

УДК 677.024

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА КРИТЕРИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ  
АРАМИДНОЙ НИТИ В ПРОЦЕССЕ ТКАЧЕСТВА**

**DEVELOPMENT OF THE METHOD OF CALCULATION  
OF TECHNOLOGICAL EFFECTIVENESS AN ARAMIDE THREAD  
IN THE PROCESS OF WEAVING**

*П.Е. САФОНОВ, С.С. ЮХИН*  
*P.E. SAFONOV, S.S. YUHIN*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Статья посвящена разработке метода оценки технологичности арамидных нитей в процессе ткачества. В основе предложенного метода находится понятие критерия технологичности нити. Целью исследования является получение математического выражения, описывающего технологическую способность нити к переработке.*

*The article is devoted to development of estimation of technological effectiveness of aramide fibers in the process of weaving. In the basis of the offered method is the definition of the criterion of technological effectiveness of a thread. The research objective is reception of the mathematical expression describing technological ability of a thread to processing.*

**Ключевые слова:** арамидные нити, критерий технологичности, условия переработки нити, ткани различных переплетений.

**Keywords:** aramide threads, a technological effectiveness criterion, conditions of thread processing, fabrics of different interweaving.

При анализе существующих литературных источников, посвященных изучению напряженно-деформированного состояния нитей, было установлено, что существует ряд критериев длительной прочности (критерий Бейли, Москвитина), с помощью которых можно прогнозировать поведение нити на ткацком станке [1...3]. Однако для многих видов высокопрочных нитей, в том числе арамидных, на данный момент не накоплено достаточного количества расчетных и экспериментальных данных, позволяющих достоверно прогнозировать поведение нити на высокоскоростном оборудовании.

Таким образом, целью данного исследования является получение математического выражения, описывающего технологическую способность нити к переработке. Предлагаемая зависимость основана на методах теории подобия и размерностей и позволяет оценивать степень использования технологического потенциала нитей основы в процессе ткачества.

Разработку метода оценки технологичности нити основы начнем с введения понятия критерия технологичности  $\tau$ . Критерий  $\tau$  является безразмерной величиной и по своему физическому смыслу с возрастанием технологического потенциала, то есть  $\tau$ , условия выработки ткани улучшаются, нити на станке в этом случае имеют высокий запас прочности. Для каждого вида нитей и вида ткацких переплетений должно существовать свое критическое значение критерия  $\tau$ , ниже которого процесс переработки нити основы на станке

будет невозможен. Представим безразмерный критерий  $\tau$  как функцию независимых между собой размерных величин:

$$\tau = f(\bar{F}_R, P_{po}, n_{гв}, T_o, P_o, R_o, R_y, t_o, t_y), \quad (1)$$

где  $\bar{F}_R$  – среднее натяжение нити основы за период образования раппорта ткани по утку, Н;  $n_{гв}$  – частота вращения главного вала станка, об/мин<sup>-1</sup>;  $P_{po}$  – разрывная нагрузка нити основы, Н;  $T_o$  – линейная плотность нитей основы, текс;  $P_o$  – плотность ткани по основе, нить/см;  $R_o$  и  $R_y$  – раппорт ткани по основе и по утку;  $t_o$  и  $t_y$  – число основных и уточных перекрытий в раппорте по основе и по утку.

Применив методы теории подобия, можно записать следующую функциональную зависимость в виде безразмерных комбинаций:

$$\frac{n_{гв} \sqrt{T_o P_{po}}}{\sqrt[3]{\bar{F}_R^2 P_o}} = \tau = f\left(\frac{t_o t_y}{R_o R_y}\right). \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что при увеличении натяжения и плотности ткани по основе происходит снижение технологического потенциала нити на станке, тем самым напряженность заправки увеличивается. При увеличении линейной плотности перерабатываемой нити и ее разрывной нагрузки технологичность нити возрастает, и напряженность процесса ткачества снижается.

Т а б л и ц а 1

Артикул ткани	Переплетение	$T_o$ , текс	$P_o$ , н/см	Прочность нити, Н	Среднее натяжение за раппорт, Н	$n_{гв}$ , мин <sup>-1</sup>	$\frac{t_o t_y}{R_o R_y}$	$\tau$
8353/11	Полотно	100	11,2	222,75	0,45	150	1	1,693
85-294-05	Полотно	29,4	25,5	75,6	0,48	360	1	0,315
85-294-05	Саржа 1/5	29,4	28,0	75,6	0,73	310	0,11	0,109
85-294-05	Саржа 3/3	29,4	25,0	75,6	0,60	310	0,11	0,139
85-294-05	Репс уточный 3/3	29,4	27,0	75,6	0,72	310	0,33	0,333
85-294-05	Рогожка 3/3	29,4	27,0	75,6	0,96	310	0,11	0,094
85-294-05	Атлас (R=6)	29,4	25,0	75,6	0,95	310	0,11	0,102
5363/15	Полотно	58,8	14,0	140,5	0,71	180	1	0,580
86-146-06	Полотно	110	11,0	163,7	1,40	340	1	1,413

Для экспериментальной проверки зависимости (2) были проанализированы условия процесса ткачества для нескольких образцов арамидной ткани с различными переплетениями и нитями различных линейных плотностей. Характеристики данных тканей приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что критерий технологичности увеличивается при уменьшении длины перекрытий. Тем самым полу-

$$\tau = \frac{n_{гв} \sqrt{T_0 P_{po}}}{\sqrt[3]{F_R^2 P_0} \cdot 10^3} \left( \frac{\frac{t_0 t_y}{R_0 R_y}}{39,978 \left( \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} \right)^2 - 17,078 \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} + 7,1128} \right). \quad (3)$$

Формула справедлива для  $0,111 \leq \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} \leq 1$ .

Из данных расчета, приведенных в табл. 1, следует, что наиболее напряженные условия процесса ткачества будут наблюдаться для образцов ткани переплетения рогожка 3/3, саржа 1/5 и атлас из ни-

чено, что самые благоприятные условия переработки арамидных нитей должны наблюдаться для тканей полотняного переплетения.

Применив аппарат теории подобия и анализа размерностей, была установлена зависимость критерия технологичности от переплетения ткани. Полученная зависимость имеет вид:

тей Руслан 29,4 текс. Этот факт объясняется тем, что при данных переплетениях наблюдалось наибольшее натяжение за раппорт. Наиболее благоприятные условия наблюдались при выработке ткани полотняного переплетения из нитей Руслан 100 текс и Тварон 110 текс.

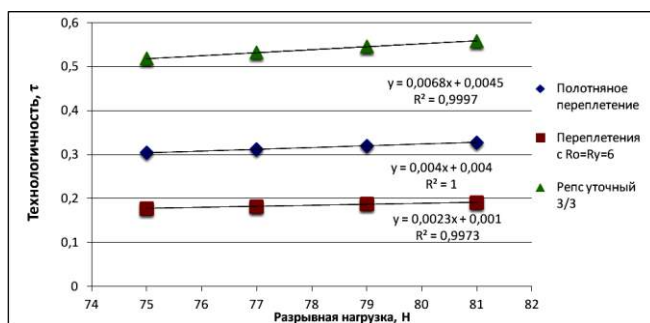


Рис. 1

На рис. 1 представлена зависимость коэффициента τ от разрывной нагрузки нитей основы при условии использования различных переплетений. Расчет проведен для нити Руслан 29,4 текс, скорость станка 360 мин<sup>-1</sup>, натяжение основы 0,5 Н. Видно, что с увеличением линейной плотности условия выработки ткани улучшаются, но они ухудшаются при увеличении длины перекрытий в раппорте.

На рис. 2 представлена зависимость технологичности от натяжения нити на станке при условии выработки различных

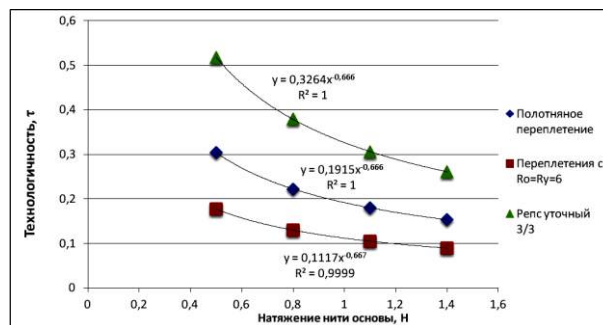


Рис. 2

переплетений, скорости станка 360 мин<sup>-1</sup>, расчет проведен для нити Руслан 29,4 текс.

Установлено, что с увеличением натяжения нити основы на станке условия выработки ткани ухудшаются в соответствии со степенным законом, технологичность также снижается при увеличении длины перекрытий в раппорте.

Таким образом, в данной работе предложен метод оценки напряженно-деформированного состояния нитей основы на ткацком станке, который основывается на расчете технологичности нити.

Увеличение критерия технологичности приводит к снижению напряженности заправки ткацкого станка. Выявлено, что нити больших линейных плотностей и с меньшей плотностью по основе перерабатываются менее напряженно.

Снижение напряженности заправки станков при выработке арамидных тканей позволит улучшить потребительские свойства тканей и поспособствует улучшению их баллистической эффективности.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета критерия технологичности нити в процессе ткачества, основанная на математическом аппарате теории подобия и анализа размерностей.

2. Произведена оценка критерия технологичности арамидных нитей различных линейных плотностей и перерабатываемых различными переплетениями на высокоскоростных станках.

3. Установлено, что при выработке арамидных тканей полотняным переплетением критерий технологичности принимает максимальные значения; наименьшие значения критерия технологичности при выработке ткани переплетением рогожка 3/3.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.

2. *Николаев С.Д.* Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета. Дис.... докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1989.

3. *Цибикдоржиева А.В.* Оценка технологичности нитей при выработке тканей различных переплетений: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2009.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 27.11.12.