

УДК 677.024

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЗАПРАВКИ ТКАНЕЙ ИЗ АРАМИДНОЙ ПРЯЖИ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ*

А.И. СЛУТИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

Проблема переработки углеродных пряжи и нитей на ткацком станке всегда была актуальна. Это связано с тем, что нити из арамида обладают большим модулем упругости, значительной разрывной нагрузкой и небольшим разрывным удлинением. Ткани из арамидной пряжи в основном используются для технических целей.

К этим тканям предъявляются определенные требования. Она должна обеспечивать максимальный уровень защиты в экстремальных условиях, следовательно, должна обладать: высокой прочностью на разрыв; высокой стойкостью к раздвигаемости нитей; равномерным расположением нитей в ткани; безусадочностью; малой теплопроводностью; стойкостью к воздействию температуры и устойчивостью к действию открытого пламени.

Ткань должна быть малодеформируемой, биостойкой, устойчивой к длительным пребываниям в воде, способной долго храниться без изменения свойств и, конечно, быть максимально прочной при минимальной поверхностной плотности.

Ткань из арамидной пряжи очень дорогая. В связи с этим необходимо научиться прогнозировать напряженно-деформированное состояние нитей основы и утка на ткацком станке без проведения экспериментальных исследований. Такой метод прогнозирования разработан на кафедре ткачества Московского государственного текстильного университета, подробно описан во многих работах [1], [2], поэтому в данной статье не приводится.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.Д.Николаева.

Для исследования выбрана ткань из арамидной пряжи, которая имеет следующие параметры заправки: линейная плотность основы и утка 60 текс, плотность ткани по основе 240 нит/дм, плотность ткани по утку 140 нит/дм. При исследовании использованы следующие переплетения: полотняное, саржа 1/3, саржа 1/5, саржа 2/10, рогожка 3/3, неправильный сатин с раппортом 6.

Для определения натяжения основы и утка в процессе формирования ткани использован метод, описанный в работах [1], [2]. В основе этого метода – нелинейная теория изгиба стержней. При этом учитывалась вязкоупругая природа пряжи. Вязкоупругие параметры арамидной пряжи взяты из работы [3].

В табл. 1 представлены расчетные значения натяжения основы и утка в процессе формирования элемента ткани.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Переплетение	Натяжение нитей, сН	
		основы	утка
1	Полотняное	589	432
2	Саржа 1/3	570	410
3	Саржа 1/5	554	400
4	Саржа 2/10	510	395
5	Рогожка 3/3	560	420
6	Неправильный сатин	560	415

Для оценки напряженности заправки использован критерий длительной прочности В.В.Москвитина. Метод расчета повреждаемости с использованием данного критерия изложен в работах [1], [2].

Коэффициент повреждаемости нити основы рассчитывается по формуле

$$\eta = (m + 1) \int_0^t (t - \tau)^m \frac{d\tau}{t^{1+m} [\sigma(\tau)]}. \quad (1)$$

В работе использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения:

$$t = B\sigma^{-b}. \quad (2)$$

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия Москвитина приходится формулировать условия разрушения в терминах и понятиях сплошной среды, не показывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин B и b не ясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости критерий Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1 + m}{B^{1+m}} \int_0^t (t - \tau) \sigma^{(1+m)b}(\tau) d\tau, \quad (3)$$

где σ – напряжение нити; t – время; b , B , m – эмпирические коэффициенты.

Коэффициент повреждаемости может быть рассчитан по следующим формулам:

– при постоянном напряжении

$$\eta = \frac{t^{m+1} \sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}}, \quad (4)$$

– при постоянной скорости нагружения

$$\eta = \frac{1 + m}{B^{1+m}} t^{m+1} \sigma^{(1+m)b} \frac{\Gamma(1+m) \Gamma[1 + b(m+1)]}{\Gamma[1 + (1+b)(1+m)]}, \quad (5)$$

где Γ – гамма-функция.

Параметры B и b определяются из опытов на разрушение на длительную прочность, а параметр m – на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения.

Проведенные исследования на кафедре качества показали, что при использовании критерия длительной прочности Москвитина коэффициент запаса прочности необходимо брать 1,5.

Результаты расчета повреждаемости нитей основы при изготовлении арамидных тканей различного переплетения представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Переплетение	Коэффициент повреждаемости основы
1	Плотняное	0,87
2	Саржа 1/3	0,83
3	Саржа 1/5	0,80
4	Саржа 2/10	0,71
5	Рогожка 3/3	0,83
6	Неправильный сатин	0,82

Анализ табл. 2 свидетельствует о том, что наилучшие условия переработки арамидной пряжи на ткацком станке будут

при изготовлении тканей с длинными уточными перекрытиями, самые напряженные – при изготовлении ткани полотняного переплетения.

На ткацком станке были выработаны образцы данных тканей. Экспериментальные исследования подтвердили выводы, сделанные нами при прогнозировании напряженности заправки. Свойства выработанных тканей приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Переплетение					
	Плотняное	Саржа 1/3	Саржа 1/5	Саржа 2/10	Рогожка 3/3	Сатин с $R_0 = 6$
Поверхностная плотность M_s , г/м ²	231,49	218,25	222,13	216,64	206,89	207,90
Толщина b , мм	1,16	1,16	1,32	1,70	1,37	1,24
Воздухопроницаемость Q , дм ³ /(м ² ·с)	340	412	382	652	356	608
Разрывная нагрузка полосы ткани в направлении основы P_{po} , Н	2254,45	2132,31	2162,46	2084,10	2091,63	2158,41
Разрывная нагрузка полосы ткани в направлении утка P_{py} , Н	950,92	916,37	689,87	957,72	773,52	784,06
Разрывное удлинение полосы ткани в направлении основы ϵ_{po} , %	11,99	10,91	8,36	6,63	6,87	7,51
Разрывное удлинение полосы ткани в направлении утка ϵ_{py} , %	5,41	4,49	3,94	4,40	4,10	4,73
Уработка основных нитей в ткани a_o , %	9,40	8,54	4,24	3,30	2,94	3,02
Уработка уточных нитей в ткани a_y , %	1,06	1,04	0,96	1,34	1,44	1,22

ВЫВОДЫ

1. Теоретически доказана возможность переработки углеродной пряжи на ткацком станке на основе расчета критерия длительной прочности В.Москвитина.

2. Проанализирована напряженность заправки арамидных тканей различного переплетения на ткацком станке; установлено, что наиболее напряжена заправка при изготовлении тканей полотняного переплетения, при использовании более длинных перекрытий нитей в раппорте переплетения напряженность заправки снижается.

3. Определены свойства арамидных тканей различного переплетения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. Монография. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2003.
2. Николаев С.Д., Ковалева О.В., Ликучева А.А., Николаева Н.А., Рыбаулина И.В. Проектирование технологии тканей заданного строения. Монография. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2007.
3. Николаев С.Д., Слугин А.И. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.02.08.