

УДК677.017.4.025.001.2

## **ЗАВИСИМОСТЬ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ УГЛЕРОДНО-ВОЛЬФРАМОВОЙ НИТИ ОТ ЕЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ВОЛЬФРАМА\***

*И.А. КОРЖЕВА, И.Л. ВЕРНЯЕВА*

**(Костромской государственной технологической университет)**

При исследовании возможности получения и переработки нитей на текстильном оборудовании в первую очередь необходимо определить характеристики, которые оказывают влияние на технологические процессы. Эти характеристики, называемые механическими, показывают отношение волокон и нитей к действию различно приложенных к ним сил и нагрузок. Механические свойства являются самыми важными, так как они влияют на поведение волокон и нитей, а также на свойства окончательного продукта. При оценке свойств нитей или трикотажа необходимо знать свойства отдельных компонентов. Кроме того, необходимо учитывать, что структура нитей может быть анизотропна – неоднородна в разных слоях по сечению.

Для определения механических свойств текстильных материалов используется множество различных характеристик и любая из них получается в процессе осу-

ществления того или иного вида деформации. С появлением новых химических волокон, обладающих специфическими свойствами, возникла необходимость исследовать ряд характеристик, которым ранее не уделялось достойного внимания. При переработке текстильных волокон и нитей необходимо оценить именно те свойства, которые больше всего соответствуют условиям их использования.

В нашем случае при разработке принципиально новой технологии изготовления трикотажных армирующих материалов и нитей для их производства основными характеристиками являются характеристики жесткости при изгибе, так как нить претерпевает изгиб о рабочие органы прядильной машины (направляющие прутки, глазки и т.д.) и трикотажного оборудования (направляющие, петлеобразующие органы и т.д.).

\* Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК-6502.2006.10).

В работе используется экспериментально-аналитический метод определения жесткости на изгиб на основе нелинейной модели механики нити и ткани, предложенной Мигушовым И.И. [1...3].

Для реализации метода была создана экспериментальная установка. Нить изгибают в плоскости без точек перегиба с шарнирным закреплением двух концов. При горизонтальном перемещении подвижного зажима нить изгибается в плоскости движения, образуя волну высотой  $h$ . В этом случае на нить действуют только внешние сосредоточенные усилия в зажимах, а внешние распределенные силовые и моментные нагрузки в горизонтальной плоскости изгиба материала отсутствуют. Полное внутреннее усилие  $R$  измеряется с помощью упругой балочки с наклеенными на нее тензорезисторами, включенными в электрическую схему соответствующим образом оттарированного силоизмерительного устройства. Второй зажим крепится на конце балочки.

Приведенный коэффициент изгибной жесткости согласно методике определяется по формуле:

$$B = \frac{Rh^2}{2(1 - \cos f_1)}, \quad (1)$$

где  $R$  – полное внутреннее усилие, Н;  $h$  – высота волны, мм;  $f_1$  – угол кривизны, град.

Чтобы исключить влияние остаточной деформации, испытуемые нити перед экспериментом наматывались на пластину размером 200x500 мм и выдерживались под нагрузкой в течение 24 ч, затем вырезались образцы длиной  $l = 100$  мм. Угол изгиба нити при проведении испытаний был постоянный и составлял  $90^\circ$ . Так как вольфрамовая проволока имеет высокий коэффициент жесткости и ликвидировать значение остаточной деформации не удалось (нить после снятия нагрузки вновь закручивалась спиралью), ее жесткость рассчитывалась по известной формуле:

$$B = 0,05 Ed^4, \quad (2)$$

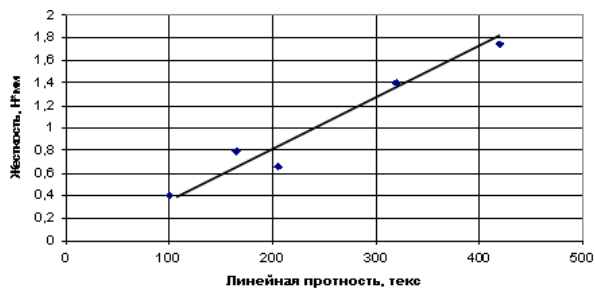
где  $d$  – диаметр вольфрамовой проволоки, мм;  $E$  – модуль упругости при изгибе, Н/мм<sup>2</sup> (для вольфрама модуль упругости составляет  $E = 4,2 \cdot 10^4$  Н/мм<sup>2</sup> [4]).

С целью определения зависимости изгибной жесткости комбинированной нити от линейной плотности были наработаны образцы нити различной линейной плотности с одинаковым процентным содержанием компонентов: углеродное волокно – 53%; вольфрамовая проволока – 45%; хлопчатобумажная нить – 2%.

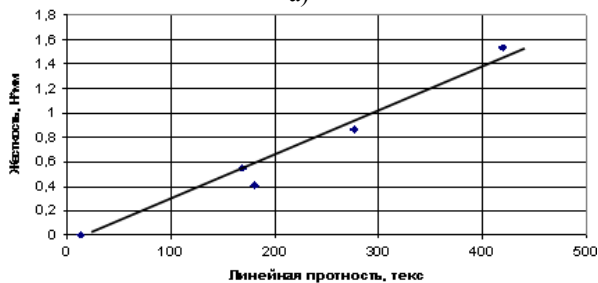
Линейная плотность комбинированной нити изменялась за счет увеличения линейной плотности углеродного компонента. Результаты эксперимента представлены в табл. 1 (зависимость изгибной жесткости от линейной плотности комбинированной нити и ее компонентов), а также на рис. 1 (зависимость изгибной жесткости от линейной плотности компонентов комбинированной нити (а – стеклянная нить, б – углеродная нить, в – вольфрамовая нить)) и рис. 2 (зависимость изгибной жесткости от линейной плотности комбинированной углеродно-вольфрамовой нити).

Т а б л и ц а 1

Варианты нити	Линейная плотность, текс	Изгибная жесткость нити, Н·мм <sup>2</sup>
Углеродная нить	420	1,75
Углеродная нить	320	1,4
Углеродная нить	205	0,66
Углеродная нить	165	0,79
Углеродная нить	100	0,4
Стеклонить	420	1,535
Стеклонить	276	0,869
Стеклонить	180	0,405
Стеклонить	169	0,55
Стеклонить	13,2	0,001
Вольфрамовая нить $d=40$ мкм	30,28	0,005
Вольфрамовая нить $d=54$ мкм	44,15	0,017
Вольфрамовая нить $d=60$ мкм	54,00	0,027
Комбинированная нить В1	505,6	10,73
Комбинированная нить В2	901,1	17,13
Комбинированная нить В3	1322	19,53



а)



б)



в)

Рис. 1

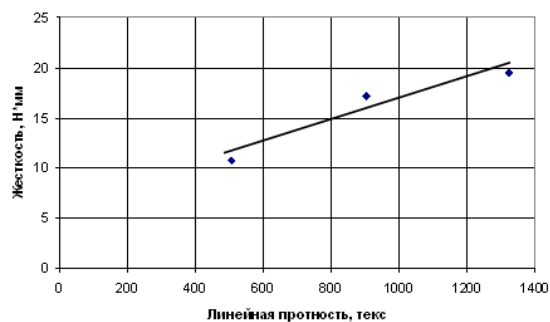


Рис. 2

Для определения влияния вольфрамового компонента на изгибную жесткость комбинированной нити были наработаны варианты комбинированной нити одинаковой линейной плотности с содержанием вольфрамовой проволоки 45 и 60%. Некоторое колебание линейной плотности нити можно объяснить получением заданного процентного состава. Колебания незначительны и не носят принципиального характера.

Результаты эксперимента представлены в табл. 2 – зависимость изгибной жесткости комбинированной нити от процентного содержания и диаметра вольфрамовой проволоки.

Таблица 2

Показатели	Содержание вольфрама					
	45 %			60 %		
Диаметр вольфрамовой проволоки, мм	40	54	60	40	54	60
Линейная плотность комбинированной нити, текс	508,3	505,6	505,0	506,8	506,3	509,1
Изгибная жесткость комбинированной нити, Н·мм <sup>2</sup>	4,65	10,73	11,12	7,39	14,98	17,93

## ВЫВОДЫ

1. Изгибная жесткость комбинированной нити с увеличением линейной плотности нити увеличивается, как и жесткость исходных компонентов. Однако следует отметить, что угол кривой, то есть динамика процесса неодинакова, что вызвано различной микроструктурой связи. В элементарных нитях эта зависимость выражена более интенсивно. Так, у углеродных нитей изгибная жесткость с увеличением линейной плотности увеличивается в 4,3 раза, стеклянных 4,1 раза, вольфрамовой проволоки в 5,4 раза. Рост изгибной жест-

кости у комбинированных нитей в целом наблюдается только в 1,5...1,8 раза.

2. Изгибная жесткость комбинированной нити зависит как от диаметра вольфрамовой проволоки, так и от ее процентного содержания в комбинированной нити. Однако более интенсивно на увеличение изгибной жесткости влияет диаметр вольфрамовой проволоки. Увеличение жесткости в зависимости от диаметра проволоки происходит практически в 2,5...3 раза как при содержании вольфрама 45%, так и при 60%. Увеличение изгибной жесткости в зависимости от процентного содержания вольфрама колеблется от 20 до 35% по различным вариантам. Это особен-

но важно при подборе структуры комбинированной нити.

При разработке технологии производства трикотажа и подборе структуры нити рекомендуется:

– максимально возможно снизить линейную плотность комбинированной нити, а также использовать в ее составе углеродные нити меньшей линейной плотности. С учетом себестоимости продукции целесообразно использовать нити линейной плотности 100...205 текс;

– при постоянном процентном составе рекомендуется использовать минимально возможный диаметр вольфрамовой проволоки. С учетом себестоимости продукции и удобства обслуживания (количество стренг проволоки зависит от ее диаметра) рекомендуется использовать вольфрамо-

вую проволоку с диапазоном диаметра 40...50 мкм (30,28...44,15 текс).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мигушов И.И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №4.
2. Мигушов И.И., Кутузова И.Е. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, №5.
3. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Композиционные материалы. Справочник// В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др. – М.: Машиностроение, 1990.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.06.07.

---