

## **РАСЧЁТ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ НИТЕЙ И ПРЯЖИ РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА ПРИ ПЕРЕМАТЫВАНИИ ИХ НА МОТАЛЬНОЙ МАШИНЕ М-150-2**

**Кудинова М.В., Назарова М.В., Романов В.Ю.**

*Камышинский технологический институт (филиал) Государственного образовательного учреждения «Волгоградский государственный технический университет», г. Камышин, Россия (403874, г. Камышин, ул. Ленина, 6А) ttp@kti.ru*

**В статье приведены результаты проведения научно-исследовательской работы по разработке автоматизированного расчета повреждаемости нитей различного волокнистого состава при перематывании их на мотальном оборудовании.**

**В ходе выполнения работы проведены экспериментальные исследования повреждаемости нитей и пряжи различного волокнистого состава и линейной плотности при проведении технологического процесса перематывания. Разработан автоматизированный расчет повреждаемости нитей на основе теории длительной прочности В.В. Москвитина.**

**Анализируя результаты исследования, можно сделать вывод, что наибольшую повреждаемость имеет хлопчатобумажная пряжа (коэффициент повреждаемости составляет 0,28), наименьшую повреждаемость испытывает нитроновая пряжа (коэффициент повреждаемости составляет 0,421).**

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

Ключевые слова: повреждаемость, пряжа, натяжение.

## **CALCULATION DAMAGEABILITY THREADS AND YARNS OF DIFFERENT FIBER COMPOSITION IN REWINDING THEM TO WINDING MACHINE M-150-2**

**Kudinov M.V., Nazarova M.V., Romanov V.U.**

*Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia (403874, Kamyshin, Lenina st. 6A) ttp@kti.ru*

**The article contains results of research on the development of automated calculation of damage to fibers of different fiber composition during rewinding them to the winding equipment.**

**During the performance, experimental studies of damage to fibers and yarns of different fiber composition and linear density during the rewinding process. The automated calculation of damage to threads based on the theory of long-term strength V.V. Moskvitina.**

**Analyzing the results of the study we can conclude that the greatest damage of a cotton yarn (ratio of damage of 0.28), the least damaging experiences nitronic yarn (ratio of damage is 0.421).**

**Such a way by determining the ratio of damage to threads, using Moskvitina, by law, the real load of threads can be seen on the strength of the winding equipment and the conditions for rewinding yarn, which is especially important for the further processing of yarns in subsequent passages weaving.**

Keywords: damageability, yarn, tension.

В современных условиях научно-технический прогресс в текстильной промышленности обусловлен внедрением и эффективным использованием современного технологического оборудования, повышением скоростного режима работы оборудования, производством конкурентоспособного товара, который бы соответствовал мировым стандартам качества. Этого 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 расчёт напряжённости работы мотального оборудования [1], [2].

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

Поэтому в данной работе для оценки напряжённости работы мотального оборудования предлагается использовать теорию длительной прочности В.В. Москвитина.

Москвитин В.В. предложил для оценки напряжённости работы оборудования использовать критерий длительной прочности или 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 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 В.В. 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 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:

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

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;

$\lambda$  – 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 расчёта, порядок расчёта 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 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 В.В. 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 «Ткачество» и «Механическая технология текстильных материалов» кафедры «Технологии текстильного производства» КТИ (филиала) ВолгГТУ. Объектами исследования являлись пряжа и нити различной линейной плотности (табл. 1), перематываемые на мотальной машине М-150-2.

Таблица 1. Перечень исследуемых нитей и пряжи

№	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	18x2
9	нитрон	83
10	нитрон	109
11	триацетат	16.6

В качестве средства исследования для измерения натяжения нитей был выбран экспресс-диагностический прибор «ГТП-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 –  $768 \text{ мин}^{-1}$ .

Схема установки датчика тензометрической установки представлена на рисунке 1.

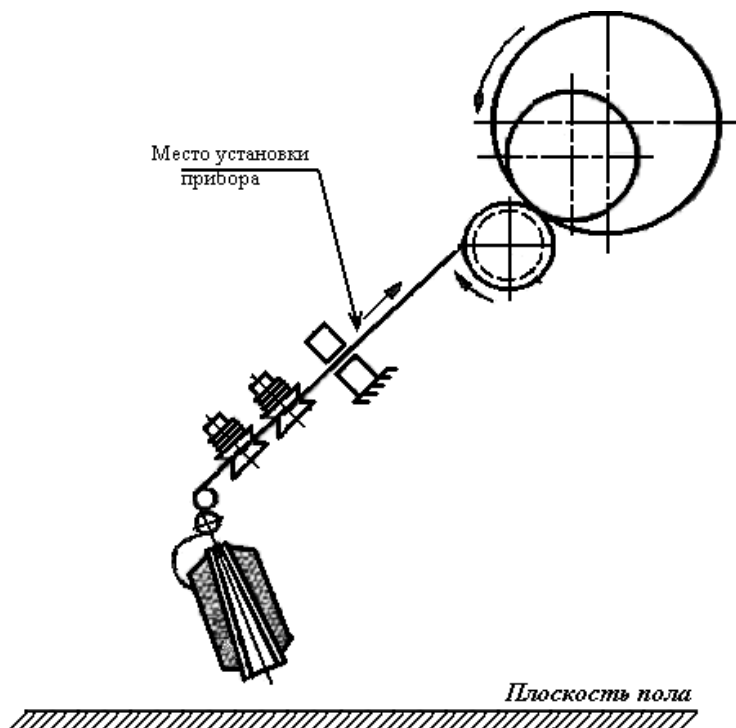


Рис. 1. Схема установки прибора ГТП-2008 тензометрической установки на мотальной машине М-150-2

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

После обработки получаем диаграммы натяжения нити (рис. 2).

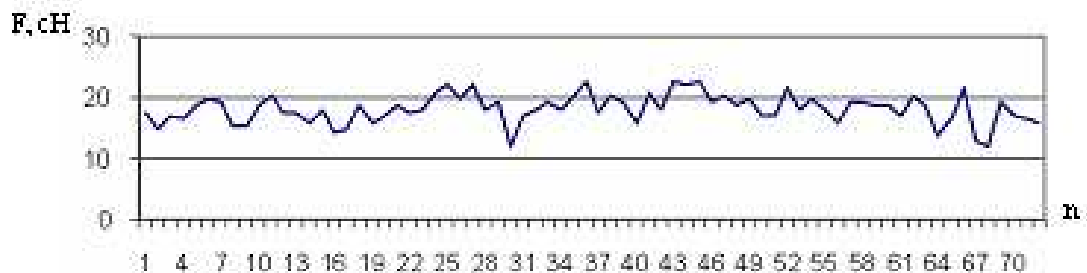


Рис. 2. Диаграмма изменения натяжения полиамидной текстурированной нити 16,6 текс

Для получения математической модели изменения натяжения нити за один цикл нагружения, которая может быть выражена суммой конечного числа первых членов ее ряда Фурье, используем метод шаблонов.

Для этого диаграммы натяжения нитей за один цикл нагружения, полученные по результатам проведённого выше эксперимента, разбиваем на 11 частей, получаем значение натяжения основных нитей в каждой точке разбиения и заносим в таблицу 2.

Таблица 2. Значения натяжения нитей и пряжи

№	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

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. Значения вязкоупругих параметров  $m$ ,  $b$ ,  $B$  для нитей различного волокнистого состава берем из научных работ проф. Николаева С.Д. и его учеников [9], [8], посвященных исследованию вязкоупругих свойств различных нитей и пряжи.

Результаты расчетов значений коэффициентов повреждаемости нитей, рассчитанных на основе экспериментальных тензограмм натяжения нитей за один цикл нагружения, сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Значения коэффициентов повреждаемости нитей различного сырьевого состава при перематывании на мотальной машине М-150-2

№	Волокнистый состав нитей и пряжи	Линейная плотность нитей, текс	Коэффициент повреждаемости $\eta$
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 таблицы 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 0,159), 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.

## Список литературы

1. Назарова М. В., Николаев С.Д., Панин И.А. Анализ причинно-следственных связей между параметрами, структурой паковки и свойствами нитей при перематывании на основе бинарной теории информации // Технология текстильной промышленности. - 2001. - №1. - С. 28-33.
2. Назарова М.В. Оптимизация технологического процесса перематывания нитей при формировании бобин сомкнутой намотки // Известия 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 // Известия 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 намотки // 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. - 469 с.



Рецензенты:

Николаев Сергей Дмитриевич, д.т.н., профессор, ректор, «Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина», г. Москва.

Юхин Сергей Семенович, д.т.н., профессор, проректор по учебной работе, «Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина», г. Москва.