

УДК 677.494.674.027.2:546.3

**ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН,  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСНЫМИ  
СОЕДИНЕНИЯМИ МЕТАЛЛОВ**

**THERMOMECHANICAL PROPERTIES  
OF SYNTHETIC FIBERS  
MODIFIED BY COMPLEX METAL COMPOUNDS**

*Н.Н. ПАВЛОВ, С.В. ДЕГТЯРЕВ, В.А. АНИКИН, Н.Е. БОЧКАРЕВ, П.А. САФОНОВ  
N.N. PAVLOV, S.V. DEGTJAREV, V.A. ANIKIN, N.E. BOCHKAREV, P.A. SAFONOV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: onhmgtau@mail.ru

*Перспективным направлением в современной текстильной химии и технологии является модифицирование свойств широко применяемых синтетических волокон и материалов на их основе. Помимо эффектов, получаемых при модификации, необходимо также сохранять комплекс свойств, характеризующих эти волокна. В работе проведено исследование влияния модифицирующей обработки солями металлов на термомеханические свойства полиэфирного волокна, которое уверенно занимает лидирующие позиции по объему производства.*

*Perspective direction in modern textile chemistry and technology is modifying of properties of widely applied synthetic fibers and materials on their basis. Besides the effects received at updating it is necessary to keep a complex of properties characterizing these fibers as well. Research of influence of modifying processing by salts of metals on thermomechanical properties of a polyester fiber which confidently takes leading positions on production volume has been carried out.*

**Ключевые слова:** модифицирование солями металлов, температура стеклования, полиэфирные волокна, пластификация.

**Keywords:** modifying metals by salts, glass transition temperature, polyester fibers, plasticization.

Одним из способов модифицирования свойств полимерных материалов является

введение в него различных неорганических веществ. Как известно, в большинст-

ве случаев результат модифицирования свойств волокна зависит от количества введенного в полимер модификатора. В случае использования в этом качестве различных катионов металлов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ), введенных в волокнистые материалы на основе поликапроамида и полиэтилен-терефталата, полиакрилонитрила, как нами было показано ранее [1], получаемые эффекты: повышение гидрофильности, сродства к красителям и др. увеличиваются пропорционально количеству катионов металла в них, причем наибольшее изменение свойств происходит при использовании катионов хрома (III). Особенностью большинства синтетических волокон и нитей является высокая степень упорядоченности макромолекул, высокая степень кристалличности полимера, а также ряд других факторов, осложняющих диффузионные и сорбционные процессы в нем. На примере полиэфирных волокон, которые с этой точки зрения являются наиболее сложными объектами для протекания диффузионных процессов, можно продемонстрировать влияние модифицирующих обработок на термомеханические свойства волокна в связи с тем, что одним из важных показателей для полимера является его температура стеклования ( $T_g$ ), а процессы колорирования термопластичных полимеров протекают в областях, как

правило, превышающих значение  $T_g$ , поэтому изменение ее величины при модифицировании полимера должно значительно влиять на процессы его отделки и переработки.

В работе изучали зависимость деформации волокна от температуры при постоянной нагрузке. Для определения температуры стеклования ПЭТФ строили термомеханическую кривую в области температур от 50 до 140°C. Эксперимент проводили на приборе собственной конструкции, позволяющей определять развитие деформации образца нити с ростом температуры при постоянном напряжении. Начальная длина образца 15 см, среда прогрева – силиконовое масло. Образцы нити были обработаны различными составами с концентрацией 0,1 моль/л. Полученные термомеханические кривые приведены на рис. 1 – термомеханические кривые ПЭТФ, обработанного растворами пластификаторов: кривая 1 – образец обработан раствором салициловой кислоты, 2 – образец обработан раствором бензойной кислоты, 3 – образец не обработан; рис. 2 – термомеханические кривые ПЭТФ, обработанного растворами, содержащими комплексы хрома (III): кривая 1 – образец обработан бензоатным комплексом состава 1:1, 2 – образец обработан салицилатным комплексом состава 1:1, 3 – образец не обработан.

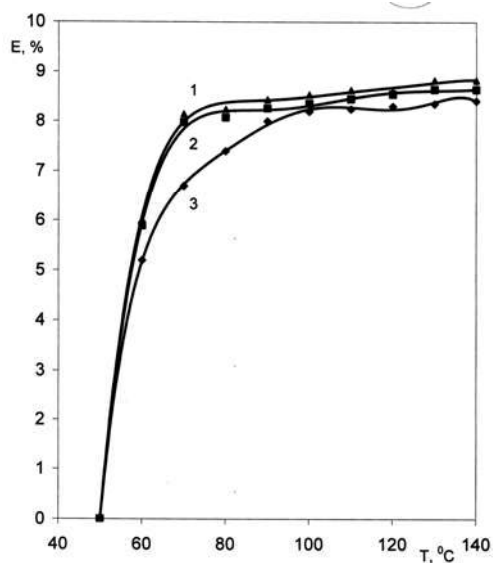


Рис. 1

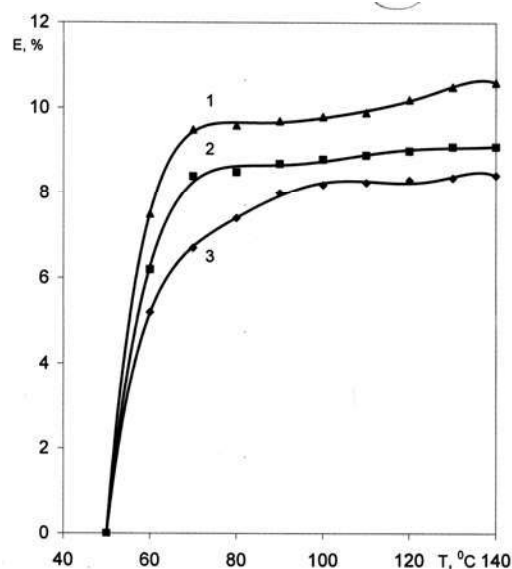


Рис. 2

Для определения величины температуры стеклования по термомеханической кривой использовали метод наложения касательных к двум основным ветвям этой кривой [2]. Абсцисса точки пересечения прямых дает искомую величину. Этот ме-

тод, как известно, меньше зависит от формы кривой, и для сравнительной оценки полимеров такой способ вполне оправдан.

В табл. 1 приведены значения температур стеклования, определенных по термомеханическим кривым.

Т а б л и ц а 1

Состав ванны	Температура стеклования, °С
Дистиллированная вода	74...76
Раствор салициловой кислоты	65...67
Раствор бензойной кислоты	65...67
Бензоатный комплекс $Cr^{3+}$ (1:1)	57...60
Салицилатный комплекс $Cr^{3+}$ (1:1)	62...63

Максимальное снижение температуры стеклования ПЭТФ наблюдается при использовании растворов, содержащих комплексы хрома (III) с органическими лигандами. При этом обработка бензоатными комплексами по сравнению с салицилатными является более эффективной. Сами же органические кислоты, в указанном концентрационном интервале, влияют на понижение температуры стеклования примерно одинаково.

Для объяснения полученного можно воспользоваться теорией пластификации полимеров [2], [3]. Понижение температуры стеклования для полимеров, имеющих достаточно развитую сетку межмолекулярных связей, к которым можно отнести ПЭТФ, обусловлено, в первую очередь, уменьшением суммарной энергии этих сил. По-видимому, указанные пластификаторы, действуя на ПЭТФ самостоятельно за счет своих полярных и ионогенных групп, нарушают часть межмолекулярных связей. Появление в системе катиона  $Cr^{3+}$ , являющегося сильным акцептором, увели-

чивает возможность более сильного разрушения сетки межмолекулярных связей. Меньшая эффективность действия салицилатных комплексов, по сравнению с бензоатными, может быть объяснена меньшим количеством хрома, сорбируемого ПЭТФ, что было показано нами ранее [1].

Явление пластификации ПЭТФ-волокон при их обработке комплексами хрома (III) должно привести к снижению их прочностных свойств.

В работе оценивали относительную разрывную нагрузку обработанной нити и ее удлинение при разрыве на машине FP 10/1.

В табл. 2 приведены значения названных показателей в зависимости от состава модифицирующей ванны (относительная разрывная нагрузка и удлинение ПЭТФ-нити, обработанной комплексами  $Cr^{3+}$ ). Для нити, обработанной дистиллированной водой, в таких же условиях, что и комплексами, относительная разрывная нагрузка и удлинение составили соответственно – 40,5 сН/Текс и 17,0 %.

Т а б л и ц а 2

Концентрация комплекса, моль/л	Тип комплекса	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Удлинение, %
0,01	Бензоатный 1:1	40,4	18,5
	Салицилатный 1:1	40,4	18,2
0,1	Бензоатный 1:1	39,5	20,7
	Салицилатный 1:1	39,7	19,5

Как видим, прочность и удлинение нити при обработке комплексами, содержащими органические лиганды, значительно

не изменяется. Таким образом, модифицирующая обработка комплексами хрома (III) при указанных условиях в основном

не приводит к значительным изменениям деформационно-прочностных свойств волокон из ПЭТФ.

### ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при обработке ПЭТФ комплексами хрома (III) происходит снижение  $T_c$  полимера.

2. Модифицирующая обработка в указанном концентрационном интервале не приводит к значительным изменениям деформационно-прочностных свойств волокон из ПЭТФ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.Н., Баранцев В.М., Дегтярев С.В. и др. Комплексные катионы металлов как модификаторы свойств полиэфирных волокон // Химические волокна. – 2001, №6. С. 29...32.

2. Аскадский А.А. Лекции по физикохимии полимеров. – М.: Физический факультет МГУ, 2001.

3. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. – М.: Химия, 1978.

Рекомендована кафедрой общей и неорганической химии. Поступила 26.02.11.

---