

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ НИТИ И ЕЕ ОЦЕНКА

А.А. Науменко, И.С. Карпушенко

Одним из важнейших качеств нити, определяющих возможность ее эффективной переработки на трикотажных машинах является технологическая надежность [1]. В работе [2] показано, что количественные критерии технологической надежности нити связаны, с одной стороны, с показателями ее физико-механических свойств, а с другой, – с параметрами режима вязания.

Отсюда следует принципиальная неполнота оценки качества нити в отношении ее производственной применимости при отказе от учета характеристик процесса вязания. Поэтому представляется целесообразным рассматривать технологическую надежность как обобщенную меру пригодности нити к переработке в конкретных производственных условиях. В практическом аспекте такой подход требует наличия количественного показателя технологической надежности. Покажем, опираясь на работу [2], каким может быть этот показатель.

Введем функцию, моделирующую связь параметров, определяющих технологическую надежность нити:

$$\lambda = f(P, r, T, V, F', F'', t, q) \quad (1)$$

Величины, входящие в это соотношение представлены в табл. 1. Там же приведены их размерности и формулы размерностей в системе MLQF, где М – единица массы, кг; L – единица длины, м; Q – единица времени, с; F – единица силы, Н.

Таблица 1 - Величины, определяющие технологическую надежность нити и их размерности

№ п/п	Наименование величины	Обозначение	Размерн. в системе СИ	Формула размерности
1	Длина нити, уработанной за время безотказной работы вязальной машины	L	м	L
2	Разрывная нагрузка	P	Н	F
3	Удельная работа разрыва	r	(Нм/кг)	FLM ⁻¹
4	Линейная плотность нити	T	Кг/м	ML ⁻¹
5	Скорость уработки нити	V	м/с	LQ ⁻¹
6	Заправочное натяжение нити	F'	Н	F
7	Натяжение нити в зоне вязания	F''	Н	F
8	Общее время работы машины	t	с	Q
9	Скорость образования отходов	q	кг/с	MQ ⁻¹

Для доказательства существования уравнения (1) используем анализ размерностей, методика проведения которого изложена в [3].

Запишем функцию (1) в более общем виде:

$$\lambda = f (P^a, r^b, T^c, V^d, (F')^e, (F'')^g, t^h, q^j) \quad (2)$$

где a, b, c, d, e, g, h, j – некоторые безразмерные постоянные показатели степеней, отображающие характер влияния величин в правой части (1) на параметр, стоящий в левой части.

С целью определения этих показателей степеней заменим в (2) обозначения величин соответствующими формулами размерностей из табл. 1:

$$L = \varphi [F^a, (FLM^{-1})^b, (ML^{-1})^c, (LQ^{-1})^d, F^e, F^g, Q^h, (MQ^{-1})^j] \quad (3)$$

Равенство размерностей в левой и правой части (3) требует выполнения такой системы равенств:

$$\begin{aligned} \text{для единицы массы } M: & \quad 0 = -b + c + j; \\ \text{для единицы длины } L: & \quad 1 = b - c + d; \\ \text{для единицы времени } Q: & \quad 0 = -d + h - j; \\ \text{для единицы силы } F: & \quad 0 = a + b + e + g. \end{aligned}$$

Решив ее, имеем: $d = 1 - j$; $c = b - j$; $g = -a - b - e$; $h = 1$. Подставив найденные значения d, c, g, h в (2), получим:

$$\lambda = f (P^a, r^b, T^{b-j}, V^{1-j}, (F')^e, (F'')^{-a-b-e}, t, q^j) \quad (4)$$

Объединяя величины, имеющие одинаковые показатели степеней по правилам, изложенным в [3], приходим к соотношению, содержащему комбинации величин, входящих в (4):

$$\lambda(Vt) = f [(P/F'')^a, (rT/F'')^b, (F'/F'')^g, (VT/q)^j] \quad (5)$$

Так как все комбинации в (5) оказались безразмерными, то, согласно вышеуказанной методике [3], функция вида (1) существует. Подходящую модель этой функции можно получить, если некоторым образом объединить комбинации в правой части (5). Для этого осуществим следующее нелинейное преобразование каждой из полученных комбинаций:

$$\begin{aligned} K &= \ln[\lambda(Vt)]; \\ K_1 &= -a \ln[F''/P]; \\ K_2 &= -b \ln[F''/rT]; \\ K_3 &= g \ln[F'/F'']; \\ K_4 &= -j \ln[q/Vt]. \end{aligned}$$

Поясним введение знака “минус” в правые части равенств для K_1, K_2 и K_4 .

Вначале обратим внимание на то, что отношение $\lambda(Vt)$ не превосходит единицы, т.к. произведение Vt – не что иное, как длина нити, уработанной за все время работы вязальной машины. Между тем, λ – длина нити, уработанной за такой интервал времени, в течение которого вязальная машина работала безостановочно. Поэтому (по аналогии с результатами, полученными в работе [2]), отношение $\lambda(Vt)$ можно трактовать как обусловленную технологической надежностью нити вероятность безотказной работы вязальной машины. При отрицательных значениях показателей a, b и j отношения $P/F'', rT/F'', Vt/q$ и отношение F'/F'' при $g > 0$ будут правильными дробями, и их можно рассматривать как своего рода “составляющие” вероятности безотказной работы вязальной машины, связанные с теми факторами, которые входят в соответствующую безразмерную комбинацию. Иными словами, при отрицательных значениях a, b и j связь величины $\lambda(Vt)$ с величинами $F''/P, F''/rT, F'/F''$ и q/Vt , более естественна и легко интерпретируется как физически, так и технологически. Более того, возникает вероятностное единообразие механизмов связи между этими величинами.

Используя теперь положения общей теории надежности, введем следующую модель:

$$\text{или} \quad \ln K = \prod_{i=1}^4 a_i \ln K_i; \quad (6)$$

$$K^* = A \prod_{i=1}^4 \ln K_i; \quad (6a)$$

где $a_1 = a$; $a_2 = b$; $a_3 = g$; $a_4 = j$; $A = a_1 a_2 a_3 a_4$; $K^* = \ln K$.

Соотношение (6) хорошо работает и на логическом уровне. Так, в частности, если хотя бы одна из величин $\ln K_i$ ($i=1,2,3,4$) окажется равной нулю, то K^* также станет равным нулю. Это физически возможно, когда натяжение нити в зоне петлеобразования на вязальной машине достигает предела прочности нити или, например, в случае, если вся получаемая на вязальной машине продукция идет в брак. Таким образом, величину K^* с достаточным основанием можно рассматривать как обобщенный количественный показатель технологической надежности нити.

Отметим еще, что выражение $K = \ln[\lambda/(Vt)]$, раскрывая структуру обобщенного показателя технологической надежности нити, показывает, что он является не только формальной функцией величин в правой части (6a), но и существует как самостоятельная величина, имеющая собственную содержательную трактовку.

Положительная особенность уравнения (6a) состоит в том, что в нем присутствует единственный неизвестный параметр A , легко определяемый экспериментально в единственном опыте, после чего соотношение (6a) пригодно для практических расчетов.

Список использованных источников

1. Матуконис А.В. Изучение свойств текстильных материалов с учетом их высокопроизводительной переработки. //Текстильная промышленность. 1985, № 9. – С 19-21.
2. Науменко А.А. Критерии технологической надежности нитей в трикотажном производстве. /Сб. научных трудов ВГТУ. Ч. 1. – 156 с.
3. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. – М.: Наука, 1988. – 432 с.

SUMMARY

In work the complex parameter of technological reliability of strings as the generalized measure of their suitability to processing in concrete industrial conditions of knitted manufacture is considered. Using a method of the analysis of dimensions, the authors construct model of quantitative criterion of technological reliability connected with parameters of physical-mechanical properties of a string and parameters of a mode of knitting.

The offered model is applied in conditions of manufacture. It allows receiving the authentic items of information on an opportunity of effective processing of strings by knitted machines.

УДК 677.026.4:677.11.08

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ ЛЬНЯНЫХ ОТХОДОВ

Т.А. Мачихо

В настоящее время вязально-прошивным способом вырабатывают до 60% всех нетканых полотен, которые имеют разнообразное применение. Доля стоимости