

РАСЧЕТ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ АРАМИДНЫХ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ СНОВАНИЯ

CALCULATION OF DAMAGEABILITY OF ARAMIDE FIBERS DURING THE WARPING PROCESS

П.Е. САФОНОВ, Е.Е. ФЕДОРОВА, С.С. ЮХИН
SAFONOV, E.E. FEDOROVA, 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 изучению вопросов разрушения нитей в процессе снования.

The article is devoted to the analysis of the questions of fibers breaking in the warping process.

Ключевые слова: арамидные нити, повреждаемость нитей, процесс снования.

Keywords: aramide fibers, damageability of fibers, warping process.

Предприятия, перерабатывающие арамидные нити, ставят перед собой задачи сохранения прочностных свойств нити в процессе ее переработки. Решая поставленные задачи, предприятия обновляют парк технологического оборудования. При использовании современного оборудования возникает необходимость оценки возможности переработки нитей на данном оборудовании, то есть оценки напряженности протекания технологического процесса.

В качестве объекта исследований в данной работе были выбраны арамидные нити различной линейной плотности. Это нити Русар линейной плотностью 29,4 и 58,8 текс, а также нить Тварон 110 текс. Все экспериментальные исследования в рамках настоящей работы проводились в условиях производства ЗАО КШФ "Передовая текстильщица".

В процессе снования нити определенное время находятся под нагрузкой, которая изменяется со временем в соответствии с определенным законом нагружения. Поэтому необходимо ответить на вопрос о том, будет ли функционировать нить

должным образом при соответствующей эксплуатации или она разрушится. Ответ на этот вопрос может быть получен только при использовании критерия длительной прочности.

Для установления возможности переработки арамидных нитей в процессе снования был применен критерий В. В. Москвитина. Так как на сегодняшний день он является самым адекватным и приемлемым, этот критерий учитывает предысторию нагружения нити [1].

Критерий повреждаемости Москвитина можно рассчитать по следующей формуле:

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

Основной характеристикой, входящей в формулу (1), является время разрушения, которое определяется следующим степенным законом, предложенным Нортоном [3]:

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

При использовании критерия Москвитина необходимо формулировать условия разрушения в терминах сплошной среды.

При учете степенной зависимости формула (1) примет вид:

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

где m – параметр учитывающий предысторию нагружения; B и b – экспериментальные параметры, определяемые из испытаний на длительную прочность; t – время разрушения; τ – текущее время; σ – напряжение, возникающее в нити, МПа.

Критерий Москвитина при условии постоянного напряжения принимает вид:

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

По формуле (4) осуществляли расчет повреждаемости для арамидных нитей в процессе снования. Коэффициенты m , B и b были взяты по результатам испытаний арамидных нитей, приведенных в работе [2].

В табл. 1...3 представлены результаты расчета повреждаемости арамидных нитей различной линейной плотности, перерабатываемых на сновальных машинах различной конструкции. В табл. 1...3 приняты следующие обозначения: 1 – нить с ближней стойки от сновального барабана, нижняя паковка; 2 – нить с ближней стойки от сновального барабана, верхняя паковка; 3 – нить с дальней стойки от сновального барабана, нижняя паковка; 4 – нить с дальней стойки от сновального барабана, верхняя паковка.

Таблица 1

| Наименование параметра | | Местоположение бобины в шпулярнике | | | |
|------------------------|--|------------------------------------|-------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Тварон 110 текс | Длина нити в заправке, м | 6,44 | 6,445 | 15,864 | 15,869 |
| | Сновальная машина | Karl Mayer | | | |
| | Максимальное натяжение нити на машине, Н | 5,6 | 5,56 | 3,6 | 4,64 |
| | Скорость снования, м/мин | 350 | | | |
| | Время нагружения, с | 1,104 | 1,105 | 2,7195 | 2,7204 |
| | Напряжение, возникающее в нити, МПа | 45,53 | 45,20 | 29,27 | 37,72 |
| | m | -0,93 | | | |
| | b | 3,94 | | | |
| | B | $6,13 \cdot 10^{12}$ | | | |
| | Критерий Москвитина η | 0,367 | 0,367 | 0,347 | 0,372 |

Таблица 2

| Наименование параметра | | Местоположение бобины в шпулярнике | | | |
|------------------------|--|------------------------------------|-------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Русар 29,4 текс | Длина нити в заправке, м | 6,44 | 6,445 | 15,864 | 15,869 |
| | Максимальное натяжение нити на машине, Н | 1,04 | 1,10 | 1,12 | 1,13 |
| | Сновальная машина | Karl Mayer | | | |
| | Скорость снования, м/мин | 300 | | | |
| | Время нагружения, с | 1,288 | 1,289 | 3,173 | 3,174 |
| | Напряжение, возникающее в нити, МПа | 31,52 | 33,33 | 33,94 | 34,24 |
| | m | -0,93 | | | |
| | b | 4,16 | | | |
| | B | $5,34 \cdot 10^{12}$ | | | |
| | Критерий Москвитина η | 0,357 | 0,363 | 0,389 | 0,390 |

| Наименование параметра | | Местоположение бобины в шпулярнике | | | |
|------------------------|--|------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Русар 58,8 текс | Длина нити в заправке, м | 3,271 | 3,113 | 8,493 | 8,335 |
| | Сновальная машина | Текстима 4126/1 | | | |
| | Максимальное натяжение нити на машине, Н | 1,13 | 1,17 | 1,06 | 1,01 |
| | Скорость снования, м/мин | 200 | | | |
| | Время нагружения, с | 0,98 | 0,93 | 2,55 | 2,50 |
| | Напряжение, возникающее в нити, МПа | 17,12 | 17,73 | 16,06 | 15,30 |
| | m | -0,93 | | | |
| | b | 3,35 | | | |
| | B | $4,37 \cdot 10^{13}$ | | | |
| | Критерий Москвитина η | 0,216 | 0,217 | 0,227 | 0,224 |

Анализ данных, приведенных в табл. 1...3, показал, что наибольшая повреждаемость нити возникает при ее переработке на машине Karl Mayer (нити Русар 29,4 текс и Тварон 110 текс). Это объясняется высокой скоростью машины Karl Mayer по сравнению с машиной Текстима 4126/1 и большей длиной нити в заправке. Из табл. 1 и 3 также видно, что повреждаемость нитей Русар 29,4 текс с дальних от барабана стоек выше, чем повреждаемость нитей с ближних стоек на 7,6%, а для нитей Русар 58,8 текс – на 4%.

ВЫВОДЫ

Проведена оценка напряженности процесса снования при переработке арамидных нитей различных линейных плотностей. Установлено, что на рассмотренных

сновальных машинах можно перерабатывать арамидные нити, предназначенные для производства средств индивидуальной бронезащиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов П. В., Шосланд Я., Николаев С. Д. Прогнозирование технологического процесса ткачества. Учебное пособие. – М.: МТИ, 1988.
2. Егоров Н. В., Щербатов В. П. Исследования свойств нитей Русар для изготовления технических тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 6
3. Астафьев В.И., Радаев Ю.Н., Степанова Л.В. Нелинейная механика разрушения. – Самара: Изд-во: "Самарский университет", 2001.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 27.03.12.