

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УКРУТКИ КРУЧЕНОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ В ПРОЦЕССЕ КРУЧЕНИЯ

А.В. ТОЛМАЧЕВ, В.А. РОДИОНОВ

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

Знание величины укрутки и закона ее изменения необходимо при проектировании крученых нитей, для технологических, заправочных расчетов и т.д. Не случайно поэтому в процессе исследований влияния крутки на укрутку скручиваемых нитей большая часть работ различных авторов посвящена формированию хлопчатобумажной пряжи и для нее выведен ряд различных формул, устанавливающих функциональную связь между круткой нити и ее укруткой.

Вывод большинства формул основан авторами на анализе пространственного расположения волокон. Как правило, во всех формулах коэффициент укрутки выражается или через коэффициент крутки, или через некоторые его производные: линейную плотность пряжи, крутку на единицу длины, диаметр пряжи. Наиболее известны формулы В.И. Будникова, Ф.А. Афончикова, В.Н. Кованько и других [1], [2].

При формировании крученой пряжи степень крутки составляющих ее стренг изменяется, а следовательно, изменяется первоначальная величина укрутки пряжи, что в свою очередь влияет на величину укрутки крученой нити [3].

В [3] К.И. Корицкий в ходе анализа процесса получения крученой пряжи вывел следующую зависимость для определения коэффициента укрутки:

$$K_y = \sqrt{1 - \alpha_1 (A\alpha_1 + B\alpha_0)}, \quad (1)$$

где A и B – постоянные коэффициенты, величина которых зависит от условий формирования нити и может быть определена путем анализа экспериментальных данных; величину коэффициентов крутки пряжи и крученой пряжи α_0 и α_1 определяют при числе кручений на 1 см по формуле

$$\alpha = \frac{K}{\sqrt{N}} = \frac{K}{\sqrt{1000/T}}. \quad (2)$$

В результате анализа экспериментальных данных по укрутке крученной пряжи ZS в два сложения К.И. Корицким в формуле (1) были найдены значения коэффициентов, а именно:

$$K_y = \sqrt{1 - 0,047\alpha_1^2 + 0,024\sqrt{N_0}\alpha_1\alpha_0}. \quad (3)$$

Из этого уравнения путем преобразований получается формула для подсчета процента укрутки крученной нити:

$$Y_1 = 2,3\alpha_1(\alpha_1 - 0,434\sqrt{N_0}\alpha_0). \quad (4)$$

Выражение (4) имеет ограниченное применение, так как коэффициенты А и В в зависимости (1) установлены для двух стренг. При увеличении числа сложений и изменения условий формирования крученной пряжи возникает необходимость пересчета коэффициентов А и В, для чего необходимо проводить анализ большого количества экспериментальных данных, то есть осуществлять наработку и испытание опытных образцов.

В [4] К.И. Корицкий пишет, что при крутках, применяемых на практике, крученная пряжа сухого кручения ZS подвергается укрутке, величину которой можно подсчитать по следующей эмпирической формуле:

$$Y_1 = 0,75 \cdot 10^{-3} \sqrt[3]{m_1} \sqrt[4]{T_0} \alpha_1^2, \quad (5)$$

где m_1 – число сложений; T_0 – линейная плотность пряжи, текс; α_1 – коэффициент крутки крученной пряжи, который рассчитывается по формуле

$$\alpha = \frac{K\sqrt{T}}{100}. \quad (6)$$

Эмпирическая формула (5) не учитывает влияния крутки пряжи, кроме того, автор предлагает использовать ее при кру-

тках, применяемых на практике, не приведя диапазона, в котором возможно использование данной зависимости.

Длина крученной пряжи ZS при ее формировании изменяется по кривой параболического типа, отражающей увеличение длины в начале скручивания из-за раскрутки стренг, а затем сокращения длины вследствие их расположения по винтовым линиям. Следовательно, на величину укрутки пряжи влияет не только степень ее крутки, но также величина крутки пряжи и число сложений.

Проведенные теоретические исследования, а также экспериментальные работы А.Н. Соловьева позволили установить общий вид этой зависимости:

$$Y_1 = A\alpha_1^2 - B\alpha_1\alpha_0, \quad (7)$$

где А и В – коэффициенты пропорциональности, величины которых зависят от числа сложений.

Для крученной пряжи 11 текс в 2...6 сложений

$$A = 1,24 \cdot 10^{-3} \sqrt{m_1}, \quad (8)$$

$$B = \frac{1,72 \cdot 10^{-3}}{\sqrt[3]{m_1}}, \quad (9)$$

для крученной пряжи 67 текс, вырабатываемой из одиночных стренг различной толщины,

$$A = 2,4 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{m_1}, \quad (10)$$

$$B = \frac{6,2 \cdot 10^{-3}}{m_1}. \quad (11)$$

Такое различие в значениях коэффициентов пропорциональности объясняется тем, что величина коэффициента А зависит от радиуса кручения нити, а на величину коэффициента В влияет толщина стренг.

Использование формулы (7) затрудняется необходимостью определения коэффициентов пропорциональности А и В и неясностью методики их определения.

Как говорилось выше, в процессе фор-

мирования крученой пряжи составляющие ее стренги раскручиваются, вследствие чего их длина увеличивается. Уменьшение длины крученой пряжи вызвано тем, что составляющие ее стренги располагаются по винтовым линиям относительно общей оси, то есть укрутка крученой пряжи складывается из укрутки, получаемой стренгами относительно своей оси, которая имеет знак $-$, и укрутки в результате расположения стренг по пространственным винтовым кривым относительно общей оси:

$$Y_1 = -Y_{\text{стр}} + Y_{\text{кр}}, \quad (12)$$

где $Y_{\text{стр}}$ – укрутка в результате раскручивания стренги; $Y_{\text{кр}}$ – укрутка в результате обкручивания стренг друг относительно друга.

Укрутка в результате раскручивания стренг может быть установлена экспериментально. Для этого необходимо зажать крученую пряжу определенной длины, после чего одну стренгу оставить, а остальные удалить (при этом рассматриваемая стренга не должна поворачиваться вокруг своей оси), после чего определить увеличение длины стренги.

$$Y_1 = -\frac{1,24\sqrt[3]{K_1^4 m_1^3 T^2} \sqrt[4]{K_0}}{10^5} + \frac{0,00228 K_1^2 \sqrt[3]{m_1^5}}{\sqrt[3]{K_0^2} \sqrt{T}}. \quad (15)$$

Для сравнительного анализа фактической и рассчитанной по различным формулам величины укрутки было наработано 22 различных варианта крученой ПП пряжи из пряжи различной линейной плотности и величины крутки с разным количеством стренг – от 2 до 6.

Фактическое значение величины укрутки определялось на круткомере. Полученные результаты приведены в табл. 1, где: вариант 1 – использовалась формула (7) при расчете коэффициентов по формулам (8) и (9); вариант 2 – использовалась формула (7) при расчете коэффициентов по формулам (10) и (11); вариант 3 – использовалась формула (5); вариант 4 – ис-

На основании проведенных экспериментов на полипропиленовой (ПП) пряже была установлена эмпирическая зависимость:

$$Y_{\text{стр}} = \frac{1,24\sqrt[3]{K_1^4 m_1^3 T^2} \sqrt[4]{K_0}}{10^5}. \quad (13)$$

Поскольку укрутку крученой пряжи можно определить на круткомере по стандартной методике, было проведено большое количество экспериментов, и при использовании формулы (12), и результатов экспериментов по установлению зависимости (13) была получена эмпирическая формула для определения укрутки в результате совместного скручивания стренг в обратном направлении:

$$Y_{\text{кр}} = \frac{0,00228 K_1^2 \sqrt[3]{m_1^5}}{\sqrt[3]{K_0^2} \sqrt{T}}. \quad (14)$$

Подставив (13) и (14) в уравнение (12), получим эмпирическую формулу для определения укрутки крученой пряжи:

пользовалась формула (4); вариант 5 – использовалась формула (15).

Для оценки отклонения расчетных значений от фактических использовали относительную ошибку.

Анализ результатов проведенного эксперимента показал:

– несмотря на то, что формула (4), используемая при расчете по варианту № 4, предназначена только для использования крученой пряжи в два сложения, результаты расчетов по ней дают относительную ошибку не менее 20 %;

Таблица 1

№	K ₀	K ₁	m ₁	T	Y _{1φ}	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4		Вариант 5	
						Y ₁	Δ	Y ₁	Δ	Y ₁	Δ	Y ₁	Δ	Y ₁	Δ
1	864	310	6	25,2	2,4	2,85	18,8	2,99	24,6	2,59	7,9	-	2,26	5,8	
2	700	312	6	24,7	4,0	3,13	21,8	3,3	17,5	2,57	35,8	-	4,35	8,8	
3	864	80	6	25,2	-0,6	-0,11	81,7	-0,13	78,3	0,17	128,3	-	-0,57	5,0	
4	700	80	6	24,7	-0,3	-0,33	10,0	-0,04	86,7	0,17	156,7	-	-0,38	26,7	
5	864	373	4	25,2	0,6	1,72	187,0	1,72	187,0	2,18	263,0	-	0,81	35,0	
6	700	363	4	24,7	2,1	1,87	11,0	1,99	5,2	2,02	3,8	-	2,13	1,4	
7	864	90	4	25,2	-0,8	-0,22	72,5	-0,36	55,0	0,13	116,3	-	-0,52	35,0	
8	700	92	4	24,7	-0,5	-0,14	72,0	-0,24	52,0	0,13	126,0	-	-0,4	20,0	
9	864	203	5	25,2	-0,5	0,45	190,0	0,4	130,0	0,87	274,0	-	-0,43	14,0	
10	700	208	5	24,7	0,5	0,69	38,0	0,69	38,0	0,9	80,0	-	0,35	30,0	
11	800	350	5	25,0	2,2	2,67	21,4	2,86	30,0	2,57	16,8	-	2,52	14,5	
12	800	86	5	25,0	-0,4	-0,01	75,0	-0,01	75,0	0,17	142,5	-	-0,5	25,0	
13	800	190	6	25,0	0,4	0,76	90,0	0,79	97,5	0,96	140,0	-	0,08	80,0	
14	800	200	4	25,0	-0,5	0,13	126,0	-0,03	94,0	0,62	224,0	-	-0,51	2,0	
15	700	192	2	24,7	-1,1	-0,32	70,9	-0,96	12,7	0,23	120,9	-0,67	39,1	52,7	
16	700	210	3	24,7	-0,9	-0,05	94,4	-0,36	60,0	0,46	151,1	-	-0,43	52,2	
17	600	174	2	24,5	-0,8	-0,23	71,3	-0,72	10,0	0,18	122,5	-0,61	23,8	52,5	
18	700	170	2	24,7	-0,8	-0,32	60,0	-0,9	12,5	0,18	122,5	-0,64	20,0	38,8	
19	700	260	6	24,7	2,0	2,0	0,0	2,1	5,0	1,78	11,0	-	2,41	20,5	
20	700	310	5	24,7	2,2	2,08	5,5	2,24	2,0	1,99	9,5	-	2,51	14,1	
21	420	155	3	74,0	-0,8	0,15	118,8	-0,19	76,3	0,83	203,8	-	-1,76	120,0	
22	420	90	2	74,0	-1,0	-0,3	70,0	-0,9	10,0	0,16	116,0	-0,4	60,0	32,0	

– результаты расчетов по формуле (5) оказались близкими к фактическим величинам укруток лишь в шести случаях; при больших значениях окончательной крутки эта формула дает наибольшие относительные ошибки, особенно когда крутка при скручивании стренг невелика;

– зависимость А.Н. Соловьева, использованная для расчетов в вариантах № 1 и 2, в целом отражает зависимость величины укрутки от величин круток одиночной и крученой пряжи, числа складываемых стренг и линейной плотности пряжи, в то же время необходимость определения коэффициентов пропорциональности, величины которых зависят от числа сложений и линейной плотности пряжи, входящих в нее, усложняет задачу определения укрутки;

– результаты, полученные в вариантах № 1 и 2, в целом уступают результатам, полученным по формуле (15) в варианте №5;

– результаты расчетов в варианте № 5 в подавляющем большинстве случаев являются более предпочтительными в сравнении с другими вариантами; формула, используемая в варианте № 5, позволяет оценивать укрутку крученой пряжи в широком диапазоне величин первой и второй крутки при различном количестве складываемых стренг (от 2 до 6) и различной линейной плотности пряжи; при использовании формулы (15) нет необходимости в проведении предварительного эксперимента с целью определения различных коэффициентов.

1. В результате обработки большого количества экспериментальных данных установлены эмпирические зависимости по определению увеличения длины пряжи в результате раскручивания при образовании крученой пряжи и уменьшения длины крученой пряжи в результате совместного скручивания нескольких стренг. На основании этих зависимостей получена эмпирическая формула для определения величины укрутки крученой пряжи.

2. В процессе экспериментальных исследований по определению укрутки различных вариантов крученой ПП пряжи установлено, что полученная формула правильно отражает изменение длины крученой пряжи в зависимости от величины крутки, числа сложений и линейной плотности пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников В.И. К вопросу об усадке пряжи при кручении / Научн.-исследоват. тр. – Московский текстильный институт. Кафедра хлопкопрядения / Под общ. ред. Канарского Н.Я. – М.-Л.: Гизлегпром, 1940. Т.8. С.180...192.
2. Соколов Г.В. Вопросы теории кручения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1957.
3. Корицкий К.И. Основы проектирования свойств пряжи. – М.: Гизлегпром, 1963.
4. Корицкий К.И. Инженерное проектирование текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1971.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 07.10.03.