

УДК 677.026.04

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ  
ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ОЛИГОВИНИЛЭТОКСИСИЛОКСАНАМИ  
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*В.М. ГОРЧАКОВА, Н.В. КОПАЧЕВСКАЯ, С.А. ДЕМЧЕНКО*

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

Технология адгезионного (аутогезионного) скрепления волокон в холсте широко применяется при получении нетканых материалов технического назначения. Требования потребителей к таким полотнам возрастают.

Физико-механические свойства нетканых термоскрепленных материалов из химических волокон определяются в основном количеством межволоконных связей и их прочностью [1]. Известно, что химические волокна обладают в основном низкой адгезией. С целью повышения адгезионной (аутогезионной) способности волокон их обрабатывают модификаторами [2]. Модификация предполагает введение в гра-

ничные и переходные слои различных функциональных групп. Широкое распространение для полимерных субстратов получили кремнийорганические модификаторы [3], [4].

Целью данного исследования являлось изучение влияния обработки поверхности промышленных химических волокон синтезированными нами новыми модификаторами – олиговинилэтоксисилоксанами на свойства нетканых термоскрепленных материалов.

Физико-механические свойства синтезированных кремнийорганических (I)–(VI) соединений представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ соединения	M <sub>i</sub> , г/моль	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	T <sub>кип.</sub> , °C	Брутто-формула
I	190	1,397	0,9027	>161	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> Si <sub>1</sub> O <sub>3</sub>
II	654	1,405	0,9543	>230	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>11</sub>
III	886	1,415	0,9928	>230	C <sub>32</sub> H <sub>66</sub> Si <sub>7</sub> O <sub>15</sub>
IV	1234	1,425	1,1151	>230	C <sub>44</sub> H <sub>90</sub> Si <sub>10</sub> O <sub>21</sub>
V	1466	1,457	1,1257	>230	C <sub>52</sub> H <sub>106</sub> Si <sub>12</sub> O <sub>25</sub>
VI	1814	1,465	1,1329	>230	C <sub>64</sub> H <sub>130</sub> Si <sub>15</sub> O <sub>31</sub>

Полипропиленовые и полиэфирные волокна обрабатывали спиртовыми растворами соединений (I)–(VI) в количестве 0,05...0,35 % масс., сушили на воздухе и подвергали термообработке при 140°C в течение 10 мин.

Изменение деформационно-прочностных свойств волокон от содержания моди-

фикатора представлено в табл. 2 и 3; табл. 2 – деформационно-прочностные свойства модифицированных соединениями (I), (IV) и (V) полипропиленовых волокон; табл. 3 – деформационно-прочностные свойства модифицированных соединениями (I), (IV) и (V) полиэфирных волокон.

Таблица 2

Разрывная нагрузка Н					Удлинение при разрыве ε, %					Модуль упругости E, МПа				
Содержание соединения (I), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,140	0,148	0,152	0,156	0,153	45	42	38	35	34	90	110	120	135	120
Содержание соединения (II), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,140	0,151	0,156	0,159	0,156	45	41	39	38	35	90	115	129	146	125
Содержание соединения (III), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,140	0,153	0,158	0,162	0,158	45	40	38	36	36	90	121	144	152	128
Содержание соединения (IV), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,140	0,158	0,163	0,168	0,165	45	37	35	27	29	90	135	153	170	140
Содержание соединения (V), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,140	0,155	0,162	0,167	0,164	45	35	33	31	27	90	140	159	172	150
Содержание соединения (VI), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,140	0,152	0,159	0,162	0,159	45	34	31	29	23	90	142	160	175	155

Таблица 3

Разрывная нагрузка Н					Удлинение при разрыве ε, %					Модуль упругости E, МПа				
Содержание соединения (I), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,165	0,117	0,220	0,225	0,215	65	63	61	58	59	900	1300	1450	1540	1300
Содержание соединения (II), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,165	0,130	0,223	0,229	0,225	65	62	59	57	58	900	1350	1490	1590	1500
Содержание соединения (III), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,165	0,149	0,228	0,230	0,229	65	61	58	56	57	900	1435	1560	1670	1610
Содержание соединения (IV), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,165	0,168	0,230	0,239	0,235	65	59	57	55	56	900	1610	1860	1900	1850
Содержание соединения (V), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,165	0,195	0,234	0,240	0,230	65	57	55	50	52	900	1800	1950	2050	1950
Содержание соединения (VI), % масс.														
0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,165	0,205	0,230	0,241	0,225	65	55	52	48	50	900	1900	2080	2290	1900

Эксперимент показал, что соединения (I)–(VI), введенные в оптимальных количествах, повышают деформационно-прочностные свойства полипропиленовых и полиэфирных волокон: разрывная нагрузка волокон увеличилась в 1,3 раза (табл. 2 и 3), модуль упругости в 2 и 2,5 раза для полипропиленовых и полиэфирных волокон соответственно, удлинение волокон при разрыве снизилось в 1,5 раза по сравнению с исходными, однако волокна сохранили эластичность. Наиболее эффективным оказался препарат (IV).

Для активации процесса модификации волокон при температуре 15...25°C их дополнительно обрабатывали катализатором – перекисью водорода. Катализатор наносили на химические волокна, модифицированные соединением (IV) в количестве от 1 до 2 % от массы модификатора. Затем волокна сушили при комнатной температуре и испытывали на деформационно-прочностные свойства.

В результате исследований было установлено, что оптимальным содержанием соединения (IV) является 0,25 % масс. и катализатора – 1,5 % от массы модификатора.

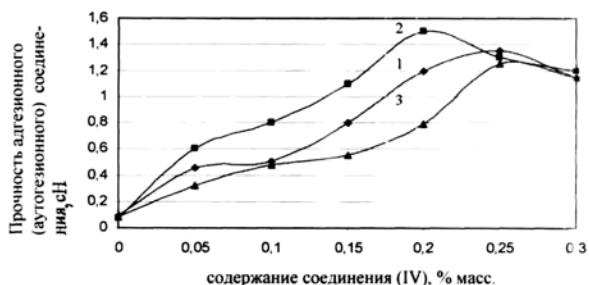


Рис. 1

Обработка поверхности волокон модификаторами увеличивает прочность адгезионных (аутогезионных) соединений ПП-ПП и ПЭТ-ПЭТ и ПП-ПЭТ (рис. 1, кривые 1, 2 и 3, соответственно). Установлено, что наибольшей эффективностью обладает олигомер (IV).

Прочность аутогезионных соединений повышается в 15 раз для полипропиленовых (при содержании (IV)–0,25 % масс.) и в 20 раз для полиэфирных (при содержании (IV)–0,2 % масс.) волокон. Прочность адгезионного соединения полипропиленового и полиэфирного волокон увеличивается в 14 раз (при содержании (IV)–0,25 % масс.).

Увеличение прочности адгезионных (аутогезионных) соединений происходит благодаря увеличению взаимодиффузии сегментов макромолекул контактирующих полимеров из-за пластифицирующего эффекта, оказываемого кремнийорганическим соединением, а также благодаря химическому и физическому взаимодействию активных групп модификатора и полимера волокон на межфазной границе.

На промышленной линии были разработаны нетканые материалы из модифицированных соединением (IV) волокон при оптимальных технологических режимах, определены их физико-механические свойства (табл. 4), рассчитаны коэффициенты корреляции между свойствами волокон, адгезионной прочностью склеек и свойствами связующего с одной стороны и свойствами нетканых материалов (табл. 5).

Таблица 4

Показатель	Волокнистый состав		
	ПП	ПЭТ	ПЭТ/ПП (65/35)
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	70±5	70±5	70±5
Содержание модификатора/катализатора, % масс	0,25/0,00375	0,2/0,0037	0,25/0,00375
Температура прессования °С	155	230	160
Разрывная нагрузка Н	135	140	100
Относительное удлинение при разрыве ε <sub>р</sub> , %	15	12	20
Модуль упругости, МПа	4,0	4,0	3,0
Жесткость, сН	4,0	4,0	4,5
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /с·м <sup>2</sup>	1150	950	1100
Коэффициент потери прочности в мокром состоянии, %	5	5	5

X	Прочность волокна Н	Прочность связующего Н	Адгезионная прочность склейки Н	Модуль волокна, МПа	Модуль связующего, МПа
Y	Прочность материала Н	Прочность материала Н	Прочность материала Н	Модуль материала, МПа	Модуль материала, МПа
Коэффициент корреляции					
ПП	0,942	-	0,892	0,974	-
ПЭТ	0,761	-	0,905	0,885	-
ПЭТ + ПА порошок	0,912	0,944	0,854	0,958	0,745
ПЭТ+ПП	0,945	0,842	0,779	0,869	0,654

Из табл. 5 следует, что во всех случаях имеется достаточно высокая корреляция между свойствами нетканого материала и свойствами его основных структурных элементов.

Увеличение прочности нетканых материалов можно объяснить образованием привитого полимолекулярного слоя кремнийорганического модификатора на волокне и его химическим взаимодействием с функциональными группами волокон и образованием межволоконных химических связей. Высокая эффективность соединения (IV) по сравнению с другими кремнийорганическими модификаторами [5] связана с наличием в его составе не только реакционноспособных этоксигрупп ( $-\text{OC}_2\text{H}_5$ ), но и винильных групп ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), которые при обработке модифицированных волокон катализатором, уже при температуре 15...25°C образуют химические связи не только с полиэфирным, но и с полипропиленовым волокном.

Нетканые материалы, обработанные кремнийорганическими модификаторами, проявили повышенную устойчивость к органическим растворителям и тепловому и световому старению.

## ВЫВОДЫ

1. Изучено влияние новых кремнийорганических модификаторов — олиговинилэтоксисилоксанов на когезионную прочность и адгезионную (аутогезионную) спо-

собность полипропиленовых и полиэфирных волокон и физико-механические свойства нетканых термоскрепленных материалов на их основе.

2. Показано, что обработка поверхности химических волокон кремнийорганическими модификаторами позволяет увеличить физико-механические свойства нетканых материалов, их устойчивость в жидких средах и устойчивость к старению благодаря введенным дополнительным химическим и физическим связям на межфазной границе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бершев Е.Н., Горчакова В.М. и др. Физико-химические и комбинированные способы производства нетканых материалов. — М.: Легпромбыт-издат, 1993.
2. Притыкин Л.М. и др. Адгезия низкомолекулярных соединений. Теория и практика. — С.-Пб.: Государственный институт (Институт химии), 1998.
3. Горчакова В.М., Баталенкова В.А., Измайлов Б.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 2001, №4. С.44.
4. Горчакова В.М., Баталенкова В.А., Измайлов Б.А. // Химические волокна. — 2003, № 1. С.31.
5. Горчакова В.М., Измайлов Б.А., Баталенкова В.А. Нетканый текстильный материал. Патент № 2182614. Приор. от 12.07.2001г., Оpubл. 20.05.2002г. МПК 7D 04 Н 1/5 4.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 13.02.07.