

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИМПРЕГНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ

*С.В.БОРОЗДИН, Н.Н.ТРУЕВЦЕВ, Л.Н.ПЕТРОВА, З.В.БОРИСЕНКО*

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

С целью улучшения механических свойств и расширения ассортимента пряжи для производства товаров народного потребления, например, вкладных стелек для обуви, ее импрегнировали растворами хитозана по экологически чистой технологии.

В работе проводились исследования влияния хитозана на физико-механические свойства пряжи состава: хлопчатобумажная основа с линейной плотностью 50 текс и уток с линейной плотностью 71 текс – смешанная пряжа из хлопка (70%) и котонизированного льна (30%), импрегниро-

ванных хитозаном в интервале температур 20...50°C.

Величину хитозана, адсорбированного пряжей в статических условиях, определяли по изменению массы образца в сухом состоянии. Концентрация хитозана составляла 2 масс.% в 2%-ном растворе уксусной кислоты.

Были получены классические диаграммы растяжения  $\sigma - \varepsilon$  ( $\sigma$  – разрывное напряжение,  $\varepsilon$  – относительное удлинение) на разрывной машине STATIGRAF L фирмы Текстехно (Германия) в режиме активного нагружения образцов пряжи.

Т а б л и ц а 1

Вид пряжи	Температура обработки, °С	Величина адсорбции, %	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, сН	Удлинение, %
Основа	исходная	-	50,0	380	5,0
	20	20,0	60,0	480	6,4
	30	21,2	60,5	458	4,9
	40	21,9	61,0	515	5,6
	50	19,0	59,5	470	5,5
Уток	исходный	-	71,0	1210	6,5
	20	13,7	80,8	1240	8,0
	30	13,9	80,9	1300	8,5
	40	15,9	82,3	1380	8,9
	50	21,1	86,0	1485	9,4

В табл.1 приведены сравнительные характеристики исходной и импрегнированной пряжи.

Из полученных данных, представленных в табл. 1, видно, что величина адсорбции хитозана на хлопчатобумажной основе составляет в среднем около 21% и не зависит от температуры импрегнирования. Также не наблюдается однозначной зависимости от температуры раствора величины разрывной нагрузки и удлинения.

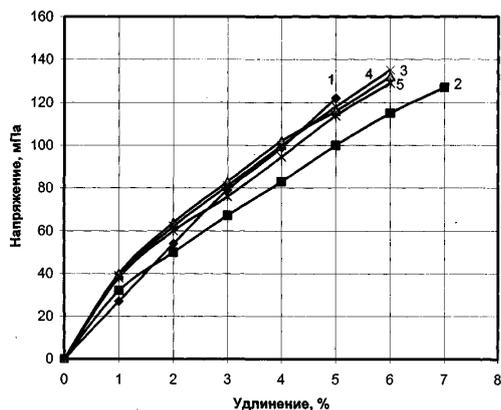


Рис. 1

На рис. 1 представлены диаграммы растяжения ( $\sigma$  -  $\epsilon$ ) для основы, а на рис. 2 – для утка, импрегнированных при различных температурах ( $^{\circ}\text{C}$ ): 1 – исходный образец; 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50.

Из сравнения кривых диаграмм рис. 1 и 2 видно, что для исходной пряжи как основы (рис.1, кривая 1), так и утка (рис.2, кривая 1) характерна прямая зависимость, что указывает на упругие свойства немодифицированной пряжи независимо от ее состава.

Импрегнирование пряжи хитозаном приводит к изменению характера кривых диаграмм с различным наклоном участков, что свидетельствует об изменении структуры композита в процессе его деформации.

Одновременно наблюдается незначительное увеличение разрывного напряже-

Исследование импрегнированной льно-содержащей уточной пряжи показывает наличие прямой зависимости величины адсорбции хитозана и, соответственно, разрывной нагрузки и удлинения от повышения температуры рабочего раствора, что, вероятно, может быть объяснено различным составом и структурой основной и уточной пряжи.

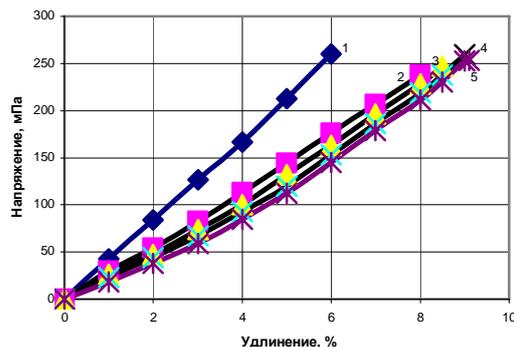


Рис. 2

ния для основы со  $\sim 120$  до  $\sim 135$  мПа, а для утка – относительного удлинения с 6 до 9%.

Однако очертания кривых для основы (рис. 1) имеют выпуклый, а утка (рис. 2) – вогнутый характер, что свидетельствует о различном механизме разрушения композита в процессе растяжения в зависимости от его состава, и, соответственно, от величины адгезии между волокном и матрицей (хитозаном).

Динамику изменения структуры импрегнированной пряжи определяли по изменению модуля упругости  $E_k$ , величину которого измеряли путем дифференцирования на протяжении всей кривой диаграммы растяжения:

$$E_k = \partial\sigma / \partial\epsilon.$$

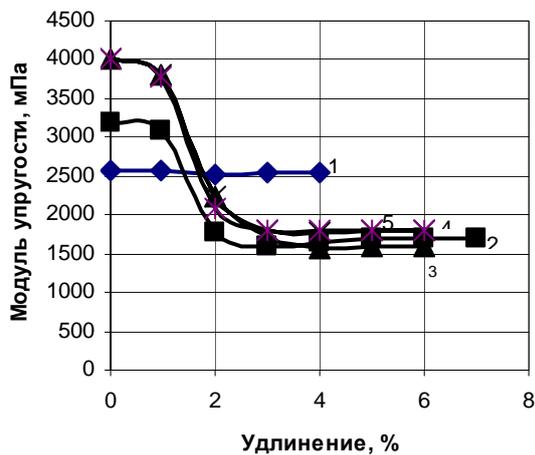


Рис. 3

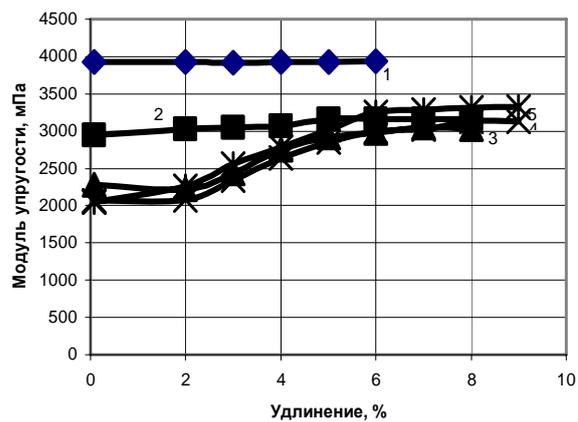


Рис. 4

Характер изменения текущего модуля упругости для основы представлен на рис. 3, для утка – на рис. 4, импрегнированных при различных температурах ( $^{\circ}\text{C}$ ): 1 – исходный образец; 2 – 20; 3- 30; 4 – 40; 5 -50.

Анализируя характер кривых рис. 3, можно выделить три участка:

1-й – в области  $0 < \varepsilon < 1\%$ ;  $E_k = \text{const}$  и имеет значение выше (кривая 2), чем у исходной пряжи (кривая 1) ~ на 30 и на 60% (кривые 3, 4, 5);

2-й – в области  $1\% < \varepsilon < 2,5\%$ . Наблюдается интенсивное падение  $E_k$ , то есть уменьшение жесткости по сравнению с исходным образцом ~ на 30%;

на 3-м участке в дальнейшем ( $2,5 < \varepsilon < \varepsilon_{\text{разр}}$ ) жесткость образцов остается постоянной (кривые 2, 3, 4, 5), то есть структура основы, содержащей хитозан, становится равновесной (при напряжениях около 60 мПа, вызывающих растяжение ~ 3%).

Из рис. 4 видно, что на 1-м участке растяжения ( $\varepsilon \sim$  до 2%)  $E_k = \text{const}$ , но в отличие от рис. 3 модуль упругости импрегнированного утка имеет значение ~ в 2 раза ниже (кривые 3,4,5) в сравнении с исходным (кривая 1).

На 2-м участке ( $2\% < \varepsilon < 5\%$ )  $E_k$  незначительно растет и далее остается постоянным до разрыва образцов независимо от

температуры их обработки хитозаном (кривые 2,3,4,5).

Таким образом, анализ кривых рис. 3 и 4 позволяет сделать вывод о том, что хитозан, обладая сравнительно высокой эластичностью [1], приводит к падению жесткости композита в определенном интервале растягивающих напряжений, что является существенной характеристикой при использовании материала, например, для вкладных стелек обуви.

Из сравнения кривых диаграмм образцов основы (рис. 3) и образцов утка (рис. 4) можно сделать вывод о том, что наиболее устойчивой структурой является структура уточной пряжи состава хлопок – лен.

## ВЫВОДЫ

Введение хитозана в состав хлопчатобумажной пряжи и пряжи смешанного состава хлопок – лен приводит к изменению ее механических свойств. Хитозан, обладающий высокой прочностью и эластичностью, улучшает механические и упругоэластические свойства хлопкольнай пряжи по сравнению с исходной, проявляющей свойства упругого материала.

Наибольшие изменения в механических свойствах наблюдаются у хлопчатобумажной пряжи по сравнению с пряжей состава хлопок – лен.

Равновесная структура при растяжении у хлопчатобумажной пряжи и пряжи хлопок/лен при разных уровнях растягивающего напряжения, вероятно, определяется различной адгезионной способностью хитозана к хлопку и льну.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вихорева Г.А., Енгибарян Л.Г., Голуб М.А., Чайка Е.М., Яминский И.В., Азеев Е.П., Гальберайх Л.С. Модифицирование хитозановых пленок поверхностно-активными веществами с целью регулирования их растворимости и набухания // Химические волокна. – 1998, №1. С.14...19.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 14.11.05.

---