

Таким образом, разработанная методика позволяет дать объективное заключение о натуральности материала, используемого на верх обуви.

#### Список использованных источников

1. Способ получения дисперсий коллагена / В. К. Смелков, Г. Н. Солтовец, А. П. Платонов. Авторское свидетельство №1713931. Зарегистрировано в государственном реестре изобретений СССР 22 октября 1991 г.
2. Хренников, Н. С.,. Химико-технологический контроль в кожевенном производстве / Н. С. Хренников, Н. А. Крысанова – Москва : Легкая индустрия, 1967. – с. 225.

#### SUMMARY

The new method of determination of the natural origin of shoe upper materials by dissolution of leather in a chemical solution is described in the article. The conditions of dissolution have been determined and it has been shown that artificial and synthetic footwear materials are not dissolved in the given solution.

УДК 677.017

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПУЧКА ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ ПРИ ПОЛУЦИКЛОВОМ ИСПЫТАНИИ НА РАСТЯЖЕНИЕ

**А.А. Кузнецов**

Для практически всех видов текстильных нитей характерно наличие гетерогенности (продольной или поперечной) строения и механических свойств на различных уровнях, которые возникают в процессах их получения и переработки [1, 2]. Для пряжи наиболее характерно наличие продольной гетерогенности показателей строения и механических свойств вследствие неравномерности содержания и расположения волокон на отдельных участках (апериодическая составляющая) и неравномерности её прохождения по рабочим органам оборудования в процессах прядения [1]. Для химических нитей продольная гетерогенность выражена несколько слабее по причине стационарности физических полей и других условий формования во времени [2]. Следовательно, проведение исследований, направленных на изучение степени влияния поперечной гетерогенности показателей структуры и механических свойств пучка текстильных нитей на особенности механизма их деформирования и разрушения, является актуальной научно–технической задачей.

В качестве метода исследования в настоящей работе предлагается использовать метод статистической имитации полуциклового испытания на растяжение.

В данной работе представлен самый общий случай испытания на растяжение пучка нитей, когда для каждой  $i$ -той нити в пучке из  $m$  элементов случайными величинами являются не только характеристики диаграммы растяжения, которые определяются согласно методике [3], но и степень их извитости (или разносторонности).

В работе [4] для описания диаграмм растяжения в координатах «напряжение  $\sigma$  – относительное удлинение  $\varepsilon$ » автором предлагается использовать универсальную математическую модель следующего вида:

$$\sigma = \frac{\varepsilon}{b_0 + b_1 \cdot \varepsilon} + b_2 \cdot \varepsilon^2, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – напряжение, возникающее при растяжении нити, Па;  $\varepsilon$  – относительное удлинение, %;  $b_0, b_1, b_2$  – параметры модели, физический смысл которых довольно подробно изложен в работах [3, 4].

В соответствии с моделью (1) после её преобразования для  $i$ -той нити пучка можно записать

$$P_j = \frac{l_j}{C_{0i} + C_{1i} l_j} + C_{2i} l_j^2; \quad (2)$$

$$C_{0i} = \frac{l_{pi} \cdot \gamma}{\sigma_{yi} \cdot T_i \cdot 10^3}; \quad C_{1i} = \left( \frac{1}{\sigma_{ii}} - \frac{1}{\sigma_{yi}} \right) \cdot \frac{\gamma}{T_i \cdot 10^3}; \quad C_{2i} = \frac{(\sigma_{pi} - \sigma_{ii}) \cdot T_i \cdot 10^3}{l_{pi}^2 \cdot \gamma}, \quad (3)$$

где  $P_j$  – текущее значение растягивающей силы, Н;  $l_j$  – текущее значение абсолютного удлинения нити, мм;  $l_{pi}$  – абсолютное разрывное удлинение  $i$ -той нити, мм;  $\gamma$  – плотность материала нити, кг/м<sup>3</sup>;  $T_i$  – линейная плотность  $i$ -той нити пучка, текс;  $\sigma_{pi}$  – условный предел пластичности  $i$ -той нити пучка, Па;  $\sigma_{yi}$  – условный предел упругости  $i$ -той нити, Па;  $\sigma_{ii}$  – разрывное напряжение  $i$ -той нити, Па;

Переменными случайными величинами для каждого  $i$ -той нити будут являться значения  $l_{pi}, T_i, \sigma_{pi}, \sigma_{yi}, \sigma_{ii}$  и  $\Delta L_i$ .

На начальном этапе имитационного моделирования генератор случайных чисел в соответствии с задаваемым законом распределения (нормальный либо Вейбулла) генерирует  $m$  (по числу нитей в пучке) случайных значений  $l_{pi}, T_i, (\sigma_p - \sigma_{pi}), \sigma_{yi}$  и  $L_i$ . Затем определяются параметры математической модели (2)  $C_{0i}, C_{1i}, C_{2i}$  и  $P_{pi}$ . Из всех нитей выбирается нить, обладающая минимальной длиной  $L_{min}$ , тогда каждой из остальных нитей будет соответствовать излишек длины  $\Delta L_i$ , который определяется как  $\Delta L_i = L_i - L_{min}$ . Полученные значения параметров запоминаются.

Имитационное моделирование эксперимента состоит в том, что нижнему зажиму разрывной машины последовательно сообщается постоянное на каждом шаге перемещение, что вызывает удлинение  $\Delta l$ . Тогда удлинение на  $j$ -том шаге моделирования  $l_j$  будет, соответственно, определяться как  $l_j = j \cdot \Delta l$ . На каждом  $j$ -том шаге для каждой  $i$ -той нити вычисляются абсолютное удлинение  $l_{ij}$  и приложенная к данной нити нагрузка  $P_{ij}$ :

$$l_{ij} = l_j - \Delta L_i = j \cdot \Delta l - \Delta L_i; \quad P_{ij} = \frac{l_{ij}}{C_{0i} + C_{1i} \cdot l_{ij}} + C_{2i} \cdot l_{ij}^2. \quad (4)$$

При выполнении условий: (когда  $l_{ij} > l_{pi}$ ), либо  $P_{ij} > P_{pi}$ , соответствующая  $i$ -я нить считается разорванной и далее текущее значение нагрузки, приложенной к  $i$ -той нити,  $P_{ij}$  принимается равной нулю.

На каждом шаге моделирования определяется суммарная сила растяжения  $Q_j$  и средняя нагрузка, приходящаяся на одну нить  $\bar{P}_j$ :

$$Q_j = \sum_{i=1}^m P_{ij}; \quad \bar{P}_j = \frac{Q_j}{m}. \quad (5)$$

Некоторые результаты имитационного моделирования для “синтезированной”, согласно [4], нити представлены на рис.1–4.

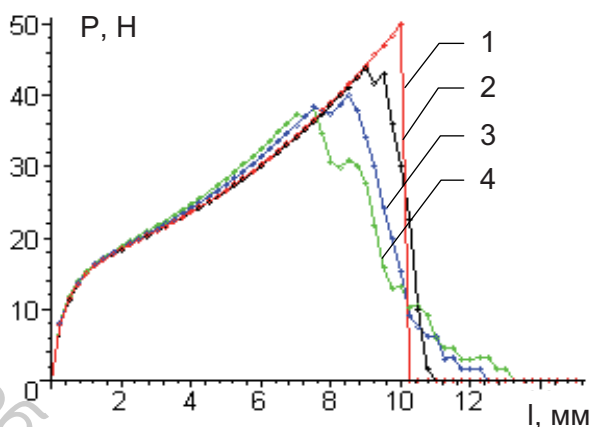


Рисунок 1 - Влияние поперечной вариации разрывного удлинения нитей  $l_p$  в пучке на характеристики диаграммы растяжения  
 1 –  $C_{ip}=0\%$ ; 2 –  $C_{ip}=5\%$ ;  
 3 –  $C_{ip}=10\%$ ; 4 –  $C_{ip}=15\%$ .

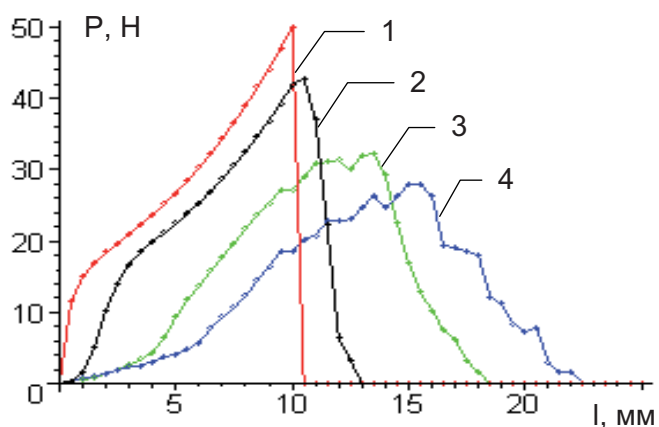


Рисунок 2 - Влияние вариации степени неоднородности нитей  $L$  в пучке на характеристики диаграммы растяжения  
 1 –  $C_L=0\%$ ; 2 –  $C_L=5\%$ ;  
 3 –  $C_L=10\%$ ; 4 –  $C_L=15\%$ .

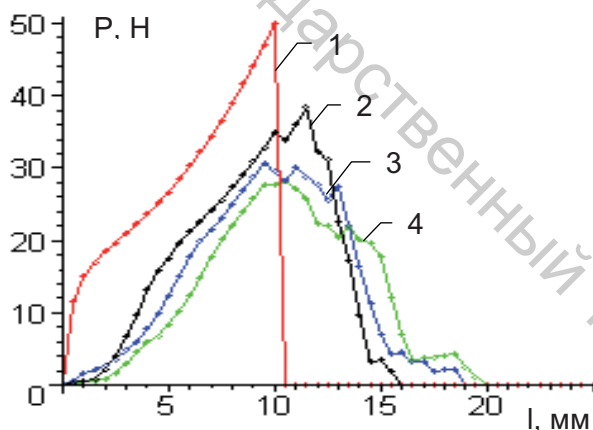


Рисунок 3 - Совместное влияние поперечных вариаций разрывного удлинения  $l_p$ , линейной плотности  $T$  и степени неоднородности  $L$  нитей в пучке на характеристики диаграммы растяжения

1 –  $C_L, C_T, C_{ip}=0\%$ ; 2 –  $C_L, C_T, C_{ip}=5\%$ ;  
 3 –  $C_L, C_T, C_{ip}=10\%$ ; 4 –  $C_L, C_T, C_{ip}=15\%$ .

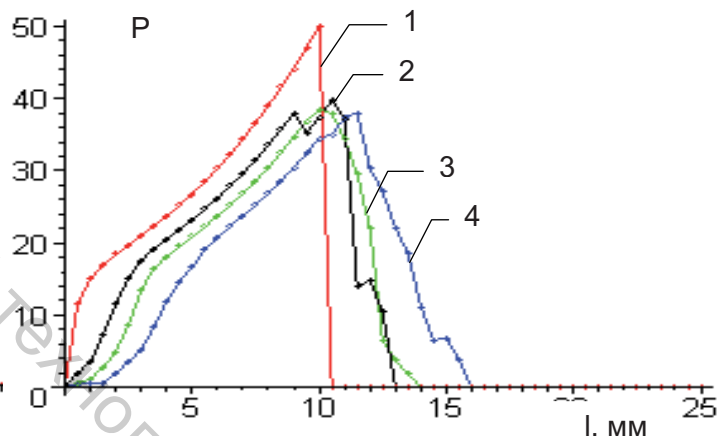


Рисунок 4 - Влияние количества нитей в пучке на характеристики диаграммы растяжения при наличии вариаций разрывного удлинения  $l_p$ , линейной плотности  $T$  и степени неоднородности  $L$  нитей  $C_L, C_T, C_{ip}=5\%$

1 –  $C_L, C_T, C_{ip}=0\%$ ,  $m=30$ ; 2 –  $C_L, C_T, C_{ip}=5\%$ ,  $m=10$ ;  
 3 –  $C_L, C_T, C_{ip}=5\%$ ,  $m=30$ ; 4 –  $C_L, C_T, C_{ip}=5\%$ ,  $m=60$

Разработанная статистическая имитационная модель позволяет графически представить диаграммы растяжения нити с учётом влияния поперечной гетерогенности механических свойств и структуры, а также определить влияние поперечной гетерогенности на форму и параметры данной кривой и, как следствие на прочностные характеристики пучка нитей.

Анализ зависимостей, представленных на рис. 1 – 4, позволяет отметить следующее:

- наибольшее влияние на форму приведенной к одной нити кривой «нагрузка – абсолютное удлинение» оказывают вариации разрывного удлинения  $C_{ip}$  и степени неоднородности  $C_L$  нитей пучка (рис.1–2). С увеличением коэффициента вариации этих показателей между нитями пучка изменяется не только форма кривой растяжения, но и значение, и положение ее максимума, а также полное удлинение при разрыве;
- поперечная гетерогенность условного предела упругости  $\sigma_y$ , условного предела пластичности  $\sigma_n$ , условного предела упрочнения  $\Delta\sigma_{упр}$  и линейной

плотности  $T$  нитей пучка не оказывают влияние на форму и параметры приведенной к одной нити кривой «нагрузка – абсолютное удлинение»;

- при увеличении коэффициента вариации удлинения при разрыве  $C_{\text{p}}$  уменьшаются средние значения разрывной нагрузки и разрывного удлинения первой из разорвавшихся нитей. Следует отметить, увеличение отклонения от вертикальности нисходящей части кривой растяжения. Восходящая часть кривой растяжения практически не изменяется. Первые нити в пучке начинают рваться при приближении кривой растяжения к максимуму, а нисходящая часть кривой растяжения становится более полой. Средний угол наклона  $\psi$  нисходящей части кривой растяжения к вертикали в первом приближении пропорционален коэффициенту вариации разрывного удлинения между нитями пучка:

$$C_{\text{p}} \sim \psi^{\circ}; \quad (6)$$

- при увеличении коэффициента вариации неоднородности нитей в пучке не только уменьшается разрывная нагрузка пучка нитей и максимум сдвигается вправо, но изменяется форма как правой, так и левой части диаграммы растяжения. Угол наклона  $\beta$  касательной, проведенной из начала координат к левой, восходящей части кривой растяжения, к вертикали может служить приближенной оценкой коэффициента вариации неоднородности нитей  $C_{\text{L}}$  в пучке:

$$C_{\text{L}} \sim \beta^{\circ}; \quad (7)$$

Следует отметить, что математические модели (6) и (7) достоверны при достаточно большом количестве ( $m \geq 50$ ) нитей в пучке, так как при малом их числе ( $m \leq 10$ ) приведенная кривая растяжения несколько изменяет свою форму. Как это следует из зависимости, представленной на рис. 4, углы  $\alpha$  и  $\beta$  несколько уменьшаются, а максимум силы растяжения незначительно сдвигается влево.

В результате проведенных исследований разработан алгоритм статистической имитационной модели процесса деформирования и разрушения пучка текстильных нитей и установлено, что анализ приведенной диаграммы растяжения пучка нитей позволяет в первом приближении оценить коэффициенты вариации степени неоднородности  $C_{\text{L}}$  и разрывного удлинения  $C_{\text{p}}$  нитей в пучке. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят получить более точные и информативные модели. Таким образом, можно предположить, проведение стандартных испытаний, не требующих дополнительного специального испытательного оборудования, может значительно расширить диапазон полученных сведений и позволит более объективно и всесторонне оценить качество волокон и нитей.

#### Список использованных источников

1. Перепёлкин К.Е. Комплексная оценка качества и работоспособности нитей в процессах получения и переработки // К.Е. Перепелкин / Химические волокна, 1991 г., №2, с.45-56.
2. Перепёлкин К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства. Часть 1. Основные компоненты волокнистых композитов, их взаимодействие и взаимовлияние // К.Е. Перепёлкин / Химические волокна, 2005 г., №4, с.7-22.
3. Ольшанский, В.И. Методика оценки показателей деформационных свойств текстильных нитей по результатам полуциклового испытания на растяжение // В.И. Ольшанский, Е.И. Махаринский, А.А. Кузнецов / ВГТУ, Витебск, 2001 – 19 с.
4. Кузнецов А.А. Оценка и прогнозирование механических свойств текстильных нитей / А.А. Кузнецов, В.И. Ольшанский // ВГТУ – Витебск, 2004. – С.225.

## SUMMARY

As a result of the lead complex of analytical researches algorithms of statistical imitating models of processes of deformation and destruction of a bunch of textile strings are developed at test for a stretching, and also is established, that the analysis of the resulted diagram of a stretching of a bunch of strings allows to estimate as a first approximation factors of a variation of a degree of different length  $C_L$  and explosive lengthening  $C_{ip}$  of strings in a bunch.

УДК 677.024.1:[677.074:684.7]

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАБОТКИ НИТЕЙ В ГОБЕЛЕНОВЫХ ТКАНЯХ НОВЫХ СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЯЖИ ИЗ КОРОТКОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА**

*Г.В. Казарновская, Н.С. Акиндинова*

Вопросы строения и проектирования тканей сложных структур, к которым относятся гобелены, являются малоизученными, но т.к. ассортимент этих тканей востребован и в производстве мебельных тканей вытесняет ткани простого строения, возникает необходимость глубокого изучения и проектирования структур гобеленовых тканей. В данной работе рассматриваются вопросы проектирования мебельных тканей с применением гобеленовых переплетений нового вида [1,2]. Эти переплетения имеют ряд преимуществ по сравнению с классическим гобеленовым рубчиком и полотном [1]. В тканях в качестве утка используется крашенная льняная пряжа сухого способа прядения линейной плотности 163 текс, полученная из короткого льняного волокна. Она неравномерна по линейной плотности: имеет утолщения и тонкие участки, что затрудняет применение этой пряжи в тканях классических гобеленовых переплетений. Но пряжи подобного вида в настоящее время отвечают требованиям направлений моды. Гобеленовые переплетения, повернутые на  $90^\circ$ , способствуют максимальному присутствию этой пряжи на лицевой поверхности ткани, и этим подчёркивается выразительность цветовых эффектов. При этом повышается производительность оборудования, благодаря снижению обрывности нитей основы и уменьшению плотности ткани по утку. Опытная партия гобеленовой ткани оптимальной структуры была наработана в условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» [2]. В основе используются крашенные и суровые хлопчатобумажные нити линейной плотности 25текс x 2 (50,8 текс с учётом крутки), плотность ткани по утку – 156 н./10см, по основе - 400 н./10см.

В тканях гобеленовых переплетений важным показателем является уработка нитей основы, на что влияет равномерность распределения цветовых эффектов по ширине ткани, от чего, в свою очередь, зависит обрывность нитей основы. В предложенных переплетениях нити основы различных сводов имеют более равномерные значения уработки. По каждой нити основы и утка в раппорте переплетения (рис.1) уработка определялась двумя экспериментальными способами: путём измерения нитей по фотографиям срезов при многократном увеличении и нитей, вынутых из ткани. Из фотографий срезов тканей, представленных на рисунках 2 а,б, 3а, 4а,б,в, 5а, видно, что нити основы в ткани приобретают форму поперечного сечения, близкую к эллипсообразной, а нити утка сохраняют форму круга. При этом между нитями отсутствуют просветы, т.е. ткани близки к максимально уплотнённым и по основе, и по утку.

По формуле Ашенхерста рассчитаны диаметры нитей основы и утка до ткачества; по фотографиям срезов ткани произведены замеры диаметров и рассчитаны коэффициенты смятия уточных нитей в местах их пересечения нитями основы каждого свода ( $dy_{K1}$ ,  $dy_{K2}$ ,  $dy_{П}$ ,  $ту_{K1}$ ,  $ту_{K2}$ ,  $ту_{П}$ ), произведены замеры горизонтальных и вертикальных диаметров основных нитей ( $d_{ог}$ ,  $d_{ов}$ ) и рассчитаны