

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ПРОТЕКАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ НИТЕЙ

Романов В.Ю., Назарова М.В.

Камышинский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «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 обработке результатов эксперимента с целью получения математических моделей зависимости заправочных параметров перематывания хлопчатобумажной пряжи от повреждаемости нитей при переработке их на мотальной машине М-150-2.

В результате выполнения работы можно сделать вывод, что наибольшую повреждаемость при перематывании хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 34 текс на мотальной машине М-150-2 нити получают при установке заправочных параметров $X_1 = 20$ гр., $X_2 = 300$ мм, а наименьшую – $X_1 = 10$ гр., $X_2 = 160$ мм.

Аналогичные экспериментальные исследования повреждаемости нитей и пряжи при проведении технологических процессов снования и шлихтования позволят на основе результатов исследования разработать оптимальный технологический режим вышеуказанных процессов.

Ключевые слова: перематывание, пряжа, оптимизация.

DEVELOPMENT OF OPTIMAL REGIME PASSING TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PRODUCTION USING WEAVING AS COEFFICIENT CRITERIA OPTIMIZATION DAMAGEABILITY THREAD

Romanov V.U. , Nazarova M.V.

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

The paper presents results of research on the processing of the experimental results in order to obtain mathematical models depending on the parameters of gas rewinding of damage to cotton yarn processing them for winding the M-150-2.

As a result, performance of work can be concluded that the most damaging when rewinding cotton yarn linear density 34 tex for winding the M-150-2 threads are installing fueling parameters $X_1 = 20$ gr., $X_2 = 300$ mm and the smallest - $X_1 = 10$ gr., $X_2 = 160$ mm.

Similar experimental studies of damage to threads and yarns during the process warping and sizing will on the basis of research results to develop an optimum process conditions of the above processes.

Keywords: rewinding, yarn, optimization.

В условиях жёсткой конкуренции современного рынка производителю высококачественных текстильных изделий требуется концепция разработки инновационных технологий с учётом её свойств, реализация которой позволит прогнозировать и управлять качеством продукции и обеспечит эффективное функционирование технологических процессов.

Поэтому в настоящее время всё большее внимание уделяется вопросам оптимизации технологических процессов, автоматизации проектирования тканей и технологии их выработки, когда с помощью модернизированного оборудования и появления новых средств

контроля технологических процессов появляется возможность детального изучения факторов технологических процессов, их влияния на ход производства, друг на друга, а главное, на качество выпускаемой продукции [1].

Проектирование оптимальных технологических режимов базируется на поиске экстремума (максимума или минимума) некоторых показателей, обуславливающих эффективность процесса [2, 5]. Поэтому правильный выбор критерия оптимальности определяет качество проектирования.

При разработке технологических режимов выработки ткани немаловажное значение имеют процессы подготовки нитей к ткачеству. Одним из таких процессов является процесс перематывания пряжи, соблюдение технологических параметров которого имеет большое значение для качества пряжи.

Проведение эксперимента по разработке оптимального режима протекания технологических процессов ткацкого производства осуществлялось на примере работы мотального оборудования preparatory department ткацкого производства.

Оценка напряженности работы мотального оборудования preparatory department ткацкого производства проводилась путем определения коэффициента повреждаемости нитей по методу Москвитина и по экспериментальным тензограммам натяжения нитей.

Базой для исследования был выбран мотальный отдел preparatory department ткацкого производства ООО «Текстильная компания КХБК».

В качестве средства исследования для измерения натяжения нитей был выбран экспресс-диагностический прибор «ГТП-2008», с помощью которого производилась запись натяжения пряжи.

Как было установлено, 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 [6, 9].

Поэтому важно определить оптимальные технологические параметры перематывания, при установке которых на мотальном оборудовании можно получить минимальную повреждаемость нитей.

Для этого необходимо провести экспериментальные исследования влияния заправочных параметров технологического процесса перематывания пряжи на мотальной машине М-150-2 на повреждаемость перематываемой пряжи.

Поэтому целью данного исследования является экспериментальное исследование по определению степени влияния заправочных параметров технологического процесса перема-

тывания хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 34 текс на мотальной машине М-150-2 на повреждаемость перематываемой пряжи. Объектом исследования является хлопчатобумажная пряжа (см. табл. 1) линейной плотностью 34 текс, перематываемая на мотальной машине М-150-2.

Таблица 1. Техническая характеристика исследуемой пряжи

Наименование показателя	Значение
Вид волокна	Хлопок
Номинальная линейная плотность пряжи, текс	34
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	12
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	12,5
Показатель качества (не менее)	0,98

В качестве выходного параметра Y выбираем коэффициент повреждаемости нити, который определяем при использовании теории длительной прочности Москвитина по реальному закону нагружения нити. Тензограмму натяжения пряжи с помощью тензометрической установки получаем, установив датчик после натяжного устройства.

В качестве входных управляемых параметров процесса перематывания, оказывающих влияние на выходной, выбираем:

X_1 – массу грузовых шайб в натяжном устройстве, г.;

X_2 – расстояние от паковки до баллоногасителя, мм.

В качестве метода исследования используемого при проведении многофакторного эксперимента выбираем активный эксперимент по матрице планирования Коно-2.

Метод Коно-2 позволяет получать статические математические модели процессов, используя факторное планирование, регрессионный анализ и движение по градиенту. При этом предполагается, что множество определяющих факторов задано, каждый из факторов управляем, результаты опытов воспроизводятся, опыты равноценны, решается задача поиска оптимальных условий, математическая модель процесса заранее неизвестна. Применяемая матрица планирования Коно-2, близкая к D-оптимальным, обладает свойствами униформности и ротатабельности, имеет малое число опытов. Меньшее число опытов по сравнению с матрицами ротатабельного центрального композиционного эксперимента (РЦКЭ) достигается за счет уменьшения числа опытов, имеющих равные дисперсии выходного параметра. Исследование любого технологического процесса начинается с проведения предварительного эксперимента, в результате которого определяются значения основных уровней факторов X_0 , интервалы варьирования факторов I , верхние и нижние уровни варьирования – X_v и X_n . Полученные данные занесены в таблицу 2.

Таблица 2. Значения варьируемых факторов

Условия проведения эксперимента	Кодированные значения i-го фактора		Натуральные значения i-го фактора	
	X ₁	X ₂	X ₁ , г	X ₂ , мм
Основной уровень фактора X ₀	0	0	20	230
Интервал варьирования фактора I	1	1	10	70
Верхний уровень фактора X _в	+1	+1	30	300
Нижний уровень фактора X _н	-1	-1	10	160

Далее необходимо построить план эксперимента, то есть заполнить таблицу натуральными значениями факторов в соответствии с заданной матрицей.

Таблица 3. Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Кодированное значение фактора		Натуральное значение фактора	
	X ₁	X ₂	X ₁ , г	X ₂ , мм
1	+	+	30	300
2	-	+	10	300
3	+	-	30	160
4	-	-	10	160
5	+	0	30	230
6	-	0	10	230
7	0	+	20	300
8	0	-	20	160
9	0	0	20	230

С помощью экспресс-диагностической установки получаем тензограммы натяжения нити, меняя параметры X₁ и X₂ в соответствии с матрицей планирования. Получаем тензограммы натяжения нити (рис. 1).

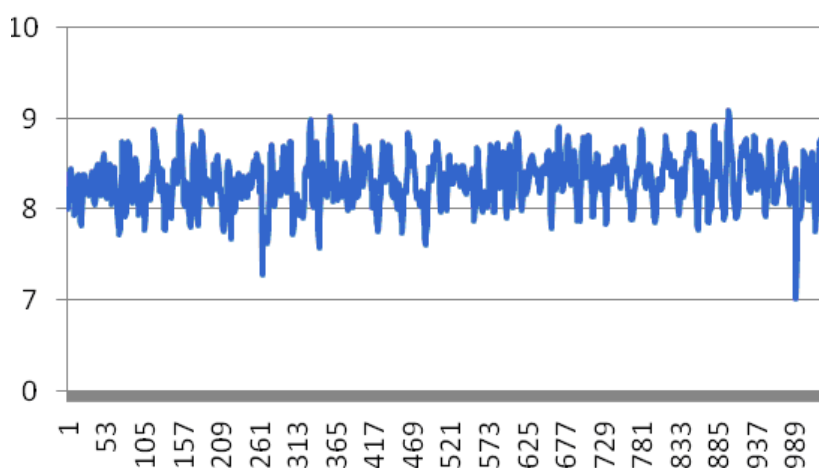


Рис. 1. Тензограмма натяжения пряжи линейной плотностью 34 текс (первый опыт)

С помощью полученных тензограмм получаем таблицу из 12 значений натяжения нитей за один цикл нагружения. Один цикл нагружения $T_{ц}$ длится 0,18 с. Для получения математической модели изменения натяжения нити за один цикл нагружения используем метод Фурье [3, 4]. Таким образом, получаем приближенное выражение функции в виде тригонометрического полинома [7, 8]. Эти вычисления проводим на ПЭВМ в среде программирования Mathcad.

Значения натяжения основных нитей в каждой точке разбиения тензограммы при проведении опытов в соответствии с матрицей планирования эксперимента заносим в таблицу 4.

Таблица 4. Значения натяжения нитей за один цикл нагружения

№ опыта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8	8,13	8,48	8,82	8,7	8,38	8,9	7,9	8,37	8,15	8,38	8,22
2	8,08	7,9	8,05	8,5	7,92	8,36	8,19	8,73	8,23	8,04	8,36	8,42
3	8,25	8,34	8,31	7,7	7,83	8,12	8,45	8,23	8,7	8,56	8,78	8,18
4	8,08	7,97	7,9	7,77	7,88	7,66	7,43	7,96	7,67	7,62	7,39	7,57
5	8,78	8,05	8,18	7,33	7,98	8,53	8,26	7,73	7,83	8,32	7,96	8,45
6	7,25	7,43	7,33	7,47	7,43	7,73	7,58	8,33	7,11	8,63	8,17	7,73
7	8,26	8,52	8,26	8,45	8,14	8,86	8,28	8,4	8,35	8,76	8,19	8,34
8	8,2	8,2	8,3	7,9	7,87	7,74	8,06	7,84	8,24	8,11	8,41	8,25
9	8,75	8,33	8,56	7,72	7,77	7,84	8,04	8,61	8,34	8,52	8,39	8,48

Обработка результатов эксперимента с целью получения математических моделей зависимости заправочных параметров перематывания хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 34 текс от повреждаемости нитей при переработке их на мотальной машине М-150- 2 проводилась на ЭВМ. Таким образом, было получено девять математических моделей (табл. 5)

Таблица 5. Результаты расчётов на ЭВМ

№	Математическое описание натяжения нити	η
1	$Y = 8,37 - 0,16 \cos x + 0,21 \sin x - 0,12 \cos 2x - 0,12 \sin 2x - 0,11 \cos 3x - 0,05 \sin 3x + 0,098 \cos 4x - 0,049 \sin 4x - 0,18 \cos 5x + 0,08 \sin 5x + 0,1 \cos 6x$	0,331
2	$Y = 8,23 - 0,11 \cos x - 0,087 \sin x + 0,03 \cos 2x - 0,02 \sin 2x - 0,06 \cos 3x - 0,23 \sin 3x - 0,03 \cos 4x - 0,02 \sin 4x + 0,11 \cos 5x + 0,09 \sin 5x - 0,09 \cos 6x$	0,329

3	$Y = 8,29 + 0,04 \cos x - 0,33 \sin x + 0,01 \cos 2x + 0,097 \sin 2x - 0,13 \cos 3x + 0,15 \sin 3x - 0,05 \cos 4x - 0,02 \sin 4x - 0,01 \cos 5x - 0,05 \sin 5x - 0,099 \cos 6x$	0,330
4	$F = y = 7,74 + 0,08 \cos x + 0,14 \sin x + 0,05 \cos 2x + 0,14 \sin 2x + 0,15 \cos 3x - 0,008 \sin 3x - 0,02 \cos 4x + 0,06 \sin 4x + 0,098 \cos 5x - 0,07 \sin 5x - 0,02 \cos 6x$	0,321
5	$Y = 8,12 + 0,15 \cos x - 0,08 \sin x + 0,3 \cos 2x - 0,16 \sin 2x + 0,03 \cos 3x + 0,23 \sin 3x - 0,06 \cos 4x - 0,18 \sin 4x + 0,0795 \cos 5x - 0,19 \sin 5x - 0,05 \cos 6x$	0,328
6	$Y = 7,68 - 0,1 \cos x - 0,3 \sin x - 0,1 \cos 2x - 0,12 \sin 2x - 0,22 \cos 3x - 0,04 \sin 3x - 0,05 \cos 4x + 0,21 \sin 4x + 0,15 \cos 5x - 0,19 \sin 5x - 0,2 \cos 6x$	0,323
7	$Y = 8,4 - 0,06 \cos x - 0,02 \sin x - 0,01 \cos 2x + 7,9^{(-8)} \sin 2x + 0,003 \cos 3x + 0,16 \sin 3x + 0,04 \cos 4x - 0,08 \sin 4x + 0,05 \cos 5x + 0,02 \sin 5x - 0,15 \cos 6x$	0,332
8	$Y = 8,09 + 0,2 \cos x - 0,12 \sin x - 0,02 \cos 2x - 0,04 \sin 2x - 0,08 \cos 3x + 0,01 \sin 3x - 0,03 \cos 4x - 0,03 \sin 4x - 0,05 \cos 5x + 0,02 \sin 5x + 0,087 \cos 6x$	0,328
9	$Y = 8,28 + 0,2 \cos x - 0,27 \sin x + 0,1 \cos 2x + 0,19 \sin 2x - 0,02 \cos 3x - 0,02 \sin 3x - 0,02 \cos 4x - 0,02 \sin 4x + 0,14 \cos 5x - 0,15 \sin 5x + 0,03 \cos 6x$	0,330

Для определения оптимальных технологических параметров перематывания в результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ в программе kono.exe получена математическая модель зависимости технологических параметров выработки хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 34 текс от повреждаемости нитей при переработке на мотальной машине М-150-2:

$$Y = 3,29 + 0,02x_1 + 0,02x_2 - 0,03(x_1)^2 + 0,02(x_2)^2 - 0,01x_1x_2$$

Для получения оптимальных технологических параметров выработки хлопчатобумажной пряжи 34 текс на мотальной машине М-150-2 с минимальной повреждаемостью используем метод канонического преобразования математической модели, реализуем его на ЭВМ в программе MathCad.

В результате анализа поверхности отклика полученной математической модели можно сделать вывод, что наибольшую повреждаемость при перематывании хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 34 текс на мотальной машине М-150-2 нити получают при

установке заправочных параметров $X_1= 20$ гр., $X_2= 300$ мм, а наименьшую – $X_1= 10$ гр., $X_2= 160$ мм.

Аналогичные экспериментальные исследования повреждаемости нитей и пряжи при проведении технологических процессов снования и шлихтования позволят на основе результатов исследования разработать оптимальный технологический режим вышеуказанных процессов.

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., Березняк М.Г. Использование интерполяционного полинома Чебышева для анализа натяжения нитей основы // Фундаментальные исследования. - 2006. - 12. - С. 72-73.

4. Назарова М.В., Березняк М. Г. Разработка автоматизированного метода приближения функций с использованием полинома Лагранжа для описания технологического процесса ткачества // Успехи современного естествознания. - 2006. - 12. - С. 90-91.

5. Романов В.Ю. Определение оптимальных параметров изготовления хлопчатобумажной ткани // Известия вузов «Технология текстильной промышленности». - 2008. - 2С. - С. 64-66.

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 лавсановой, комплексной и хлопчатобумажной нитей при сматывании их с бобин сомкнутой и обычной намотки при проведении технологического процесса снования // Современные проблемы науки и образования. - 2009. - 5. - С. 100-102.

8. 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.

9. 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.

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.