

Таблица 4

Показатель (число обрывов нити в час)	Значение
Базовое нетканое полотно	12
Нетканое полотно с вложением:	
10 % отходов льна	12
20 %	12
30 %	13
40 %	13
50 %	14

Из таблиц 1, 2, 3, 4 следует, что предлагаемый нетканый материал полностью удовлетворяет требованиям СанПиН №11-19 и ГОСТ 12.1.005. Уровень напряженности электростатического поля на поверхности полотна согласно СанПиН № 9-29 / РФ 2.1.8042 не превышает 15,0 кВ/м. Нетканое полотно, полученное вязально-прошивным способом, также полностью удовлетворяют ТУ РБ 00311786.008, -96 «Полотно холстопршивное» и рекомендовано в производстве нетканых материалов на фабрике нетканых материалов ОАО «Витебские ковры».

Предлагаемая технология внедрена на фабрике нетканых материалов ОАО «Витебские ковры» в 2000 году и с этого времени используется для получения нетканых полотен вязально-прошивным способом при вложении льняных отходов до 100%.

#### SUMMARY

The technological process of obtaining non-woven fabric with the utilization of flax fibre wastes has been worked out. The plan of forming non-woven fabric has been worked out, the optimal composition of the mixture has been proposed. It has been given the analysis of non-woven fabrics with different ways of forming. The new non-woven material completely meets the requirements of GOST.

УДК 677.017

#### ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*А.А. Кузнецов, Д.А. Иваненков*

Текстильные материалы в процессах переработки и эксплуатации постоянно подвергаются действию небольших по величине растягивающих усилий. При длительном воздействии таких усилий постепенно изменяется структура материала, его свойства, то есть материал "устает" и, в конечном счете, разрушается. Вследствие этого, изучение усталостных характеристик, полученных в условиях многократного растяжения текстильных материалов, представляет интерес для большого числа исследователей. Однако проведение усталостных испытаний сопровождается значительными временными затратами.

Известно [1, 2], что одним из показателей, значение которого изменяется в процессе проведения усталостных испытаний текстильных нитей является относительная остаточная циклическая деформация  $\varepsilon_{o.c}$  (в дальнейшем остаточная деформация) – величина деформации, накопившейся за некоторое определенное число циклов нагружения и не исчезающая в процессе непрерывного приложения этих циклов.

$$\varepsilon_{o.c} = \frac{L_n - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $L_n$  – длина образца нити, измеренная после  $n$  циклов нагружения, м.

$L_0$  – зажимная (испытуемая) длина образца нити, м

Профессором Кукиным Г.Н. и профессором Соловьевым А.Н. отмечается, что характер изменения остаточной деформации при циклическом нагружении позволяет произвести анализ структуры нити (рис.1). Сущность параметрического подхода при оценке усталостных свойств текстильных нитей заключается в том, что вместо данных о разрушении текстильной нити при многоцикловом испытании проводятся кратковременные эксперименты с наблюдением за изменением контролируемого параметра (показателя). И по результатам кратковременных экспериментов осуществляется прогноз минимального числа циклов которое может выдержать нить не разрушаясь с заданной долей вероятности.

На основании анализа результатов предварительных исследований анализа типовых кривых представленных на рис. 1 для математического описания зависимости относительного остаточного удлинения от количества циклов нагружения предлагается математическая модель следующего вида:

$$\varepsilon_{o.ц.}(n) = \frac{n}{a_0 + a_1 \cdot n} + a_2, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{o.ц.}$  – относительное остаточное удлинение нити, возникающее после  $n$  циклов нагружения, %

$n$  - число циклов нагружения нити, цикл

$a_0, a_1, a_2$  - параметры модели, которые определяются по результатам кратковременных экспериментальных исследований и имеют строго определённый физический смысл:  $a_0$  - темповый показатель, определяющий темп нарастания относительного удлинения нити на начальном этапе после  $n_1$  циклов нагружения,  $a_1$  – показатель, характеризующий предельно возможное изменение остаточной деформации  $\varepsilon_{o.ц.}$  нити,  $a_2$  – показатель, характеризующий относительное удлинение нити, вызываемое действием статической нагрузки  $P$ ;  $\varepsilon_0$  - относительное удлинение нити, вызываемое действием статической нагрузки  $P$ ;  $\varepsilon_1$  - относительное циклическое удлинение нити после 50 циклов нагружения;  $\varepsilon_{кр}$  – критическое значение удлинения нити, при котором происходит разрушение образца.

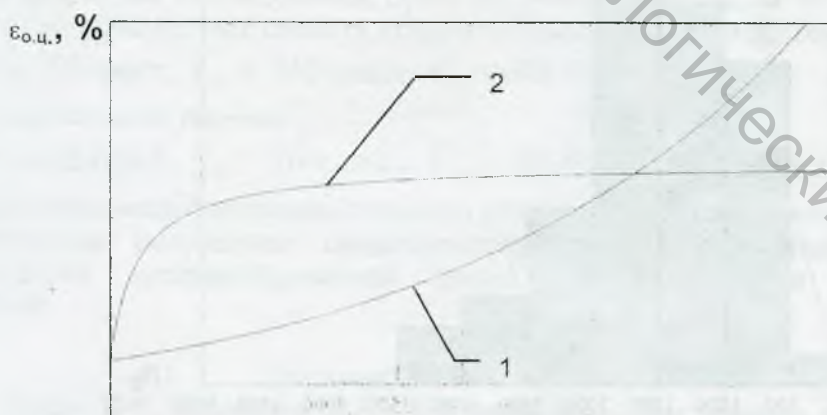


Рисунок 1 - Типовые кривые зависимости остаточной деформации  $\varepsilon_{o.ц.}$  от числа циклов нагружения  $n$  [2] 1-нити плохой структуры, 2-нити хорошей структуры

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать значение остаточной деформации при циклическом нагружении. Отличительной особенностью данной

модели является тот факт, что ее параметры имеют строго определенный физический смысл, а не являются абстрактными коэффициентами влияния.

При разработке имитационной модели усталостного разрушения текстильных нитей при испытании на многократное растяжение была выдвинута гипотеза о том, что разрушение нити происходит при достижении остаточной циклической деформации некоторого критического значения, в предположении относительного разрывного удлинения.

Разработанная имитационная модель процесса усталостного разрушения текстильных нитей при испытании на многократное растяжение позволяет на основе кратковременного эксперимента по определению параметров  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_p$  произвести оценку их усталостных свойств с учётом вариации данных показателей. А также произвести исследование влияния законов распределения и неравномерности механических свойств, определяемых параметрами  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_p$ , на показатели усталостных свойств текстильных нитей.

Произведем пример функционирования имитационной модели для оценки выносливости хлопчатобумажной пряжи 50 текс. Отбор проб осуществлялся согласно ГОСТ 6611.0-73. Груз предварительного натяжения устанавливался согласно ГОСТ 6611.0-73 в зависимости от линейной плотности исследуемых нитей. Значение статической нагрузки принималось равной 25% от разрывной нагрузки, определяемой по ГОСТ 6611.2-73. Выделение промахов производилось на основе критериальной оценки.

В результате проведения предварительного эксперимента произведена численная оценка значений:

- относительного разрывного удлинения  $\varepsilon_p=7,21\%$ ,  $C\varepsilon_p=6,38\%$ ;
- относительного удлинения нити, вызванного действием статической нагрузки  $\varepsilon_0=2,48\%$ ,  $C\varepsilon_0=8,12\%$ ;
- относительного удлинения нити, после 50 циклов нагружения  $\varepsilon_1=4,84\%$ ,  $C\varepsilon_1=6,43\%$ ;

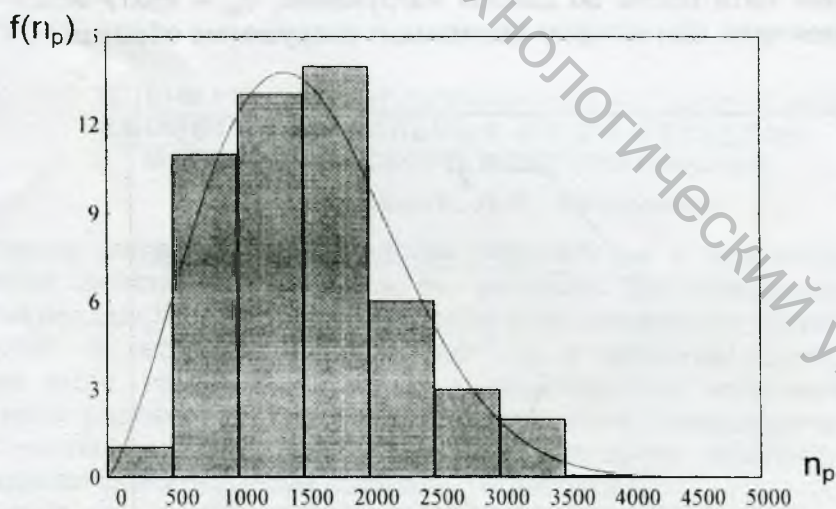


Рисунок 2 - Гистограмма распределения и функция плотности вероятности значений выносливости  $n_p$  для хлопчатобумажной пряжи 50 текс (экспериментальная)

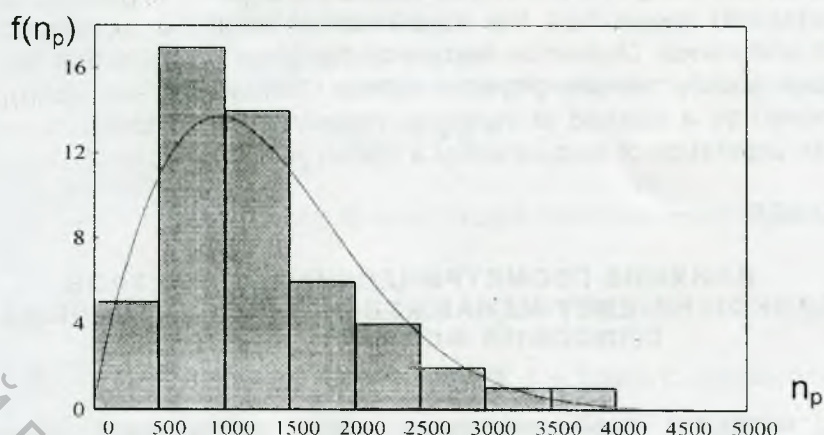


Рисунок 3 - Гистограмма распределения и функция плотности вероятности значений выносливости  $n_p$  для хлопчатобумажной пряжи 50 текс, полученная в результате имитационного моделирования процесса испытания

По результатам критериальной оценки законов распределения значений параметров  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_p$  имитационной модели [3] закон распределения данных показателей был выбран нормальным с 95% доверительной вероятностью. Данный факт нормального распределения значений вышеуказанных параметров хорошо согласуется с результатами экспериментальных исследований по оценке остаточного циклического удлинения текстильных нитей различного сырьевого состава [4].

Результаты проведенного имитационного моделирования процесса испытания на многократное растяжение хлопчатобумажной пряжи 50 текс представлены на рис. 3. Для сравнительного анализа на рис.2 представлена гистограмма распределений и функция плотности вероятности значений выносливости  $n_p$  для хлопчатобумажной пряжи 50 текс, полученные в ходе проведения эксперимента.

По результатам исследований были получены следующие численные значения показателей усталостных свойств хлопчатобумажной пряжи 50 текс:

$\bar{n}_p = 1551$  цикл,  $y_n = 749$  цикл,  $C_n = 48,3\%$  – в результате экспериментальной оценки;

$\bar{n}_p = 1418$  цикл,  $y_n = 764$  цикл,  $C_n = 53,9\%$  – в результате проведенного имитационного моделирования процесса усталостного разрушения.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии возможности оценки выносливости хлопчатобумажной пряжи по результатам кратковременных испытаний.

#### Список использованных источников

1. Кукин Г.К., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 271 с.
2. Кукин Г.К., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. Часть II. – М.: Легкая индустрия, 1964. – 378 с.
3. Яцерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. - 286 с.
4. Алишаускайте Г, Пиктис А. Оценка усталости нитей по остаточной циклической деформации, Изв. ВУЗов, «Технология текстильной промышленности», № 2, 1966, с. 20–26.

## SUMMARY

Studying of the characteristics received in conditions of a repeated stretching of textile materials, represents the big interest, but demands the big time expenses. On the basis of the carried out (spent) researches the mathematical model is developed, allowing to predict value of endurance. Distinctive feature of the given model is that fact, that its (her) parameters have strictly certain physical sense, instead of are abstract factors of influence. Received by a method of imitating modelling results testify to presence of an opportunity of an estimation of endurance of a cotton yarn by results of short-term tests.

УДК 677.021.166

### ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОКОН НА ЦВЕТ МЕЛАНЖЕВЫХ ПРЯЖ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ФОРМИРОВАНИЯ

*Д.Б. Рыклин*

Разработка методики прогнозирования цвета меланжевой пряжи является важной проблемой, так как ее решение позволит существенно снизить затраты времени и материальных средств для разработки составов меланжевых смесей в производственных условиях. На кафедре ПНХВ ВГТУ разработана методика [1], которая позволяет проектировать цвет меланжевой смеси волокон в зависимости от ее состава, цвета отдельных компонентов и качества смешивания.

Однако экспериментально установлено, что при получении пряжи из смеси разноцветных волокон ее цвет зависит не только от процентного вложения компонентов, но и от способа прядения. Так при проведении исследований в производственных условиях Гродненского РУПП «Гронитекс» выявлено, что пряжа пневмомеханического способа формирования из смеси сурового хлопкового волокна с черным полиэфирным волокном с длиной резки 38 мм значительно темнее аналогичной пряжи кольцевого способа прядения. Таким образом, для определения цвета меланжевой пряжи из смеси разноцветных волокон, отличающихся геометрическими свойствами, разработанная ранее методика должна быть откорректирована.

Известно, что на цвет пряжи существенное влияние оказывают следующие факторы:

Миграция разнородных волокон по сечению пряжи.

Соотношение волокон различного цвета в ворсистом слое пряжи.

Рассмотрим влияние указанных факторов на цвет меланжевой пряжи различных способов формирования. При формировании пряжи кольцевым способом степень влияния указанных параметров различна. В первую очередь это связано с тем, что площадь волокон, образующих наружный слой пряжи значительно, меньше суммарной площади ворсинок.

Диаметр пряжи рассчитывается по формуле [1]

$$d_{\Pi} = 0,04 \sqrt{\sum_i \frac{T_{Bi}}{\gamma_i}} \quad (1)$$

где  $d_{\Pi}$  – диаметр пряжи, мм;  $T_{Bi}$  – линейная плотность волокна  $i$ -того компонента, текс;  $\gamma_i$  – объемная плотность волокна  $i$ -того компонента, г/см<sup>3</sup>.

Тогда площадь поверхности 1 метра пряжи составляет

$$S_{\Pi} = \pi d_{\Pi} 1000 \quad (2)$$

Количество ворсинок на поверхности 1 метра пряжи определяется из предположения о том, что каждое волокно может образовать одну ворсинку. При этом пренебрегаем короткими ворсинками, образованными передними концами волокон. Тогда количество ворсинок рассчитывается по формуле