

Кручение волокон в процессе формирования пряжи

Кандидат технических наук доцент В. Г. КОМАРОВ

(Костромской текстильный институт)

Процесс кручения волокнистой ленточки сопровождается ее деформацией. Волокна, расположенные параллельно в мычке, при кручении располагаются по винтовым линиям, образуя при этом продукт округлой формы — пряжу. На прядильной машине каждое из волокон, входящее в мычку, оказывается зажатым, одним концом в зажиме выпускной пары цилиндров, другим в теле пряжи. В таких случаях, когда оба конца продукта зажаты и один из зажимов вращается, то одновременно с закручиванием продукта вокруг его оси, каждое из волокон, входящее в сечение, также закручивается вокруг собственной оси. Следовательно, процесс кручения пряжи сопровождается не только изменением расположения волокон, но и частично их растяжением, что обуславливает повышение плотности и прочности продукта, он также сопровождается еще и закручиванием волокон вокруг собственной оси.

За каждый поворот сечения вокруг своей оси пряжа получает одно кручение, образуя один виток, высота которого равна h . Волокно, расположенное по винтовой линии, при этом также получит одно кручение; поскольку длина винтовой линии больше высоты витка, то и крутка волокна будет несколько меньше крутки пряжи. Если крутка пряжи равна $K_n = \frac{1}{h}$, то крутка волокна будет равна $K_s = \frac{\cos\beta}{h}$, где β — угол кручения

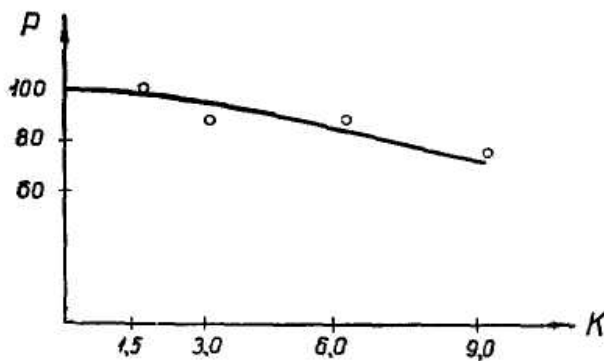
Таким образом волокно в пряже находится в закрученном состоянии. В таком положении оно и воспринимает на себя нагрузку при приложении к ней внешних растягивающих усилий. При кручении волокон, т. е. при повороте одних сечений волокна относительно других происходит изменение угла наклона макромолекул в волокне, что, естественно, должно привести к уменьшению их прочности. С этой целью нами проведено экспериментальное исследование изменения прочности льняного волокна при кручении. Льняное волокно бралось в виде отдельных волокон чесаного льна (техническое волокно) и в виде комплексов элементарных волоконцев, полученных из мычки с прядильной машины мокрого прядения. При испытаниях была принята следующая методика: волокно закреплялось в зажимы динамометра, один из которых мог вращаться; в результате волокну сообщалось различное число кручений, после чего оно разрывалось. Зажимная длина при разрыве была принята 10 мм. В таблице 1 и на графике приведены полученные результаты.

Изменение прочности льняного волокна при кручении

Волокно	Число кручений на 10 мм				
	0	1,5	3,0	6,0	9,0
Лен чесаный, волокно грубое желтое N _м волокна 16)	100	78,4	69,2	60,8	62,6
Лен чесаный, волокно грубое одревесневшее N _м 147	100	76,4	73,2	69,1	57,2
Комплекс элементарных волокон N _м 337	100	90,7	84,2	81,1	63,7
N _м 364	100	74,6	70,5	64,4	59,5
N _м 415	100	98,5	81,5	75,0	69,5
N _м 464	100	99,2	88,6	89,8	74,8
N _м 453	100	85,7	73,3	55,0	52,1
Шерстяное волокно	100	95,9	81,8	74,5	72,0
Волос	100	92,8	92,0	80,6	78,0

Примечание: Прочность незакрученного волокна принята за 100; во всех остальных случаях прочность волокна показана в процентах к прочности незакрученного волокна.

Полученные результаты показывают, что с увеличением крутки волокна его прочность существенно уменьшается, и это является одной из основных причин, объясняющих падение прочности пряжи за пределами критической крутки пряжи.



Изменение прочности волокна при кручении

Потеря прочности волокна вследствие кручения находится в определенной зависимости от числа кручений и, как показывает график, эта потеря является функцией второй степени от деформации (числа кручений).

Значение коэффициента, учитывающего потерю прочности волокна от кручения, может быть определено как

$$\eta = 1 - ak^2,$$

где k — число кручений волокна на длине 10 мм,

a — коэффициент, определяемый на основании опытных данных. Для комплексов элементарных волокон, полученных из мычки, его значение в среднем может быть принято равным $a = 0,005$.

Так как между круткой волокна и круткой пряжи имеет место соотношение $K_p = K_n \cdot \cos \beta$, то значение η может быть выражено через крутку пряжи:

$$\eta = 1 - aa^2 N \cos^2 \beta.$$

Значение коэффициента a различно для разных волокон: для более толстых и грубых волокон его значение больше, чем для более тонких и мягких. Такое поведение волокон и потеря прочности волокна подтверждает хорошо известное в практике положение о целесообразности использования более толстых и грубых волокон в пряжу низких номеров, т. е. в пряжу с более низкой круткой.

Для волокнистых материалов характерным является релаксация напряжения и деформации с течением времени, следовательно можно полагать, что через некоторое время после процесса кручения возникшие в волокнах напряжения кручения будут падать, а это приведет к восста-

новлению их прочности. Однако проведенные опыты показали, что прочность волокна на растяжение при этом практически остается неизменной.

Для выяснения такого положения нами были проведены дополнительные испытания. Волокно, закрепленное в зажимы, закручивалось, середина его заклеивалась в бумажные рамочки. Через разные интервалы времени закрученное волокно подвергалось испытанию на раскручивание и прочность. Раскручивание производилось следующим образом: верхняя часть рамочки зажималась, к нижней части ее подвешивался небольшой грузик (зажим); середина рамочки вырезалась и под действием напряжений кручения и веса грузика волокно начинало раскручиваться. Число оборотов при раскручивании со временем уменьшалось, что указывает на релаксацию напряжения от кручения. Результаты испытания приводятся в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Число оборотов при раскручивании.

Сразу после закручивания	Через			
	3 часа	6 часов	24 часа	48 часов
3,45	1,87	2,28	1,65	1,26

Прочность волокна практически остается неизменной, что очевидно является следствием того, что волокно остается в деформированном виде. Впервые на изменение прочности волокна в пряже от крутки в отечест-

Таблица 3.

Прочность волокна в г

Сразу после закручивания	Через			
	2 часа	4 часа	6 часов	24 часа
58,9	57,0	59,0	67,7	57,6

венной технической литературе было обращено внимание в работе З. М. Орловой (1), посвященной выяснению причин падения прочности пряжи за пределами критической крутки. Она приходит к выводу, что потеря прочности волокна от крутки является первой причиной, объясняющей падение прочности пряжи за пределами критической крутки и, с другой стороны, что для волокна имеется критическая крутка, совпадающая с критической круткой пряжи. В работе Н. М. Белицина (2), посвященной тому же вопросу, этот фактор совершенно отрицается. По нашему представлению в обеих этих работах была принята несколько неправильная методика. В исследованиях Н. М. Белицина пряжа подвергалась раскручиванию (принужденно и в свободном состоянии), вместе с ней раскручивались и входящие в нее волокна, а это приводило к изменению прочности как волокон, так и пряжи. Не учитывать этого фактора, как это делалось в работе Н. М. Белицина, конечно, нельзя.

З. М. Орлова уменьшение прочности волокон от крутки проводила на сравнении прочности волокон, взятых из раскрученной пряжи, а также из мычки. Разница в прочности получалась небольшой, т. е. недостаточной для объяснения уменьшения прочности пряжи за пределами критической крутки. В действительности эта разница больше, так как при раскручивании пряжи раскручивались и входящие в нее волокна.

Вывод о критической крутке волокна вряд ли оправдывается, так как нет основания для такого предположения, ибо закручивание волокна вокруг своей оси связано с изменением угла наклона макромолекул, что, как известно, приводит к падению прочности. Рассматривая вопрос о падении прочности пряжи за пределами критической крутки основными причинами, объясняющими это падение следует считать:

1) потерю прочности волокон в виду их закручивания в процессе формирования пряжи;

2) уменьшение осевой проекции прочности волокон в пряже, вследствие расположения их по винтовым линиям, учитываемое обычно в расчетных формулах через $\cos \beta$.

Л и т е р а т у р а.

З. М. Орлова. Изучение причин падения прочности пряжи за пределами критической крутки. Научно-исследовательские труды Ивановского текстильного института, Гизлегпром, 1947.

Н. М. Белицин. О причинах падения прочности пряжи при излишней крутке «Текстильная промышленность», № 3, 1949.