

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШЛИХТОВАНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТКАНИ МИТКАЛЬ

Назарова М. В., Завьялов А. А.

*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 оптимизации процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи на шлихтовальной машине фирмы «Karl Mayer», установленной в приготовительном цехе ткацкого производства ООО «Камышинский Текстиль». Для разработки математической модели при проведении эксперимента в качестве метода исследования технологического процесса шлихтования был выбран активный эксперимент по матрице планирования Бокс-3. Для установления взаимосвязи между технологическими параметрами шлихтования в качестве основных параметров, влияющих на показатели физико-механических свойств ошлихтованной пряжи, выбраны следующие параметры: X1 – температура шлихты в корыте, °C; X2 – период времени от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок, ч; X3 – глубина погружения вала в шлихтовальное корыто, мм. В качестве выходного параметра выбрана величина обрывности нитей основы на ткацком станке. На основе полученной математической модели методом канонического преобразования были получены оптимальные параметры процесса шлихтования, обеспечивающие минимальную обрывность нитей при выработке ткани миткаль.

Ключевые слова: шлихтование, математическая модель, оптимизация.

## OPTIMIZATION OF SIZING OF COTTON YARN IN THE FORMULATION OF CALICO FABRICS

Nazarova M. V., Zavalov A. A.

*Kamyshin Technological Institute (branch) of the Federal State Budget Institution of Higher Professional Education "Volgograd State Technical University", Kamyshin, Russia (403874, g. Kamyshin, Lenina 6A), ttp@kti.ru*

The article presents the results of the optimization process sizing cotton yarn on a sizing machine company "Karl Mayer" established in preparatory workshop weaving Ltd. "Kamyshinsky Textiles". To develop a mathematical model for the experiment as a method of research of technological process sizing selected an active experiment planning matrix Box-3. To establish the correlation between technological parameters sizing as the main parameters affecting the performance of physico-mechanical properties of sizing yarn, the following options are selected: X1 – temperature of the size in a trough, °C; x2 – the time period from removal of the warp beam weaving machine with sizing before placing it on the loom, h; X3 – the depth of immersion of the shaft in a sizing trough, mm. On the basis of the obtained mathematical model by the method of canonical transformation it was obtained optimum parameters of process of sizing providing for minimum breakage of the yarn in the formulation of the fabric calico.

Keywords: sizing, mathematical model, optimization.

В настоящее время проблема импортозамещения и насыщения рынка отечественной текстильной продукцией высокого качества является актуальной. В связи с этим перед текстильной промышленностью ставится ряд задач, связанных с производством высококачественных тканей. Одним из путей решения этих задач является повышение качества текстильной продукции за счет установки современного высокопроизводительного оборудования и разработки новых технологических режимов.

Как известно, одним из важнейших процессов, обеспечивающих высокое качество ткани, является технологический процесс шлихтования основ. Целью данного процесса является

повышение устойчивости пряжи к трению и многоцикловым нагрузкам при прохождении ее на ткацком станке и создание паковки, необходимой для процесса ткачества [4].

Технологический процесс шлихтования хлопчатобумажной основы является многостадийным, со сложными взаимосвязями многих параметров. Установка и поддержание параметров шлихтования подчинены необходимости получения ошлихтованных основ высокого качества [2]. Параметры шлихтования выбираются в зависимости от рода волокна, линейной плотности и структуры нитей, строения и назначения ткани, состава шлихты и типа ткацкого станка.

К основным параметрам шлихтования относятся:

- 1) скорость шлихтования;
- 2) давление отжимных валов;
- 3) натяжение основы по зонам шлихтовальной машины;
- 4) температурный режим нанесения шлихты и сушки и т.д. [3].

От этих параметров в свою очередь зависят приклей и концентрация шлихты, вытяжка и влажность ошлихтованных основных нитей. Одной из наиболее важных операций в шлихтовании является температурный режим нанесения шлихты и сушки основы. Задача установки взаимосвязи между технологическими параметрами шлихтования для формирования ткацкого навоя высокого качества и разработка оптимальных технологических параметров на основе полученной математической модели является актуальной. Особенно это важно при установке современного оборудования [1,5].

Поэтому целью данной работы является оптимизация процесса шлихтования хлопчатобумажной основы на шлихтовальной машине фирмы «Karl Mayer», установленной в подготовительном цехе ткацкого производства ООО «Камышинский Текстиль».

Объектом исследования является шлихтовальная машина фирмы «Карл Майер» – SMR-E-F-1800 и перерабатываемая на ней хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 29 текс.

При проведении технологического процесса шлихтования нитей на шлихтовальной машине фирмы «Карл Майер» была установлена линейная скорость шлихтования на рабочем ходу машины 90 м/мин, на тихом ходу 5 м/мин. Краткая техническая характеристика пряжи, перематываемой на шлихтовальной машине, представлена в таблице 1.

**Таблица 1**

Краткая характеристика х/б пряжи

Наименование показателя	Значение
Линейная плотность нитей, текс	29
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	11,9
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,8

Краткая техническая характеристика шлихтовальной машины, представлена в таблице 2.

Таблица 2

элемент характеристики	значение
скорость шлихтования, м/мин	2-240
рабочая ширина, мм	1800
число навоев	10
диаметр фланцев навоев, мм	1000
кол-во пар отжимных валов	1
давление отжима на отжимных валах (max), Н	12000
сила натяжения нити (max), Н	5000
число сушильных барабанов	9
диаметр сушильного барабана, мм	800
давление пара в сушильном барабане,(max) бар	5

В качестве метода исследования технологического процесса шлихтования был выбран активный эксперимент по матрице планирования Бокс-3, так как он 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. Кроме того, матрица планирования Бокс-3, близкая к D-оптимальным, обладает свойствами равномерности 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. Кроме того, данный метод широко используется в ткачестве, так как он дает хорошие результаты [6,7].

Эксперимент, проведенный по выбранной матрице, позволяет получить математическую модель второго порядка, описывающую влияние факторов  $X_1, X_2, X_3$  на выбранный параметр оптимизации  $Y$  следующего вида:

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3+b_{11}X_1^2+b_{22}X_2^2+b_{33}X_3^2+b_{12}X_1X_2+b_{13}X_1X_3+b_{23}X_2X_3 \quad (1)$$

Для установления взаимосвязи между технологическими параметрами шлихтования на основе ранее проведенных исследований в качестве основных параметров, влияющих на показатели физико-механических свойств ошлихтованной пряжи, выбраны следующие параметры:

$X_1$  – температура шлихты в корыте, °С;

$X_2$  – период времени от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок, ч;

$X_3$  – глубина погружения вала в шлихтовальное корыто, мм.

В качестве выходного параметра выбрана величина обрывности нитей основы на ткацком станке.

Исследование технологического процесса шлихтования начиналось с проведения предварительного эксперимента, в результате которого определялись значения основных уровней параметров  $X_0$ , интервалы варьирования параметров  $I$ , верхние и нижние уровни варьирования –  $X_V$  и  $X_H$ . Полученные данные занесены в таблицу 3.

**Таблица 3**

Уровни варьирования выбранных параметров.

Параметры	Уровни варьирования параметров		
	min	0	max
$X_1$ - °C	75	80	85
$X_2$ - ч	0	12	24
$X_3$ - мм	0	67,5	135

В результате проведения эксперимента по матрице планирования Бокс-3 были получены значения обрывности нитей на ткацком станке. Данные исследований обрабатывались на ЭВМ в среде программирования MathCad. В результате была получена адекватная, с доверительной вероятностью 95 % модель, описывающая зависимость обрывности нитей основы на ткацком станке от параметров шлихтования:

$$Y=1,1118 - 0,0024045X_2 - 0,083487 X_3 + 0,0010027 X_1X_2 + 0,000015771 X_3^2$$

Из приведенного уравнения следует, что на обрывность пряжи наиболее существенное влияние оказывает глубина погружения основной пряжи в шлихтовальное корыто  $X_3$ , и период времени от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок  $X_2$ , взаимное действие температуры шлихты в корыте и времени.

Изменение температуры шлихты в корыте незначительно влияет на обрывность в ткачестве при средних значениях остальных параметров. Однако при понижении температуры шлихтующего препарата обрывность возрастает, что можно объяснить уменьшением проникновения его в пряжу.

С увеличением времени, прошедшего от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок, обрывность уменьшается. Снижение обрывности объясняется тем, что при увеличении этого времени улучшаются условия протекания релаксационных процессов в пряже, выравниваются внутренние напряжения, происходит равномерное перераспределение шлихтующего препарата по поверхности паковки, ее сечению и внутри пряжи. Также экспериментально было определено, что наиболее важно соблюдать время, прошедшее от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок при минимальных значениях остальных параметров, так как при невысокой

температуре шлихты и неглубоком погружении пряжи в шлихту необходимо большее время для протекания релаксационных процессов.

В производственных условиях часто бывает необходимо минимизировать время, прошедшее от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок. В этом случае во избежание увеличения обрывности нитей основы на ткацком станке необходимо повысить температуру шлихты в корыте.

Для разработки оптимального режима технологического процесса шлихтования по полученной математической модели с использованием в качестве метода оптимизации – метода канонического преобразования математической модели на ЭВМ были получены оптимальные значения параметров шлихтования, обеспечивающих минимальную обрывность основной пряжи в ткачестве, которые приведены в таблице 4.

**Таблица 4**

Оптимальные значения факторов, обеспечивающих минимальную обрывность основной пряжи в ткачестве

Параметры	значения параметров
Температура шлихты в корыте, °С	85
Время, прошедшее от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок, ч;	18
Глубина погружения ролика в шлихтовальное корыто, мм	82

В результате проведенной работы было определено, что в процессе шлихтования более рационально поддерживать высокую температуру шлихты, которая позволит обеспечить лучшую пропитку пряжи шлихтой и экономнее ее расходовать. При небольшом времени, прошедшем от снятия ткацкого навоя со шлихтовальной машины до установки его на ткацкий станок, отмечается высокая обрывность нитей основы на ткацком станке. При значительном увеличении этого времени также наблюдается повышенная обрывность нитей основы, которая может объясняться впитыванием излишней влаги из окружающего воздуха.

В таблице 5 приведены данные производственной проверки обрывности на ткацких станках пряжи, ошлихтованной с соблюдением оптимальных параметров.

**Таблица 5**

Данные производственной проверки обрывности на ткацких станках пряжи до и после установки оптимальных параметров

№ наблюдения	число обрывов на 1 м ткани	
	до установки оптимальных параметров	после установки оптимальных параметров
1	0,77	0,65
2	0,78	0,66
3	0,79	0,67
4	0,8	0,68
5	0,76	0,64

## Список литературы

1. Коротков М.В., Назарова М.В., Романов В.Ю. Разработка метода оценки качества подготовки основных нитей в приготовительном отделе ткацкого производства на основе анализа повреждаемости нитей по ширине заправки ткацкого станка // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6; URL: [www.science-education.ru/100-5064](http://www.science-education.ru/100-5064).
2. Назарова М.В., Завьялов А.А. Об эффективности модернизации парка ткацкого оборудования на ООО «Камышинский текстиль» // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12 (ч. 1). – С. 28-32.
3. Назарова М.В., Завьялов А.А. Исследование уровня повреждаемости нитей основы линейной плотности 29 текс на шлихтовальной машине "Karl Mayer" // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9. – Ч. 3. – С. 426-429.
4. Назарова М.В. Завьялов А.А. Исследование качества и эффективности переработки пряжи на шлихтовальной машине фирмы "Карл Майер" // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12 (ч. 1). – С. 33-35.
5. 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.– стр. 103-108.
6. Назарова М.В., Романов В.Ю. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования технологического процесса шлихтования нитей с использованием бинарной причинно-следственной теории информации // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11.
7. Назарова М.В., Романов В.Ю. Оценка напряженности процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №5.

### Рецензенты:

Николаев С. Д., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Проектирование и художественное оформления текстильных изделий», Московский университет дизайна и технологии, Текстильный институт им. А.Н. Косыгина, г. Москва;

Карева Т. Ю., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технологии и проектирование текстильных изделий», Текстильный институт Ивановского государственного политехнического университета, г. Иваново.