

УДК 677.017.36

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КУЛИРНОГО ТРИКОТАЖА  
ИЗ АРАМИДНЫХ НИТЕЙ\****О.Н. СТОЛЯРОВ, А.В. ТРУЕВЦЕВ***(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)**

Существующая в настоящее время потребность в конструкционных материалах с высокой прочностью, жесткостью и надежностью привела к многочисленным исследованиям, направленным на разработку новых видов армирующих полотен для нового класса конструкционных материалов – текстильных композитов. Текстильные композиты могут быть определены как комбинация полимерной матрицы с текстильной системой (волокном, ровницей, пряжей, полотном). Сочетание этих двух компонентов приводит к приобретению материалом особых механических свойств и превосходных эксплуатационных характеристик, которые невозможно достичь при их раздельном использовании.

Выбор традиционной текстильной технологии, такой как вязание, в настоящее время вызывает большой интерес из-за потенциальной возможности производства сетчатобразных заготовок для изготовления текстильных конструкционных композитов [1], [2]. Технология вязания пригодна для изготовления изделий сложной формы из-за низкого сопротивления деформации вязаных полотен, то есть их высокой драпируемости. Более того, вязание является быстрым и экономичным производством.

Существующие трикотажные машины могут производить практически все типы полотен для композитов. В отличие от других текстильных полотен вязаные по-

лотна обладают растяжимостью по всем направлениям из-за возможности петель изменять форму и размеры. Деформируемость, присущая трикотажным структурам, может быть идеально использована для придания необходимой каркасной формы изделию, а также для того, чтобы получить необходимые механические характеристики конечного материала. Свойства трикотажа достаточно легко могут варьироваться за счет введения дополнительных протяжек, набросков, сдваивания петель и прокладывания каркасных уточных нитей. Эти решения позволяют вырабатывать трикотаж с заданными характеристиками и требуемой материалоемкостью. Свойства наработанных полотен можно существенно варьировать от анизотропных до почти изотропных. Однако вязаные композиты иногда рассматривают как материалы, имеющие плохие механические свойства из-за специфической структуры с высокой степенью искривления нитей и низкой долей волокнистого состава, которая объясняется большой пористостью трикотажа. Вязаные полотна могут обладать привлекательными свойствами в определенных областях производства композиционных материалов, требующих высокого поглощения энергии или хорошей ударной вязкости, либо в тех случаях, когда компоненты являются достаточно сложными по форме и требуют специального формообразования [3], [4].

\* Работа финансировалась по Гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-2160.2007.8.

Хотя в теории вязания существует большое разнообразие переплетений, лишь ограниченное число из них используются в производстве армирующих полотен для конструкционных композитов. Основные причины этого заключаются в том, что инженерами рассматриваются наиболее простые вязаные структуры и при этом приходится иметь дело с более жесткими армирующими нитями, такими как углеродные, стеклянные, базальтовые и арамидные, которые создают определенные трудности при их переработке на вязальном оборудовании. В процессе петлеобразования нити многократно подвергаются растягивающим и изгибающим усилиям, что может вызывать разрушение нитей при нагрузках, которые гораздо меньше разрывных. Кроме того, высокопрочные нити, за исключением арамидных, обладают очень высокой хрупкостью и легко повреждаются при вязании [5]. Поэтому именно последние могут рассматриваться как наи-

более перспективные для вязания, а не только для прокладывания в качестве утка.

В настоящей работе была исследована возможность переработки в трикотажном производстве арамидной нити «Русар», линейной плотности 58,8 текс. Для эксперимента был выбран плосковязальный полуавтомат ПВК 8 класса. При установке глубины кулирования на среднем уровне были выработаны образцы трикотажа переплетениями кулирная гладь, ластик 1+1, репс, миланский ластик и французское пике. Репс образует чередование рядов кулирной глади и ластика, миланский ластик представляет собой чередование одного ряда ластика 1+1 с двумя рядами кулирной глади на разных игольницах. Последнее переплетение является уравновешенным, обладает малой растяжимостью и хорошей формоустойчивостью. Технологические параметры исследуемых полотен приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Переплетение	Поверхностная плотность полотна, г/м <sup>2</sup>	Плотность по горизонтали Пг, пет/дм	Плотность по вертикали Пв, пет/дм
1	Кулирная гладь	240	84	112
2	Репс	340	60×2	80
3	Ластик 1+1	350	44×2	64
4	Миланский ластик	320	56×2	68
5	Французское пике	325	80	52

Механические свойства образцов полотен были исследованы на универсальном измерительном комплексе Инстрон 1122. При проведении испытаний использовались элементарные пробы исследуемых трикотажных полотен в виде полоски.

Диаграммы растяжения образцов трикотажного полотна вдоль петельных рядов были получены при скорости деформирования  $\dot{\epsilon} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$  и зажимной длине  $L=100 \text{ мм}$ .

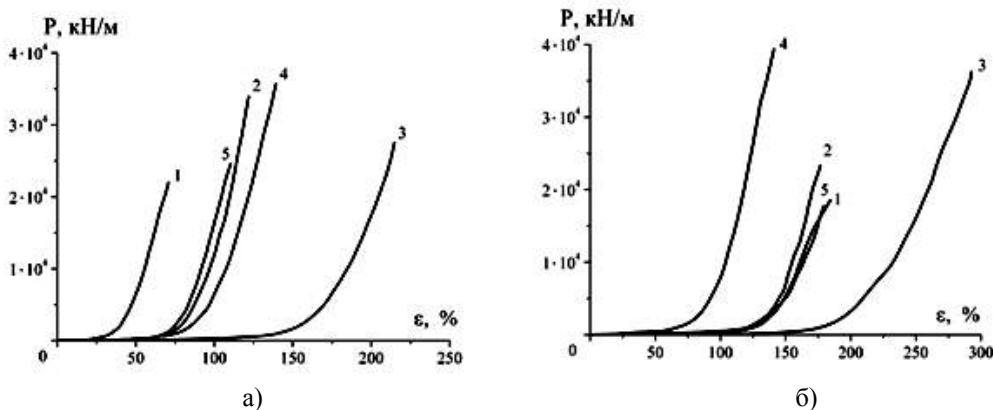


Рис. 1

На рис. 1 (диаграммы растяжения исследуемых полотен: а) – вдоль петельных столбиков, б) – вдоль петельных рядов (кривая 1 – кулирная гладь; 2 – репс; 3 – ластик 1+1; 4 – миланский ластик, 5 – французское пике)) представлены диа-

граммы растяжения вязаных полотен, а данные испытаний трикотажных полотен на растяжение до разрыва приведены в табл. 2 – свойства кулирных арамидных полотен.

Таблица 2

№	Структура	Направление растяжения	P, кН/м	ε, %
1	Гладь	длина	24,6±4,4	75,8±5,4
		ширина	19,1±0,5	184,0±12,8
2	Репс	длина	33,7±2,2	121,2±16
		ширина	23,8±0,2	176,5±13,8
3	Ластик 1+1	длина	28,2±1,6	214,8±14,5
		ширина	35,7±0,9	291,2±2,2
4	Миланский ластик	длина	36,1±3,6	137,4±5,8
		ширина	39,4±1,7	141,2±8,4
5	Французское пике	длина	24,7±5,5	111,3±16
		ширина	17,3±2,0	185±12

Анализируя полученные разрывные характеристики для наработанных вариантов трикотажных полотен, можно сделать следующие выводы:

– исследование показало, что арамидные нити обладают хорошей вязальной способностью по сравнению с остальными высокопрочными нитями и могут перерабатываться на машинах, не имеющих платин;

– удлинение по петельным рядам для всех исследуемых вариантов больше удлинения по петельным столбикам;

– самыми высокими прочностными характеристиками обладают образцы переплетением миланский ластик;

– поскольку традиционные методы влажно-тепловой обработки неприменимы к трикотажу из арамидных нитей, преодоление закручиваемости полотна представляется крайне важной задачей с точки зрения изготовления композиционного материала. В этом отношении весьма интерес-

ны структуры типа ластик 1+1 и миланский ластик.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Chou T.W. and F.K. KO.* Textile Structural Composites, Volume 3 Composite Materials Series, Elsevier Science Publishers. – New York, U.S.A., 1989.

2. *Huang Z.M. and S. Ramakrishna.* Micromechanical modelling approaches for the stiffness and strength of knitted fabric composites: a review and comparative study, *Composites*, 31A:479-501, 2000.

3. *O.A. Khondker, I. Hertzberg and K.H. Leong.* An Investigation of the Structure-Property Relationship of Knitted, *Journal of Composite Materials*. – 2001; 35; 489-508.

4. *Leong K.H., S. Ramakrishna, G.A. Bib and Z.M. Huang.* The potential of knitting for engineering composites - a review, *Composites*. – 31A, 2000,; 197-220.

5. *Naveen V. Padaki, R. Alagirusamy and B. S. Sugun.* Knitted Preforms for Composite Applications, *Journal of Industrial Textiles*. – 2006; 35; 295-321.

Рекомендована кафедрой трикотажного производства. Поступила 08.10.08.