

Также интерфейс снабжен стандартными диалоговыми окнами загрузки и сохранения файла.

Комплекс был апробирован в производственных условиях ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей».

УДК 677.017.4

**ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ
ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЯ
НА МНОГОКРАТНОЕ ИСТИРАНИЕ**

Д.А. Иваненков, А.А. Кузнецов, Д.С. Семенченко

*УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Предположив, что процесс изменения разрывной нагрузки текстильных нитей при проведении испытаний на многократное истирание идентичен нестационарному процессу накопления уровня повреждений в процессе Пуассона [1], применительно к разрывной нагрузке можно записать:

$$\frac{P_{p0} - P(t)}{P_{p0} - P_{кр}} = F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{s}\right)^c\right], \quad (1)$$

где P_{p0} – разрывная нагрузка нити, определённая до начала процесса многократного истирания, Н; $P(t)$ – текущее значение разрывной нагрузки в момент времени t , Н; $P_{кр}$ – критическая разрывная нагрузка, при достижении которой нить разрушается в результате многоциклового истирания, Н.

Учитывая, что время пропорционально числу циклов истирания, модель (1) можно представить в следующем виде:

$$\frac{P_{p0} - P(n)}{P_{p0} - P_{кр}} = F(n) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{n}{s}\right)^c\right], \quad (2)$$

где $F(n)$ – интегральная функция распределения, характеризующая вероятность того, что разрушение текстильной нити при многократном нагружении произойдет до совершения числа циклов истирания n .

Введя обозначение:

$$\frac{1}{s^c} = Q^c,$$

математическую модель (2) можно представить в виде:

$$\frac{P_{p0} - P(n)}{P_{p0} - P_{кр}} = F(n) = 1 - \exp[-Q^c n^c]$$

или

$$P(n) = P_{кр} + (P_{p0} - P_{кр}) \cdot \exp[-Q^c n^c]. \quad (3)$$

Исходя из предположения, что существует такое число циклов нагружения n_{cp} , при котором текущее значение разрывной нагрузки нити численно равно среднему арифметическому значению параметров P_{p0} и $P_{кр}$, определяется физический смысл параметра Q модели (3):

$$P_p(n_{cp}) = \frac{1}{2}(P_{кр} + P_{p0}). \quad (4)$$

Подставляя соотношение (4) в модель (3), получим:

$$\frac{1}{2}(P_{кр} + P_{p0}) = P(n) = P_{кр} + (P_{p0} - P_{кр}) \cdot \exp[-Q^c n^c]. \quad (5)$$

$$\frac{1}{2} = \exp[-Q^c n_{cp}^c] \Rightarrow Q^c = \frac{\ln 2}{n_{cp}^c}. \quad (6)$$

Следовательно, параметр модели Q является темповым показателем, обратно пропорциональный числу циклов нагружения n_{cp} , цикл⁻¹.

Обозначив $m = \frac{n}{n_{cp}}$ и, подставляя соотношение в модель (3), получаем:

$$P_p(m) = P_{кр} + (P_{p0} - P_{кр}) \cdot \exp[-H \cdot m^c], \quad (7)$$

где m – безразмерное число циклов нагружения текстильной нити при проведении усталостного испытания; H – константа модели, имеющая постоянное значение $H = \ln 2 = 0,693$.

Обозначив

$$V(m) = \frac{P_p(m)}{P_{p0}}; \quad V_0 = \frac{P_{кр}}{P_{p0}}, \quad (8)$$

математическую модель (7) можно представить в безразмерной форме:

$$V(m) = V_0 + (1 - V_0) \cdot \exp[-H \cdot m^c], \quad (9)$$

где $V(m)$ – параметр модели, численно равный отношению разрывной нагрузки после m циклов нагружения к первоначальной (определённой до начала процесса многоциклового истирания);

V_0 – параметр модели, параметр модели, равный отношению критической разрывной нагрузки нитей к первоначальной.

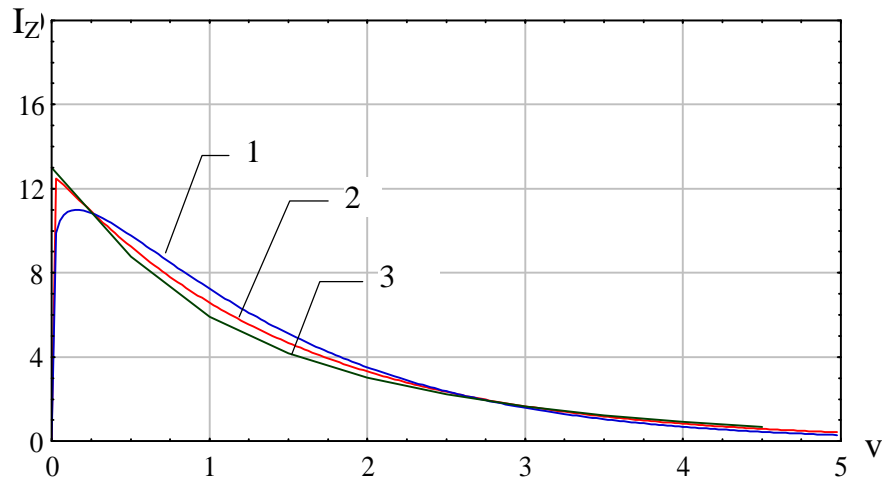
Использование математической модели (9), позволяет не только заменить семейство кривых, обладающих различными темповыми параметрами, но и провести анализ интенсивности процесса изменения разрывной нагрузки нити при испытании на многократное истирание:

$$I_z(m) = \frac{dV(w)}{dw} = |(V_0 - 1) \cdot H \cdot m^{c-1} \cdot c \cdot \exp(-H \cdot m^c)| \quad (10)$$

На рисунке 1 представлены графические зависимости интенсивности процесса накопления уровня повреждений (снижения разрывной нагрузки) I_z от относительного числа циклов истирания m при различных значениях параметра «с» модели (10).

Другим подходом теоретической интерпретации процесса снижения разрывной нагрузки нити является применение основного физического принципа теории надёжности, впервые сформулированного проф. Седакиным Н.М.[2].

Применительно к процессу снижения разрывной нагрузки текстильной нити при многократном истирании данный принцип можно сформулировать следующим образом: «скорость снижения разрывной нагрузки dP_p/dn не зависит от того, как и за какое время (количество циклов истирания) она изменилась от некоторого начального значения P_{p0} до текущего $P_p(n)$ в рассматриваемый момент времени, а зависит от условий проведения испытания и механических свойств текстильной нити».



1–при $c=0,9$; 2–при $c=1$; 3–при $c=1,1$

Рисунок 1 – Зависимость интенсивности процесса снижения разрывной нагрузки при испытании I_z от относительного числа циклов истирания m , построенная по модели (10) при $V_0=0,1$

Запись этого принципа в дифференциальной форме имеет следующий вид:

$$\frac{dP_p}{dn} = -Q(P_p(n) - P_{кр})^k, \quad (11)$$

где Q – параметр модели, отражающий темп изменения разрывной нагрузки;

k – параметр модели, принимающий значение 1, 2, ...

Решение дифференциального уравнения (11) при условии $k=1$ имеет следующий вид:

$$P_p(n) = P_{кр} + (P_{p0} - P_{кр}) \cdot \exp[-Q \cdot n]. \quad (12)$$

Очевидно, что при $n \rightarrow 0$ значение остаточной циклической деформации $P_p(n) \rightarrow P_{p0}$, а при $n \rightarrow \infty$, $P_p(n) \rightarrow P_{кр}$. Определение физического смысла параметра Q модели (12) осуществляется на основе предположения сформулированного выше, и определяемого соотношением (4). Параметр Q модели (12) имеет смысл аналогичный соответствующему параметру модели (6) при условии, что $c = 1$.

Подставив соотношение (6) в модель (12) и обозначив $m = n/n_{ср}$, получим:

$$P_p(m) = P_{кр} + (P_{p0} - P_{кр}) \cdot \exp[-Q \cdot m]. \quad (13)$$

Математическая модель (13) в безразмерной форме, с учётом обозначений (8), приобретает следующий вид:

$$V(m) = V_0 + (1 - V_0) \cdot \exp[-H \cdot m], \quad (14)$$

где m – безразмерное число циклов нагружения текстильной нити при проведении усталостного испытания; H – константа модели, имеющая постоянное значение $H = \ln 2 = 0,693$.

Интенсивность процесса изменения разрывной нагрузки нити при испытании на многократное истирание можно представить в виде:

при $k=1$:
$$I_z(m) = \frac{dV(m)}{dm} = |(V_0 - 1) \cdot H \cdot \exp(-H \cdot m)|; \quad (15)$$

$$\text{при } k=2: \quad I_z(m) = \frac{dV(m)}{dm} = \left| \frac{(1 - V_0)}{(1 + m)^2} \right|. \quad (16)$$

Комплекс экспериментальных исследований показал, что разработанные математические модели (3), (13) и (14) изменения разрывной нагрузки текстильных нитей при многоцикловом испытании на истирание являются адекватными результатам эксперимента с доверительной вероятностью 0,95 для всех исследуемых образцов текстильных нитей различного сырьевого состава, структуры и линейных плотностей. С практической точки зрения ценность разработанных моделей заключается в возможности их использования для прогнозирования стойкости текстильных нитей различного сырьевого состава, строения и структуры к многократному истиранию.

Список использованных источников

1. Кузнецов А. А. Оценка и прогнозирование физико-механических свойств текстильных нитей : моногр. / А. А. Кузнецов, В. И. Ольшанский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2004. – 226 с.
2. Седякин, Н.М. Об одном физическом принципе теории надёжности / Н.М. Седякин // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1966. – №3. – С.80–87.

УДК 677.076.4.014/.017

ВЫРАВНИВАНИЕ СВОЙСТВ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА

Е.С. Катаев, Д.А. Буслик

*Димитровградский институт технологии, управления и дизайна
Ульяновского государственного технического университета (филиал),
г. Димитровград, Российская Федерация*

Для выполнения исследований предприятием ООО «Номатекс» был предложен материал арт. ПНВ-ПСК-1 (полотно нетканое ворсованное), вырабатываемый на технологической линии «Проматекс» иглопробивным способом из смеси полиэфирных штапельных волокон.

Известно, что структура нетканого материала, формируемого из волокон, отличается неравномерностью расположения волокон по разным направлениям в полотне. Оценить влияние подобного «нарушения» в структуре полотна на свойства материала позволяет разбор образцов полотна, ориентированных в разных направлениях в нетканом материале.

Учитывая это, свойства испытываемого нетканого материала оценивались по 12-ти направлениям, вместо традиционных для предприятия двух (вдоль и поперек полотна) в готовом полотне рулонов, полученных путем продольного разрезания вырабатываемого нетканого материала, и в полотне после первой и второй зон иглопробивания, то есть по мере формирования нетканого материала. Результаты первой части исследования представлены в таблице 1 и на рисунках 1, 2 и 3.

Рассматривая построенные диаграммы, отмечаем, что после заключительной иглопробивной машины при формировании нетканого материала наблюдается превышение на 75-90% разрывного (абсолютного и удельного) усилия и снижение на 22-24% относительного разрывного удлинения полотна в поперечном направлении соответствующего разрывного усилия и удлинения полотна в продольном направлении.