

УДК 677.017.354

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАГРУЗОК  
ТКАНЕЙ ОРТОГОНАЛЬНОГО И НЕОРТОГОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ**

**REPTURE LOAD PREDICTION  
OF THE FABRIC ORTOGONAL AND NON-ORTOGONAL STRUCTURE**

*Л.В. КОЖЕВНИКОВА, Т.Ю. КАРЕВА, С.О. КОЖЕВНИКОВ, Н.А. КУЛИДА  
L.V. KOZHEVNIKOVA, T.YU. KAREVA, S.O. KOZHEVNIKOV, N.A. KULIDA*

**(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)  
E-mail: ttp@ivgpu.com**

*На кафедре технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ разработаны новые структуры тканей неортогонального строения, которые при определенных параметрах строения будут выполнять условие равенства физико-механических свойств тканого полотна во всех направле-*

ниях. Предложены теоретические выражения для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для тканей ортогонального строения и для разработанных триаксиальных тканей, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, а также линейные плотности нитей, их физико-механические свойства, что позволяет проектировать ткани с заданными свойствами.

*At the department of technology and design of textile products of Ivanovo State Polytechnic University have developed a new tissue structure not orthogonal to the structures when certain parameters of the structure will satisfy the condition of equality of physical and mechanical properties of woven fabric in all directions. The proposed theoretical expressions for the prediction of rupture loads in the warp and weft for fabrics orthogonal structure and is designed for triaxial fabrics, taking into account the density of the fabric warp and weft, and with a linear density of fibres, their physical and mechanical properties that allows to design fabrics with the desired properties.*

**Ключевые слова:** структура ткани, нити основы, уточные нити, ткани ортогонального строения, ткани неортогонального строения, физико-механические свойства, разрывная нагрузка.

**Keywords:** fabric structure, the warp threads, the weft threads of the fabric orthogonal structure of the fabric is not orthogonal to structure, physico-mechanical properties, breaking load.

Триаксиальные ткани вызывают интерес ученых по причине улучшенных физико-механических свойств. Они отличаются хорошей износостойкостью и широкой областью применения в бытовых и технических целях, в автомобилестроении, авиационной и космической промышленности, производстве различных элементов искусственных спутников и др. К отдельному направлению можно отнести производство бронезилетов из трехосных тканей, так как эти ткани имеют улучшенные показатели баллистического сопротивления.

Исследованиями трехосных материалов: строением, свойствами, особенностями выработки занимались многие ученые. Так, за рубежом изучали влияние взаимного расположения нитей в трехосных тканях на их физико-механические свойства. В России такие исследования практически не проводились. В [1], [2] представлена новая структура трехосной ткани, в [3] рассматриваются физико-механические свойства триаксиальной ткани в сравнении с обычной (ортогональной) тканью.

На кафедре технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ разрабо-

таны структуры изотропных трехосных тканей с самоформирующимися кромками, в которых нити основы не только переплетаются с нитями утка, но и взаимодействуют друг с другом по всей ширине тканого полотна [4]. Переплетение нитей основы с утком полотняное, при этом перемещение основных нитей вдоль уточных может быть разным и зависит от требований, предъявляемых к тканому полотну на равенство физико-механических свойств трехосной ткани во всех направлениях.

Предложим выражения с целью прогнозирования разрывных нагрузок для разработанных трехосных тканей и для тканей ортогонального строения, также рассмотрим причины улучшенных физико-механических свойств трехосных тканей.

В [3] приведены формулы для прогнозирования разрывной нагрузки ткани по основе  $R_O$  и по утку  $R_y$ , Н:

$$R_O = 0,5P_O(\rho_O T_O + f_O)k_O \cdot 10^{-2} / \cos \beta_O, \quad (1)$$

$$R_y = 0,5P_y(\rho_y T_y + f_y)k_y \cdot 10^{-2} / \cos \beta_y, \quad (2)$$

где  $P_o, P_y$  – плотности ткани по основе и по утку, нит/дм;  $\rho_o, \rho_y$  – относительные разрывные нагрузки нитей основы и утка, сН;  $T_o, T_y$  – линейные плотности пряжи по основе и по утку, текс;  $f_o, f_y$  – нагрузка, обусловливаемая действием сил трения на нити основы, утка и уменьшением длины скольжения волокон;  $k_o, k_y$  – коэффициенты неоднородности натяжения нитей основы и утка соответственно;  $\beta_o, \beta_y$  – угол наклона нитей основы, утка к линии приложения растягивающей нагрузки.

В теории строения и проектирования тканей параметрами  $R_o, R_y$  принято обозначать раппорт ткани по основе и по утку соответственно. В связи с этим, примем в дальнейших выражениях обозначение прочности суровой ткани на разрыв  $R_{oc}, R_{yc}$  [5].

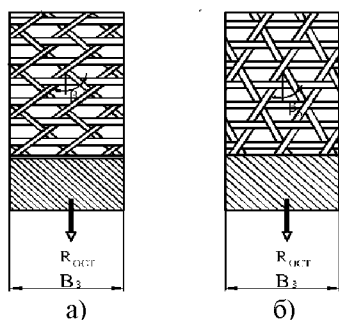


Рис. 1

Так как в формулах (1) и (2) значение 0,5 является шириной зажима разрывной машины, и в работе разрыва при исследовании полоски ткани вдоль основы участвуют только нити основы (рис. 1 – схемы приложения растягивающей силы по основе: а) – для переплетения с коэффициентом шага основы вдоль утка, равным единице; б) – для переплетения с коэффициентом шага основы вдоль утка, равным двум), угол наклона которых к продольной оси ткани и соответственно к направлению растягивающей силы составляет  $30^\circ$ , то для изотропной триаксиальной ткани выражение (1) примет вид:

$$R_{oc} = 1,15B_зP_o(\rho_oT_o + f_o)k_o \cdot 10^{-2}, \quad (3)$$

где  $B_з$  – ширина ткани в зажиме разрывной машины, дм.

Чем больше точек взаимодействия нитей между собой, тем сопротивление разрыву ткани больше. В отличие от тканей ортогонального строения, в которых взаимодействуют между собой исключительно нити основы с утком, в триаксиальной ткани, согласно рис. 1, дополнительно присутствуют точки взаимодействия нитей основы между собой, а также точки взаимодействия нитей основы с утком. То есть в сравнении с тканями классического переплетения в триаксиальных тканях добавляются точки взаимодействия нитей основы между собой. Тогда разрывную нагрузку по основе изотропных триаксиальных тканей, представленных на рис. 1, можно рассчитать следующим образом:

$$R_{oc} = 1,15k_o \cdot 10^{-2}(P_oB_з\rho_oT_o + t_{oo}^{R_{oc}}f_{oo} + t_{oy}^{R_{oc}}f_{oy}), \quad (4)$$

$$t_{oo}^{R_{oc}} = \frac{k_y P_y L_з}{400} \left( \frac{P_o B_з}{100} - 1 \right), \quad (5)$$

$$t_{oy}^{R_{oc}} = \frac{P_o B_з P_y L_з}{10^4}, \quad (6)$$

где  $f_{oo}, f_{oy}$  – силы, возникающие при взаимодействии нитей основы между собой, нитей основы и утка между собой соответственно, Н;  $t_{oo}^{R_{oc}}, t_{oy}^{R_{oc}}$  – показатели, учитывающие количество точек взаимодействия нитей основы с нитями основы и нитей основы с нитями утка при расчете разрывной нагрузки вдоль основы соответственно.

Следовательно, разрывная нагрузка вдоль основы для тканей ортогонального строения с учетом того, что в них отсутствуют точки взаимодействия основы, будет рассчитываться следующим образом:

$$R_{oc} = k_o \cdot 10^{-2}(P_oB_з\rho_oT_o + t_{oy}^{R_{oc}}f_{oy}). \quad (7)$$

При определении разрывной нагрузки полоски ткани вдоль утка приложенная разрывная нагрузка располагается вдоль нитей утка в ткани, то есть под углом  $0^\circ$ . Таким образом, выражение для определения разрывной нагрузки вдоль утка для трехосных

тканей может быть записано следующим образом:

$$R_{yCT} = k_y \cdot 10^{-2} (P_y B_3 \rho_y T_y + t_{OO}^{R_{ycf}} + t_{OY}^{R_{ycf}}), \quad (8)$$

где  $t_{OO}^{R_{yc}}, t_{OY}^{R_{yc}}$  – показатели, учитывающие количество точек взаимодействия нитей основы с нитями основы и нитей основы с нитями утка при расчете разрывной нагрузки вдоль утка соответственно.

Для тканей ортогонального строения выражение для расчета разрывной нагрузки по утку  $R_{yc}$  можно записать:

$$R_{yc} = k_y \cdot 10^{-2} (B_3 P_y \rho_y T_y + t_{OY}^{R_{ycf}}). \quad (9)$$

Таким образом, как видно из выражений (4) и (8), разрывная нагрузка трехосной ткани вдоль основы увеличивается в сравнении с ортогональными тканями за счет расположения основных нитей под углом к линии приложения разрывного усилия, а также за счет наличия в ткани точек взаимодействия основных нитей между собой. Что касается увеличения нагрузки трехосной ткани на разрыв вдоль уточных нитей, то увеличение ее также связано с присутствием в трехосной ткани точек взаимодействия основных нитей между собой. Однако для проведения исследований основные нити обрезаются под размер испытательного образца, таким образом, в работе разрыва по утку участвуют в основном нити утка, в связи с чем увеличение разрывной нагрузки по утку будет незначительным. Следовательно, разрывная нагрузка по утку, выдерживаемая тканью, целиком будет значительно выше в связи с тем, что разрывную нагрузку будут воспринимать в том числе и нити основы, которые переплетаются между собой по всей ширине тканого полотна.

## ВЫВОДЫ

Получены теоретические выражения для расчета разрывных нагрузок по основе

и по утку для тканей ортогонального и неортогонального переплетения, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, линейные плотности нитей и их физико-механические свойства, количество точек взаимодействия нитей в ткани, позволяющие проектировать ткани с заданными свойствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Карева Т.Ю.* Разработка способа, технологии изготовления тканей новых структур и исследование их строения: Дис... докт. техн. наук. – М.: МГТУ, 2005.
2. *Карева Т.Ю.* Натяжение основных нитей при формировании ткани с переменным направлением осей нитей в процессе ткачества // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №3. С.37...41.
3. *Синицын А.В.* Разработка метода проектирования трехосных тканей: Дис... канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 2012.
4. *Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю., Кожевников С.О.* Особенности структуры трехосной ткани // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и сервиса. – 2016, №4. С.6...9.
5. *Толубеева Г.И., Шейнова Т.И., Карева Т.Ю., Перов Р.И.* Теория строения и проектирования тканей, основные положения и понятия. – Иваново: ИГТА, 2012.

## REFERENCES

1. *Kareva T.Ju.* Razrabotka sposoba, tehnologii izgotovlenija tkanej novyh struktur i issledovanie ih stroenija: Dis... dokt. tehn. nauk. – M.: MGTU, 2005.
2. *Kareva T.Ju.* Natjazhenie osnovnyh nitej pri formirovanii tkani s peremennym napravleniem oseb nitej v processe tkachestva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2002, №3. S.37...41.
3. *Sinicyn A.V.* Razrabotka metoda proektirovanija trehosnyh tkanej: Dis... kand. tehn. nauk. – M.:MGTU, 2012.
4. *Kozhevnikova L.V., Kareva T.Ju., Kozhevnikov S.O.* Osobennosti struktury trehosnoj tkani // Vestnik molodyh uchenyh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i servisa. – 2016, №4. S.6...9.
5. *Tolubeeva G.I., Shejnova T.I., Kareva T.Ju., Perov R.I.* Teorija stroenija i proektirovanija tkanej, osnovnye polozhenija i ponjatija. – Ivanovo: IGTA, 2012.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 24.04.17.