

УДК 677.023

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ РАБОТЫ
МОТАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПРИ ПЕРЕМАТЫВАНИИ ПРЯЖИ
РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА**

**EVALUATION OF INTENSITY
OF WINDING EQUIPMENT WORK
AT REWINDING OF YARN
OF VARIOUS FIBER STRUCTURE**

С.Д. НИКОЛАЕВ, М.В. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ
S.D. NIKOLAJEV, M.V. NAZAROVA, V.JU. ROMANOV

**(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,
Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета)**

В статье приведены результаты исследований по разработке автоматизированного расчета повреждаемости нитей различного волокнистого состава и линейной плотности при перематывании их на мотальном оборудовании. Разработан автоматизированный расчет повреждаемости нитей на основе теории длительной прочности В.В. Москвитина.

The article contains the results of research on the development of automated calculation of damage of fibers of various fiber structure and linear density during their rewinding at the winding equipment. The automated calculation of threads damage on the basis of the long-term strength theory of V.V. Moskvitin has been developed.

Ключевые слова: повреждаемость, пряжа,

Keywords: damageability, yarn.

Основной задачей текстильных предприятий является производство конкурентоспособного товара, который бы соответствовал мировым стандартам качества. Этой цели можно добиться как техническим переоснащением производства, так и применением программных средств на этапе прогнозирования качества технологического процесса и выходящего продукта.

Для обеспечения высокой производительности оборудования и получения тканей высокого качества на ткацком предприятии должен быть установлен рациональный технологический план ткачества, то есть последовательность осуществляемых процессов.

Чтобы получить пряжу высокого качества на мотальном оборудовании необходимо установить оптимальные заправочные параметры, обеспечивающие высокое качество пряжи, а для этого нужно сначала оценить условия перематывания нитей и произвести расчет напряженности работы мотального оборудования [1], [2].

Для оценки напряженности работы мотального оборудования профессор Николаев С.Д. [9] предложил использовать теорию длительной прочности В.В. Москвитина.

Поэтому в данной работе для оценки напряженности работы мотального оборудования предлагается использовать данную теорию.

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

Коэффициент повреждаемости нити основы по критерию 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 σ .

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

В работах Щербакова В.П. и Николаева С.Д. использован степенной закон, связывающий напряжение пряжи и время разрушения пряжи 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 Москвитина принимает следующий вид:

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

При расчете повреждаемости нитей и пряжи необходимо вычислять напряжения в волокне [6], [7]. Как показал в своей работе проф. Щербаков В.П., рассматривая напряжение как внутреннюю силу, приложенную к волокну, а не к нити со свободным пространством между волокнами, определять напряжение в нити и в 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 [1]:

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

где F – натяжение основных нитей, выраженное в форме регрессионного уравнения изменения натяжения нити от времени нагружения в виде тригонометрического полинома Фурье, сН; λ – значение объемной плотности нитей, мг/мм³; T – линейная плотность нитей, текс; m , b , B – эмпирические коэффициенты, характеризующие вязкоупругие параметры нитей; t , τ – 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, полученные 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 перематывания, с помощью которых определяем общее время нагружения нитей при переработке их на мотальном оборудовании).

2) Расчет коэффициентов тригонометрического ряда Фурье для получения математической модели зависимости натяжения нитей от времени нагружения [3], [4].

3) Расчет повреждаемости нитей за один цикл нагружения для различных технологических процессов на основе теории длительной прочности Москвитина.

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

С целью апробации разработанного алгоритма были проведены экспериментальные исследования повреждаемости нитей и пряжи при проведении технологического процесса перематывания нитей и пряжи различного волокнистого состава и линейной плотности.

Базой для исследования являлись лаборатории ткачества и механической технологии текстильных материалов кафедры технологии текстильного производства КТИ (филиала) ВолгГТУ. Объектами исследования служили пряжа и нити различной линейной плотности (табл. 1 – перечень исследуемых нитей и пряжи), перематываемые на мотальной машине М-150-2.

Таблица 1

№	Волокнистый состав нитей и пряжи	Линейная плотность нитей, текс
1	Хлопок	35
2	Ацетат	33,3
3	Вискоза	16,6
4	Полиамид	15,6
5	Полиамид текстурированный	16,6
6	Нитрон	48
7	Нитрон	53
8	Нитрон+хлопок	18×2
9	Нитрон	83
10	Нитрон	109
11	Триацетат	16,6

В качестве средства исследования для измерения натяжения нитей был выбран экспресс-диагностический прибор "ТТП-2008", с помощью которого производилась запись натяжения пряжи [5], [6]. При проведении эксперимента на мотальной машине были установлены следующие заправочные параметры:

- масса грузовых шайб в натяжном устройстве – 30 г;
- расстояние от паковки до баллоногасителя – 30 мм;
- скорость перематывания нитей и пряжи – 768 мин^{-1} .

Схема установки прибора ТТП-2008 тензометрической установки на мотальной машине М-150-2 представлена на рис. 1.

С помощью экспресс-диагностической установки получены значения натяжения нитей. Для статистической обработки полученных данных информация экспортируется в электронную таблицу Excel.

Для получения математической модели изменения натяжения нити за один цикл нагружения, которая может быть выраже-

на суммой конечного числа первых членов ее ряда Фурье, используем метод шаблонов.

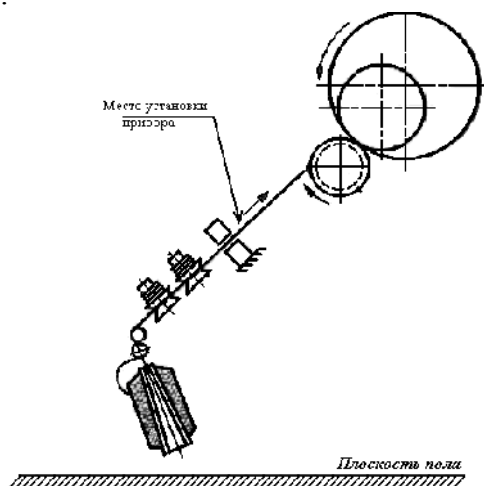


Рис. 1

После обработки получаем диаграммы натяжения нити (рис. 2 – диаграмма изменения натяжения полиамидной текстурированной нити 16,6 текс).

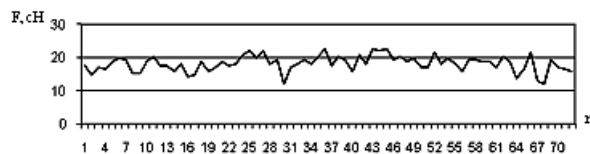


Рис. 2

Для этого диаграммы натяжения нитей за один цикл нагружения, полученные по результатам описанного выше эксперимента, разбиваем на 11 частей, получаем значение натяжения основных нитей в каждой точке разбиения и заносим в табл. 2 (значения натяжения нитей и пряжи).

Полученные значения натяжения нитей вводим в разработанную в среде программирования MathCad программу на ПЭВМ и получаем математические модели зависимости натяжения нитей от времени перематывания в виде тригонометрического полинома Фурье. Математические модели зависимости натяжения нити от времени подставляем в формулу Москвитина и определяем значения коэффициента повреждаемости нитей основы за один цикл нагружения.

Таблица 2

№	Значения натяжения нитей, снятых с диаграммы											
1	6,67	11,7	9,58	18,37	18,87	22,98	22,1	16,35	15	14,73	13,67	3,21
2	7,55	9,2	9,93	12,58	13,39	14,27	18,6	14,37	12,85	11,93	12,21	10,83
3	6,79	6,79	12,45	17,35	13,02	15,28	20,94	15,85	14,72	11,32	13,02	6,79
4	5,28	8,35	10,61	12,4	12,45	14,72	14,47	16,34	15,85	13	9,18	12,2
5	10,76	13,02	9,06	13,59	12,17	15,77	10,76	21,51	14,09	15,28	12,45	14,15
6	16,6	17,36	20	23,91	23,02	22,26	29,43	28,3	21,13	23,02	20,38	24,53
7	14,34	22,38	23,4	26,33	23,91	24,73	29,06	32,45	27,17	25,95	23,08	18,57
8	17,74	16,98	18,11	16,98	19,62	16,23	23,15	19,62	21,51	13,96	12,08	20,53
9	12,83	16,23	20,76	18,87	23,77	24,15	29,81	28,68	20,38	21,13	18,49	18,87
10	12,83	17,36	17,74	17,36	18,49	21,51	27,17	31,7	33,21	18,87	18,11	18,11
11	8,3	14,34	12,08	15,85	16,23	20,38	15,47	18,11	17,07	21,13	17,74	14,79

Значения вязкоупругих параметров m , b , B для нитей различного волокнистого состава берем из работ [9], [8], посвященных исследованию вязкоупругих свойств различных нитей и пряжи.

Результаты расчетов значений коэффициентов повреждаемости нитей, рас-

считанных на основе экспериментальных тензограмм натяжения нитей за один цикл нагружения, сведены в табл. 3 (значения коэффициентов повреждаемости нитей различного сырьевого состава при перематывании на мотальной машине М-150-2).

Таблица 3

№	Волокнистый состав нитей и пряжи	Линейная плотность нитей, текс	Коэффициент повреждаемости η
1	Хлопок	35	0,28
2	Ацетат	33,3	0,26
3	Вискоза	16,6	0,23
4	Полиамид	15,6	0,2
5	Полиамид текстурированный	16,6	0,19
6	Нитрон	48	0,18
7	Нитрон	53	0,175
8	Нитрон+хлопок	18x2	0,193
9	Нитрон	83	0,164
10	Нитрон	109	0,159
11	Триацетат	16,6	0,271

Из ранее проведенных исследований на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина известно, что если коэффициент повреждаемости $\eta < 0,25$, то процесс протекает в спокойных условиях; при $\eta = 0,25 - 0,5$ – процесс проходит в довольно напряженных условиях; при $\eta = 0,5 - 0,75$ – процесс возможен, но наблюдается повышенная обрывность нитей (примерно в 2 раза); при $\eta = 0,75 - 1$ – процесс возможен, но резко увеличивается обрывность нитей (примерно в 5 раз); при $\eta > 1$ – процесс практически невозможен.

Из табл. 3 видно, что наибольшую повреждаемость имеет хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 35 текс (коэффициент повреждаемости составляет 0,28), наименьшую повреждаемость испытывает

нитроновая пряжа линейной плотностью 109 текс (коэффициент повреждаемости составляет 0,421), разница между значениями коэффициентов составляет 0,08.

Таким образом, путем определения коэффициента повреждаемости нитей, используя формулу Москвитина, по реальному закону нагружения нитей можно судить о напряженности работы мотального оборудования и таким образом можно судить об условиях перематывания нитей, что особенно важно для дальнейшей переработки нитей в последующих переходах ткацкого производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С., Панин И.Н., Назарова М.В. Анализ причинно-следственных связей между па-

раметрами, структурой паковки и свойствами нитей при перематывании на основе бинарной теории информации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001. №1. С. 28...33.

2. Назарова М.В. Оптимизация технологического процесса перематывания нитей при формировании бобин сомкнутой намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №3. С. 48...51.

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

4. Назарова М.В., Романов В.Ю. Исследование эффективности использования тригонометрических рядов для моделирования напряженно-деформируемого состояния основных нитей на ткацком станке // Современные наукоемкие технологии. – 2008, №10. С. 77...78.

5. Назарова М.В. Исследование натяжения нитей утка на бесчелночных ткацких станках СТБ-2-220 и АТПР-100 при использовании в качестве уточных нитей бобин сомкнутой и крестовой на-

мотки // Современные проблемы науки и образования. – 2009, № 5. С. 91...94.

6. Назарова М.В. Исследование натяжения нитей в технологическом процессе перематывания с учетом их вязкоупругих параметров // Современные проблемы науки и образования. – 2009, №5. С.95...99.

7. Назарова М.В. Исследование уровня повреждаемости комплексных нитей в технологическом процессе перематывания при формировании бобин сомкнутой намотки // Современные проблемы науки и образования. – 2009, №6. С. 102...105.

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

9. 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 (филиала) ВГТУ. Поступила 01.09.11.