

Результаты проведенных исследований показывают, что при оценке качества трикотажных материалов мембранного типа необходимо учитывать такие специфические показатели, как воздухо- и водопроницаемость, водопоглощаемость, намокаемость и изменения этих свойств после отделки.

Эти показатели непосредственно оценивают пригодность материалов к использованию по назначению. В дальнейших исследованиях планируется расширить ассортимент мембранных полотен за счет использования нитей новых структур, а также провести маркетинговые исследования с целью изучения спроса потребителей.

*Статья поступила в редакцию 14.06.2010 г.*

#### Список использованных источников

1. Паращенко, В. Н. Текстильные химические волокна : учебное пособие / В. Н. Паращенко, Н. И. Гришко. – Минск : БГЭУ, 2003. – С. 99.
2. Поспелов, Е. П. Двухслойный трикотаж / Е. П. Поспелов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 208.

#### SUMMARY

Work it is carried out research of eight variants of knitted materials membrane the type, produced of polypropylene and polyester complex strings and cottonpolyester yarn. The estimation of quality of cloths is lead on parameters: superficial density, thickness, durability, an extensibility, air- and water permeability, water-absorbability and wettability.

By results of ранговой a complex estimation of quality the optimum variant is certain. The chosen variant of a cloth is offered for manufacturing filters. The made filters are transferred for carrying out of tests.

УДК 677.017.84:620.193.6

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ**

***А.А. Кузнецов, И.А. Петюль, Л.Н. Шеверникова***

В настоящее время в мировом балансе текстильного сырья полипропиленовые (ПП) волокна и нити прочно заняли третье место вслед за полиэфирными и хлопком. Они находят все более широкое применение для медицины и гигиены, ковров, технического, домашнего текстиля и одежды, агро- и геотекстиля, веревок, ремней, канатов, мешков и т.п. На рынке ковровых изделий и покрытий мировая тенденция такова, что суммарная доля ПП волокон и нитей в ворсовых коврах примерно в 5 раз выше, чем шерсти. За последние несколько лет существенно увеличился удельный вес ковров из ПП нитей и у белорусских производителей. Применяемые отечественными предприятиями ПП нити для ворсовой основы являются импортным сырьем, и указанные в контрактах показатели характеризуют в основном структуру нити и прочностные свойства. Но условия и сроки эксплуатации готовых изделий обуславливают ряд требований, предъявляемых к материалам, используемым для их производства. Волокна и нити, формирующие ворсовую поверхность, кроме высокой стойкости к истиранию и многократному изгибу, должны обладать высокой стойкостью к действию света.

Известно, что под влиянием световой энергии происходит фотохимическая деструкция макромолекул полипропилена. Особенно сильное влияние оказывает ультрафиолетовая (УФ) часть спектра. При адсорбции УФ лучей молекула

переходит в активное или возбужденное состояние. Возбужденная молекула может выделить энергию в виде излучения с большей длиной волны или вызвать фотохимическую реакцию с разрывом основной цепи и образованием свободных радикалов. Помимо деструкции макромолекул, под влиянием УФ лучей происходит образование трехмерных структур в результате отрыва водорода от углеродных атомов молекулярной цепи. Так как полипропилен, по сравнению с другими полимерами, характеризуется большим квантовым выходом, то большая часть поглощенной световой энергии вызывает деструкцию макромолекул и, как следствие, на свету полипропилен быстро разрушается [1]. В большинстве случаев фотохимическая деструкция сопровождается окислительными процессами, в результате которых образуются карбонильные группы. В процессе разрушения происходит постепенное уменьшение молекулярного веса и, как следствие, понижение комплекса механических свойств волокна [2, 3]. Для защиты полипропилена от фотодеструкции применяют стабилизаторы, механизм действия которых состоит в том, что они поглощают энергию УФ части спектра и выделяют ее в виде энергии, соответствующей большей длине волны и не вызывающей разрушения макромолекул.

Из литературных источников [1, 2, 4] известно, что ПП волокна без светостабилизаторов обладают низкой устойчивостью к действию ультрафиолетового света и могут терять до 40 – 80 % прочности после 20 ч облучения ультрафиолетовыми лучами. Для исследования светостойкости волокон и нитей не имеется методики, регламентированной стандартом, а описанные в литературе исследования существенно различаются по продолжительности испытания - от 20 ч до 30 суток. Целью исследований, представленных в данной работе, является проведение сравнительного анализа ППН, выпускаемых различными производителями, по степени влияния ультрафиолетового излучения на прочностные свойства нитей, а также уточнение условий проведения соответствующего испытания.

При проведении комплекса экспериментальных исследований в качестве объектов использовались нити четырех различных поставщиков, предназначенные для переработки в качестве ворсовой основы ковровых покрытий. Испытания проводились в аккредитованной лаборатории Светлогорского ПО «Химволокно» с применением прибора Q-U-V (USA), оснащенного лампами типа UVA-340 с удельной мощностью излучения  $0,68 \text{ Вт/м}^2$ , которые предназначены для оценки физического разрушения нити под воздействием жесткого коротковолнового ультрафиолетового излучения. Испытания проводились циклически: 4 ч облучения (при температуре 70 °С и влажности 65%) и 4 ч без облучения (при температуре 50 °С и влажности 65%). До облучения и периодически в процессе облучения (с периодичностью 50 часов испытания) определялась разрывная нагрузка и разрывное удлинение элементарных нитей с использованием разрывной машины Fafigrath (Германия). Проведение полуциклового испытания на растяжение элементарных нитей осуществлялось при следующих условиях: зажимное расстояние – 10 мм, скорость деформирования – 20 мм/с, а предварительное натяжение обеспечивалось грузом 200 мг. Некоторые результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Некоторые результаты экспериментальных исследований влияния УФ излучения на прочностные характеристики ППН

Показатель	Нить BCF 260 текс (ф. <i>Filartion</i> )					Нить BCF 180 текс (ф. <i>Aracta</i> )					Нить HS 210 текс (ф. <i>CANAN</i> )				Нить HS 210 текс (ф. <i>TATtextile</i> )				
	Продолжительность испытания, ч																		
	0	50	100	200	500	0	50	100	200	500	0	50	100	200	500	0	50	100	200
Разрывное удлинение, %	179,2	139,4	118,7	111,4	98,2	144,0	109,7	100,4	95,3	92,7	41,2	44,7	39,3	41,8	40,8	45,2	25,3	14,2	9,1
Разрывная нагрузка, сН	44,0	43,5	43,4	43,2	43,0	32,7	32,6	33,0	32,8	31,2	37,6	36,9	37,3	36,2	35,5	38,3	20,2	16,3	7,5
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	24,9	22,9	22,6	24,3	25,1	26,4	26,1	22,8	23,4	24,0	28,1	25,3	27,0	26,2	25,4	26,8	15,0	12,3	5,4
Линейная плотность элементарной нити, дтекс	17,7	19,0	19,2	17,8	17,1	12,4	12,5	14,5	14,0	13,0	13,4	14,6	13,8	13,8	14,0	14,3	13,5	13,3	13,8

Полученные результаты свидетельствуют о том, что перерабатываемые на предприятии нити существенно отличаются по стойкости к УФ излучению. Отсутствие изменений в прочностных свойствах у нити HS 210 текс (ф. *CANAN*) обусловлено использованием высокоэффективных стабилизаторов, в то время как резкое снижение разрывной нагрузки и разрывного удлинения у нити HS 210 текс (ф. *TATtextile*) вызвано вероятнее всего недостаточной концентрацией или низкой эффективностью применяемого вещества.

Некоторый практический интерес представляют результаты, полученные для нитей BCF 260 текс (ф. *Filartion*) и BCF 180 текс (ф. *Aracta*). Для обеих нитей при стабильных значениях разрывной нагрузки наблюдается закономерное снижение разрывного удлинения до некоторого критического значения, после которого скорость снижения удлинения существенно уменьшается. Проведем сравнительный анализ полученных результатов, предположив, что процесс накопления уровня структурных повреждений при воздействии ультрафиолетового излучения на полипропиленовые нити идентичен процессу накопления уровня повреждений в нестационарном процессе Пуассона.

По определению процесс Пуассона является моделью эксперимента либо испытания, при котором определяются либо число определенных событий, которые имеют место в течение определенного периода времени, либо изменение состояния наблюдаемого объекта [5]. Изменение состояния объекта (дискретное либо непрерывное) происходит путем появления и развития местных (локальных) повреждений. Так как при воздействии УФ излучения происходит структурное и химическое старение полимера, сопровождающееся вторичной кристаллизацией, релаксацией напряжений и деформаций, протеканием химических реакций, то в данном случае под повреждением можно понимать увеличение уровня структурных повреждений нити при испытании.

Процесс Пуассона будет считаться нестационарным, если вероятность появления одного события в интервале  $(t, t + \Delta t)$  будет зависеть от выбора расположения интервала на оси времени и определяться уравнением:

$$P_i(\tau, \tau + \Delta\tau) = \frac{c}{b} \cdot \left(\frac{\tau}{b}\right)^{c-1},$$

где  $c$  – параметр стационарности процесса Пуассона (если  $c = 1$ , то процесс Пуассона – стационарный);

$b$  – коэффициент пропорциональности.

Интегральная функция распределения нестационарного процесса Пуассона, определяющая вероятность того, что одно событие произойдет до времени  $\tau$ , имеет следующий вид [5]:

$$F(\tau) = 1 - P_0(\tau) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{\tau}{b}\right)^c\right]. \quad (1)$$

На основании анализа работ проф. Перепёлкина и зарубежных авторов [3, 6], а также по результатам эксперимента установлено, что у рассматриваемых образцов ППН происходит закономерное снижение относительного разрывного удлинения элементарных нитей при увеличении времени испытания.

Тогда, применительно к разрывному удлинению элементарных нитей ПП нитей, по аналогии с соотношением (1) можно записать:

$$\frac{\varepsilon_{p0} - \varepsilon_p(\tau)}{\varepsilon_{p0} - \varepsilon_{кр}} = F(\tau) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{\tau}{b}\right)^c\right], \quad (2)$$

где  $\varepsilon_{p0}$  – значение разрывного удлинения элементарной нити, определённого до начала процесса испытания, %;

$\varepsilon_p(\tau)$  – текущее значение разрывного удлинения элементарной нити в момент времени  $\tau$ , %;

$\varepsilon_{кр}$  – критическое значение разрывного удлинения, %.

Обозначив,

$$\frac{1}{b^c} = M,$$

математическую модель (2) удобно представить в виде:

$$\frac{\varepsilon_{p0} - \varepsilon_p(\tau)}{\varepsilon_{p0} - \varepsilon_{кр}} = \Theta(\tau) = 1 - \exp[-M\tau^c] \quad (3)$$

или

$$\varepsilon_p(\tau) = (\varepsilon_{p0} - \varepsilon_{кр}) \exp[-M\tau^c] + \varepsilon_{кр}, \quad (4)$$

где  $\Theta(\tau)$  – значение уровня структурных повреждений, как функции времени испытания;

$M$  – темповой параметр моделей (в случае стационарности процесса Пуассона величина обратная времени испытания, при котором текущее снижение относительного разрывного удлинения меньше максимально возможного в  $e$  раз для данного образца нити), 1/час.

На рисунке 1 представлены зависимости относительного разрывного удлинения элементарных нитей исследуемых образцов ППН от времени воздействия УФ излучения.

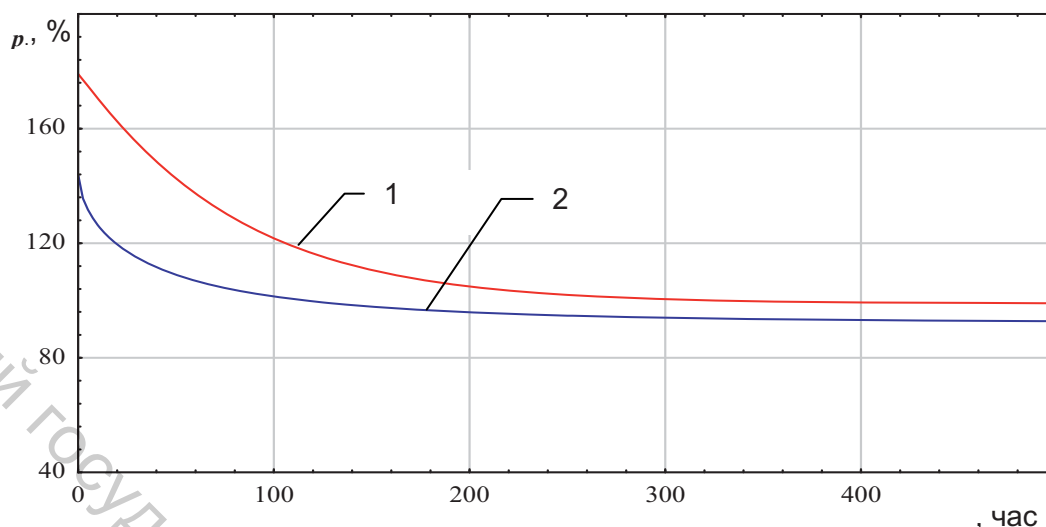


Рисунок 1 – Зависимость относительного разрывного удлинения элементарных ПП нитей от времени воздействия УФ излучения:  
1 – нить BCF 260 текс (ф. Filartion); 2 – нить BCF 180 текс (ф. Aracta)

Для оценки параметров разработанных математических моделей (3), (4) обработка результатов экспериментальных исследований производилась с использованием математического статистического пакета «Statistica for Windows». Численные значения параметров математических моделей (3), (4) для исследуемых образцов ППН представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры математических моделей (3) и (4) взаимосвязи относительного разрывного удлинения элементарных ППН и времени воздействия УФ излучения

Наименование исследуемых образцов ППН	$\theta$ , %	$k_p$ , %	$M$ , 1/час	$c$	Величина достоверности $R^2$
Нить BCF 260 текс (ф. Filartion)	144,02	92,39	0,10	0,62	0,999
Нить BCF 180 текс (ф. Aracta)	179,00	98,87	0,01	1,05	0,998

На рисунке 2 представлены зависимости уровня накопления структурных повреждений для исследуемых образцов ППН от времени испытания.

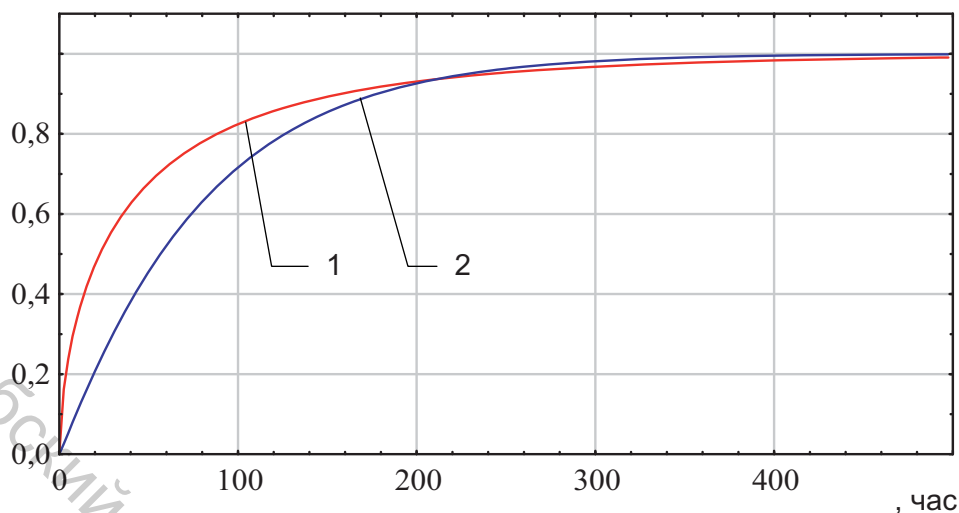


Рисунок 2 – Зависимость уровня накопления структурных повреждений ППН от времени воздействия УФ излучения:

1– нить BCF 260 текс (ф. Filartion); 2 – нить BCF 180 текс (ф. Aracta)

Как показано на рисунке 2, кривые накопления уровня повреждений имеют явно нелинейный характер. Использование соотношения (3) позволяет провести анализ интенсивности процесса накопления уровня структурных повреждений элементарных нитей ППН при воздействии УФ излучения:

$$I_{\theta}(\tau) = \frac{d\theta}{d\tau} = \frac{M\tau^c}{\tau \exp(M\tau^c)} \quad (5)$$

На рисунке 3 представлены зависимости интенсивности процесса накопления структурных повреждений для исследуемых образцов ППН от времени УФ излучения.

Анализ зависимости интенсивности процесса накопления структурных повреждений от времени испытания для исследуемых образцов ППН позволяет отметить, что площадь, ограниченная кривой  $I(\tau)$  и осью абсцисс, может косвенным образом характеризовать эффективность вводимых стабилизаторов. Например, эффективность действия стабилизаторов, применяемых при производстве ППН BCF 260 текс (ф. Filartion) и ППН BCF 180 текс (ф. Aracta), несколько отличается, что свидетельствует либо о различных концентрациях вещества, либо о различной эффективности применяемых веществ.

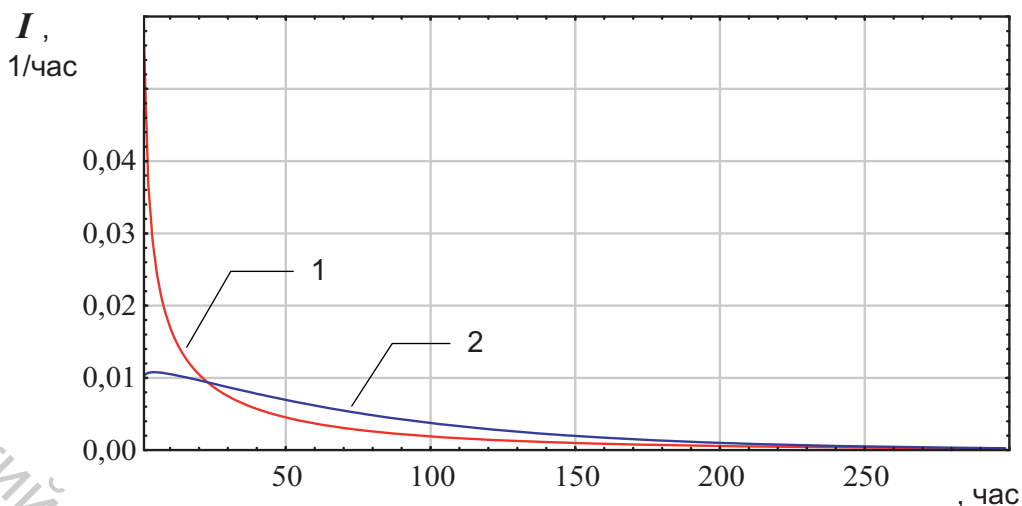


Рисунок 3 – Зависимость интенсивности процесса накопления структурных повреждений  $I$  ППН от времени воздействия УФ излучения:

1 – нить BCF 260 текс (ф. Filartion); 2 – нить BCF 180 текс (ф. Aracta)

Таким образом, в результате проведённого комплекса исследований установлено, что полипропиленовые нити, выпускаемые различными производителями, существенно отличаются по степени влияния ультрафиолетового излучения на прочностные свойства, изменение которых свидетельствует о возникновении структурных повреждений в нити. Учитывая длительный срок эксплуатации ковровых изделий, следует определять данный показатель при входном контроле поступающего сырья от различных поставщиков. Разработка конкретных числовых критериев требует проведения дополнительных исследований. Также следует отметить, что для всех исследуемых образцов ППН накопление структурных повреждений происходит в течение 200 часов. Следовательно, увеличение времени испытания свыше 200 часов является экономически нецелесообразным.

Предложенный в работе методологический подход к оценке интенсивности процесса деструкции, протекающей при УФ облучении, может быть использован при оценке качества различных полимерных материалов, подвергающихся воздействию света длительное время.

#### Список использованных источников

1. Конкин, А. А. Полиолефиновые волокна / А. А. Конкин, М. П. Зверев. – Москва : Химия, 1966. – 280 с.
2. Роговин, З. А. Основы химии и технологии химических волокон. В 3 ч. Ч. 1. Общие принципы получения химических волокон. Производство искусственных волокон / З. А. Роговин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1974. – 520 с.
3. Перепелкин, К. Е. Структура и свойства волокон / К. Е. Перепелкин. – Москва : Химия, 1985. – 208 с.
4. Гусев, В. Е. Химические волокна в текстильной промышленности / В. Е. Гусев. – Москва : Легкая индустрия, 1971. – 608 с.
5. Богдановф, Дж. Вероятностные модели накопления повреждений / Дж. Богдановф, Ф. Козин. – Москва : Мир, 1989. – 245 с.
6. Lipp-Symonowicz, B. Influence of UV radiation on the nechanical properties of polyamide and polypropylene fibres in aspect of their restructuring / B. Lipp-Symonowicz, S. Sztajnowski, I. Kardas // AUTEX Research Journal. – 2004. – Vol. 6, № 4. – P. 196 - 203.

## SUMMARY

The results of the investigation of the influence of the UV-radiation on the strength properties of PP-threads are represented in this article. The mathematical model of interconnection of the accumulation level of the structure damages of the PP-threads and the UV-radiation influence period is developed. The practical utilization of the given functional dependence allowed making the test conditions more precise to carry out a comparative analysis of the PP-threads taking into account the UV-threads radiation influence on the strength properties.

УДК 685.34.013.2 : 685.341.85

## АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТОП ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

*Ю.В. Милюшкова*

В связи с процессами роста и акселерации, характерными для детей, вопрос обеспечения их рациональной обувью является весьма актуальным. Решить эту задачу позволяет периодическое проведение антропометрических исследований стоп и на их основе корректировка параметров детских колодок.

В связи с этим на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи Витебского государственного технологического университета были проведены антропометрические исследования стоп 1810 детей Республики Беларусь (из них – 872 мальчика и 938 девочек) дошкольного и младшего школьного возраста от 3 до 8 лет. Объемы выборок детей одного пола, каждого года жизни составили от 119 до 223 человек, что обеспечило достоверность полученных данных.

Программа обмеров включала измерение 35 размерных признаков не только стопы, но и голени, информация о параметрах которой в литературе практически отсутствует. Полученный материал дает полную информацию, необходимую для уточнения размерной типологии стоп и проектирования колодок и обуви, в частности сапожек с высокими голенищами, которые в последнее время востребованы в детской моде.

При антропометрических исследованиях обхватные параметры стопы и голени измерялись с помощью гибкой нерастяжимой ленты с миллиметровыми делениями (точность замера 0,5 мм). Измерения высотных параметров проводились с помощью электронно-цифрового штангенрейсмаса с точностью замера 0,1 мм. Одновременно с помощью цифровой фотокамеры снимались плантограммы и по специально разработанной программе в автоматическом режиме определялись длинотные и широтные размерные характеристики (точность замера 0,1 мм) [1].

Известно, что размерный ассортимент детской обуви создается по принятым группам, включающим детей нескольких возрастов. Так по ГОСТ 11373 – 88 «Обувь. Размеры» в группу дошкольной обуви включены дети 5 – 7 лет. Однако, учитывая, что в основу этого ГОСТа положены результаты обмеров стоп, проведенных в 70-е годы прошлого столетия, а размеры стоп детей из-за тенденции акселерации меняются, этот вопрос требует уточнения.

Анализ литературы по вопросу объединения отдельных возрастов в половозрастные группы показал, что четких возрастных границ групп не существует. Различные авторы считают, что, выделяя дошкольную половозрастную группу, мальчиков и девочек разделять не стоит и предлагают следующие варианты возрастных границ: 3 – 6 лет [2], 3 – 7 лет [3], 6 – 7 лет [4], 5 – 9 лет [5]. Однако, большинство исследователей [6 – 9] считают, что в дошкольную группу необходимо включить детей 4 – 7 лет.