

**О ПРОЦЕССАХ И МЕХАНИЗМЕ СТАРЕНИЯ
СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН**

**II. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ
ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКОН**

**Л. Г. Токарева, Н. В. Михайлов, З. И. Потемкина,
М. В. Ковалева**

Технические изделия из синтетических волокон в процессе эксплуатации часто подвергаются воздействию высоких температур (150 — 200°), и в этих условиях они теряют свои ценные механические и физико-химические свойства.

Потеря этих ценных качеств зависит от времени и условий воздействия высоких температур. В реальных условиях эксплуатации эти воздействия могут быть кратковременными и длительными. В результате кратковременных воздействий, в особенности в инертной среде, чаще всего происходят изменения физико-механических свойств, характеризующие теплостойкость полимерных материалов, которые связаны в основном с обратимыми изменениями структуры волокна, а не химического состава.

В результате длительного воздействия высоких температур в любой среде, и в особенности в присутствии кислорода, на волокна и другие изделия из полиамидов происходят необратимые изменения их физико-механических и физико-химических свойств, характеризующие термостойкость полимерных материалов, которые связаны не только с изменением структуры волокна, но и с изменением химического состава.

Полиамидные волокна принадлежат к числу материалов, не устойчивых не только к температурным, но и к световым воздействиям. Поэтому полиамидные волокна и изделия из них нуждаются в защите как от температурных, так и от световых воздействий.

Вследствие отсутствия разработанной теории механизма старения полиамидов и волокон из них, работы по стабилизации их носят в основном эмпирический характер.

В качестве стабилизирующих добавок к полиамидам применяют различные органические вещества, обладающие в основном ингибирующими свойствами восстановительного характера, как, например, фенолы, амины и их производные, а также соли, главным образом, комплексообразующих металлов (Cu , Cr , Mg и др.) органических и неорганических кислот.

С целью более рационального подхода к решению проблемы стабилизации свойств полиамидных волокон и изделий из них проводились исследования по изучению изменения свойств полиамидов и волокон под действием тепла в инертной среде и в среде кислорода.

На основе этих данных и опубликованных ранее работ по этому вопросу [3] было высказано предположение о механизме распада полиамидов, из которого следует, что с целью замедления необратимых изменений свойств полиамидных волокон необходимо применение стабилизаторов ингибирующего действия (антиоксидантов).

Уменьшения и предотвращения обратимых изменений, вероятно, можно достичь введением веществ с активными бифункциональными группами

Таблица 1

Изменение свойств капроновых волокон, полученных с применением различных антиоксидантов

Наименование добавки	Структурная формула	До прогрева			После прогрева при 200° в течение 2 час.			
		Физико-механические показатели		Удлинение, %	Вязкость, туд	% сохранение прочности	Физико-механические показатели	
		Вязкость, туд	Прочность, кг/мм ²				Удлинение	% сохранения удлинения
Исходный		0,705	50,0	26,3	0,57	10,0 22	23,6 80,5	
N,N'-Ди-β-нафтил-n-фенилендиамин		0,658	45,6	38,4	0,722	44,2 87,0	37,0 96,6	
2,2'-Метилен-бис-4-метил-6- <i>трет</i> -бутилфенол		0,595	54,5	25,8	n/p	18,2 33,4	13,5 52,3	
2,6-Ди- <i>трет</i> -бутил-4-метилфенол		0,627	35,6	24,2	n/p	14,5 38,8	10,5 46,3	
—2,4,6-Три- <i>(трет</i> -бутил)-фенол		0,653	50,5	24,6	n/p	17,9 35,5	11,6 47,2	
Полигард	[R--O] _n P	0,869	59,1	17,7	0,296	15,2 25,8	12,3 69,5	
Диметилфенил-n-крезол		0,704	46,4	35,6	n/p	14,5 31,2	10,9 30,6	
Дибутилдиоксидалифенилсульфид		0,624	42,0	36,2	n/pr	21,6 52,7	12,6 34,7	
Продукт реакции ацетона с дифениламином	(C ₆ H ₅) ₂ NH + CH ₃ COCH ₃	0,702	40,0	34,8	0,805	31,0 77,5	33,5 110,5	
N,N'-Фенилциклогексил-n-фенилендиамин		0,501	48,1	32,1	0,601	42,2 87,8	30,5 95,0	
2,5-Ди- <i>трет</i> -бутилгидрохинон		0,707	52,3	29,8	0,603	26,0 49,6	19,3 64,6	
Продукт реакции ацетона с аминофенолом		0,697	48,0	19,2	0,597	37,8 88,4	33,3 173	

Таблица 1 (продолжение)

Наименование добавки	Структурная формула	До прогрева			После прогрева при 200° в течение 2 час.		
		вязкость, $\eta_{\text{цц}}$	физико-механические показатели		вязкость	физико-механические показатели	
			прочность, $\text{kg}/\text{мм}^2$	удлинение, %		прочность	удлинение
N,N'-Дифенил-n-фенилендиамин		0,597	47,7	23,5	0,490	32,9 69,0	22,5 95,5
Продукт конденсации фенола со стиролом		0,532	48,5	34,7	0,479	15,6 32,3	14,3 41,2
Фенил-β-нафтиламин		0,651	50,7	30,3	0,428	35,5 70,0	34,6 97,5

пами, которые препятствовали бы изменению структуры волокна путем химической спивки молекул полимера.

В настоящей работе изложены результаты по изучению возможности предотвращения или замедления обратимых изменений физико-механических свойств полиамидных волокон (капрон) путем введения антиоксидантов.

Согласно современным взглядам Семенова [4] и его школы действие ингибиторов цепных реакций основано на обрыве реакционной цепи, возникающей в результате взаимодействия ингибитора с молекулой реагирующего вещества. Эффективность антиоксиданта определяется структурой его молекулы. Связь эффективности антиоксиданта со структурой его молекулы исследовалась рядом авторов [5].

В качестве антиоксидантов применяются вещества типа замещенных аминов (первичные и вторичные ароматические амины) и типа фенолов.

Экспериментальная часть¹

Для стабилизации свойств полиамидных волокон исследовалось большое количество антиоксидантов и люминофоров органического строения, результаты проверки которых приведены в табл. 1 и 2.

Рассматривая экспериментальные данные табл. 1 и 2, следует отметить, что наиболее эффективным стабилизирующим действием обладают ароматические амины и их производные с циклическими радикалами, характерной особенностью которых является ингибирование окислительных процессов, известное по их применению в каучуках.

В табл. 1 и 2 приведены результаты исследования изменения свойств волокон в условиях ускоренного термоокислительного воздействия ($t = 200^\circ$ в течение 2 часов). Добавки в данном случае вводили путем опудривания полимера в виде крошки перед прядением волокна № 300 в количестве от 0,1 до 1% от веса полимера.

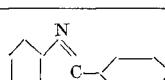
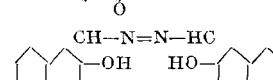
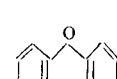
Как видно из этих данных, волокна при прогреве вследствие защитного действия ряда добавок против термоокислительных реакций, проте-

¹ В работе принимала участие А. М. Глебова.

кающих в полиамидах, сохраняют прочность в пределах 70—95 % при незначительном изменении удельной вязкости их 0,5%-ных растворов в трикрезоле. Из этого следует, что выбор наиболее приемлемых стабилизаторов следует связать с технологическими требованиями их применения и, вероятно, с количеством вводимой добавки.

Таблица 2

Изменение свойств капроновых волокон, полученных с применением различных люминофоров

Наименование добавки	Структурная формула	До прогрева		После прогрева при 200° в течение 2 час.	
		вязкость, $\eta_{цпд}$	физико-механические показатели		
				прочность, $\kappa\Gamma/\text{мм}^2$	удлинение, %
Оксифенилбензоксазол (ОФБО)		0,642	43,2	27,9	0,642 $\frac{33,8}{78,3}$ $\frac{24,5}{90,0}$
Люмоген светло-желтый водорасторимый, азин 2-окси-1-нафтальдегид		0,687	48,2	20,5	n/p $\frac{73}{15,2}$ $\frac{9,4}{46,5}$
Люмоген водно-голубой		0,737	38,0	43,3	n/p $\frac{12,4}{32,6}$ $\frac{11,5}{26,6}$

Следует отметить интересные результаты по стабилизации капроновых локон от термоокислительных реакций при помощи люминофоров, которые, как известно, являются ингибиторами фотодеструкции [6].

Из исследованных нами люминофоров, часть из которых приведена в табл. 2, оксифенилбензоказол (ОФБО) показал высокие защитные свойства против термоокислительной деструкции.

Приведенные данные показывают, что люминофоры могут обладать свойствами, характерными для термофоров. Это представляет большой научный и практический интерес для одновременной защиты волокон от рмо- и фото-деструкции и указывает на необходимость более детального изучения как применяемых нами люминофоров, так и новых соединений подобного типа.

В ряде случаев как с ингибиторами термоокислительной деструкции, к и люминофорами, отсутствие существенного защитного эффекта при нагреве волокна в воздушной среде сопровождается падением растворимости полимера, что, по-видимому, связано с бифункциональным характером этих веществ, приводящим к спшивке полимера, и, следовательно, к потере ингибирующих свойств этих соединений.

В условиях наших опытов наиболее эффективным стабилизатором

оказался N,N'-ди- β -нафтил- n -фенилендиамин (ДНФДА)¹, с введением которого и проводились более детальные исследования. С добавкой этого стабилизатора было получено капроновое волокно.

Прядение волокна проходило по обычному режиму и полученное волокно имело такие же исходные физико-механические показатели, как и обычное волокно (табл. 3). Все полученные волокна подвергались дли-

Таблица 3

Изменение свойств капроновых волокон при длительном прогреве

Количество добавки ДНФДА, %	До прогрева			Прогрето 8 час. при 150°			Прогрето 48 час. при 150°			Прогрето 100 час. при 150°		
	$\eta_{\text{уд}}$	прочность, $\kappa\text{Г}/\text{мм}^2$	удлинение, %	$\eta_{\text{уд}}$	прочность, $\kappa\text{Г}/\text{мм}^2$	удлине- ние, %	$\eta_{\text{уд}}$	прочность, $\kappa\text{Г}/\text{мм}^2$	удлине- ние, %	$\eta_{\text{уд}}$	прочность, $\kappa\text{Г}/\text{мм}^2$	удлине- ние, %
					сохране- ние проч- ности, %	сохране- ние удли- нения, %		сохране- ние проч- ности, %	сохране- ние удли- нения, %		сохране- ние проч- ности, %	сохране- ние удли- нения, %
0,775	75,0	18,0	0,496	44,7 59,7	15,1 83,8	0,333	25,4 33,5	10,0 55,6	0,304	19,2 25,8	8,3 46,0	
0,5	0,796	76,0	13,6	0,859	75,0 99,9	21,9 161	0,842	65,2 85,8	16,4 120	0,827	66,6 88,0	16,8 125,5
1	0,749	76,1	15,0	0,825	74,5 98	20,5 136,8	0,827	65,5 86,2	17,4 116	0,769	66,5 87,4	19,3 128,7
0,5	0,745	75,0	17,9	0,851	71,1 95,2	23,4 131	0,938	61,5 82,0	18,4 103	0,825	62,6 83,8	19,9 ¹ 111

¹ Не промытые.

тельному прогреву при 150 и 180° в течение 8, 48 и 100 час. и кратковременному прогреву при 200° в течение 30 мин. в токе азота и на воздухе. Определяли изменение вязкости 0,5%-ных растворов полимера в трикрезоле и изменение физико-механических показателей волокон.

В табл. 3 и на рис. 1, 2, 3 приведена часть данных, характеризующих хорошую их воспроизводимость.

Из приведенных на рис. 1 данных по изменению физико-механических свойств волокон, определенных при обычной температуре, видно, что при кратковременном воздействии высоких температур на обычное волокно (без добавки) в среде азота (кривая 2) и на волокно, стабилизированное ДНФДА, как в среде воздуха, так и в среде азота (кривые 5 и 6), происходит лишь обратимое изменение прочности волокна и повышение удлинения за счет структурных изменений, происходящих в волокне.

При кратковременном воздействии на воздухе той же температуры на обычное волокно (кривая 3) происходит необратимое падение физико-механических свойств волокна, связанное как со структурными изменениями, так и с изменением химического состава полимера. Кривые 1 и 4 характеризуют физико-механические свойства, соответственно для обычного и стабилизированного волокон.

Как видно из данных, приведенных на рис. 2, вязкость 0,5%-ных растворов обычного волокна в трикрезоле с увеличением времени нагревания значительно падает (кривая 1), вязкость волокна с добавкой ДНФДА незначительно возрастает, после нагревания при 150° в течение 8 и 48 час., а затем снижается до первоначального значения (кривая 2).

¹ Выражаем благодарность А. И. Королеву и сотрудникам НИОПиК'я за синтез ДНФДА.

В результате проведенных исследований показано, что добавки небольших количеств N,N'-ди- β -нафтил-*n*-фенилендиамина (ДНФДА) (0,2–1% от веса полимера) значительно повышают термостойкость капронового волокна. Прочность волокна при длительном прогреве сохраняется на 80–85% при введении указанной добавки, в то время как без добавки сохраняется всего лишь на 20–25% (рис. 3).

Снижение прочности волокна, стабилизированного ДНФДА, обусловлено, по-видимому, необратимым изменением структуры волокна при длительном прогреве, а не химического состава его, о чем свидетельствует сохра-

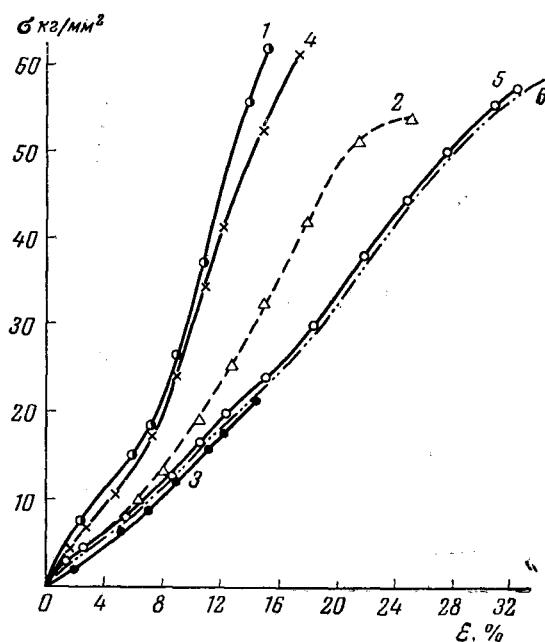


Рис. 1. Изменение физико-химических свойств капроновых волокон:

1 — исходное; 2 — то же, прогрев 30 мин. при 200° в азоте; 3 — то же, на воздухе; 4 — с добавкой ДНФДА; 5 — то же, прогрев 30 мин. при 200° в азоте; 6 — то же, на воздухе

нение вязкости 0,5%-ных растворов волокна в трикрезоле и одновременное снижение прочности и увеличение удлинения.

Известно, что мономер и другие низкомолекулярные продукты ухудшают свойства капронового волокна. Для удаления их волокно промывают горячей водой, с которой может удаляться и стабилизатор (ДНФДА).

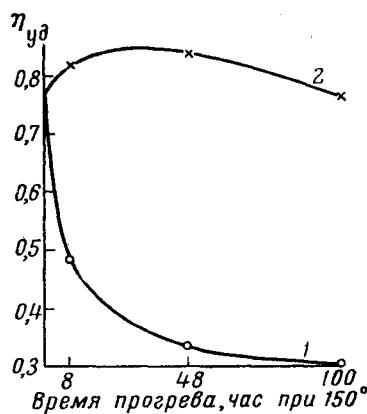


Рис. 2. Вязкость 0,5%-ных растворов в трикрезоле капроновых волокон, опудренных ДНФДА:

1 — исходное; 2 — с добавкой ДНФДА

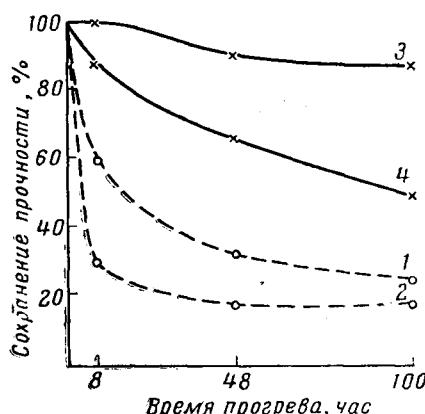


Рис. 3. Изменение прочности капроновых волокон, опудренных ДНФДА:

1 — исходное, прогрев при 150°; 2 — то же, при 180°; 3 — с добавкой ДНФДА, прогрев при 150°; 4 — то же, при 180°

В результате сравнительного изучения термостойкости промытых и непромытых стабилизированных волокон показано, что ДНФДА не вымывается из волокна. Как видно из данных, приведенных в табл. 3, свойства как промытых, так и непромытых волокон изменяются одинаково.

Добавка в исследованные нами волокна вводилась опудриванием, но наиболее простым и, вероятно, более эффективным является способ введения стабилизатора перед полимеризацией, так как позволяет стабилизовать полимер в самом процессе его получения, хотя практи-

Таблица 4

Удельные вязкости 0,5%-ных растворов полимеров

Добавка в % от веса полимера	$\eta_{уд}$
0,1 ДНФДА	0,74—0,75
0,1 ДНФДА + 0,075 уксусной кислоты	0,70—0,71
0,2 ДНФДА + 0,1 адициновой кислоты	0,737
0,2 ДНФДА + 0,05 уксусной кислоты	0,735

ческая применимость, по-видимому, не может быть одинаково успешной ввиду длительного воздействия на добавку высоких температур полимеризации.

Проводились работы по введению ДНФДА в расплавленный капролактам перед полимеризацией. Полимеризация капролактама проводилась по обычному методу. В качестве катализатора применялась вода, в качестве стабилизатора молекулярного веса — уксусная или адициновая кислота.

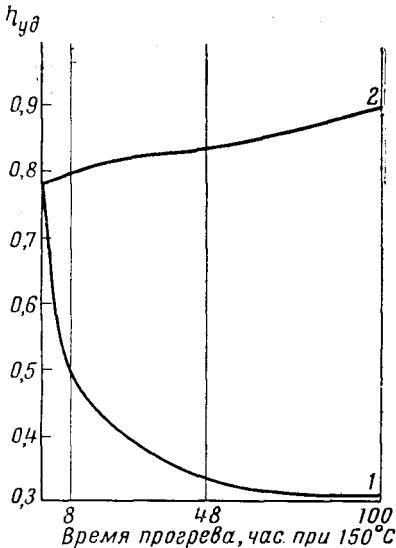


Рис. 4

Рис. 4. Вязкости 0,5%-ных растворов в трикрезоле капроновых волокон (ДНФДА введен в процессе полимеризации капролактама):

1 — исходное; 2 — с добавкой ДНФДА

Рис. 5. Изменение прочности полиамидных волокон (ДНФДА введен в процессе полимеризации капролактама):

1 — исходное, прогрев при 150°; 2 — то же, при 180°; 3 — с добавкой ДНФДА, прогрев при 150°; 4 — то же, при 180°

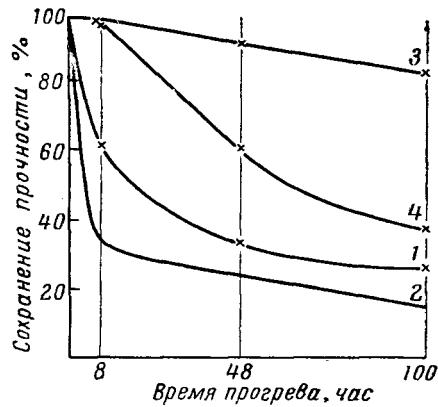


Рис. 5

Несколько опытных партий получено без стабилизатора молекулярного веса.

В табл. 4 приведены вязкости 0,5%-ных растворов полимеров в трикрезоле, полученных со стабилизаторами молекулярного веса и без них.

Как видно из данных, приведенных в табл. 4, вязкости растворов полимеров, полученных без стабилизаторов молекулярного веса, несколько выше, чем у полимеров, полученных со стабилизаторами.

Из полимеров, характеристика которых приведена в табл. 4, получены волокна с удовлетворительными физико-механическими показателями. Волокна прогревались при 150 и 180°. Изменения вязкости 0,5%-ных растворов волокон в трикрезоле и физико-механических показателей их после прогрева приведены на рис. 4 и 5.

Из этих данных видно, что вязкость растворов в трикрезоле волокон, прогретых при 150°, изменяется так же, как для волокон, полученных с добавкой ДНФДА опудриванием (ср. рис. 2).

Физико-механические показатели изменяются также одинаково (ср. рис. 3 и 5).

Из приведенных данных видно, что независимо от метода введения добавок ДНФДА является достаточно эффективным стабилизатором, повышающим значительно термостойкость капронового волокна.

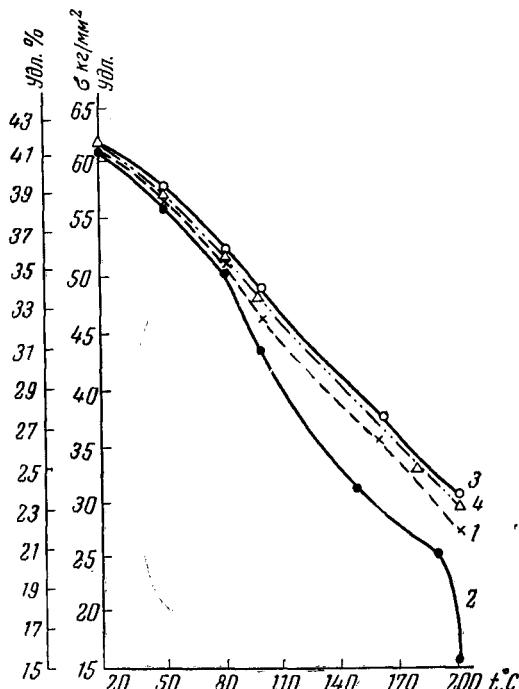
Изучение тепло- и светостойкости капроновых волокон

Исследования теплостойкости волокон со стабилизаторами и без них были проведены на термомеханическом приборе типа Поляни в широком диапазоне температур в воздушной среде и в среде азота. На рис. 6 приведены кривые изменения прочности и удлинения капроновых волокон в зависимости от температуры испытания и среды.

Как видно из рис. 6, прочность волокна с повышением температуры значительно падает. Более резкое падение прочности наблюдается для капронового волокна при испытании в воздушной среде (кривая 2), что подтверждает сделанный ранее вывод [2] о роли окислительных процессов в изменении физико-механических свойств волокон.

Рис. 6. Изменение физико-механических свойств капроновых волокон:

1 — прочность исходного волокна в токе азота; 2 — то же, на воздухе; 3 — прочность волокна с ДНФДА в токе азота; 4 — то же на воздухе



Уменьшение прочности волокна при термическом воздействии связано также с протеканием обратимых структурных процессов, в результате которых прочность волокна восстанавливается при охлаждении образца. Таким образом, разница в остаточной прочности при испытании волокна в среде азота (кривая 1) и воздуха (кривая 2) должна быть обусловлена протеканием необратимых химических процессов.

Из этого следует, что совпадение результатов испытания волокна, стабилизированного ДНФДА, в среде азота и воздуха (кривые 3 и 4), показывает, что необратимых химических процессов в волокне, стабилизированном ДНФДА и подвергнутом воздействию высоких температур в среде воздуха, не происходит. Это особенно наглядно подтверждается тем, что снижение прочности волокна, стабилизированного ДНФДА, несколько меньше, чем в случае нестабилизированного волокна, испытанного в среде азота (ср. кривые 3 и 4 с 1).

Разница в данных по снижению прочности для волокон, стабилизированного ДНФДА и нестабилизированного (в азоте), видимо, может быть объяснена незначительным повышением теплостойкости волокон за счет введения добавки. Что касается причин стабилизирующего действия против кратковременных тепловых воздействий таких ингибиторов, как ДНФДА, то в настоящее время недостаточно экспериментальных данных для их выяснения и любое их рассмотрение должно учитывать возможность хотя бы частичного упрочнения межмолекулярной связи или спивки в полиамидах за счет стабилизатора.

Введение малых добавок ДНФДА и ОФБО приводит не только к достижению значительного повышения термостойкости и некоторому увеличению теплостойкости полиамидных волокон, но наблюдается также заметное повышение светостойкости волокон.

Таблица 5

Влияние добавок на прочность полиамидов
и удельную вязкость их растворов

Наименование добавки	% падения прочности	% падения удлинения	Вязкость "руд	
			до облучения	после облучения
Без добавки (обычное)	40,9	45	0,775	0,471
С добавкой ДНФДА 0,5%	24,9	34,1	0,795	0,740
С добавкой ДНФДА 1%	19,7	32,5	0,762	0,773
С добавкой ОФБО 0,5%	16,8	24,4	0,754	0,770
С добавкой ОФБО 1%	12,8	31,4	0,762	0,768

В табл. 5 приведены результаты по изменению вязкости 0,5%-ных растворов полиамида в трикрезоле и падению прочности и удлинения капронового волокна с добавкой и без нее, подвергнутого ускоренной фотодеструкции в воздушной среде облучением кварцевой лампой в течение 20 час.

Как видно из данных, приведенных в табл. 5, вязкость растворов стабилизированного волокна в трикрезоле после облучения практически не падает, в то время как у волокна без добавки она резко падает. Прочность и удлинение у волокна с добавкой снижаются почти вдвое меньше, чем у волокна без добавки (табл. 5).

Это интересное явление, требующее специального исследования, находится в хорошем согласии с описанным выше фактором проявления в люминофоре свойств термофора, так как если возможно такое свойство, то следовало ожидать и обратного, т. е. проявления фотостабилизирующего действия в типичном антиоксиданте, каким является ДНФДА.

Все это указывает на принципиальные возможности комплексного решения проблемы старения синтетических волокон, включающего одновременно защиту от термо- и фото-деструкции полимера и повышение его теплостойкости.

Все приведенные нами данные относятся к полиамидному волокну типа капрон, хотя, исходя из полученных предварительных результатов, можно считать, что все добавки, повышающие термостойкость капронового волокна, повышают термостойкость и таких полиамидных волокон, как анид и энант. Результаты по исследованию для этих волокон будут сделаны отдельным сообщением.

Авторы выражают свою признательность Н. В. Деминой и сотрудникам лаборатории текстильных испытаний за помощь, оказанную при определении физико-механических свойств полиамидных волокон.

Выводы

1. В результате исследования влияния большого количества антиоксидантов и люминофоров на изменение свойств полиамидных волокон показано, что эффективным стабилизирующим действием обладают ароматические диамины и их производные.

Наиболее эффективным стабилизатором свойств полиамидных волокон является N,N'-ди- β -нафтил-*n*-фенилендиамин (ДНФДА) и N,N'-фенилциклогексил-*n*-фенилендиамин.

2. Установлено, что при длительном воздействии высоких температур (150° в течение 100—150 час.) на волокна, стабилизированные ДНФДА, прочность их сохраняется на 80—85%, в то время как прочность нестабилизированного волокна сохраняется лишь на 20—25%.

3. Изучалось изменение физико-механических свойств волокон, стабилизованных ДНФДА, в широком интервале температур. Показано, что при кратковременном воздействии на обычное волокно высоких температур в среде азота, а на стабилизированное ДНФДА и на воздухе, происходит обратимое изменение прочности волокна, тогда как при воздействии этих температур на обычное волокно на воздухе происходит необратимое изменение свойств волокна, связанное с изменением химического состава полимера. Установлено, что в волокне, стабилизированном ДНФДА, при длительном прогреве его не происходит необратимых химических процессов, т. е. использование указанного антиоксиданта полностью защищает полиамидные волокна от окислительного воздействия.

4. Показано, что некоторые люминофоры, как, например, оксифенилбензоксазол (ОФБО), могут обладать одновременно свойствами, характерными для термофоров. Введение в полиамиды ДНФДА и ОФБО повышает не только термостойкость, но и светостойкость полиамидных волокон.

Всесоюзный научно-исследовательский
инstitut искусственного волокна

Поступила в редакцию
14 VII 1960

ЛИТЕРАТУРА

1. Halle, *Texture*, 3, 18—20, 1956.
2. Н. В. Михайлов, Л. Г. Токарева, М. В. Ковалева, Высокомолек. соед., 2, 581, 1960.
3. G. Achhamer, W. Reigart, M. Kline, J. Appl. Chem., 1, 301, 1951; L. Urbansova, Chem. prumysl., 5, 75—78, 1955; I. Gundavda, J. Textile Inst., 5, 289, 1956.
4. Н. Н. Семенов, О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности, Изд. АН СССР, 1954.
5. А. С. Кузьминский, А. Г. Ангерт, Докл. АН СССР, 82, 747, 1952; 96, 1147, 1954; P. B. Margisch, M. L. Butler, Industr. and Engng. Chem., 38, 701, 1946; G. S. Hammaund, Ch. E. Booser, J. Amer. Chem. Soc., 77, 3238, 1955.
6. В. В. Коршак, К. К. Мозгова, В. П. Лаврищев, Высокомолек. соед., 1, 1164, 1959.

PROCESSES AND MECHANISM OF THE AGING OF SYNTHETIC FIBERS. II. STUDIES ON THE STABILIZATION OF POLYAMIDE FIBERS

L. G. Tokareva, N. V. Mikhailov, Z. I. Potemkina, M. V. Kovaleva

Summary

With the aim of stabilizing the properties of polyamide fibers a large number of organic antioxidants and luminophores was investigated. An efficient stabilizing action is possessed by the aromatic diamines and their derivatives. The most effective stabilizers

of the properties of polyamide fibers are N,N'-di- β -naphthyl-*p*-phenylenediamine (DNPDA) and N,N'-phenylcyclohexyl-*p*-phenylenediamine.

The strength of the fibers stabilized with DNPDA on heating for 100—150 hours at 150° is preserved to the extent of 80—85%, whereas that of the unstabilized fiber drops to only 20—25%.

Short exposure to high temperature in an atmosphere of nitrogen for the unstabilized and of air for the DNPDA stabilized fiber causes reversible changes in fiber strength, whereas the same temperatures in the case of the ordinary fiber in air leads to irreversible changes, associated with change in the chemical composition of the polymer. Irreversible processes do not occur on prolonged heating of the DNPDA stabilized fiber, i. e. this antioxidant completely protects polyamide fibers from oxidizing action.

Certain luminophores such as oxyphenylbenzoxazole (OPBO) may at the same time possess properties characteristic of thermophores. The incorporation of DNPDA and OPBO into the polyamides enhances not only the heat stability but also the light stability of the polyamide fibers, which indicates in principle the possibility of a complex solution of the problem of aging of synthetic fibers, in which the latter may be simultaneously protected from thermal and photo breakdown.
