

На рис.1 представлена динамика изменения прочности иглопробивного материала от плотности прокалывания. В [1,2] при больших плотностях прокалывания число активных проколов (прочности материала) оказывалось отрицательным. В нашем случае при решении системы уравнений (21) число активных проколов растет с увеличением плотности прокалывания, затем начинает снижаться и значение ее величины достигает нуля, но не бывает отрицательным. Следовательно, проведенный нами анализ верен.

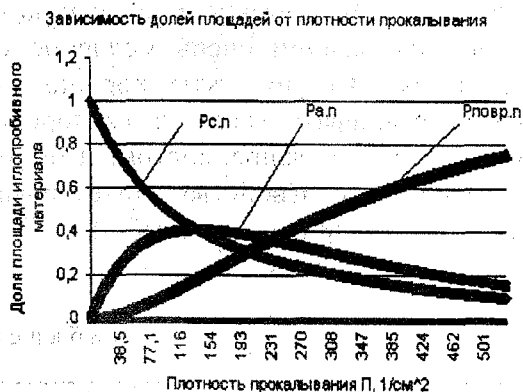


Рис. 2

На рис.2 изображена зависимость долей площадей, составляющих площадь иглопробивного материала при иглопрокалывании, от плотности прокалывания. Как видим, доля свободной площади уменьша-

ется; доля площади активных проколов сначала увеличивается, а затем начинает снижаться. Доля площади поврежденных проколов увеличивается, что соответствует представлению о воздействии рабочих игл иглопробивной машины на волокнистый холст и обрывности волокна в нем.

ВЫВОДЫ

Получена система уравнений, описывающая процесс иглопрокалывания, по которой можно проследить динамику изменения прочности материала от плотности прокалывания и позволяющая определять оптимальную плотность прокалывания при технологических расчетах по выработке проектируемых нетканых материалов на основе базальтового волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов В.А. // Текстильная промышленность. –1982, №1. С. 51...53.
2. Семенов В.А., Бершев Е.Н. Моделирование механических процессов производства нетканых материалов. – Л., Лен. университет, 1982.
3. Алексеева Т.Е., Труевцев Н.Н. Исследование возможности производства геотекстильного полотна на основе базальтового волокна // Сб. статей аспирантов и докторантов. – СПб., 1999. С.64.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 02.10.00.

УДК 677.026.04:661.718.5

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛОКОН ПОЛИОРГАНО(АЛКОКСИ)СИЛАЗАМИ НА СВОЙСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.М. ГОРЧАКОВА, О.А. ГАРЦУЕВА, Е.Н. БАХУРОВА, Б.А. ИЗМАЙЛОВ

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

Скрепление волокон в единую систему в нетканых материалах, полученных физико-химическим способом, осуществляется адгезионными (аутогезионными) связями,

возникающими на границе контакта волокно (субстрат) – связующее (адгезив) или волокно – волокно.

Химические волокна, используемые при производстве нетканых материалов (полиэфирные, полипропиленовые, поливинилхлоридные и др.), обладают низкой адгезией. С целью увеличения адгезии полимеров волокон применяются различные методы их модификации: окисление, обработка плазмой, кремнийорганическими соединениями и др. [1,2].

Настоящее исследование посвящено изучению влияния обработки поверхности химических волокон на стадии замасливания полиоргано(алкокси)силазанами на физико-механические свойства нетканых материалов при их аутогезионном скреплении (без использования обычных связующих веществ).

Нами разработан метод синтеза новых кремнийорганических модификаторов химических волокон – полиоргано(алкокси)силазанов: поливинилдиметилсилазана I, поливинилдиметил(изо-буток-

си)силазана II и поливинилдиметил[три(изо-бутокси)]силазана III. Поливинилдиметилсилазан I получали соаммолизом 3 молей винилтрихлорсилана с 1 молем диметилдихлорсилана в среде толуола при комнатной температуре, а поливинилдиметил(изо-бутокси)силазан II и поливинилдиметил[три(изо-бутокси)]силазан III – алкоголизом в среде толуола продукта I при 80°C 1 молем и 3 молями изо-бутилового спирта соответственно.

Продукт I – это смолообразное вещество, легко переходящее при нагревании в неплавкое и нерастворимое состояние, а продукты II и III – вязкие жидкости, которые при нагревании очень медленно отверждаются. Все продукты хорошо растворимы в алифатических углеводородах, бензоле, толуоле, эфире, ацетоне и не растворимы в воде. Свойства синтезированных продуктов приведены в табл. I.

Таблица I

№ продукта		I	II	III
d_4^{20}		1,12	0,94	0,81
n_D^{20}		-	1,5040-1,5100	1,4820-1,4860
Формула звена полимера		$C_6H_{12}Si_4N_6$	$C_{12}H_{29}Si_4N_5O_1$	$C_{26}H_{46}Si_4N_4O_3$
Число звеньев		10	6	3
Элементный состав, %	C	<u>28,35</u>	<u>38,95</u>	<u>46,83</u>
		28,01	38,77	47,76
	H	<u>6,15</u>	<u>7,53</u>	<u>9,43</u>
		6,46	7,86	9,22
Si	<u>32,95</u>	<u>31,30</u>	<u>22,68</u>	
	32,75	30,22	22,34	
N	<u>24,30</u>	<u>16,93</u>	<u>10,23</u>	
	24,49	18,83	11,13	
\bar{M} найдено		<u>3500</u>	<u>2340</u>	<u>1560</u>
вычислено		3429	2230	1508
Данные ИК-спектров $\nu, \text{см}^{-1}$	S_i-NH-S_i	3385, 3320 980-915	3385, 3320 980-915	3385, 3320 980-915
	S_i-NH_2	3500, 3400	-	-
	S_i-OC	-	1100-1050	1100-1050

Молекулярные массы продуктов определяли криоскопически в бензоле, ИК-спектры сняты на приборе UR-20 в тонком слое на призмах из KBr, NaCl и LiF в области $4000...400 \text{ см}^{-1}$ по методике [3].

В продукте I имеются химически активные при комнатной температуре $\equiv S_i-NH-S_i \equiv$ связи и концевые $\equiv S_i-NH_2$ группы, а в продуктах II, III – химически активные при комнатной температуре $\equiv S_i-NH-S_i \equiv$ связи и при повышенной температуре

(80...100°C) концевые изо- $C_4H_9O-Si\equiv$ группы. Оказалось, что продукты I–III при выдерживании на воздухе даже при комнатной температуре подвергаются гидролизу влагой воздуха с заменой 80...85% силановых связей на силоксановые. Вследствие высокой газопроницаемости силоксановой пленки аммиак, выделяющийся при гидролизе, удаляется из системы без нарушения целостности пленки. Образующиеся при гидролизе продуктов I–III соответствующие полиоргано(изо-бутокси)силазоксаны, то есть полимеры, содержащие наряду со связями $\equiv Si-NH-Si\equiv$ также $\equiv Si-O-Si\equiv$, концевые $\equiv Si-OH$ и изо- $C_4H_9O-Si\equiv$ группы, стабильны, обладают высокими физико-

механическими показателями и хорошей адгезией к различным материалам.

Продукты I–III в количестве от 0,1 до 3% масс. наносили на отмытые от замасливателя волокна в виде 1%-ной водной эмульсии их спиртовых растворов. После нанесения модификатора волокно в термошкафу подвергали термообработке при 140°C в течение 10 мин. Из обработанных волокон на чесальной машине формировали холсты поверхностной плотности 70 г/м². Аутогезионное скрепление холстов осуществляли на прессе при температуре, близкой к температуре плавления волокна, под давлением 2 МПа в течение 2 мин.

Таблица 2

Продукт	Содержание продукта на волокне, % масс.	$R_{уд.}$, Нм/г		ε_p , %	
		1	2	1	2
I	0,25	8,30	2,05	10,0	7,0
II	0,25	4,90	1,25	7,0	5,0
III	0,25	10,70	2,70	6,0	5,0

Примечание. 1 – по длине, 2 – по ширине.

В табл.2 представлены физико-механические свойства нетканых материалов из обработанных полиэфирных волокон.

Из результатов табл.2 видно, что для полиэфирных волокон наиболее эффективным является продукт II. Вследствие этого в дальнейших исследованиях по обработке волокон различной природы использовали только его.

На рис.1 изображена зависимость удельной разрывной нагрузки нетканых материалов от содержания продукта II на волокне, где кривые 1...5 соответственно для волокон: полиамидного, смеси полипропиленового (20%) и вискозного (80%), полиэфирного, полипропиленового и смеси полиэфирного (90%) и вискозного (10%).

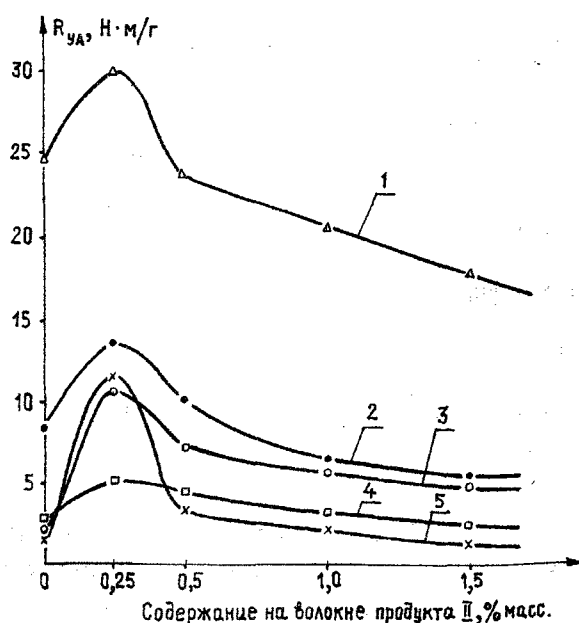


Рис.1

Зависимость на рис.1 носит экстремальный характер. Оптимальным является содержание продукта II на волокне 0,25% масс. Из рис.1 также следует, что прочность нетканых материалов из обработанных волокон выше по сравнению с необработанными. Так, прочность нетканых материалов увеличивается в 1,5 раза из полиамидных, в 3 раза из полипропиленовых и в 13,2 раза из полиэфирных волокон. Необходимо отметить, что прочность холста из смеси вискозных (80%) и полипропиленовых (20%) волокон и холста из смеси полиэфирных (90%) и вискозных (10%) волокон увеличивается в 3 и 15 раз соответственно.

Полагаем, что увеличение прочности нетканых материалов связано с образованием между соседними волокнами силоксановых связей. Незначительное падение прочности нетканых материалов при содержании продукта II на волокне более 0,25% масс. обусловлено, видимо, его пластифицирующим действием на полимеры волокон (на поверхности волокон проявляется эффект "перемасливания").

Установлено, что при обработке химических волокон на воздухе при комнатной температуре водными эмульсиями продук-

та II происходит, во-первых, гидролиз продукта II с превращением его в поливинилдиметил(изо-бутокси)силазоксан с концевыми силанольными и изо-бутоксисилильными группами; во-вторых, взаимодействие силазановых связей и силанольных групп образовавшегося силазоксана с функциональными карбонильными, карбоксильными, аминогруппами химических волокон, приводящее к образованию силоксановой пленки на поверхности волокон. При прессовании таких волокон в нетканых материалах при повышенных температурах происходит скрепление соседних волокон за счет образования этиленовых мостиков и силоксановых связей вследствие полимеризации винильных радикалов и взаимодействия силанольных и изо-бутоксисилильных концевых групп. Это приводит к образованию в нетканом материале циклопространственной силоксановой структуры.

Следует отметить, что силоксановая пленка на поверхности химических волокон оказывает на нетканый материал пластифицирующее действие. Это способствует некоторому снижению температуры плавления волокон.

Таблица 3

Волокно	Линейная плотность волокна, текс	Температура плавления волокна в холсте, °С	
		0,25% масс. продукта II на волокне	отсутствие продукта II на волокне
Полиэфирное	0,33	256	260
Полиэфирное	0,17	255	264
Полиамидное	0,40	215	220
Полипропиленовое	0,40	151	157

Из табл.3, где приводятся результаты изменения температур плавления волокон различной природы и линейной плотности в зависимости от наличия и отсутствия на волокне продукта II, видно, что температура плавления полиэфирных волокон линейной плотности 0,33 текс снижается на 4°С, а плотности 0,17 текс – на 9°С, поли-

амидного волокна линейной плотности 0,40 текс снижается на 5°С, а полипропиленового волокна такой же линейной плотности – на 6°С.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан эффективный способ аутогезионного скрепления химических волокон в нетканых материа-

лах малым количеством (до 0,25% масс.) новых кремнийорганических модификаторов, исключающий использование 30...40% масс. традиционных связующих веществ.

ВЫВОДЫ

1. Предложен новый способ получения нетканых материалов повышенной в 3...13 раз прочности и пониженной на 4...9°C температурой термопрессования.

2. Разработан эффективный метод аутогезионного скрепления химических волокон в нетканых материалах малым количеством (до 0,25% масс.) новых кремнийорганических модификаторов, исключающих использование 30...40% масс. традиционных связующих веществ.

3. Синтезированы заданного строения с комплексом требуемых свойств новые кремнийорганические модификаторы хи-

мических волокон – полиорган(алокси)силазаны: поливинилдиметилсилазан I, поливинилдиметил(изо-бутокси)силазан II, поливинилдиметил[три(изо-бутокси)]силазан III и изучен механизм химического взаимодействия последних с полимерами химических волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакула В.Л., Притыкин Л.М. Физическая химия адгезии полимеров. – М.: Химия, 1984. С.182.
2. Горчакова В.М и др.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №5. С.74...78.
3. Абакумова Н.И. и др. Практикум по химии и физике полимеров. – М.: Химия, 1998. С.299.

Рекомендована кафедрой нетканых материалов.
Поступила 22.05.00.