

УДК 677.053.7

**НАТЯЖЕНИЕ НИТИ ПРИ СМАТЫВАНИИ ЕЕ С БОБИНЫ
НА СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ**

**THREAD TENSION WHEN WINDING IT FROM THE BOBBIN
ON THE WARPING AND SLASHING UNIT**

T.B. СМІРНОВА, В.Л. МАХОВЕР
T.V. SMIRNOVA, V.L. MAKHOVER

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: ttp@ivgpu.com

Исследовано натяжение нити при осевом сматывании ее с бобины шпулярника сновально-шлихтовального агрегата. Получены адекватные математические модели, позволяющие установить условия для создания рекомендуемого натяжения нити.

Studied the tension of the threads under axial winding it from the bobbin carrier warping and slashing unit. The adequate mathematical model, allowing to establish conditions to establish the recommended thread tension.

Ключевые слова: натяжение нити, сновально-шлихтовальный агрегат, математическая модель, экспериментальный стенд, исследуемые факторы.

Keywords: the thread tension, warping and slashing unit, a mathematical model, experimental stand, the studied factors.

Согласно [1] скорость сматывания нитей с бобин шпулярника сновально-шлихтовального агрегата [2] в 6...8 раз меньше скорости процесса партионного снования. Поэтому практический интерес представляет экспериментальное исследование

натяжения нити, сматывающейся со шпулярника при скоростях, близких к скоростям на сновально-шлихтовальном агрегате.

Целью настоящего исследования является получение и анализ математической

модели для натяжения нити, сматывающейся со шпулярика при скоростях, близких к скоростям на сновально-шлихтовальном агрегате.

В работе использовали полный факторный эксперимент ПФЭ³. На основании

априорных сведений о процессе в план эксперимента по изучению натяжения были включены три наиболее существенных фактора, наименования которых, их уровни и интервалы варьирования указаны в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Обозначение и наименование факторов	Уровни варьирования x_i			Интервалы варьирования J_i
	-1	0	+1	
X_1 – скорость сматывания, м/мин	80	100	120	20
X_2 – диаметр бобины, мм	80	150	220	70
X_3 – вес шайбы в натяжном приборе, сН	9	18	27	9

Эксперимент проводили с хлопчатобумажной пряжей двух подходящих линейных плотностей 18,5 и 42 текс, используемых для выработки исследуемых артикулов тканей – марля арт. 6498 и бязь арт. 299 соответственно. Нити в опытах сматывались с цилиндрических бобин пневмомеханического способа прядения на специальном стенде, изготовленном на базе мотальной машины типа М-150. Функциональная схема экспериментального стенда приведена на рис. 1.

Стенд включает в себя имеющиеся на мотальной машине: боковой электродвигатель 1, ведущий и ведомый шкивы 2 и 3 клиноременной передачи, вал 4 мотальных барабанчиков. Вместо последнего (крайнего) мотального барабанчика на машине был установлен цилиндрический двухступенчатый наматывающий блок 5 с различными диаметрами D_1 и D_2 , позволяющими осуществлять разные линейные скорости сматывания нити с бобины 7.

Нить 6 (рис. 1), сматываемая с бобины 7, проходит через шайбовый натяжной прибор 8, датчик 9 измерителя натяжения и наматывается на одну из цилиндрических поверхностей наматывающего блока

5. Шкивы 2 и 3 специально были изготовлены с диаметрами $D=240$ мм и $d=80$ мм, а наматывающий блок 5 – с диаметрами $D_1=51$ мм и $D_2=76$ мм.

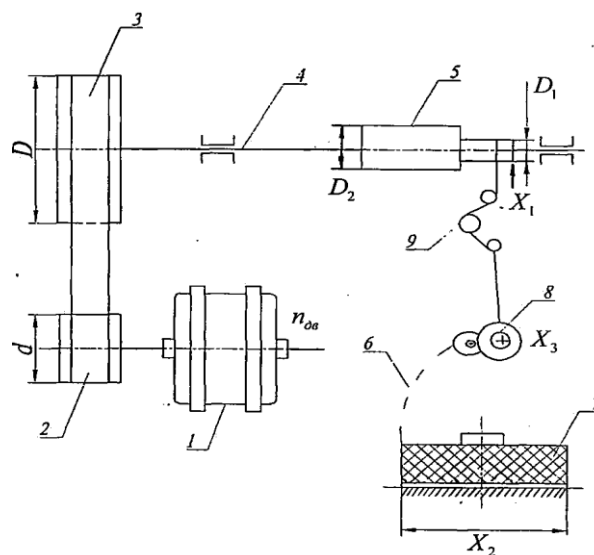


Рис. 1

При скорости вращения электродвигателя 1 $n_{дв}=1500$ об/мин указанные размеры диаметров давали возможность получать две скорости наматывания нити и соответственно сматывания ее с бобины:

$$v_1 = n_{дв} \frac{d}{D} \pi D_1 = 1500 \frac{80}{240} \cdot 3,14 \cdot 0,051 \approx 80 \text{ м/мин,}$$

и

$$v_2 = n_{дв} \frac{d}{D} \pi D_2 = 1500 \frac{80}{240} \cdot 3,14 \cdot 0,076 \approx 120 \text{ м/мин.}$$

Измерение натяжения движущейся нити в зоне 9 (рис. 1) проводили с помощью цифрового переносного прибора МТ311 предприятия-изготовителя ЗАО "Метротекс" с относительной погрешностью измерения 2%.

Матрицы планирования эксперимента,

результаты опытов и их первичная математическая обработка приведены в табл. 2 (хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 18,5 текс для марли) и табл. 3 (хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 42 текс для бязи).

Т а б л и ц а 2

Номер опыта j	Кодированные значения факторов			Повторные опыты Y _{ji} , сН		\bar{y}_j , сН	$s_j^2\{y\}$, сН ²	Y _{Rj} , сН
	x ₁	x ₂	x ₃	1	2			
1	-	-	-	6	8	7,0	2,00	7,75
2	+	-	-	10	9	9,5	0,50	8,75
3	-	+	-	17	18	17,5	0,50	18,25
4	+	+	-	9	10	9,5	0,50	8,75
5	-	-	+	11	13	12,0	2,00	12,75
6	+	-	+	19	19	19,0	0,00	18,25
7	-	+	+	14	13	13,5	0,50	14,25
8	+	+	+	20	16	18,0	8,00	17,25
Σ 106,0						14,00		

Т а б л и ц а 3

Номер опыта j	Кодированные значения факторов			Повторные опыты Y _{ji} , сН		\bar{y}_j , сН	$s_j^2\{y\}$, сН ²	Y _{Rj} , сН
	x ₁	x ₂	x ₃	1	2			
1	-	-	-	14	12	13,0	2,00	14,00
2	+	-	-	16	14	15,0	2,00	15,25
3	-	+	-	24	22	23,0	2,00	22,75
4	+	+	-	14	16	15,0	2,00	14,00
5	-	-	+	18	18	18,0	0,00	17,75
6	+	-	+	23	25	24,0	2,00	23,00
7	-	+	+	21	23	22,0	2,00	23,00
8	+	+	+	26	24	25,0	2,00	25,25
Σ 106,0						14,00		

Полученные в результате эксперимента данные подвергали математической обработке с целью получения математических моделей для натяжения нити при осевом сматывании с бобины. Предварительно определяли указанные в табл. 2 и 3 средние значения $\bar{y}_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 y_{ji}$ и построчные дисперсии $s_j^2\{y\} = \frac{1}{2-1} \sum_{i=1}^2 (y_{ji} - \bar{y}_j)^2$ выходного параметра.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3, \quad (1)$$

где факторы имеют кодированные значения $(-1 \leq x_i \leq +1, i = 1, 2, 3)$.

Воспроизводимость эксперимента проверялась с помощью критерия Кохрена [3] по повторным опытам в строках матрицы планирования. Для этого определяли расчетные значения критерия

$$G_R = s^2\{y\} \max_j \left/ \sum_{j=1}^N s_j^2\{y\} \right. \text{ при подготовке основ для ткани марля и бязь.}$$

Математическая модель для данного факторного эксперимента имеет вид:

Поскольку дисперсии воспроизводимости эксперимента в обоих случаях равны

$$s_1^2 \{b\} = s_2^2 \{b\} = s^2 \{b\} = s^2 \{y\} / (Nm') = 1,75 / (8 \cdot 2) = 0,1094.$$

Определены расчетные значения критерия Стьюдента $t_{R_i} = |b_i| / s \{b\}$ для коэффициентов регрессии.

Табличное значение критерия Стьюдента [3] в обоих случаях равно $t_T \{P_d=0,95, k=N(m'-1)=8(2-1)=8\} = 2,306$. В первом случае $t_{R_1} < t_T$, а во втором случае $t_{R_1} < t_T$ и $t_{R_{23}} < t_T$. Следовательно, для пряжи линейной плотности 18,5 текс в ма-

между собой, дисперсии коэффициентов регрессии тоже будут одинаковы:

тематической модели (1) коэффициент b_1 является незначимым. А при сматывании с бобины нити линейной плотности 42 текс незначимыми в математической модели (1) будут коэффициенты b_1 и b_{23} .

После исключения незначимых коэффициентов в итоге получаем следующие математические модели:

- при сматывании нити линейной плотности 18,5 текс (для ткани марля):

$$Y = 13,250 + 1,375x_2 + 2,375x_3 - 1,625x_1x_2 + 2,125x_1x_3 - 1,250x_2x_3 + x_1x_2x_3; \quad (2)$$

- при сматывании нити линейной плот-

ности 42 текс (для ткани бязь):

$$Y = 19,375 + 1,875x_2 + 2,875x_3 - 1,625x_1x_2 + 1,875x_1x_3 + 0,875x_1x_2x_3. \quad (3)$$

Рассчитанные по этим математическим моделям значения Y_{R_j} выходного параметра в опытах приведены в последних столбцах табл. 2 и 3.

Для проверки адекватности математических моделей (2) и (3) предварительно рассчитывали соответствующие дисперсии адекватности по формуле:

$$s_{ад}^2 \{y\} = \frac{m'}{N-M} \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_{R_j})^2, \quad (4)$$

где m' – число повторных опытов в строках матрицы планирования; M – число значимых коэффициентов математической модели.

Поскольку в обоих случаях расчетное значение критерия Фишера получилось меньше табличного, то есть $F_R < F_T$, гипотеза об адекватности регрессионных математических моделей (2) и (3) не отвергается.

Заметим, что с использованием табл. 1 и выражений [3]:

$$X_i = X_{oi} + x_i J_i, \quad i=1, 2, 3, \quad (5)$$

где X_{oi} – основной (нулевой) уровень i -го фактора, математические модели (2) и (3) могут быть записаны в натуральных значениях факторов.

Адекватность математических моделей проверяли по критерию Фишера, а незначимые коэффициенты в них с доверительной вероятностью $P_d=0,95$ исключены с помощью критерия Стьюдента.

На рис. 2-а, б показаны контурные кривые натяжения нити, построенные по уравнениям (2) и (3) при фиксированных скоростях процесса 75 и 95 м/мин для исследуемых артикулов тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 соответственно. Из этих рисунков видно, что характер изменения графиков для обоих видов пряжи одинаков.

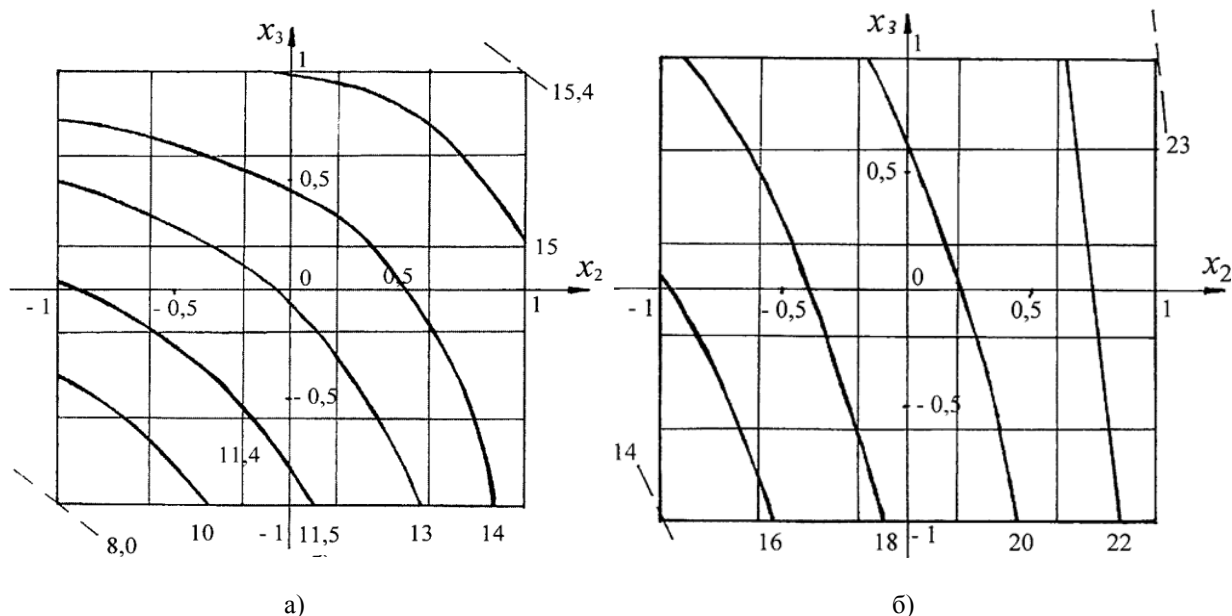


Рис. 2

ВЫВОДЫ

1. Анализ математических моделей и сечений поверхности отклика показывает, что:

- как и следовало ожидать, с увеличением веса грузовых шайб в натяжном приборе натяжение нити, сматывающейся с бобины, возрастает;

- с уменьшением диаметра бобины натяжение нити уменьшается, что можно объяснить возрастанием крутизны баллона (из-за увеличивающейся угловой скорости вращения нити в баллоне) и соответствующим снижением сил трения нити о боковую поверхность и торец цилиндрической бобины.

2. Математические модели позволяют установить величину шайбовой нагрузки в натяжном приборе шпулярника сновально-шлихтовального агрегата, необходимой для создания рекомендуемого натяжения нити, при заданной скорости процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маховер В.Л., Зарубина Г.С., Смирнова Т.В. Расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. - №4. С.51...54.

2. Патент РФ № 1541320. Устройство для приготовления основных нитей к ткачеству / Ерохин Ю.Ф., Маховер В.Л., Гарелин В.Н.; опубли. 07.02.90, Бюл. № 5.

3. Маховер В.Л. Вероятностные методы исследования технологических процессов ткацкого производства. – Иваново: ИГТА, 2013.

REFERENCES

1. Mahover V.L., Zarubina G.S., Smirnova T.V. Raschetnye formuly dlya opredeleniya skorosti shlihtovaniya hlopchatobumazhnoj pryazhi // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2009. - №4. S.51...54.

2. Patent RF № 1541320. Ustrojstvo dlya prigotovleniya osnovnyh nitej k tkachestvu / Erohin Yu.F., Mahover V.L., Garelin V.N.; opubl. 07.02.90, Byul. № 5.

3. Mahover V.L. Veroyatnostnye metody issledovaniya tehnologicheskikh processov tkackogo proizvodstva. – Ivanovo: IGTA, 2013.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 19.09.17.