

УДК 677.023

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ПРОЦЕССА ШЛИХТОВАНИЯ  
ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ\***

**ESTIMATION OF TENSION OF SIZING PROCESS OF COTTON YARN**

*M.B. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ*  
*M. V. NAZAROVA, V.YU. ROMANOV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Камышинский технологический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin";  
Kamyshin Technological Institute (the Branch of)  
Volgograd State Technical University)  
E-mail: ttp@kti.ru

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований уровня повреждаемости нитей при осуществлении технологического процесса шлихтования.*

*The results of experimental research of the level of damage of fibers during technological process of sizing have been presented in the article.*

**Ключевые слова:** повреждаемость, пряжа.

**Keywords:** damageability, yarn.

На современных ткацких фабриках, оборудованных автоматическими ткацкими станками и станками новых типов, качество подготовки основы и утка имеет исключительно важное значение для повышения производительности труда и оборудования. Процессам перематывания, снования и шлихтования должно быть уделено большое внимание.

Физико-механические свойства основных и уточных нитей должны быть такими, чтобы обеспечить требования, предъявляемые к ткани, а также обеспечить вы-

сокопроизводительную работу машин и станков ткацкого производства и непрерывность производственного процесса. Для того чтобы обеспечить эти требования, необходимо нити, предназначенные для основы и утка, подготовить для переработки на ткацком станке. Одним из таких процессов подготовки нитей является технологический процесс шлихтования основных нитей.

Для получения пряжи высокого качества необходимо на шлихтовальном оборудовании

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

довании установить оптимальные заправочные параметры.

Для того чтобы оценить условия шлихтования нитей основы, нужно произвести расчет напряженности работы шлихтовального оборудования.

Для оценки напряженности работы шлихтовального оборудования в данной работе предлагается использовать теорию длительной прочности В.В. Москвитина.

В.В. Москвитин предложил для оценки напряженности работы оборудования использовать критерий длительной прочности (коэффициент повреждаемости).

Коэффициент повреждаемости нити основы по критерию В.В. Москвитина применяется для описания сложного напряженного состояния заправки и имеет следующий вид:

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

где  $t$  – время до разрушения;  $m$  – экспериментально определяемая постоянная, характеризующая предысторию нагружения;  $t[\sigma(\tau)]$  – экспериментально определяемая функция эквивалентного напряжения  $\sigma$ .

Смысл коэффициента повреждаемости заключается в том, что до начала процесса он равен 0, а при разрушении 1.

В работах В.П. Щербакова и С.Д. Николаева использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения нити в виде:

$$t = B\sigma^{-b},$$

где  $B$  и  $b$  – эмпирически определяемые величины.

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 учитывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин  $B$  и  $b$  неясен, так как они просто

являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости коэффициент повреждаемости нити основы по критерию В.В. Москвитина принимает следующий вид:

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

При расчете повреждаемости нитей и пряжи необходимо вычислять напряжения в волокне. Как показал в своей работе проф. В.П. Щербаков, рассматривая напряжение как внутреннюю силу, приложенную к волокну, а не к нити со свободным пространством между волокнами, определять напряжение в нити и пряже как отношения силы к площади поперечного сечения пряжи нельзя, так как нагрузку воспринимают только волокна, а в эту формулу площади входят и воздушные пустоты в нити. Поэтому нужно учесть лишь площадь волокон, попадающих в поперечное сечение нити, принимая во внимание и расположение волокон под углом к оси нити. Предпочтительно использовать удельное напряжение как силу, отнесенную к массе единицы длины.

На основании этого целесообразно при расчете повреждаемости нити по критерию длительной прочности Москвитина напряжение определять следующим образом:

$$\sigma = \frac{F\lambda}{T}.$$

Таким образом, формула определения коэффициента повреждаемости будет выглядеть следующим образом:

$$\eta = \frac{1 + m}{B^{1+m}} \int_0^t (t - \tau)^m (F\lambda / T)^{(1+m)b}(\tau) d\tau,$$

где  $F$  – натяжение основных нитей в форме регрессионного уравнения изменения натяжения нити от времени нагружения в виде тригонометрического полинома Фурье, сН;  $\lambda$  – значение объемной плотности нитей, мг/мм<sup>3</sup>;  $T$  – линейная плотность

нитей, текс;  $m$ ,  $b$ ,  $B$  – эмпирические коэффициенты, характеризующие вязкоупругие параметры нитей;  $t$ ,  $\tau$  – время, с.

Для определения коэффициента повреждаемости нитей целесообразно использовать ЭВМ. Для этого разработан алгоритм автоматизированного расчета, порядок расчета которого выглядит следующим образом.

1). Ввод исходных данных (значения натяжения нити за цикл нагружения нити, полученных с помощью тензометрической установки, эмпирические коэффициенты  $B$  и  $b$ , полученные из опытов на длительную прочность, а параметр  $m$  – на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения для различных нитей, а также технологические параметры процесса шлихтования, с помощью которых определяем общее время нагружения нитей при переработке их на шлихтовальном оборудовании).

2). Расчет коэффициентов тригонометрического ряда Фурье для получения математической модели зависимости натяжения нитей от времени нагружения.

3). Расчет повреждаемости нитей за один цикл нагружения для технологического процесса шлихтования на основе теории длительной прочности Москвитина.

Разработку автоматизированного расчета повреждаемости нитей на основе теории длительной прочности В.В. Москвитина на ПЭВМ проводим, используя программу MathCad.

С целью апробации разработанного алгоритма были проведены экспериментальные исследования повреждаемости пряжи при проведении технологического процесса шлихтования [4].

Базой для исследования являлся шлихтовальный отдел ООО "Текстильная компания Камышинский ХБК". Объектом исследования служила хлопчатобумажная пряжа (табл. 1 – техническая характеристика исследуемой пряжи) линейной плотностью 29 текс, обрабатываемая шлихтой на шлихтовальной машине ШБ-11/140-1.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателя	Значение
Вид волокна	хлопок
Номинальная линейная плотность пряжи, текс	29
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	11,9
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,8
Показатель качества (не менее)	0,88

При проведении экспериментальных исследований для получения диаграмм натяжения нитей при шлихтовании хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 29 текс на машине ШБ-11/140-1 была установлена скорость шлихтования на рабочем ходу 50 м/мин.

В качестве средства исследования для измерения значений натяжения нитей был выбран экспресс-диагностический прибор ТТП-2008, с помощью которого проводилась запись натяжения пряжи во время шлихтования. На шлихтовальной машине в динамических условиях исследовалось натяжение нитей по глубине заправки.

Схема расположения точек на машине ШБ-11/140-1, в которых проводились измерения натяжения нитей основы линейной плотностью 29 текс при помощи экспресс-диагностического прибора ТТП-2008, представлена на рис. 1.

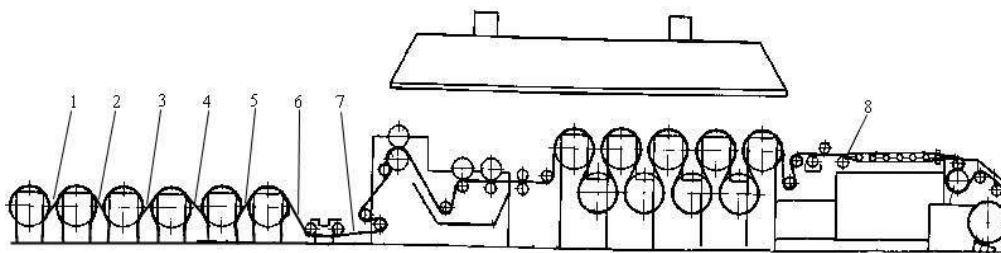


Рис. 1

С помощью экспресс-диагностической установки получены значения натяжения нити. Для статистической обработки полученных данных информация экспортировалась в электронную таблицу Excel. После обработки были получены диаграммы натяжения нити (рис. 2 – диаграмма изменения натяжения нитей основы линейной плотностью 29 текс на машине ШБ-11/140-1).

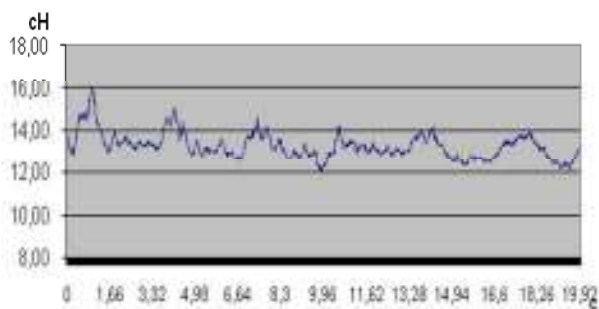


Рис. 2

Полученные значения натяжения нитей вводим в разработанную в среде программирования MathCad программу на ПЭВМ и получаем математические модели зависимости натяжения нитей от времени шлихтования в виде тригонометрического полинома Фурье [1], [2], [3]. Значения вязкоупругих параметров  $m$ ,  $b$ ,  $B$  для хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29 текс берем из [5], [6]. Математические модели подставляем в формулу В.В. Москвитина и определяем значения коэффициента повреждаемости нитей основы при шлихтовании за один цикл нагружения.

Результаты расчета критерия повреждаемости Москвитина за один цикл нагружения сводим в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ опыта	Зона	$\eta$
1	После 1-го валика	0,312
2	После 2-го валика	0,315
3	После 3-го валика	0,278
4	После 4-го валика	0,323
5	После 5-го валика	0,324
6	После 6-го валика	0,329
7	После площадки обслуживания	0,305
8	Перед ценовым полем	0,316

Из табл. 2 видно, что наибольшую повреждаемость нити основы при шлихтовании их на машине ШБ-11/140-1 испытывают в зоне 6.

Исследования, проведенные на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина, показали, что:

- 1) при  $\eta < 0,25$  – процесс протекает в спокойных условиях;
- 2) при  $\eta = 0,25 - 0,5$  – процесс проходит в довольно напряженных условиях;
- 3) при  $\eta = 0,5 - 0,75$  – процесс возможен, но наблюдается повышенная обрывность нитей (примерно в 2 раза);
- 4) при  $\eta = 0,75 - 1$  – процесс возможен, но резко увеличивается обрывность нитей (примерно в 5 раз);
- 5) при  $\eta > 1$  – процесс практически невозможен.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 29 текс, перематываемая на шлихтовальной машине ШБ-11/140-1 на ООО "ТК "КХБК", находится в довольно напряженных условиях, вследствие чего на ткацких станках ошлихтованная пряжа в данных технологических условиях перерабатывается с повышенной обрывностью нитей.

Следовательно, необходимо пересмотреть технологический процесс шлихтования и установить такой оптимальный режим, где повреждаемость нитей будет минимальной. При этом рекомендуется в качестве критерия оптимизации использовать коэффициент повреждаемости нитей основы, полученный на основе расчета критерия длительной прочности Москвитина совместно с предложенным в данной работе автоматизированным методом расчета повреждаемости нитей по реальному закону нагружения.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Назарова М.В., Березняк М.Г. Использование интерполяционного полинома Чебышева для анализа натяжения нитей основы // *Фундаментальные исследования*. – 2006, №12. С. 72...73.
2. Назарова М.В., Березняк М.Г. Использование математического метода приближения функций с применением полинома Бесселя при анализе техно-

логических процессов ткацкого производства // Успехи современного естествознания. – 2006, №12. С. 91...93.

3. Назарова М.В. Эффективность использования различных полиномов при исследовании натяжения нитей по переходам ткацкого производства // Технология текстильной промышленности. – 2007, №2. С. 48...50.

4. Назарова М.В., Березняк М.Г. Исследование уровня повреждаемости нитей основы на шлихтовальной машине в условиях ООО "ТК "КХБК" // Современные проблемы науки и образования. – 2009, №-5. С. 109...112.

5. Назарова М.В., Романов В.Ю. Исследование многоцикловых и полуцикловых характеристик нитей до и после ткачества // Современные проблемы науки и образования. – 2010, №6. С. 89...94.

6. Николаев С.Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 1988.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства КТИ (филиал) ВГТУ. Поступила 01.09.11.

---