

УДК 677.021

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЯ КРУТКИ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖИ  
НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**MODELING THE VALUES OF FINCHES TWIST YARN  
ON THE BASIS OF EXPERIMENTAL STUDIES**

*Н.С. КУЗНЕЦОВА, В.И. ЖУКОВ*  
*N.S. KUZNETSOVA, V.I. ZHUKOV*

(Костромской государственный университет)  
(Kostroma State University)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье рассмотрены вопросы формирования крутки льняной вьюрковой пряжи. Проведено исследование значений крутки вьюрковой пряжи в зависимости от подаваемого давления сжатого воздуха во вьюрки. Проанализированы экспериментальные данные и получены математические зависимости, на основе которых создана имитационно-статистическая модель, позволяющая рассчитывать крутку и прочность вьюрковой пряжи.*

*The article deals with the formation of the twist of linen reel yarn. The study of the values of twist of the reel yarn depending on the pressure of compressed air in the reels. The analysis of the obtained experimental data and obtained mathematical dependences, on the basis of which a simulation and statistical model is created, which allows to calculate the twist and strength of the reel yarn.*

**Ключевые слова:** кручение пряжи воздушным вихрем, льняная пряжа, вьюрковый способ, математическое моделирование, имитационно-статистическая модель.

**Keywords:** twisting yarn air vortex, linen yarn, reel method, mathematical modeling, simulation and statistical model.

На вьюрковой прядильной машине формирование пряжи осуществляется способом ложного кручения сжатым воздухом с использованием пневмовьюрка [1...3]. Основным технологическим параметром вьюр-

ковой прядильной машины, влияющим на процесс формирования продукта и его показатели качества, является давление сжатого воздуха, подаваемого в пневматические вьюрки, внутри которых создается

воздушный вихрь, закручивающий продукт. Изучение влияния установленного давления воздуха во вьюрках является важным этапом изучения процесса кручения вьюрковой пряжи и позволит определить рациональные технологические параметры работы вьюрковой машины.

Проведена серия экспериментальных испытаний по определению влияния давления, направления вращения сжатого воздуха во вьюрках и скорости выпуска на значения крутки вьюрковой пряжи. После статистической обработки экспериментальных данных получены регрессионные зависимости крутки в готовой пряже от давления сжатого воздуха во вьюрках и скорости выпуска [4].

Представлены графические зависимости для льняной пряжи из ровницы интенсивной химической обработки (рис. 1-а, б) Рис. 1 – зависимость крутки вьюрковой пряжи, сформированной с двумя вьюрками, воздух в которых вращается в одинаковые стороны: а) – скорость наматывания 10 м/мин, б) – скорость наматывания 20 м/мин, в) – скорость наматывания 30 м/мин, г) – скорость наматывания 40 м/мин, д) – скорость наматывания 50 м/мин, е) – скорость наматывания 60 м/мин. Анализируя зависимости, отмечаем тенденцию к увеличению крутки с увеличением давления воздуха во вьюрках. Зависимость крутки от давления сжатого воздуха является прямо пропорциональной.

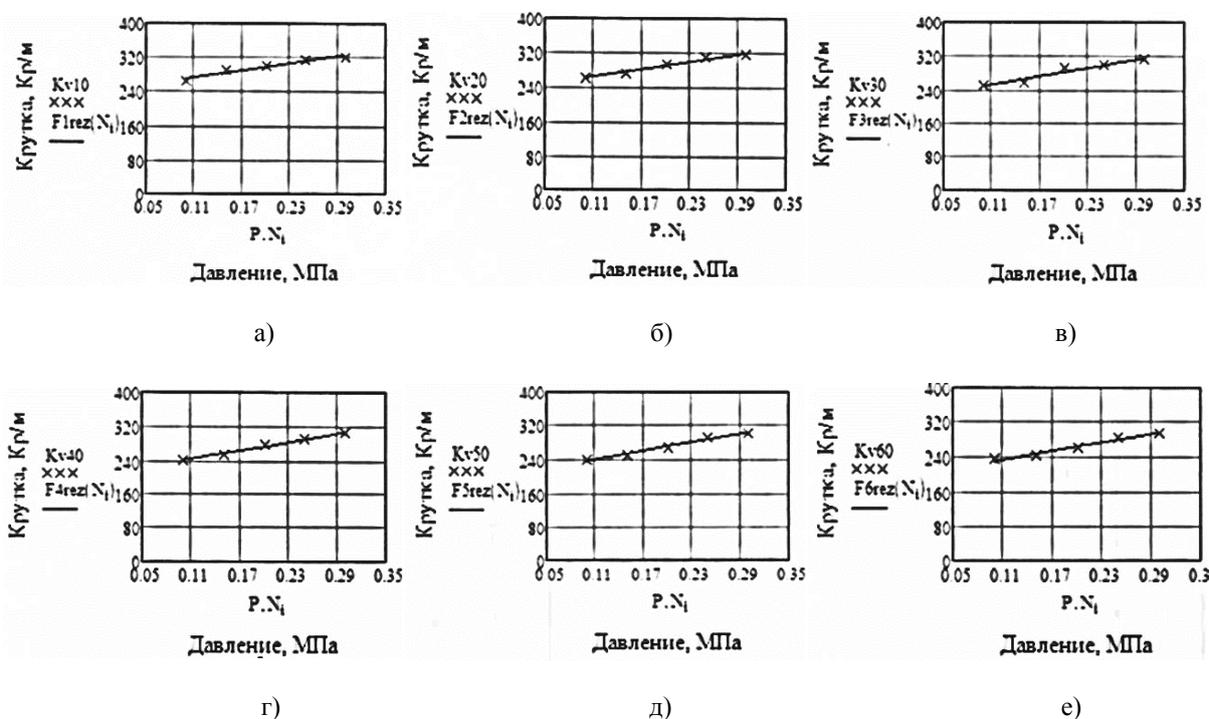


Рис. 1

Рассматривая зависимость крутки пряжи от скорости выпуска, можно сделать вывод о незначительном влиянии скорости выпуска на крутку. Наблюдается тенденция к уменьшению значений крутки. При противоположном направлении вращения воздуха во вьюрках значения количества кручений несколько выше, чем при одинаковом направлении вращения воздуха, что является логичным, так как разнонаправлен-

ные воздушные вихри закручивают продукт интенсивнее. Значение крутки в местах ее скопления для льняной пряжи из ровницы интенсивной химической обработки варьируется около 300 кр/м.

Необходимым этапом в исследовании процесса кручения является определение функциональной зависимости значения крутки без учета ее направления от давления сжатого воздуха во вьюрках. В связи с

тем, что крутка продукта относится к показателям качества пряжи, ее прогнозирование на стадии моделирования позволит

сформировать пряжу с заданными качественными характеристиками.

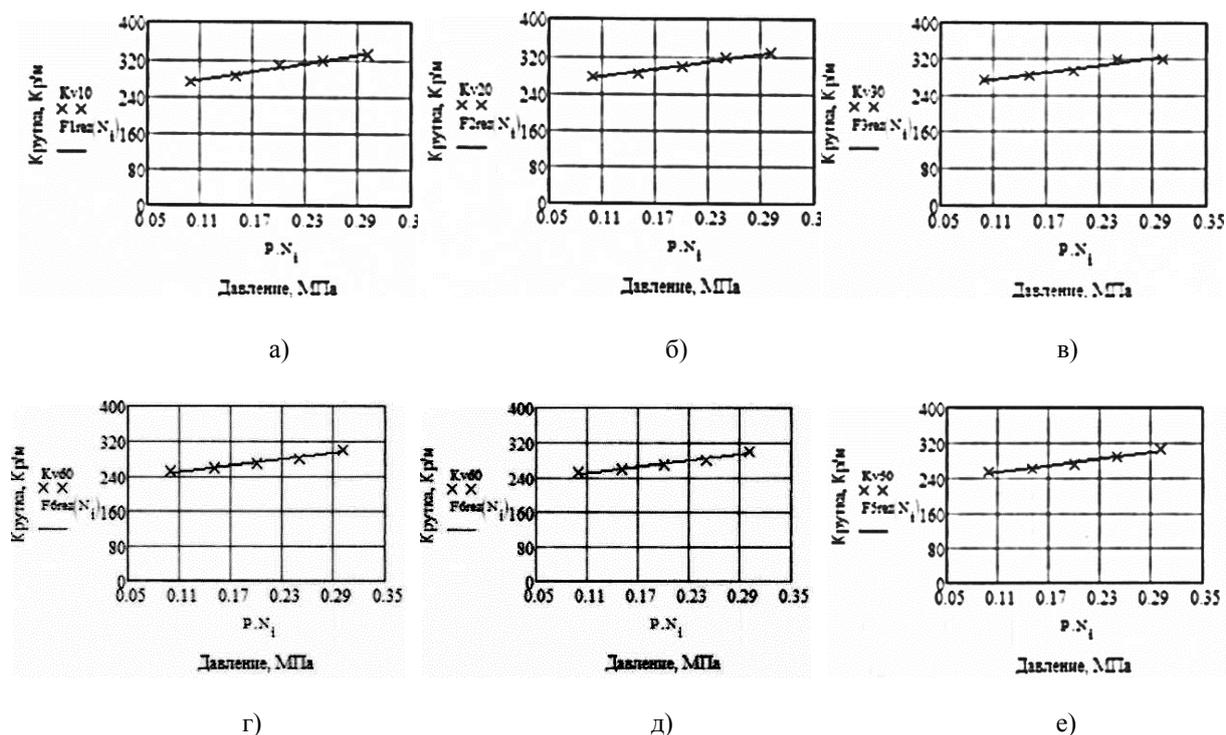


Рис. 2

Полученные экспериментальные данные по исследованию значения крутки пряжи в зависимости от давления можно представить следующим образом (рис. 2-а). Рис. 2 – зависимость крутки вьюрковой пряжи, сформированной с двумя вьюрками, воздух в которых вращается в разные стороны: а) – скорость наматывания 10 м/мин, б) – скорость наматывания 20 м/мин, в) – скорость наматывания 30 м/мин, г) – скорость наматывания 40 м/мин, д) – скорость наматывания 50 м/мин, е) – скорость наматывания 60 м/мин.

При противоположном направлении увеличение давления во вьюрках интенсивнее увеличивает крутку пряжи, чем при одинаковом направлении, об этом говорит более высокий угловой коэффициент полученных функций аппроксимации. Влияние скорости на крутку изображено на рис. 3-б. Видно, что с увеличением скорости выпуска крутка уменьшается.

На рис. 3 показана зависимость крутки пряжи в местах ее скопления (а – от давления сжатого воздуха во вьюрках, б – от скорости выпуска пряжи).

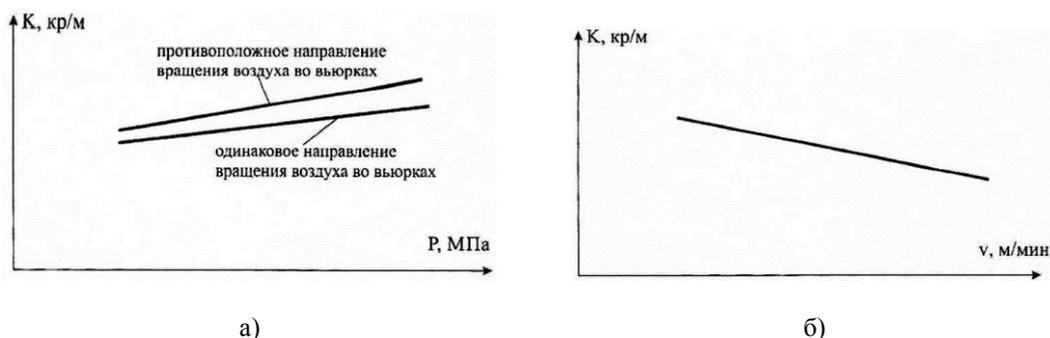


Рис. 3

Задачей анализа является получение таких математических моделей, которые могут учитывать влияние как скорости выпуска, так и давления сжатого воздуха во вьюрках. Проведен многоступенчатый поиск адекватных функций аппроксимации, и

$$K(P, V) = \left( \frac{100}{e^V} K_1 + K_2 \cdot 0,82 \right) P + \frac{100}{e^V} (K_1 - 1) + K_2.$$

Для одинакового направления вращения

получена математическая модель влияния скорости выпуска и давления на крутку пряжи.

Для разного направления вращения воздуха во вьюрках:

$$K(P, V) = \left( \frac{100}{e^V} K_1 + K_2(1 - 0,82) \right) P + \frac{100}{e^V} (K_1 - 1) + K_2,$$

воздуха во вьюрках:

где  $K_1, K_2$  – коэффициенты, зависящие от направления вращения сжатого воздуха во вьюрках, (табл. 1 – коэффициенты математической модели свойств льняной вьюрковой пряжи линейной плотности 56...86 текс; табл. 2 – коэффициенты математической модели свойств оческовой вьюрковой

пряжи линейной плотности 86...120 текс);  $P$  – давление сжатого воздуха во вьюрках, МПа;  $V$  – скорость выпуска, с.

Адекватность полученных моделей оценивалась корреляционным отношением (для всех полученных уравнений  $KO > 0,94$ ).

Таблица 1

Вид направления вращения сжатого воздуха во вьюрках	Льняная пряжа					
	интенсивная химическая обработка		окислительная варка		щелочная варка	
	$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_2$
Одинаковое	1,6	180	1,44	162	1,376	154
Противоположное	1,514	215	1,363	193	1,287	182

Таблица 2

Вид направления вращения сжатого воздуха во вьюрках	Оческовая пряжа					
	интенсивная химическая обработка		окислительная варка		щелочная варка	
	$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_2$
Одинаковое	1,424	160,2	1,37	1,52	1,296	145,8
Противоположное	1,35	192	1,272	180,6	1,211	172

Проведенные ранее исследования позволили получить логарифмическую зависимость значения прочности пряжи от давления сжатого воздуха во вьюрках:

$$P_0(P) = K_{p1} \cdot \ln(P) + K_{p2} \cdot P + K_{p3},$$

где  $K_{p1}, K_{p2}, K_{p3}$  – коэффициенты, зависящие от вида химической обработки ровницы, вида пряжи и направления вращения сжатого воздуха во вьюрках (табл. 3 – коэффициенты математической модели свойств льняной вьюрковой пряжи линей-

ной плотности 56...86 текс; табл. 4 – коэффициенты математической модели свойств оческовой вьюрковой пряжи линейной плотности 86...120 текс);  $P$  – давление сжатого воздуха во вьюрках, МПа.

Проведенные серии испытаний по определению крутки и прочности льняной и оческовой пряжи, изготовленной из ровницы различной химической обработки, аппроксимация экспериментальных данных, определение математических моделей позволили создать совокупную программу-расчет, моделирующую свойства вьюрковой

пряжи на стадии проектирования – имитационно-статистическую модель вьюркового

прядения для пряж средних линейных плотностей (около 56...120 текс).

Таблица 3

Вид направления вращения сжатого воздуха во вьюрках	Льняная пряжа								
	интенсивная химическая обработка			окислительная варка			щелочная варка		
	Кр1	Кр2	Кр3	Кр1	Кр2	Кр3	Кр1	Кр2	Кр3
Одинаковое	28,48	-131,72	82,77	23,04	106,56	66,96	20,8	-96,2	60,45
Противоположное	32,05	-148,06	92,95	28,8	-133,2	83,7	26,56	-122,84	77,19
Один вьюрок	13,44	-62,16	39,06	-	-	-	-	-	-

Таблица 4

Вид направления вращения сжатого воздуха во вьюрках	Оческовая								
	интенсивная химическая обработка			окислительная варка			щелочная варка		
	Кр1	Кр2	Кр3	Кр1	Кр2	Кр3	Кр1	Кр2	Кр3
Одинаковое	22,08	-102,12	64,17	20,48	-94,72	59,52	19,84	-91,76	57,66
Противоположное	26,24	-121,36	76,26	25,6	-118,4	74,4	25	-116,1	73,08

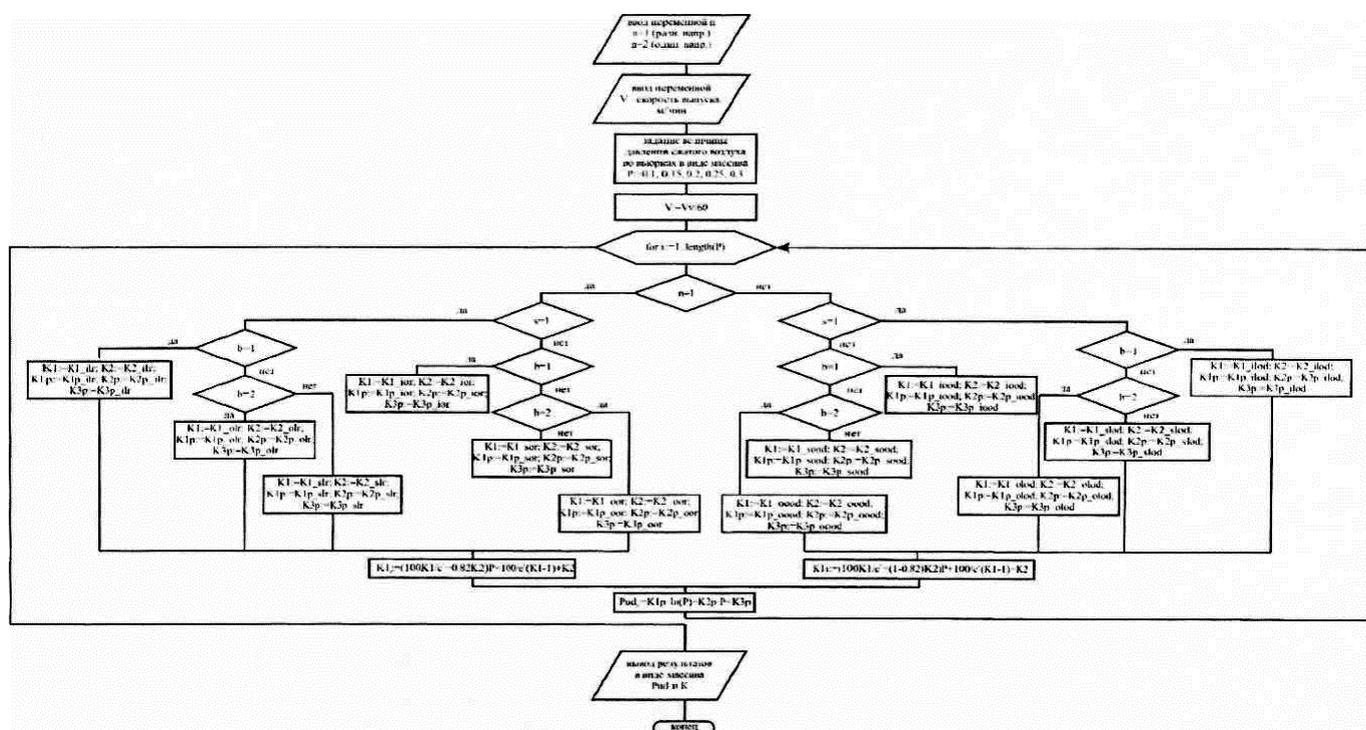


Рис. 4

Алгоритм программы, моделирующей крутку и прочность вьюрковой пряжи, приведен на рис. 4. Исходными данными являются:

- направление вращения сжатого воздуха во вьюрках;
- вид пряжи (льняная или оческовая);
- вид химической обработки ровницы;
- скорость выпуска.

Результат выводится в виде таблицы, в которой содержатся рассчитанные значе-

ния прочности и крутки в зависимости от исходных данных для ряда давлений сжатого воздуха во вьюрках. На рис. 5 (результат имитационно-статистического моделирования крутки и прочности вьюрковой пряжи: а) – оческовая пряжа, направление сжатого воздуха во вьюрках одинаковое, ровница окислительной варки, скорость выпуска 50 м/мин; б) – льняная пряжа, направление сжатого воздуха во вьюрках разное, ровница интенсивной химической

обработки, скорость выпуска 30 м/мин) приведен пример для льняной и оческовой пряжи из ровниц различного вида химической обработки, с разными скоростями выпуска.

К_Р =	"параметры"	"давление, МПа"	"Pud, сН текс"	"Крутка, Кр м"
	"од. напр."	"0.1"	2.891	185.992
	"оческовая"	"0.15"	6.459	190.375
	"окисл х о"	"0.2"	7.615	194.758
	50	"0.25"	7.449	199.141
	"параметры"	"0.3"	6.447	203.525

К_Р =	"параметры"	"давление, МПа"	"Pud, сН текс"	"Крутка, Кр м"
	"разн. напр."	"0.1"	4.517	272.989
	"льняная"	"0.15"	10.092	286.395
	"инт х о"	"0.2"	11.898	299.801
	30	"0.25"	11.639	313.208
	"параметры"	"0.3"	10.073	326.614

Рис. 5

## ВЫВОДЫ

1. Исследовано влияние давления сжатого воздуха во вьюрках на крутку вьюрковой пряжи.

2. Получены математические модели зависимости показателей качества пряжи от технологических параметров вьюрковой прядильной машины.

3. Проведено имитационно-статистическое моделирование процесса формирования пряжи двухвьюрковым способом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С., Проталинский С.Е. Вьюрковое прядение льна. – Кострома, 2013.

2. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.61...63.

3. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

4. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

## REFERENCES

1. Kuznecova N.S., Il'in L.S., Protalinskij S.E. V'jurkovoje prjadenie l'na. – Kostroma, 2013.

2. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Il'in L.S. Dinamika kruchenija prjazhi pri v'jurkovom prjadении // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S.61...63.

3. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Il'in L.S. Osobennosti formirovanija krutki l'njanoj v'jurkovej prjazhi bez razdelenija zon kruchenija i namotki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1.

4. Sevost'janov A.G., Sevost'janov P.A. Modelirovanie tehnologicheskikh processov. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 17.08.18.