

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ

Том III

СОЕДИНЕНИЯ
1961

№ 7

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВОЛОКНА ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА ПРИ ПРОГРЕВЕ

A. B. Орлова, И. П. Нагдасева

В процессе эксплуатации волокон, применяемых в качестве шинного корда, материал подвергается сложному воздействию температуры, механических сил и деформаций. В этих условиях весьма существенным вопросом является сохранение прочностных и эластических свойств кордного волокна. В настоящем сообщении на примере промышленных образцов волокон из полиэтилентерефталата делается попытка объяснить некоторые

Таблица 1
Изменение выносливости корда из полиэтилентерефталата к многократным деформациям изгиба при прогреве

Образцы, №	Количество циклов $\sigma = 9,12 \text{ кГ/мм}^2$, $P = 5,5 \text{ кг}$ на 3 нити			
	исходный образец	прогрев в свободном состоянии		прогрев под нагрузкой 2 кг; время прогрева 100 час.
		30 мин.	100 час.	
1	1744	1470	851	540
2	925	640	—	294
3	1990	1463	619	430
4	1670	1147	516	390

Приложение. Образцы 1, 2, 3, 4 представляют четыре различные партии кордной ткани.

Таблица 2
Показатели корда из волокна на основе полиэтилентерефталата

Наименование корда	Кре- пость, кг	Удли- нение, %	Количество цик- лов до разруше- ния при напря- жении $\sigma = 9,12 \text{ кГ/мм}^2$; угол изгиба 60°
Исходный корд	11,9	16,6	925
Корд, прогретый под нагрузкой 2 кг при 150° в течение 100 час.	11,5	9,8	294

особенности поведения такого волокна в условиях температурного воздействия, связанные с его микроскопической структурой. В литературе отсутствуют указания, что при прогреве находящихся под нагрузкой волокон на основе полиэтилентерефталата происходит заметное уменьшение динамических свойств волокна при сохранении его прочности. Поставлен-

Таблица 3

Анализ данных об измерении двойного лучепреломления волокна на основе полистилентерфталата

Наименование объекта исследования	Среднее вариационное значение		Среднее квадратичное отклонение $\pm \sigma$		Ошибки среднего		Неравномерность, %		Количество определений	
					$p, \%$					
	абсолютные значения $\pm m$		диаметр волокна, μ		по диаметру волокна, μ		по значению двойного лучепреломления			
	диаметр волокна, μ	значение двойного лучепреломления	диаметр волокна, μ	значение двойного лучепреломления	диаметр волокна, μ	значение двойного лучепреломления	диаметр волокна, μ	значение двойного лучепреломления		
Исходный корд:										
1-е определение	11,9	0,201	0,405	0,043	0,057	0,0018	0,5	3,4	6,5	
2-е	11,9	0,208	0,340	0,011	0,048	0,0016	0,4	3,0	5,3	
Корд, прогретый под нагрузкой 2 кг:										
1-е определение	11,8	0,210	0,510	0,013	0,092	0,0018	0,8	4,3	6,1	
2-е	11,8	0,215	0,450	0,013	0,063	0,0018	0,5	3,8	6,2	

Примечание. Вариационная ошибка составляет не более 1%, что обеспечивает точность измерения и сходимость результатов.

ные нами опыты (табл. 1 и 2) свидетельствуют о том, что прогрев обычного волокна из полиэтилентерефталата, используемого в качестве шинного корда в течение 100 час. при 150°, приводит к снижению выносливости его по отношению к многократным деформациям при практически полном сохранении исходной прочности.

Такое изменение эластичности волокна не связано, по-видимому, с изменением внутренней структуры волокна, так как результаты измерения величин двойного лучепреломления исходного и прогретого волокна указывают на неизменность этих величин. В табл. 3 приведены данные о двулучепреломлении, из которых видно, что значение двулучепреломления остается постоянным. Анализ точности измерений и возможных ошибок показывает, что изменение двулучепреломления, если бы оно произошло при прогреве, было бы вполне уловимо при использованной методике измерения.

Вместе с тем микроскопическое изучение волокон после прогрева показало (рис. 1), что они окутаны тонкой оболочкой — пленкой, способствующей слипанию отдельных волокон конец друг с другом. Исследование этой пленки в поляризационном микроскопе свидетельствует о наличии в ней сферолитов (рис. 2).

Если взять для сравнения исходное непрогретое волокно и подвергнуть его растяжению до разрыва, то при рассмотрении препарата в обычном микроскопе видно (рис. 3), что имеет место образование такой же тонкой пленки (в виде венчика на рис. 3, а). В отличие от основного ствола волокна, обнаруживающего анизотропию линий напряжения в поляризованном свете (рис. 3, б), эта пленка ведет себя, как совершенно изотропное тело.

В целях дальнейшего изучения причин образования такой

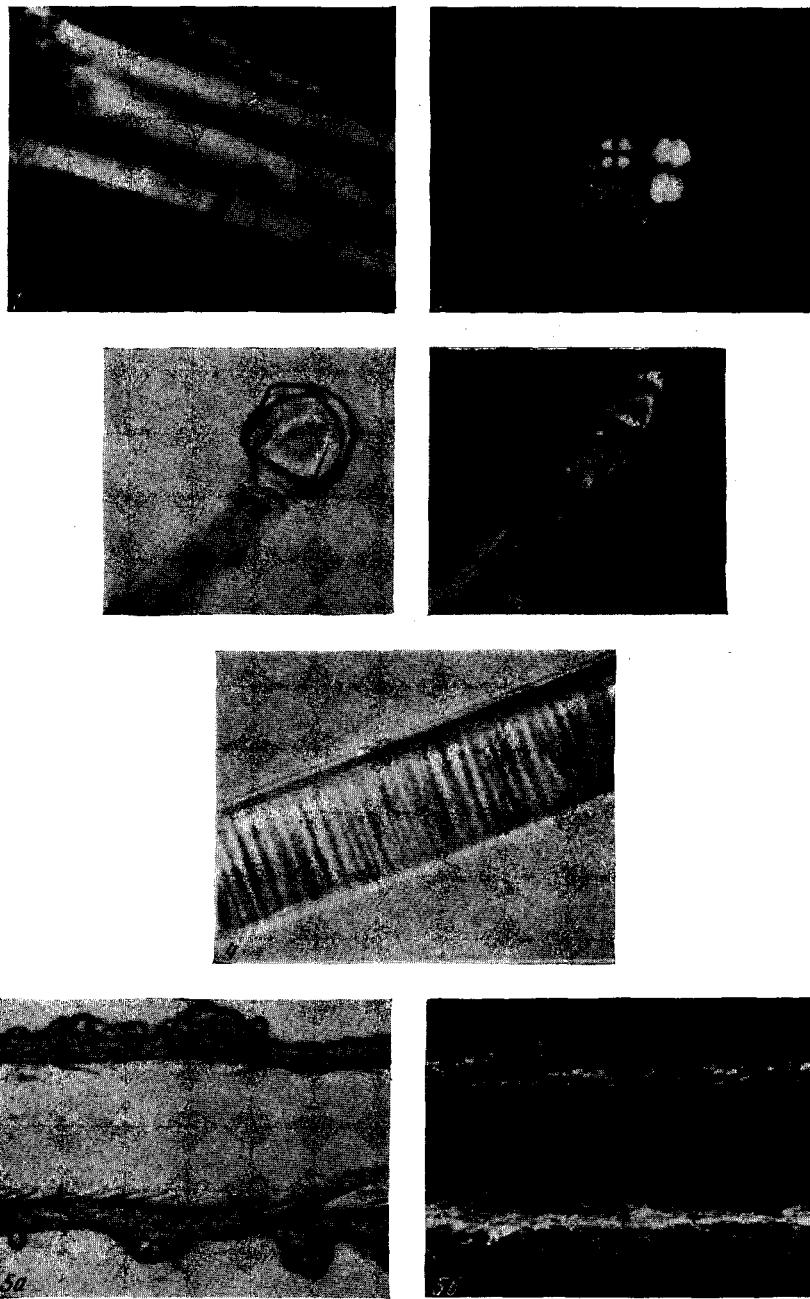


Рис. 1. Волокна на основе полиэтилентерефталата, окутанные тонкой оболочкой
Снимок в поляризованном свете ($591\times$)

Рис. 2. Поверхностная пленка после прогрева кордной нити
Снимок в поляризованном свете ($591\times$)

Рис. 3. а — исходное волокно, растянутое до разрыва ($591\times$); б — в
поляризованном свете ($591\times$)

Рис. 4. Волокно после бобинной вытяжки, небольшого растяжения и снятия нагрузки
($2000\times$)

Рис. 5. а — волокно, прогретое после фильтерной вытяжки ($273\times$); б — то же
в поляризованном свете ($273\times$)

пленки было исследовано волокно из полиэтилентерефталата, взятое после выхода из фильтры и бобинной вытяжки. Если это волокно подвергнуть небольшому растяжению, а потом снять нагрузку и посмотреть под микроскопом, то отчетливо видна складчатая структура поверхности такого волокна (рис. 4). Изучение этого же волокна в поляризованном свете показало, что эта складчатость, по-видимому, присуща именно поверхностному слою, а не связана с внутренним строением волокна.

Если взять волокно на еще более ранней стадии его получения — непосредственно на выходе из фильтры — и подвергнуть его быстрому нагреванию в течение 1—2 сек. над пламенем горелки, то это волокно кристаллизуется в соответствии с известными фактами кристаллизации полиэтилентерефталата при повышении температуры выше температуры стеклования (80°) [1, 2, 3]. При таком же прогревании волокна, претерпевшего фильтрующую вытяжку, кристаллизация происходит только в поверхностном слое (рис. 5, а и б) с сохранением складчатости этого поверхностного слоя.

Таким образом, в результате проведенных опытов было обнаружено, что в процессе температурной обработки волокно из полиэтилентерефталата ведет себя как структурно неоднородный материал, в котором поверхностная пленка и основной ствол по-разному реагируют на повышение температуры. Поверхностная пленка возникает, по-видимому, на самой ранней стадии формирования волокна из-за неодинаковых условий охлаждения волокна по выходе из фильтры. Складчатая форма такой пленки позволяет сохранить ей изотропность при дальнейшей вытяжке волокна, а быстрая кристаллизация ее при повышении температуры может явиться причиной ухудшения эластичности всего волокна при его прогреве под нагрузкой в результате возникновения в ней сферолитных структур.

Авторы выражают благодарность В. А. Каргину и Н. А. Платэ за ряд ценных советов при обсуждении данной работы.

Выводы

1. Обнаружена структурная неоднородность волокна из полиэтилентерефталата, в котором основной ствол и поверхностная пленка по-разному реагируют на повышение температуры.

2. Высказано предположение, что быстрая кристаллизация в изотропной поверхностной пленке такого волокна при прогреве может являться причиной снижения эластичности волокна при сохранении его прочности.

Научно-исследовательский институт
шинной промышленности

Поступила в редакцию
26 II 1960

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Ринне, М. Берек, Оптические исследования при помощи поляризационного микроскопа, ОГТИ, 1937.
2. Р. Хилл, Волокна из синтетических полимеров, Изд. ин. лит., Москва, 1957.
3. В. Коршак, С. В. Виноградова, Гетероцепочные полиэфиры, Изд. АН СССР, Москва, 1958 г.

CHANGES IN THE MICROSCOPIC STRUCTURE OF POLYETHYLENETEREPHTHALATE FIBERS DUE TO HEATING

A. V. Orlova, I. P. Nagdasera

S u m m a r y

The change in the microscopic structure of polyethyleneterephthalate fibers on heating was investigated with the aid of a polarization microscope. Polyethyleneterephthalate fiber was found to be heterogeneous, the basic stem and surface sheath reacting differently towards elevation of temperature. It has been suggested that the cause for a decrease in elasticity of these fibers on heating while their strength remains unchanged may be rapid crystallization in the isotropic surface film during the heating process.