

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРЯДЕНИЯ

Н.Н. ТРУЕВЦЕВ, Г.И. ЛЕГЕЗИНА, Л.Н. ПЕТРОВА, А.В. ГАЛАХОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Задачей исследования явилось сравнение деформационных свойств льносодержащей пряжи различного компонентного состава и способов прядения. Варианты исследуемой пряжи представлены в табл.1.

Таблица 1

Вариант	Линейная плотность, текс	Способ прядения	Компонентный состав, %
1	10	КП	хлопок – 100
2	29	БД	хлопок – 100
3	49	БД	хлопок – 25; лен – 65; вискоза – 10
4	16.5	БД	хлопок – 30; лен – 40; лавсан – 30
5	29	КП	хлопок – 30; лен – 20; лавсан – 50
6	29	КП	вискоза – 70; лен – 30
7	29	КП	хлопок – 55; лен – 30; сиблон – 15
8	29×2	КП	хлопок – 30; лен – 20; лавсан – 50
9	29×2	КП	вискоза – 70; лен – 30
10	29×2	КП	хлопок – 24; лавсан – 20; лен – 16; нитрон – 40
11	125	СК	ПАН – 100
12	90	СК	хлопок – 35; лен – 15; лавсан – 50
13	130	СК	ПАН – 97; лавсан – 3
14	90	СК	ПАН – 67; лавсан – 33

Образцы всех вариантов пряжи испытывали в режиме активного растяжения до разрыва на приборе Instron (Венгрия). Значения разрывных напряжений ( $\sigma$ ) и разрывных удлинений

( $\epsilon$ ) для исследуемых видов пряжи представлены в табл.2, а полученные кривые растяжения изображены на рис.1.

Таблица 2

№ варианта пряжи	$\sigma_p$ , МПа	$\epsilon_p$ , %	Ползучесть – восстановление				Релаксация		$\Delta \epsilon = \epsilon_{\text{ост}} / \epsilon_{\text{нак}}$	$\Delta \sigma = \sigma_{\text{ост}} / \sigma_{\text{зад}}$	Жесткость при изгибе, сН·мм <sup>2</sup>	$E = \partial \sigma / \partial \epsilon$ , МПа	
			$\epsilon_0$ , %	$b_0$ , %	$\epsilon_0$ , %	$b_0$ , %	$\sigma_0$ , МПа	$b_0$ , МПа				E	E'
1	274	5	3,34	0,25	2,14	0,25	101,4	10,5	0,59	0,89	0,13	2500	1600
2	157	6,5	5,10	0,23	3,40	0,45	43,8	4	0,61	0,87	0,18		
3	110	5,5	4,64	0,30	3,20	0,25	29,8	4	0,64	0,88	0,81		
4	151	3	1,48	0,15	0,29	0,20	99,1	12	0,16	0,87	0,59		
5	225	14	7,38	0,50	5,64	0,35	33,8	9	0,71	0,75	0,19		
6	217	11	5,54	0,65	3,30	0,45	73,2	9,5	0,52	0,83	0,28		
7	177	7	4,27	0,35	3,10	0,23	42,3	14	0,66	0,80	0,17		
8	263	14	7,71	0,50	4,30	0,40	47,3	5	0,50	0,86	0,51		
9	109	4	4,34	0,45	2,90	0,35	53,8	4	0,59	0,88	0,18		
10	191	15	7,88	0,78	4,40	0,40	32,6	4	0,49	0,82	0,56		
11	84	17	13,08	0,85	7,77	0,75	18,3	2	0,53	0,79	1,36		
12	67	15	8,03	1,75	3,85	0,80	14,5	3	0,37	0,84	0,86		
13	58	15	10,90	1,05	7,53	0,70	8,2	2	0,60	0,77	2,02		
14	96	17,5	12,44	0,15	4,85	0,85	10,3	2	0,72	0,72	1,79		
												1000	260

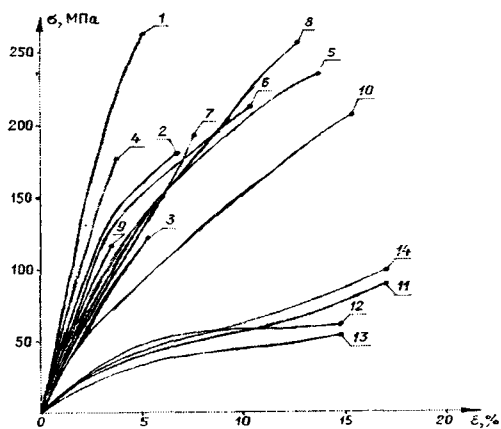


Рис.1

Эти кривые можно разделить на два семейства: к первому относится пряжа, полученная кольцевым или пневмомеханическим способами прядения (КП). Кривые (вар.1...10) первого семейства характеризуются наличием ярко выраженного прямолинейного участка, плавно переходящего в криволинейный участок.

Как видно из рис.1, вар.5, 8 и 10 имеют высокую прочность и разрывную деформацию. В состав этой пряжи входят натуральные волокна – от 50 до 60%, причем содержание короткого льна здесь составляет 20%. Увеличение процентного вложения натуральных волокон – 70...95% (вар. 3, 4 и 7) при увеличении содержания короткого льна 30...65% приводит к заметному снижению этих показателей и увеличению крутизны кривых, что указывает на повышение жесткости пряжи.

Кривые второго семейства (вар.11...14) относятся к пряже самокруточного способа прядения (СК). Эта пряжа по сравнению с пряжей КП имеет низкие прочностные показатели и при этом достаточно высокие разрывные деформации, которые обусловлены ее строением.

Жесткость всех вариантов пряжи (табл.2) определяли на приборе Лазаренко [1]. Очевидно, что жесткость СК пряжи больше, чем жесткость КП и БД пряжи, то есть пряжа СК по этой причине должна иметь низкие показатели разрывных удлинений. Однако, данный факт противоречит полученным результатам из диаграммы растяжения (рис.1). Чтобы выяснить причину этого противоречия,

обратимся к понятию такой характеристики, как модуль  $E$  нормальной упругости, поскольку последний связан с жесткостью материала.

Несмотря на то, что величина этих модулей вычисляется по-разному, физический смысл его определяется однозначно:  $E$  является отражением жесткости материала на каком-то уровне его деформации. Пряжа (в том числе и смешанная) относится к вязкоупругим материалам, поэтому для нее модуль упругости является функцией.

Для сравнительного анализа нами выбраны два варианта пряжи примерно одинаковой по составу, но полученной разными способами прядения: кольцевым (вар.8) и самокруточным (вар.12).

Так, для кривых вар.8 и 12 (рис.1) путем дифференцирования самых крутых и пологих участков получены значения касательного модуля  $E = d\sigma/d\varepsilon$  (табл.2). Как видим, величина  $E$  у пряжи вар.12 на рассмотренных участках кривых ниже, чем у пряжи вар.8, что указывает на большую податливость пряжи вар.12. Однако это противоречит результатам, полученным на приборе Лазаренко для данных вариантов пряжи. Такое разночтение объясняется тем, что жесткость на приборе Лазаренко определяется при изгибе и зависит от толщины исследуемого продукта.

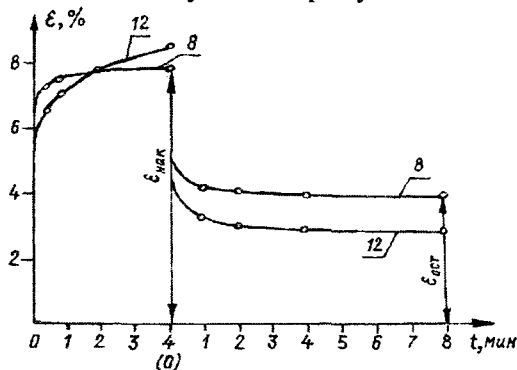


Рис.2

С целью более полной оценки свойств пряжи анализируемых вариантов проведены исследования в режиме ползучести и релаксации по методике, изложенной в [2]. Кривые ползучести и восстановления для образцов пряжи вар.8 и 12 при рабочем напряжении, равном 50%

от разрывного напряжения, представлены на рис.2.

Способность пряжи к упругоэластическому восстановлению определяли по значению  $\Delta\varepsilon$ :

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\text{ост}} / \varepsilon_{\text{нак}}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{\text{ост}}$  – величина остаточной деформации образца пряжи при отдыхе 8 мин, %;  $\varepsilon_{\text{нак}}$  – величина накопленной деформации образца пряжи под нагрузкой в течение 4 мин, %.

В табл.2 приведены также значения параметров процесса ползучести и восстановления  $\varepsilon_0$ ,  $b_0$ , где  $\varepsilon_0$  – величина минутной деформации прямого или обратного процесса ползучести; а  $b_0$  – параметр скорости протекания этих процессов.

Из представленных результатов следует, что СК пряжа – вар.12 обладает лучшими восстановительными свойствами по сравнению с пряжей КП – вар.8, поскольку скорость протекания этих процессов у пряжи вар.12 выше, чем у пряжи вар.8, и это, на наш взгляд, определяется строением пряжи вар.12, то есть способом прядения (СК).

Интерес представляет рассмотрение остаточных деформаций пряжи в широком диапазоне нагрузок. При выборе пряжи для вязания трикотажного полотна важным является не только ее способность к упругоэластическому восстановлению. В нитях готового трикотажного полотна или изделия из него имеются внутренние напряжения, накопленные в процессе технологических операций. Релаксация этих напряжений во времени скажется на внешнем виде изделий.

В связи с этим проведены испытания всех вариантов пряжи в режиме релаксации. В качестве примера на рис.3 представлены кривые релаксации образцов пряжи вар.8 и 12 при заданной деформации  $\varepsilon_{\text{зад}} = 2\%$ .

Способность пряжи релаксировать оценивалась как относительная величина напряжений (табл.2):

$$\Delta\sigma = \sigma_{\text{ост}} / \sigma_0. \quad (2)$$

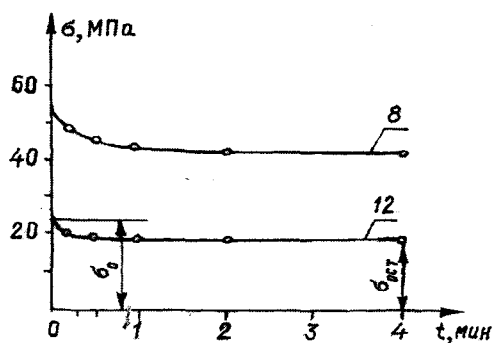


Рис.3

где  $\sigma_0$  – величина начального напряжения, соответствующего  $\varepsilon_{\text{зад}}$ , МПа;  $\sigma_{\text{ост}}$  – величина остаточного напряжения (при  $t = 4$  мин), МПа.

С точки зрения практического применения хорошей будет считаться та пряжа, значение  $\Delta\sigma$  которой высокое: близкое к единице. Это определяет хорошую формоустойчивость полотен и готовых изделий. Заметим, что наиболее высокие значения этого показателя у пряжи вар.1, 2, 3, 9, в состав которой входит большой процент натуральных волокон. Низкие значения этого показателя у пряжи 13 и 14, полученной на основе синтетических волокон ПАН и лавсана. Сравнивая пряжу вар.8 и 12 по значению  $\Delta\sigma$ , можно отметить их одинаково хорошую формоустойчивость.

## ВЫВОДЫ

1. Способность пряжи деформироваться и восстанавливать свои свойства может быть оценена по значению величины релаксационного модуля  $E$  упругости.

2. Льносодержащая СК пряжа не уступает по своим деформационным характеристикам льносодержащей КП пряже и имеет лучшую упруго-восстановительную способность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цобкалло Е.С., Тиранов В.Г. // Вестник СПб ГУТи Д – 2000, № 4. С. 84...91.
  2. Херл Д., Петерс Р. Структура волокон. – М.: Химия, 1969.
- Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 24.09.01.