

УДК 677.494.742.3.022.6:677.017.33

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСТАТОЧНОЙ КРУТКИ
ОДИНОЧНОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ
В СТРУКТУРЕ КРУЧЕНОЙ**

А.В. ТОЛМАЧЕВ, В.А. РОДИОНОВ

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

Основные зависимости для определения остаточной крутки компонентной пряжи при формировании крученой пряжи получены профессором К.И. Корицким [1] и [2].

Скручивание комплексной нити приводит к расположению составляющих ее элементов по цилиндрическим винтовым линиям вокруг оси нити. Таким образом, ось элементарной составляющей располагается на расстоянии радиуса кручения от оси нити и представляет собой пространственную винтовую линию с определенным углом подъема, зависящим от интенсивности кручения.

Отдельные участки пространственной кривой лежат в разных плоскостях и, следовательно, при таком изменении оси элемента поперечины в его концевых сечениях получают вращение одна относительно другой. Это показывает, что в процессе формирования нити происходит кручение каждого компонента вокруг собственной оси.

На структуру крученой пряжи оказывают влияние натяжения скручиваемой нити, способ кручения и подачи пряжи в зону кручения. В большинстве случаев крученую пряжу вырабатывают в 2, 3, 4, 5 и 6 сложений, давая ей крутку, направление которой обратно направлению крутки пряжи.

Деформация кручения пряжи, получаемая при формировании крученой нити, определяется модулем кручения оси пряжи, выраженным в радианах на единицу длины нити. Величина модуля кручения пространственной кривой выражается от-

ношением угла поворота соприкасающейся плоскости к длине пути, проходимому по кривой:

$$\tau_o = \pm \frac{1}{R_k} \cos \beta \sin \beta, \quad (1)$$

где τ_o – модуль кручения оси пряжи; R_k – радиус кручения нити; β – угол наклона осей компонентов к оси нити.

При фактической крутке K_1 нити (кр/м) угол наклона компонентов определяется с помощью формулы:

$$\operatorname{tg} \beta = 2\pi R_k K_1 \quad (2)$$

или

$$\sin \beta = 2\pi R_k K_1 \cos \beta. \quad (3)$$

Подставляя (3) в (1), получаем (в радианах на единицу длины нити по оси):

$$\tau_o = \pm 2\pi K_1 \cos^2 \beta. \quad (4)$$

Если пряжа имела начальную крутку K_0 (кр/м), а процент укрутки при формировании крученой нити равен нулю, то степень крутки пряжи, входящей в структуру крученой пряжи, определяется как алгебраическая сумма начальной и последующей деформаций:

$$K'_0 = K_0 \pm \tau_o. \quad (5)$$

Выражая модуль кручения τ_0 в оборотах на единицу длины, имеем

$$K'_0 = K_0 \pm K_1 \cos^2 \beta \quad (6)$$

Величина K'_0 представляет собой остающееся число кручений в пряже на единицу длины готовой крученой нити. Знак плюс в формуле (6) принимается при подсчете остаточной крутки для пряжи с одинаковым направлением круток ZZ, а знак минус – для пряжи типа ZS.

При учете изменения длины пряжи и нити в процессе их кручения с направлением круток ZS получаем следующее выражение закона наложения круток:

$$K'_0 = \frac{K_0}{K_v} - K_1 K_y \cos^2 \beta \quad (7)$$

где K_v – коэффициент возврата укрутки компонентной пряжи; K_y – коэффициент укрутки нити.

$$Y_{\text{стр}} = \frac{1,24^3 \sqrt[3]{K_1^4 m_1^3 T_0^2} \sqrt[4]{K_0}}{10^5} \quad (8)$$

$$Y_1 = -\frac{1,24^3 \sqrt[3]{K_1^4 m_1^3 T_0^2} \sqrt[4]{K_0}}{10^5} + \frac{0,00228 K_1^2 \sqrt[3]{m_1^5}}{\sqrt[3]{K_0^2} \sqrt{T_0}} \quad (9)$$

где $Y_{\text{стр}}$ – укрутка пряжи при формировании крученой, %; K_0 – величина крутки пряжи, кр/м; K_1 – величина крутки при кручении, кр/м; m_1 – число сложений; T_0 – линейная плотность одиночной пряжи, текс.

Крутка является одним из наиболее важных показателей, влияющих на свойства пряжи, такие как прочность, удлинение, жесткость и т.д. Остаточная крутка компонентной пряжи в свою очередь также является очень важным показателем, влияющим на свойства как одиночной пряжи, входящей в структуру крученой пряжи, так и на свойства самой крученой пряжи. Более точная оценка остаточной крутки ком-

На практике для оценки остаточной крутки пряжи широко используется формула (6); при этом значениями величин удлинения компонентных пряж в результате раскручивания и изменения длины самой нити в результате окончательного кручения пренебрегают.

Формула (7) практически не используется, так как отсутствуют универсальные зависимости, позволяющие определить входящие в нее коэффициенты.

В ходе проведения большого количества экспериментальных исследований по определению величины укрутки различных вариантов крученой полипропиленовой (ПП) пряжи были установлены эмпирические зависимости, отражающие увеличение 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 укрутки стренги и укрутки крученой пряжи:

понентной пряжи в структуре крученой позволяет прогнозировать зависимости между величинами интенсивности скручивания одиночной и крученой пряжи и физико-механическими свойствами крученой пряжи.

Для определения коэффициентов, входящих в формулу (7), воспользуемся полученными зависимостями (8) и (9). Тогда

$$K_v = 1 + \frac{Y_{\text{стр}}}{100} \quad (10)$$

$$K_y = 1 - \frac{Y_1}{100} \quad (11)$$

Угол β , угол наклона винтовой линии, входящий в зависимость определения остаточной крутки компонентной пряжи, зависит от диаметра крученой пряжи d , (мм) и величины крутки (кр/м):

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\pi d K_1}{1000} . \quad (12)$$

Кроме К.И. Корицкого над вопросом остаточной крутки стренги в структуре крученой нити работал Г.В. Соколов. Его подход несколько отличается от описанного ранее. Остаточная крутка определяется по формуле

$$K_y = 3 \sqrt{(1 + 0,0006 \frac{\alpha'_p \sqrt{N_c}}{\sqrt{N_n}} - 0,00178 \alpha'_p)^2} , \quad (14)$$

а коэффициент укрутки пряжи – по формуле

$$K_{y0} = \sqrt{(1 - 0,0006 \alpha_p^0)^2} , \quad (15)$$

где N_c – номер стренги; N_n – номер нити; α'_p и α_p^0 – расчетные коэффициенты круток крученой нити и стренги соответственно. В данном случае они рассчитываются по формуле

$$\alpha = \frac{K}{\sqrt{N}} . \quad (16)$$

Методика Г.В. Соколова расчета остаточной крутки крученой пряжи [3] заключается в следующем: сначала по формуле (16) рассчитываются расчетные коэффициенты круток исходя из величин круток пряжи и нити и количества сложений; затем определяются коэффициенты укрутки K_y и K_{y0} по формулам (14) и (15); после чего определяется, какую бы укрутку имела пряжа при крутке, равной $K_0 - K_1 K_y$, для чего рассчитывается коэффициент крутки и далее по формуле (15) K_{yx} ; отношение K_{yx} к K_{y0} будет представлять K'_{y0} ; подставив полученные значения K_y

$$K'_0 = \frac{K_0 - K_1 K_y}{K'_{y0}} , \quad (13)$$

где K_y – коэффициент укрутки крученой нити; K'_{y0} – коэффициент укрутки одиночной пряжи, с учетом изменения ее длины из-за скручивания.

Коэффициент укрутки крученой нити определяется по формуле

и K'_{y0} в (13), получим остаточную крутку пряжи K'_0 .

С целью оценки разницы в определении остаточной крутки по формулам К.И. Корицкого (6) и (7) с использованием коэффициентов (10) и (11) и без них и по формуле Г.В. Соколова был проведен эксперимент по определению остаточной крутки пряжи у различных вариантов крученой ПП пряжи.

Всего было наработано 22 варианта крученой пряжи с использованием различной исходной пряжи из ПП волокон. Это было сделано для того, чтобы была возможность сравнить рассматриваемые зависимости в более широком диапазоне используемых исходных праж и вырабатываемых из них крученых праж. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Фактическая остаточная крутка одиночной пряжи определялась на круткостере. Для этого в теле крученой пряжи сначала выбиралась одна стренга, а остальные срезались; при этом необходимым условием являлось следующее: нельзя допускать поворотов исследуемой одиночной пряжи относительно своей оси при удалении лишних стренг. Далее по стандартной методике определялась крутка рассматриваемой стренги.

Таблица 1

№	K ₀	K ₁	m ₁	T	cos ² β	K' офакт	Формула Корицкого				Формула Соколова			
							без учета коэффициентов		с учетом коэффициентов		K' ₀	ε	K' ₀	ε
							K' ₀	ε	K' ₀	ε				
1	864	310	6	25,2	0,727	597	639	42	585	12	545	52		
2	700	312	6	24,7	0,737	-	470	-	435	-	391	-		
3	864	80	6	25,2	0,974	760	786	26	775	15	772	12		
4	700	80	6	24,7	0,971	608	622	14	614	6	611	3		
5	864	373	4	25,2	0,761	534	580	46	532	2	490	44		
6	700	363	4	24,7	0,761	-	424	-	393	-	346	-		
7	864	90	4	25,2	0,984	751	775	24	767	16	726	25		
8	700	92	4	24,7	0,977	594	610	16	604	10	599	5		
9	864	203	5	25,2	0,888	635	679	44	649	14	644	9		
10	700	208	5	24,7	0,874	510	523	13	501	9	482	28		
11	800	350	5	25,0	0,755	501	536	35	490	9	451	50		
12	800	86	5	25,0	0,977	694	727	33	707	13	704	10		
13	800	190	6	25,0	0,892	609	631	22	602	7	595	14		
14	800	200	4	25,0	0,916	598	617	19	595	3	587	11		
15	700	192	2	24,7	0,953	510	517	7	508	2	499	11		
16	700	210	3	24,7	0,902	490	511	21	496	6	481	9		
17	600	174	2	24,5	0,959	422	433	11	427	5	420	2		
18	700	170	2	24,7	0,961	530	537	7	529	1	521	9		
19	700	260	6	24,7	0,743	484	507	23	476	8	435	49		
20	700	310	5	24,7	0,746	445	469	24	437	8	392	53		
21	420	155	3	74,0	0,839	320	333	13	329	9	262	58		
22	420	90	2	74,0	0,962	282	290	8	277	5	324	42		

Диаметр крученой пряжи, используемый в формуле (12), определялся на приборе Микроф 5ПО-1.

На основании полученных результатов можно отметить следующее. Использование формулы К.И. Корицкого позволяет достаточно точно прогнозировать остаточную крутку компонентной пряжи во всем диапазоне круток, но в то же время с ростом величины крутки при получении крученой пряжи необходимо учитывать величины коэффициентов возврата укрутки компонентной пряжи и укрутки готовой нити. Использование для этой цели формул (8) и (9) дало хорошие результаты.

Значения абсолютных ошибок при сравнении результатов расчетов остаточной крутки пряжи с использованием коэффициентов и без них уменьшились во всех случаях. При этом с увеличением окончательной крутки разница в абсолютных ошибках также увеличивается, что связано с возрастанием величины раскручивания стренги и укрутки крученой пряжи.

Результаты расчетов по формуле Г.В. Соколова в ряде случаев оказались более близкие к фактическим значениям остаточной крутки пряжи, но разница между значениями, полученными по формуле Г.В. Соколова и по формуле К.И. Корицкого с учетом коэффициентов укрутки,

незначительна, в то время как использование данной формулы в большинстве вариантов приводит к большей абсолютной ошибке. Особенно это заметно в тех случаях, когда величина окончательной крутки имеет большое значение или используется пряжа большой линейной плотности.

ВЫВОДЫ

При использовании формулы К.И. Корицкого целесообразно учитывать коэффициенты, рассчитанные с использованием формул, предложенных авторами, что позволяет достаточно точно прогнозировать остаточную крутку пряжи при различных окончательных крутках крученой пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корицкий К.И.* Основы проектирования свойств пряжи. – М.: Гизлегпром, 1963.
2. *Корицкий К.И.* Инженерное проектирование текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1971.
3. *Соколов Г.В.* Вопросы теории кручения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1957.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 07.10.03.