

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СНОВАНИЯ  
ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ НИТЕЙ**

**ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF ALGORITHMS  
OF MATHEMATICAL MODELLING  
OF TECHNOLOGICAL PROCESS  
OF WARPING COTTON THREADS**

*М.В. НАЗАРОВА, Л.Б. ТРИФОНОВА*  
*M.V. NAZAROVA, L.B. TRIFONOVA*

(Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского  
государственного технического университета)  
(Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University)  
E-mail: ttp@kti.ru

*В статье приведены результаты оценки эффективности методов получения математических моделей натяжения нитей в процессе снования на основе использования методов приближения функций на сновальной машине ZM-F-1800/1000DNC немецкой фирмы Karl Mayer. Для получения математических моделей технологического процесса снования были изучены методы и алгоритмы с использованием интерполяционных полиномов Стирлинга, Лагранжа, Ньютона и Бесселя. Была осуществлена программная реализация оценки эффективности выбранных алгоритмов математического моделирования. По результатам расчета был проведен сравнительный анализ эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологического процесса снования.*

*The article presents the results of evaluating the effectiveness of methods for obtaining mathematical models of thread tension in the warping process using the methods of approximation of functions on the warping machine ZM-F-1800/1000DNC of the German company Karl Mayer. In order to obtain mathematical models of the technological process, methods and algorithms were studied using the Stirling, Lagrange, Newton and Bessel interpolation polynomials. A software implementation was carried out to evaluate the effectiveness of the selected algorithms of mathematical modeling. According to the results of the calculation, a comparative analysis was made of the efficiency of using interpolation polynomials to describe the technological process of warping.*

**Ключевые слова:** сновальная машина, математическая модель, натяжение нитей, интерполяционный полином.

**Keywords:** warping car, mathematical model, tension of threads, interpolation polynomial.

Эффективность технологического процесса снования определяется целым комплексом факторов, одним из которых является натяжение нитей основы, влияющее на

обрывность пряжи. От правильной установки натяжения нитей зависит стабильность технологического процесса, качество вырабатываемых тканей.

В процессе снования натяжение нитей, составляющих одну ставку, должно быть равномерным в течение всего времени срабатывания паковки. Неравномерное натяжение нитей основы приводит к неправильному строению ткани и снижению ее эксплуатационных свойств. Чрезмерное натяжение нитей основы повышает вытяжку нитей и ухудшает ее физико-механические свойства [4].

В настоящее время актуальной остается задача получения математического описания объектов на основе анализа экспериментальных данных для обеспечения мониторинга показателей работы технологического процесса, 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 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 достаточной мере небольшие промежутки времени, без внесения каких-либо возмущений в рассматриваемый технологический процесс, получить с заданной точностью математическую модель [3].

Для решения одной и той же вычислительной задачи обычно может быть использовано несколько методов. Необходимо знать особенности этих методов, критерии, по которым оценивается их качество, чтобы выбрать метод, позволяющий решить проблему наиболее эффективным образом [5]. К достоинствам этих методов следует отнести их высокую эффективность при минимуме материальных затрат на получение экспериментальных данных. К недостаткам численных методов следует отнести большой объем вычислений, который устраняется при их реализации на ЭВМ.

В настоящей работе решается актуальная задача оценки эффективности методов получения математических моделей натяжения нитей в процессе снования на основе ис-

пользования методов приближения функций (интерполяционные полиномы Стирлинга, Лагранжа, Ньютона, Бесселя) и информационных технологий [2].

Базой для проведения исследований с целью оценки эффективности методов получения математических моделей на основе использования методов приближения функций являлся сновальный отдел приготовительного цеха ткацкого производства ОАО "УК КХБК" и лаборатория кафедры технологии текстильного производства Камышинского технологического института.

Объектом исследования являлась сновальная машина ZM-F-1800/1000DNC немецкой фирмы Karl Mayer и перерабатываемая на ней хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 29 текс. Краткая техническая характеристика пряжи, перематываемой на сновальной машине ZM-F-1800/1000DNC, представлена в табл. 1, основные технические характеристики сновальной машины ZM-F-1800/1000DNC – в табл. 2.

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

Т а б л и ц а 2

Наименование показателя	Значение показателя
Рабочая ширина, мм	1800
Линейная скорость снования, м/мин	150...1200
Размерность снования:	
-диаметр фланцев	1000
-рассадка фланцев	1800
-диаметр ствола	300
Плотность намотки, г/см	0,3...0,7

Для получения значений натяжения нитей при переработке их на сновальной машине используем тензометрическую установку ТТП-2008.

Для реализации задачи по разработке математических моделей технологического процесса снования в сновальном отделе приготовительного цеха ООО "УК КХБК" при осуществлении технологического процесса снования на партионной сновальной

машине в зоне "натяжной прибор – сновальный рядок" был установлен тестер натяжения ТТП-2008 и были получены тензограммы натяжения нитей.

По полученным ранее алгоритмам для разработки математических моделей технологического процесса снования на ЭВМ мы использовали среду программирования MathCad [1].

На основе использования автоматизированных методов приближения функций и полученных тензограмм натяжения нитей при сновании получены математические модели процесса снования. По результатам расчета на ЭВМ математических моделей

построены графики, представленные на рис. 1...4 (математические модели интерполяционных полиномов для описания технологического процесса снования хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29 текс по Бесселю, Ньютону, Лагранжу и Стирлингу соответственно), на которых показаны экспериментальные кривые натяжения нитей (пунктирной линией) и теоретические кривые, построенные по математическим моделям (обозначены на графике сплошной линией); математическая модель по Бесселю ( $\delta = 3,2104$ ) – рис. 1; по Ньютону ( $\delta = 2,1804$ ) – рис. 2; по Лагранжу ( $\delta = 3,0521$ ) – рис. 3; по Стирлингу ( $\delta = 2,0613$ ) – рис. 4.

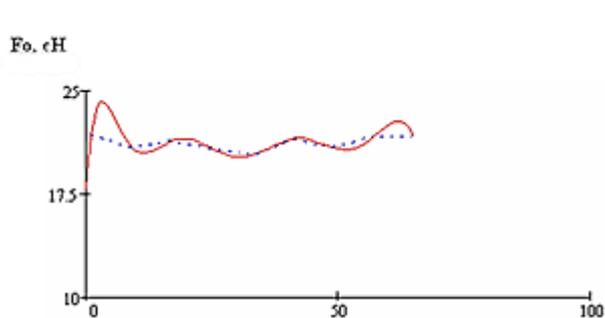


Рис. 1

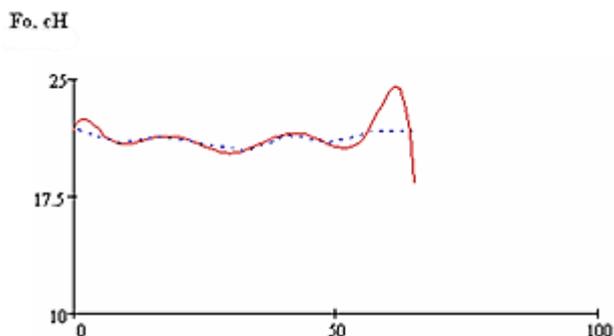


Рис. 2

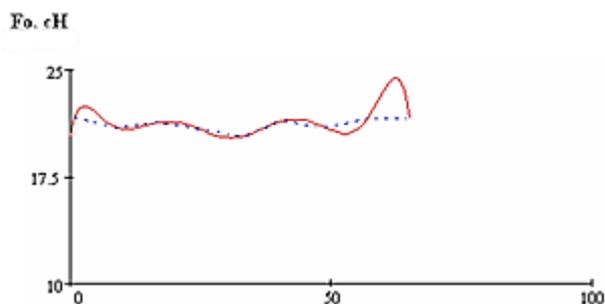


Рис. 3

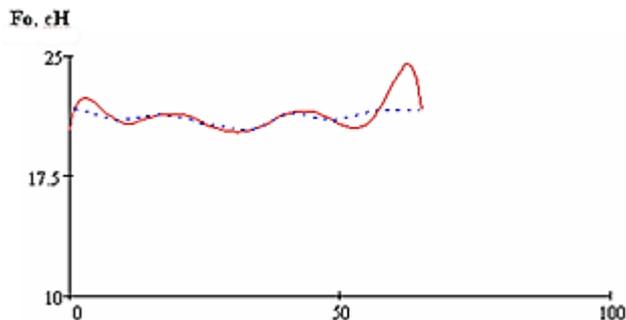


Рис. 4

Таким образом, в результате сравнительного анализа эффективности использования интерполяционных полиномов для математического описания технологического процесса снования, представленного в табл. 3, было установлено, что для исследуемой нити при описании технологического процесса снования лучше использовать методы Лагранжа и Стирлинга.

В результате проведенных исследований даны рекомендации по эффективному использованию интерполяционных полиномов для описания процесса снования.

Т а б л и ц а 3

Метод приближения функций	Относительная средняя квадратическая ошибка
По Бесселю	3,2104
По Лагранжу	3,0521
По Ньютону	2,1804
По Стирлингу	2,0613

## ВЫВОДЫ

1. Для оценки эффективности математического моделирования технологического процесса снования выбраны методы математического моделирования с использованием интерполяционных полиномов Стирлинга, Лагранжа, Ньютона и Бесселя.

2. На основе использования автоматизированных методов приближения функций и полученных тензограмм натяжения нитей получены математические модели для технологического процесса снования.

3. По результатам расчета на ЭВМ математических моделей проведен сравнительный анализ эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологического процесса снования, в результате которого установлено, что для исследуемых нитей при описании технологического процесса снования целесообразнее использовать методы Лагранжа и Стирлинга.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Назарова М.В., Романов В.Ю. Выбор оптимального метода моделирования технологического процесса снования при экспериментальном исследовании выработки ткани полотняного переплетения // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014, № 9 (часть 3). С.13...17.

2. 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.

3. Назарова М.В. О концепции разработки САПР текстильных предприятий // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2008, №3. С.142...143.

4. Николаев С.Д., Назарова М.В., Романов В.Ю. Оценка напряженности процесса снования хлопчатобумажной пряжи // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2012, №2. С. 46...50.

5. Романов В.Ю., Назарова М.В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования технологического процесса снования нитей с использованием бинарной причинно-следственной теории информации [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012, №6.

## REFERENCES

1. Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Vybor optimal'nogo metoda modelirovaniya tekhnologicheskogo protsessa snovaniya pri eksperimental'nom issledovanii vyrabotki tkani polotnyanogo perepleteniya // *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. – 2014, № 9 (chast' 3). S.13...17.

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

3. Nazarova M.V. O kontseptsii razrabotki SAPR tekstil'nykh predpriyatiy // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2008, №3. S. 142...143.

4. Nikolaev S.D., Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Otsenka napryazhennosti protsessa snovaniya khlopchatobumazhnoy pryazhi // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. – 2012, №2. S. 46...50.

5. Romanov V.Yu., Nazarova M.V. Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovaniya tekhnologicheskogo protsessa snovaniya nitay s ispol'zovaniem binarnoy prichinno-sledstvennoy teorii informatsii [Elektronnyy resurs] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2012, №6.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 27.04.15.