

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ТКАНЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОНЕЖИЛЕТОВ

Ю.С. ШУСТОВ, А.В. КУРДЕНКОВА, А.А. КИМ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

В работе исследовано влияние структурных характеристик на разрывную нагрузку параарамидных тканей, выработанных различными переплетениями из нитей Русар.

The influence of structural characteristics on the breaking load of the paraaramide fabrics developed by various textures of the Rusar threads is researched in the article.

Ключевые слова: ткани баллистического назначения, водоотталкивающая пропитка, разрывная нагрузка, изменение влажности.

Негативным явлением текстильных материалов, используемых в бронежилетах, является снижение их баллистической стойкости при намокании.

Для исследования данного явления были выбраны образцы тканей баллистического назначения.

Образцы, выработанные из нитей "Русар", отличаются структурными характеристиками, а также видами переплетения. Все образцы имели водоотталкивающую пропитку.

Для испытаний использовались ткани артикулов: 11938, 11939.

Исходные данные исследуемых тканей приведены в табл. 1.

Разрывная нагрузка полотен определялась в соответствии с [1] на универсальной испытательной системе Инстрон серии 4411 при скорости движения верхнего зажима 100 мм/мин.

Пробная полоска имела рабочие размеры 100×25мм.

Исследуемые образцы перед разрушением выдерживались в автоматическом гигростате в течение 24 ч при 20, 40, 60, 65 и 80% влажности.

Для определения зависимости разрывной нагрузки параарамидных тканей от влажности воздуха и параметров строения полотен воспользуемся методами теории подобия и анализа размерностей [2]:

$$Q = f(Q_{исх}, W, T_o, T_y, \Pi_o, \Pi_y, M', \ell, \rho), \quad (1)$$

где Q – разрывная нагрузка параарамидной ткани после изменения влажности воздуха, Н; $Q_{исх}$ – разрывная нагрузка параарамидной ткани при влажности 20%, Н; W – влажность воздуха, %; M' – поверхностная плотность ткани, г/м²; ℓ – зажимная длина, мм; $\ell = 100$ мм; ρ – плотность вещества, $\rho =$

1,3 мг/мм³; T_o , T_y – линейная плотность нити основы и утка, текс; P_o , P_y – плотность ткани по основе и утку, число нитей / 10 см.

Применяя методы анализа размерностей, функциональное соотношение (1) можно выразить через безразмерные комплексы. Тогда соотношение примет вид:

$$\frac{Q}{Q_{исх}} = f(\eta_1, \eta_2), \quad (2)$$

где η_1 – безразмерный показатель, характеризующий влияние влажности воздуха на разрывную нагрузку ткани; η_2 – безразмерный показатель, характеризующий структурные характеристики тканей.

Т а б л и ц а 1

Арти- кул ткани	W, %	Q, Н	Q _{исх} , Н	$\frac{Q}{Q_{исх}}$	T _о , текс	T _у , текс	P _о , нитей/10 см	P _у , нитей / 10 см	M _г , г/м ³	η_1	η_2	Q _{расч} , Н	Откло- нение, %
11938, полот- нное пере- плете- ние	20	3160,0	3160,0	1,000	64,0	64,0	130	130	165,00	1,007	1,278	3207,1	1,49
	40	2681,0	3160,0	0,848	64,0	64,0	130	130	165,00	0,825	1,234	2626,6	2,03
	60	2321,0	3160,0	0,734	64,0	64,0	130	130	165,00	0,718	1,241	2287,0	1,47
	65	2235,0	3160,0	0,707	64,0	64,0	130	130	165,00	0,697	1,251	2219,9	0,67
	80	2032,0	3160,0	0,643	64,0	64,0	130	130	165,00	0,643	1,268	2046,0	0,69
11939, сарже- вое пере- плете- ние	20	4859,0	4859,0	1,000	32,5	32,5	219	218	148,98	1,007	1,149	4903,3	0,91
	40	4061,0	4859,0	0,836	32,5	32,5	219	218	148,98	0,825	1,126	4015,8	1,11
	60	3409,0	4859,0	0,702	32,5	32,5	219	218	148,98	0,718	1,168	3496,6	2,57
	65	3348,0	4859,0	0,689	32,5	32,5	219	218	148,98	0,697	1,154	3394,1	1,38
	80	3252,0	4859,0	0,669	32,5	32,5	219	218	148,98	0,643	1,095	3128,2	3,81

В табл. 1 приведены исходные и расчетные значения разрывной нагрузки па-

раарамидных тканей по основе.

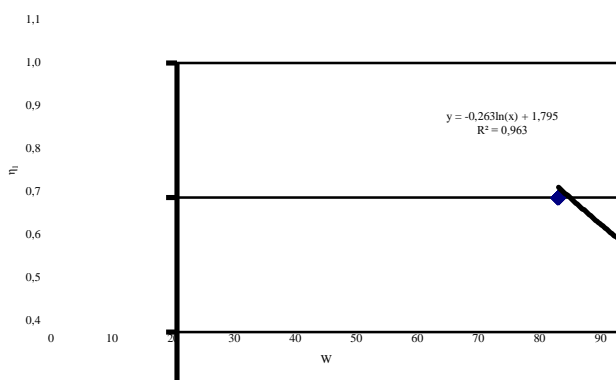


Рис. 1

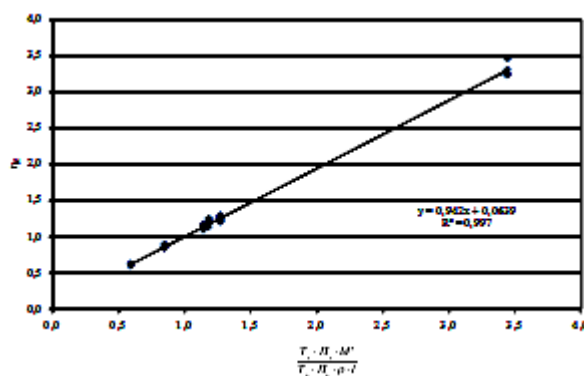


Рис. 2

Для установления степени влияния каждого из указанных параметров находим зависимости:

$$\eta = \eta_1 \eta_2, \quad (3)$$

$$\eta_1 = f(W) = -0,263 \ln(W) + 1,795, \quad (4)$$

где η_1 – безразмерный показатель, характеризующий влияние влажности воздуха на разрывную нагрузку полотен (рис. 1).

$$\eta_2 = f\left(\frac{T_y \Pi_y M'}{T_o \Pi_o \rho \ell}\right) = \frac{\left(\frac{T_y \Pi_y M'}{T_o \Pi_o \rho \ell}\right)}{0,942 \left(\frac{T_y \Pi_y M'}{T_o \Pi_o \rho \ell}\right) + 0,0639}, \quad (5)$$

где η_2 – безразмерный показатель,

$$Q = Q_{\text{исх}} (-0,263 \ln(W) + 1,795) \left(\frac{\left(\frac{T_y \Pi_y M'}{T_o \Pi_o \rho \ell}\right)}{0,942 \left(\frac{T_y \Pi_y M'}{T_o \Pi_o \rho \ell}\right) + 0,0639} \right). \quad (6)$$

Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 7 %.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель, позволяющая прогнозировать разрывную нагрузку параарамидных тканей в зависимости от влажности воздуха, условий испытания и параметров строения образцов.

характеризующий структуру ткани (рис. 2).

Таким образом, окончательная формула для расчета разрывной нагрузки по вертикали трикотажных полотен примет вид:

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.
2. Шустов Ю.С. Методы подбора и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ, 2002.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 25.01.10.