

УДК 677.01

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН
И ПОЛИУРЕТАНОВЫХ НИТЕЙ ПОСЛЕ
МНОГОКРАТНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ТКАНЕЙ**

Л.Н.ЛИСИЕНКОВА, Е.А. ШИТЛИНА

(Филиал Южно-Уральского государственного университета в г.Златоусте)

Многokратные механические воздействия в процессе технологических обработок и эксплуатации одежды приводят к изменению исходных связей в микро- и макроструктуре материалов. Структурные изменения волокон и нитей в тканях влияют на свойства материалов и готовых изделий [1].

В данной работе проведен анализ структуры полиэфирных волокон и эластомерных полиуретановых нитей костюмных тканей методами электронной микроскопии и ИК-спектроскопии. Для исследования использовали исходные и после многоциклового пространственного растяжения образцы костюмных тканей,

характеристика которых представлена в табл. 1. Для реализации силовых воздействий разработано устройство [2], позволяющее реализовать многоцикловое пространственное растяжение образцов в автоматизированном режиме по циклу нагружение–выдержка–разгрузка–отдых.

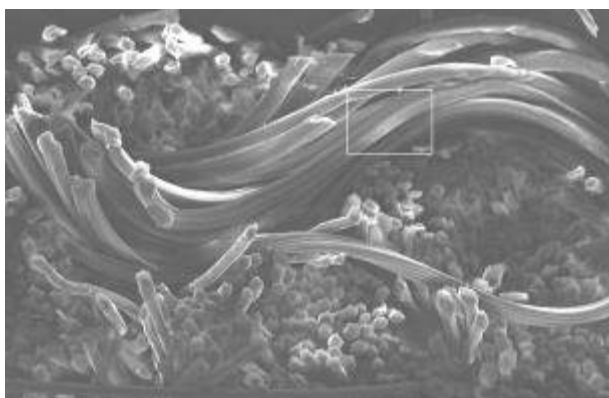
Пробы образцов тканей диаметром $D = 40,0$ мм подвергались деформированию сферическим индентором с диаметром наконечника $d = 35,0$ мм при постоянной циклической нагрузке 15,0 Н, что приближало условия испытаний к эксплуатационным. Период испытаний составил 2000 циклов, каждый цикл включал 10 с нагруз-

Т а б л и ц а 1

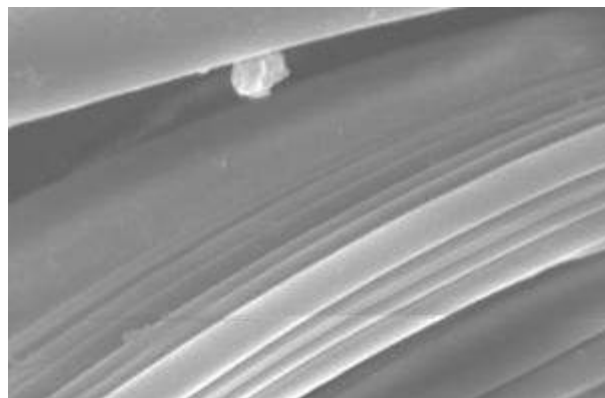
Образец	Поверхностная плотность, г/м ²	Линейная плотность нитей, текс основа/уток	Плотность ткани, число нитей /100мм основа/уток	Толщина, мм	Переплетение	Волокнистый состав, % основа/уток
Моноэластичная костюмная ткань из комплексных крученых нитей и пряжи						
1 – исходный	318,9	26,6/27,5	694/244	0,76	Атласное	НПэф/ ПрПэф97,НПУ3
2 – после 2000 циклов растяжения						
Биэластичная костюмная ткань из текстурированной пряжи						
3 – исходный	209,0	40/33	196/190	0,50	Полотняное	ПрПэф97, НПУ3/ ПрПэф93, НПУ7
4 – после 2000 циклов растяжения						

Для микроскопического исследования на растровом микроскопе модификации JSM-6460LV фирмы "JEOL" (Япония) были подготовлены пробы срезов (вдоль нитей основы и утка) указанных в табл. 1, исходных и после многоцикловых растяжений образцов тканей. Для усиления контраста подготовленные пробы напылялись тонким слоем золота. Возможность получения изображений при различных увеличениях ($\times 100 \dots \times 2000$) позволила исследовать срезы образцов тканей целиком и локальные участки волокон. Результаты микроскопических исследований срезов образцов представлены на рис. 1...4 (рис.1

– поперечные срезы исходного образца 1 моноэластичной ткани вдоль нитей основы при увеличении: а – $\times 200$; б – $\times 2000$; рис. 2 – поперечные срезы образца 2 моноэластичной ткани вдоль нитей основы после 2000 циклов пространственного растяжения при увеличении: а – $\times 100$; б – $\times 1000$; рис. 3 – поперечные срезы исходного образца 3 биэластичной ткани вдоль нитей утка при увеличении: а – $\times 100$; б – $\times 1000$; рис. 4 – поперечные срезы образца 4 биэластичной ткани вдоль нитей утка после 2000 циклов растяжения при увеличении: а – $\times 200$; б – $\times 1000$).

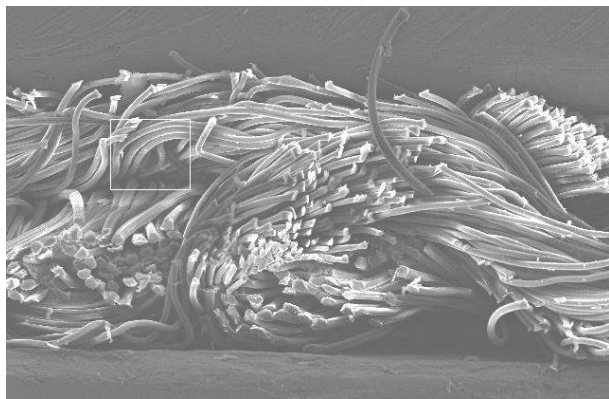


а)

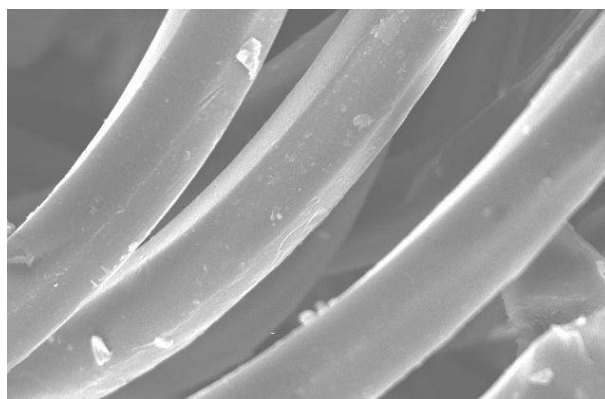


б)

Рис. 1

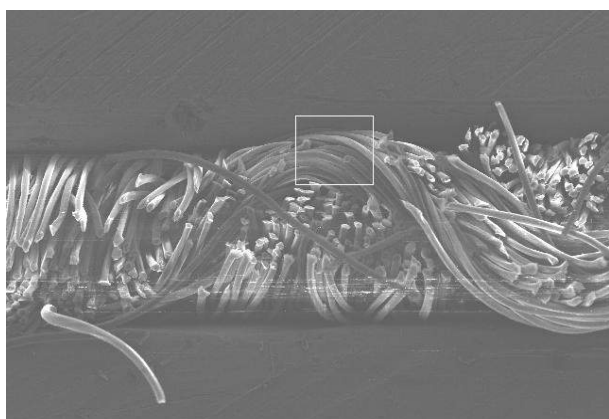


a)

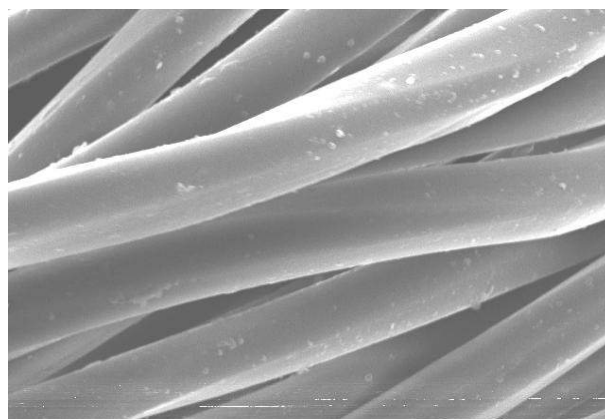


б)

Рис. 2

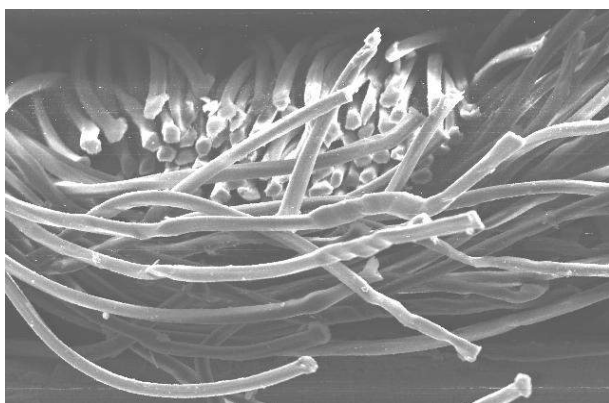


a)

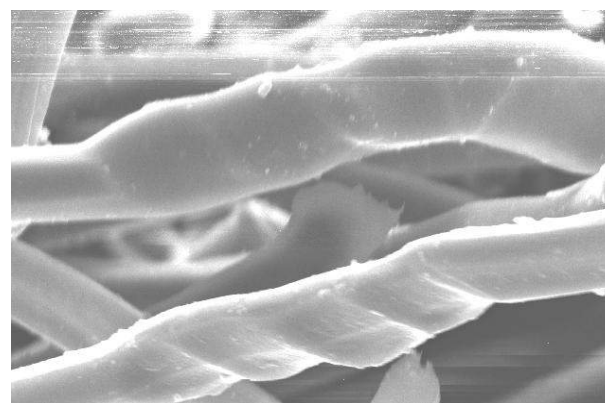


б)

Рис. 3



a)



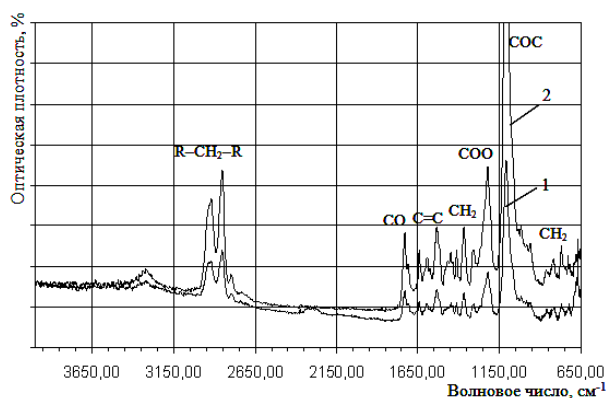
б)

Рис. 4

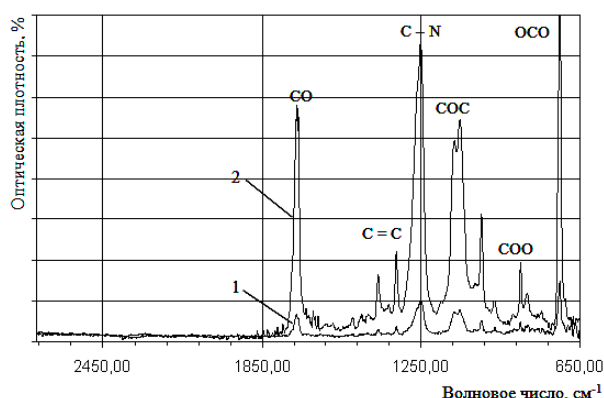
Далее было выполнено исследование образцов тканей, указанных в табл. 1, методом инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии): нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). Все ИК-спектры регистрировались на однолучевом ИК Фурье-спектрометре фирмы "NEXUS" (США), оснащенный специальной при-

ставкой для регистрации ИК-спектров НПВО (ЦКП Института минералогии УрО РАН). Этот ИК Фурье-спектрометр нового поколения позволяет получать ИК-спектры НПВО высокого качества в диапазоне $400 \dots 7400 \text{ см}^{-1}$ (средняя и ближняя область ИК-излучения) с разрешением от $0,01$ до 4 см^{-1} . Учитывая особенности образцов,

применялась методика, предполагающая использование микропресса, обеспечивающего необходимый контакт исследуемого образца с поверхностью кристалла германия, помещенного в приставку спектрометра. Результаты ИК-спектроскопии



а)



б)

Рис. 5

Анализ результатов микроскопического анализа поперечных срезов исходных образцов моноэластичной ткани вдоль нитей основы (рис. 1 с увеличением: а – $\times 200$, б – $\times 2000$) и биэластичной ткани вдоль нитей утка (рис. 3: а – $\times 200$, б – $\times 1000$) показал, что до деформирования ткани имеют достаточно равномерную структуру, образованную переплетением основных и уточных нитей, визуально просматривается рельеф опорной поверхности (рис. 1-а; 3-а). У полиэфирных профилированных волокон исходного образца 1 просматривается сложнопрофильный поперечный срез и соответствующий микрорельеф поверхности волокна (рис. 1-б). Исходная структура полиуретановых нитей (образец 3) характеризуется равномерной толщиной, гладкой наружной поверхностью (рис. 3-б).

Анализ фото срезов образцов моноэластичной ткани вдоль нитей основы (рис. 2: а – $\times 200$, б – $\times 1000$) и биэластичной ткани вдоль нитей утка (рис. 4: а – $\times 200$, б – $\times 1000$) позволил выявить изменения в морфологии исходной структуры волокон и тканей после 2000 циклов растяжения. Из фото (рис. 2, 4) видно, что кроме изменения фазы строения, рельефа опорной поверхности, плотности нитей и толщины

исследуемых тканей существенно меняется структура волокон. У полиэфирных профилированных волокон моноэластичной ткани (образец 2) после механического воздействия нарушен исходный профиль и микрорельеф поверхности (рис. 2-б).

Изменение морфологии структуры полиуретановых нитей (образец 4) связано с образованием на их поверхности "узловых" участков (рис. 4-б). Это объясняется наличием в структуре полимера "гибких" и "жестких" сегментов [3]. При растягивающей нагрузке сначала вытягиваются и распрямляются длинные "гибкие" сегменты, затем деформации могут подвергаться "жесткие" участки в зависимости от величины напряжений. После снятия нагрузки гибкие и жесткие сегменты возвращаются в исходное состояние с различной скоростью, зависящей от количества перегруппировок элементов в объеме полимера. При относительно невысоких растягивающих нагрузках концентрация остаточной деформации будет характерна для "гибких" сегментов, что может являться причиной установленных морфологических изменений структуры полиуретановых нитей. Эластомерные полиуретановые нити обладают выраженными нелинейными за-

висимостями напряжение–относительное удлинение, что связано с их химическим составом и молекулярной структурой. Это будет влиять на деформационные характеристики нитей и ткани в целом.

Анализ результатов ИК-спектроскопии по положению и отнесению полос в спектрах полиэфирных волокон образцов моноэластичной ткани (рис. 5-а) показал, что модели полиэтилентерефталата образцов идентичны по своему составу. В целом полосы в спектре исходного волокна (образец 1), соответствующие основным сложнэфирным, метиленовым, карбонильным и C=C-группам, выражены слабо (рис. 5-а; спектр 1). Это свидетельствует о невысокой степени распрямленности и ориентации исходных образцов и затрудняет идентификацию характерных групп. Аналогичная картина наблюдается в ИК- спектрах полиуретановых нитей (образец 3): полосы, соответствующие основным (CO, C=C, СОС, CN, RNH) группам полиуретана, выражены слабо и практически не идентифицируются [4]. В целом в спектрах исходных образцов полиэфирных волокон и полиуретановых нитей (образец 1, 3) можно выделить слабые полосы с частотой 1100...1050 см⁻¹, характерные для колебания СОС-группы (рис. 5-а, б, спектр 1).

В спектрах отражения волокон и нитей после циклического деформирования тканей (образцы 2, 4) наблюдается только значительный рост интенсивности полос ранее идентифицированных групп (рис. 5-а, б; спектр 2). Наибольший рост интенсивности полос наблюдается по карбонильным, сложноэфирным и СОС-группам в спектрах образцов 2, 4. Кроме того, в спектрах эластомерных нитей (образец 4) идентифицируются группы (С – N), характерные для уретанов, проявляющиеся в частотном диапазоне 1300...1200 см⁻¹ (рис. 5-б; спектр 2).

Наглядное сравнение спектров 1и 2 (рис.5-а, 5-б) показывает, что положение полос практически не изменяется, в отличие от изменения их интенсивности. Что свидетельствует об отсутствии каких-либо

химических изменений и связано с морфологическими изменениями структуры волокон вследствие циклических деформаций.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально установлено, что многократное пространственное растяжение тканей при невысоких нагрузках приводит к изменению морфологии исходной структуры волокон и нитей. Микроскопический анализ позволил выявить особенности структурных изменений полиэфирных волокон и полиуретановых нитей костюмных тканей после кратных пространственных растяжений.

2. ИК-спектроскопией установлен рост интенсивности полос в ИК-спектрах полиэфирных волокон и эластомерных полиуретановых нитей после многократных растяжений. Степень увеличения интенсивности полос ИК-спектров полимера волокон может использоваться при экспертизе и идентификации износа материала в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисиенкова Л.Н. Влияние многоциклового растяжения на изменение формоустойчивости систем материалов / Л.Н. Лисиенкова, Е.В. Баранова, В.И. Стельмашенко // Сб. науч. тр. по текстильному материаловедению, посвященный 100-летию со дня рождения Г.Н. Кукина. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. С. 386...390.

2. Заявка Российская Федерация 2007114927. Устройство для определения деформационных свойств кожи и подобных ей гибких материалов / Е.В. Баранова, Л.Н. Лисиенкова, В.И. Стельмашенко, А.В. Саламатин. – № 2007114927; заявл. 20.04.07. Решение о выдаче патента от 24.06.08.

3. Сайт "Asahi Kasai Fibers Corporation"[Электронный ресурс].– 2007.– Режим доступа: www.dorlastan.com/.

4. Дехант И., Данц Р., Киммер В., Шмольке Р. // Инфракрасная спектроскопия полимеров. – М.: Изд-во Химия, 1976. С. 247.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 01.12.08.