

Проведен сравнительный анализ двух технологий получения комбинированных крученых нитей с использованием тростильно-крутильного и прядильно-крутильного оборудования, в результате которого выявлено преимущество прядильно-крутильной машины, позволяющей получать целостную структуру крученой комбинированной нити с минимальным процентом разрушения периферийных элементарных нитей.

#### Список использованных источников

1. Коган, А. Г. Технология и оборудование для производства крученой, фасонной пряжи и швейных ниток / А. Г. Коган, Н. В. Скобова // Вестник УО «ВГТУ», Витебск, 2008 . – 184 с.

*Статья поступила в редакцию 14.05.2010 г.*

#### SUMMARY

The article is devoted to the comparative analysis of two technologies of manufacturing combined twisted carbon yarns with the using of doubling-twisting and spinning-twisting frames, in result of which it was determined the most optimal technology from the point of view of quality of combined yarn.

УДК 685.34.03.017

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

***С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков***

Материалы, применяемые при производстве обуви, имеют в основном волокнисто-сетчатую структуру и обладают вязкоупругими свойствами. Такое строение обуславливает релаксационный характер поведения материалов при растяжении. Релаксационные процессы оказывают большое влияние на формоустойчивость обуви, так как большие величины неотрелаксированных напряжений ведут к усадке кожи и потере заданной формы.

Исходя из этого, целью данной работы является разработка методики, позволяющей на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью, что будет обеспечивать изготовление обуви высокой формоустойчивости.

Перечень показателей, характеризующих релаксационные свойства материалов и систем материалов, достаточно большой. Это создаёт определенные трудности при анализе полученных данных. Поэтому в работе [1] с использованием метода главных компонент было установлено, что релаксационные свойства обувных материалов и систем материалов можно с достаточной достоверностью характеризовать двумя - четырьмя наиболее информативными показателями, определяемыми как при одноосном, так и при двухосном растяжении. Накопленный вклад выделенных главных компонент в общую дисперсию всех признаков составляет более 80%.

В условиях производства, с целью уменьшения трудоемкости эксперимента, для оценки релаксационных свойств материалов достаточно использовать два показателя (общая доля релаксации и начальное усилие), определяемые при одноосном растяжении. В этом случае накопленный вклад двух компонент в общую дисперсию всех признаков составляет для материалов верха обуви более 70% и для систем материалов более 60%, что является достаточным для практических расчётов.

Выделенные показатели в дальнейшем были использованы для комплексной оценки релаксационных свойств материалов и систем материалов, что даёт возможность получить итоговую оценку релаксационных свойств одним числом [2, с. 319].

Единичные показатели релаксационных свойств исследованных материалов и систем материалов имеют различную размерность, поэтому для расчета комплексных показателей они были пересчитаны в безразмерные относительные показатели.

Относительный единичный показатель ( $K_{o,i}$ ) общей доли релаксации ( $\delta P_{\text{общ}}$ ), имеющий более высокое числовое значение для лучшего материала, рассчитывался по формуле:

$$K_{o,i} = \delta P_{\text{общ},i} / \delta P_{\text{общ},\text{max}} \quad (1)$$

где  $\delta P_{\text{общ},i}$  – значение  $i$ -го фактического показателя;

$\delta P_{\text{общ},\text{max}}$  – значение максимального лучшего показателя.

Относительный единичный показатель начального усилия ( $P_o$ ), имеющего более низкие числовые значения для лучшего материала, рассчитывался по формуле:

$$K_{o,i} = P_{o,\text{min}} / P_{o,i} \quad (2)$$

где  $P_{o,i}$  – значение  $i$ -го фактического показателя;

$P_{o,\text{min}}$  – значение минимального лучшего показателя.

Комплексный показатель релаксационных свойств материалов и систем материалов определялся по формуле:

$$K_o = \sum_{i=1}^n K_{o,i} \cdot m_i \quad (3)$$

где  $K_{o,i}$  – относительный единичный показатель релаксационных свойств;

$m_i$  – весомость  $i$ -го показателя свойств, определяемая по относительной величине вклада соответствующей главной компоненты в дисперсию всех признаков;

$n$  – число учитываемых показателей.

На рисунке 1 показаны комплексные показатели релаксационных свойств некоторых из исследованных материалов и систем материалов. Материалы верха обуви представлены натуральными кожами «Наппа» и «Элита», значительно отличающимися по показателю жесткости (65Н и 140Н соответственно) [3]. В качестве межподкладки и подкладки выбраны материалы, наиболее часто используемые при изготовлении обуви.



Материалы верха: натуральная кожа «Наппа» (Нкн), натуральная кожа «Элита» (Нкэ)

Материалы межподкладки: термобязь (Тб), нетканый материал (Нк), трикотаж (Трм)

Материалы подкладки: ткань (Тк), трикотаж (Трп), подкладочная кожа (Пк)

Рисунок 1 – Комплексный показатель релаксационных свойств материалов и систем материалов для верха обуви

Как видно из рисунка, наилучшим комплексом релаксационных свойств, среди исследованных материалов верха обуви, обладает мягкая натуральная кожа «Наппа». Сравнительная характеристика материалов межподкладки показала, что наибольшее значение комплексного показателя имеют нетканый материал и трикотаж, а среди материалов подкладки – трикотаж подкладочный. Системы с мягкой кожей «Наппа» обладают лучшим комплексом свойств, по сравнению с системами с кожей повышенной жесткости «Элита» и на их релаксационную способность в большей степени влияют свойства материалов межподкладки и подкладки. Комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов с кожей повышенной жесткости «Элита» примерно одинаковый по величине, независимо от материалов комплекта, и в большей степени обусловлен свойствами материала верха.

С целью получения математической зависимости между комплексными показателями релаксационных свойств систем материалов и входящих в них материалов верха, межподкладки и подкладки был осуществлен регрессионный анализ.

Полученное уравнение имеет вид:

$$K_{o(c)} = 0,36K_{o(b)} + 0,22K_{o(m)} + 0,13K_{o(p)} \quad (4)$$

где  $K_{o(c)}$ ,  $K_{o(b)}$ ,  $K_{o(m)}$  и  $K_{o(p)}$  – комплексные показатели релаксационных свойств соответственно систем, материалов верха, межподкладки и подкладки обуви.

Полученная модель информационно способна, так как коэффициент детерминации равен 0,99 и является адекватной, так как расчетный критерий Фишера (F) превышает табличное значение.

Величины коэффициентов математической модели указывают, что наибольший вклад в релаксационную способность систем материалов вносят свойства натуральной кожи верха и в меньшей степени свойства материалов подкладки. Увеличение релаксационной способности материалов верха, межподкладки и подкладки будет способствовать росту релаксационной способности систем материалов.

Таким образом, установленная математическая зависимость позволяет рассчитать релаксационную способность системы материалов по показателям релаксации материалов верха, межподкладки и подкладки.

В процессе изготовления обуви материалы подвергаются растяжению и гигротермическим воздействиям, в результате чего изменяются их свойства. В

связи с этим было исследовано влияние технологической обработки на релаксационные свойства систем материалов. Исследовались системы материалов с натуральной кожей верха «Наппа» и «Элита» и различными материалами межподкладки и подкладки. Методика проведения эксперимента соответствовала технологическому процессу производства обуви, который можно представить в последовательности воздействий на систему материалов: увлажнение растяжение тепловое воздействие выдержка образца.

Увлажнение осуществлялось термодиффузионно-контактным способом, в системе материалов достигалась влажность 24%, затем образцы деформировались до заданной величины относительного удлинения (15%) на автоматизированном комплексе 4. Через 15 минут после начала процесса растяжения на деформированный образец осуществлялось воздействие температуры 120°C в течение 4 минут конвективным способом. Процесс релаксации наблюдался в течение 115 минут, что соответствует времени нахождения заготовки на колодке.

В результате эксперимента было определено усилие в начале процесса релаксации ( $P_0$ ) и рассчитан показатель общей доли релаксации ( $\delta P_{\text{общ}}$ ):

$$\delta P_{\text{общ}} = \frac{P_0 - P_2}{P_0} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $P_0$  – усилие в начале процесса релаксации, Н;

$P_2$  – усилие через 115 минут после начала процесса релаксации, Н.

По формулам (1, 2) рассчитывались относительные единичные показатели релаксации систем материалов, а по формуле (3) – комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов, подвергнутых технологической обработке  $K'_{\alpha(c)}$ .

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что между комплексным показателем релаксационных свойств систем материалов до обработки ( $K_{\alpha(c)}$ ) и комплексным показателем после технологической обработки ( $K'_{\alpha(c)}$ ) имеется тесная связь ( $r = 0,87$ ). Уравнение зависимости имеет вид:

$$K'_{\alpha(c)} = 1,04 K_{\alpha(c)} - 0,02 \quad (6)$$

Уравнение показывает, что о релаксационной способности систем материалов, подвергнутых гигротермическим воздействиям, можно судить по релаксационным свойствам систем материалов в воздушно-сухом состоянии.

Однако, определение необходимых показателей релаксации материалов требует значительных затрат времени, так как процесс релаксации носит длительный характер. В связи с этим была исследована возможность прогнозирования релаксации усилий материалов по эксперименту, выполненному в течение более короткого промежутка времени.

В работе [5] показано, что релаксация усилий, протекающая в обувных материалах и системах при одноосном и двухосном растяжении, достаточно точно описывается трехкомпонентным уравнением Максвелла. Относительные отклонения не превышают в среднем 1,5 % для всего промежутка времени наблюдения за процессом релаксации.

С использованием разработанного программного продукта для обработки экспериментальных данных по релаксации усилий материалов и их систем [6] был произведен сравнительный анализ экспериментальных значений усилий в конце времени наблюдения за процессом релаксации (115 мин) и расчётных значений усилий в этот же промежуток времени, полученных с использованием трехкомпонентного уравнения Максвелла.

Результаты расчёта показали, что время проведения эксперимента можно сократить до 20 минут, так как в этом случае относительные отклонения расчётных

значений от экспериментальных не превышают 5% для материалов различных структур.

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать методику подбора систем материалов для верха обуви, обладающих наилучшей релаксационной способностью, выполнение которой осуществляется в несколько этапов.

#### 1 ЭТАП

Из ассортимента имеющихся материалов отбираются материалы для верха, межподкладки и подкладки обуви, применение которых возможно для данного вида обуви в соответствии с её назначением.

Образцы материалов подвергаются одноосному растяжению на 15% с регистрацией релаксации усилий в материалах в течение 20 мин.

С использованием разработанной программы для обработки экспериментальных данных рассчитываются параметры математической модели, описывающей процесс релаксации конкретного материала, в соответствии с которой производится расчет величины усилия в заданный промежуток времени ( $P_2$ ).

Производится расчет величины общей доли релаксации (формула 5).

#### 2 ЭТАП

Рассчитываются относительные единичные показатели релаксационных свойств материалов (формулы 1, 2) и относительный комплексный показатель релаксационных свойств материалов (формула 3).

По результатам исследования релаксационных свойств материалов различных структур, применяемых для верха обуви, установлены численные значения максимального лучшего показателя  $\delta P_{\text{общ,мах}}$  и минимального лучшего показателя  $P_{\text{o,min}}$ , которые можно принять в качестве базовых величин, а также коэффициенты весомости ( $m$ ) (таблица).

Таблица – Базовые показатели и коэффициенты весомости

Наименование показателя	Для кож верха обуви		Для межподкладочных материалов		Для подкладочных материалов	
	базовые показатели	$m$	базовые показатели	$m$	базовые показатели	$m$
Общая доля релаксации	40	0,40	60	0,45	40	0,30
Начальное усилие	70	0,35	10	0,40	10	0,40

#### 4 ЭТАП

Рассчитывается относительный комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов (формула 4).

#### 5 ЭТАП

Выбор пакета верха обуви осуществляется путем сравнения рассчитанных относительных комплексных показателей релаксационных свойств систем материалов ( $K_{\text{OC}}$ ) с различным сочетанием межподкладочных и подкладочных материалов. Выбирается система верха обуви, имеющая максимальное значение  $K_{\text{OC}}$ .

Таким образом, разработанная методика позволяет на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью, что будет способствовать высокой формоустойчивости обуви.

#### Список использованных источников

1. Фурашова, С. Л. Определение наиболее информативных показателей релаксационных свойств материалов и систем материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик // Инновационные и наукоемкие технологии в легкой промышленности : доклады межвуз. науч.-технич. конф., Москва, 23-25 апр. 2008г.: в 2 ч. / ИИЦМГУДТ. Москва, 2008. Ч. 1. С. 168-172.
2. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков ; под ред. Г. Н. Кукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
3. Кожа. Метод испытания сферическим растяжением : ГОСТ 29078–91. – Введ. 01.07.92. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 12 с.
4. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов / В. Е. Горбачик и др. // Вестник УО «ВГУ». – 2006. – Вып. 11. – С. 5–8.
5. Фурашова, С. Л. Прогнозирование релаксации усилий обувных материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, П. И. Скоков // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2008. Вып.15 С.76-81.
6. Фурашова, С. Л. Автоматизация обработки данных исследования релаксации усилий обувных материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, П. И. Скоков // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В. Т. Прохоров и др. . Шахты, 2008. С. 160-162.

*Статья поступила в редакцию 04.06.2010 г.*

#### SUMMARY

The article is devoted to development of a technique of forecasting of parameters of a relaxation of systems of shoe materials. The most informative parameters of a relaxation are allocated and mathematical dependence between complex parameters of properties of systems of materials and materials of top included in them, interlinings and linings is established. It is established, that about 20 minutes are possible to reduce time of supervision over process of a relaxation, relative deviations of settlement values from experimental do not exceed 5 % for materials of various structures and 8 % for systems of materials.

УДК 677.08+658.511.3

### ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

***Е.В. Чукасова-Ильюшкина, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган***

Особую роль в повышении конкурентоспособности и эффективности белорусской экономики играют инновации, рост результативности инновационной деятельности предприятий, стимулирование производства новой высокотехнологичной продукции, а также вовлечение в производство неиспользуемых ранее и подлежащих утилизации вторичных материальных ресурсов.

Многочисленные исследования показывают, что отходы, длина волокон которых менее 25 мм (коротковолокнистые отходы), применения в своей отрасли не находят, постоянно складываются, создавая тем самым экологическую и