подаваемых за 1 с ($m, \text{ 1/с}$), а весом флока, подаваемого за одну секунду ($P, \text{ г/с}$), рассчитанного по формуле:

$$P = mg_0 = 0,676 \cdot 10^5 \cdot 0,323 \cdot 10^{-6} = 0,022, \text{ г/с}, \quad (8)$$

где g_0 – масса одного волокна флока, г (рассчитана выше по формуле (5)).

Расчет удельного расхода флока отличается от аналогичного для плоского рулонного материала, что имеет значение при проектировании конструктивных размеров флокатора при многониточном флокировании.

$$\text{Удельный расход флока } P_{\text{уд}} \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} \right)$$

рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{уд}} = \frac{P}{S_6} = \frac{0,022}{2,4 \cdot 10^{-3}} = 9,2 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} \right), \quad (9)$$

где S_6 – площадь подающей сетки флокатора, м^2 :

$$S_6 = a_f b = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

где a_f – рабочая ширина флокатора, (0,02 м); b – длина зоны флокирования, (0,12 м).

В нашем случае длина зоны флокирования 0,12 м – определена конструктивно, рабочая же ширина флокатора 0,02 м – определяется как оптимальное расстояние между флокируемыми нитями [2].

Величины расхода и удельного расхода флока являются важнейшими технологическими параметрами процесса флокирования и наряду со временем флокирования в значительной степени определяют плотность ворсового покрова.

ВЫВОДЫ

Разработана методика, позволяющая рассчитать расход флока для спроектированной заданной плотности ворсового покрова флокированной нити, величина которого должна находиться в соответствии с максимальной экспериментальной плотностью ворса и скоростью перемещения стержневой нити, а также удельный расход флока для проектирования конструктивных размеров флокатора при многониточном флокировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бершев Е.Н.* Электрофлокирование (нанесение ворса в электростатических полях). – М.: Легкая индустрия, 1975.

2. *Иванов О.М.* Развитие теории и технологии производства электрофлокированных материалов: Дис....докт. техн. наук. – С-Пб., 2007. Т.1, 2.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 15.02.10.
