

УДК 677.023

**ЭФФЕКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА ШЛИХТОВАНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ  
НА МАШИНЕ ФИРМЫ KARL MAYER**

**EFFECTIVE MODELING  
OF THE PROCESS OF SIZING COTTON YARN  
ON SIZING MACHINE COMPANY KARL MAYER**

*М.В. НАЗАРОВА, А.А. ЗАВЬЯЛОВ*

*M.V. NAZAROVA, A.A. ZAVIALOV*

(Камышинский технологический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета)

(Kamyshin Technological Institute (branch) Volgograd State Technical University)

E-mail: ttp@kti.ru

*В статье приведены результаты оценки эффективности использования методов приближения функций для получения математических моделей натяжения хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29 текс в процессе шлихтования на шлихтовальной машине SMR-E-F-1800 фирмы Karl Mayer. В качестве методов приближения функций использовались интерполяционные полиномы Стирлинга, Лагранжа, Ньютона и Бесселя. В ходе проведения эксперимента с помощью тензометрической установки были получены тензограммы натяжения нитей основы. На основе полученных тензограмм и разработанных алгоритмов математического моделирования на ЭВМ в среде программирования Mathcad были получены математические модели натяжения нитей.*

*В результате сравнительного анализа эффективности использования различных интерполяционных полиномов установлено, что для математического описания технологического процесса шлихтования лучше использовать методы Бесселя и Лагранжа.*

*The article presents the evaluation results of the use of methods of approximation of functions (interpolation Stirling polynomials, Lagrange's, Newton's and Bessel) to obtain mathematical models of cotton yarn tension on sizing machine SMR-E-F-1800 the company Karl Mayer. In the course of the experiment were obtained tenzogrammy tension warp threads, on which with the help of the developed algorithms of mathematical modeling of computer programming environment Mathcad mathematical models were obtained thread tension.*

*As a result of the comparative analysis of efficiency of use of different interpolation polynomial determined that for the mathematical description of the technological process of sizing better to use the methods of Bessel and Lagrange.*

**Ключевые слова:** шлихтовальная машина, математическая модель, натяжение нитей, интерполяционные полиномы.

**Keywords:** sizing machine, a mathematical model, the tension wires, interpolation polynomial.

Процесс шлихтования нитей основы оказывает важное влияние на переработку их на ткацком станке. С целью повышения производительности шлихтовального оборудования, улучшения качества процесса шлихтования и снижения энергозатрат зарубежные фирмы-производители выпускают шлихтовальное оборудование, оснащенное системами контроля и автоматического регулирования процессов приготовления шлихты и шлихтования. Современные шлихтовальные машины оснащаются также компьютерными системами, которые регистрируют основные параметры процесса шлихтования и графически отображают изменение параметров во времени на дисплее, что позволяет персоналу шлихтовального отдела анализировать ход процесса и оперативно вносить изменения при необходимости [1].

В настоящее время на ООО "Камышинский текстиль" установлена новая шлихтовальная машина марки Karl Mayer – SMR-E-F-1800. Данная машина оснащена запоминающим программируемым устройством для управления и контроля следующих параметров: скорость машины, счетчик метров, величина натяжения нитей основы по зонам машины, сила прижима укачивающего валика, сила отжима нитей, температура в шлихтовальном корыте и сушильных барабанах. Система автоматического регулирования натяжения основы по зонам машины позволяет повисить равномерность натяжения нитей и тем самым уменьшить их обрывность [2].

В связи с широким применением на современном шлихтовальном оборудовании автоматизированных средств управления и контроля технологического процесса актуальной является задача получения математического описания технологического процесса на основе анализа эксперименталь-

ных данных для обеспечения мониторинга показателей работы оборудования, так как от правильной установки технологических параметров и их поддержания на оптимальном уровне зависит обрывность нитей на ткацком станке, а следовательно, и весь комплекс технико-экономических показателей работы ткацкого производства. В настоящее время, в связи с появлением современных средств исследования, чаще всего агрегированных с ПЭВМ, а также разработкой удобных для пользователя программных продуктов, встал вопрос о создании таких методов математического моделирования технологических процессов, которые позволят в достаточно небольшие промежутки времени, без внесения каких-либо возмущений в рассматриваемый технологический процесс, получить с заданной точностью математическую модель. В настоящей работе предлагается в качестве методов математического моделирования использовать численные методы (методы приближения функций) [3], [4].

Для разработки математических моделей технологического процесса шлихтования предлагается использовать следующие методы приближения функций: интерполяционные полиномы Стирлинга, Лагранжа, Ньютона и Бесселя [5...8].

Базой для проведения исследований с целью разработки эффективных методов получения математических моделей на основе использования методов приближения функций является подготовительный цех ткацкого производства ООО "Камышинский текстиль". Объектом исследования является шлихтовальная машина фирмы Карл Майер и перерабатываемая на ней хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 29 текс.

При проведении технологического процесса шлихтования нитей на шлихтовальной машине фирмы Карл Майер была уста-

новлена линейная скорость шлихтования на рабочем ходу машины 90 м/мин, на тихом ходу 5 м/мин. Краткая техническая характе-

ристика хлопчатобумажной пряжи, перематываемой на шлихтовальной машине, представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

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

Для получения значений натяжения нитей при переработке их на шлихтовальной машине Karl Mayer SMR-E-F-1800 используем тензометрическую установку ТТП-2008.

Прибор ТТП-2008 разработан в Камышинском технологическом институте и предназначен для измерения натяжения группы движущихся нитей. Применяется для измерения натяжения нитей на оборудовании ткацкого производства при выполнении исследовательских работ.

Для реализации задачи по разработке математических моделей при осуществлении технологического процесса шлихтования на шлихтовальной машине в зоне "ценовое поле" был установлен тестер натяжения ТТП-2008 и получены тензограммы натяжения нитей.

F, сН

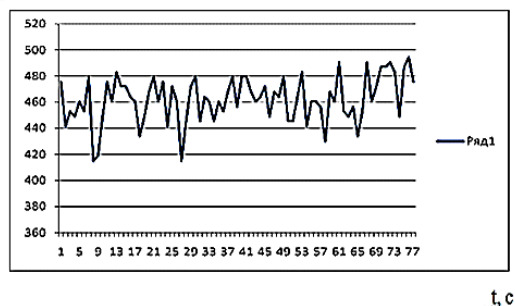


Рис. 1

На рис. 1 представлена одна из полученных тензограмм при шлихтовании хлопчатобумажной пряжи 29 текс на шлихтовальной машине Карл Майер.

На основе полученных тензограмм и разработанных алгоритмов математического моделирования с использованием интерполяционных полиномов на ЭВМ в среде программирования Mathcad были получены математические модели натяжения нитей. По результатам расчета на ЭВМ математических моделей был проведен сравнительный

анализ эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологического процесса шлихтования путем определения относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента  $x_i$  и путем построения графиков наложения экспериментальной кривой и кривой, полученной по математической модели. Для этого построены графики, представленные на рис. 2 (сравнительный анализ эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологического процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 29 текс), на которых показаны экспериментальные кривые натяжения нитей (пунктирной линией) и теоретические кривые, построенные по математическим моделям (обозначены на графике сплошной линией).

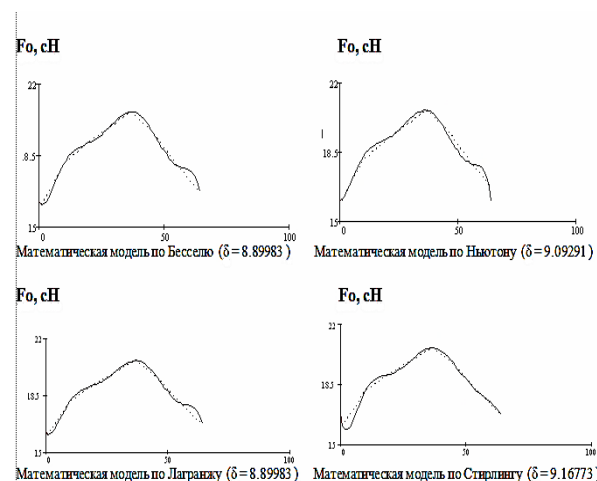


Рис. 2

В табл. 2 приведен сравнительный анализ эффективности использования методов приближения функций с помощью определения относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента  $x_i$ .

Метод приближения функции	Средняя квадратическая ошибка
По Бесселю	7,709
По Лагранжу	7,801
По Ньютону	8,075
По Стирлингу	8,124

## В Ы В О Д Ы

В результате сравнительного анализа эффективности использования различных интерполяционных полиномов установлено, что для математического описания технологического процесса шлихтования лучше использовать методы Бесселя и Лагранжа.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Короткова М.В., Назарова М.В., Романов В.Ю.* Разработка метода оценки качества подготовки основных нитей в причесательном отделе ткацкого производства на основе анализа повреждаемости нитей по ширине заправки ткацкого станка [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. – 2011, № 6.

2. *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.

3. *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.

4. *Назарова М.В., Романов В.Ю.* Оценка напряженности процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2012, № 5.

5. *Назарова М.В.* Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании полинома Лагранжа // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2007, № 3. С. 53...55.

6. *Назарова М.В.* Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании полинома Ньютона // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2007, № 4. С. 35...38.

7. *Назарова М.В.* Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании интерполяционного полинома Бесселя // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2007, №1. С. 44...47.

8. *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.

## REFERENCES

1. Korotkova M.V., Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Razrabotka metoda otsenki kachestva podgotovki osnovnykh nitey v prigotovitel'nom otdele tkatskogo proizvodstva na osnove analiza povrezhdaemosti nitey po shirine zapravki tkatskogo stanika [Elektronnyy resurs] // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2011, № 6.

2. Nazarova M.V., Berезnyak M.G. Issledovanie urovnya povrezhdaemosti nitey osnovy na shlikhtoval'noy mashine v usloviyakh ООО "ТК "КХБК" // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2009, №5.

3. Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovaniya tekhnologicheskogo protsessa shlikhtovaniya nitey s ispol'zovaniem binarnoy prichinno-sledstvennoy teorii informatsii // *Fundamental'nye issledovaniya*. – 2012, №11.

4. Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Otsenka napryazhennosti protsessa shlikhtovaniya khlopchatobumazhnoy pryazhi // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2012, № 5.

5. Nazarova M.V. Metod polucheniya matematicheskoy modeli natyazheniya osnovy na tkatskom stanke pri ispol'zovanii polinoma Lagranzha // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2007, № 3. S. 53...55.

6. Nazarova M.V. Metod polucheniya matematicheskoy modeli natyazheniya osnovy na tkatskom stanke pri ispol'zovanii polinoma N'yutona // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2007, № 4. S. 35...38.

7. Nazarova M.V. Metod polucheniya matematicheskoy modeli natyazheniya osnovy na tkatskom stanke pri ispol'zovanii interpol'yatsionnogo polinoma Besselya // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2007, №1. S. 44...47.

8. Nazarova M.V. Effektivnost' ispol'zovaniya razlichnykh polinomov pri issledovanii natyazheniya nitey po perekhodam tkatskogo proizvodstva // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2007, № 2. S. 48...50.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 20.04.15.