

УДК 677.023

**ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫРАБОТКИ ТКАНИ БЯЗЬ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ ПОЛИНОМОВ**

**CHOOSING AN EFFECTIVE METHOD  
OF MATHEMATICAL MODELING  
OF TECHNOLOGICAL PROCESSES PRODUCE FABRICS CALICO  
WITH THE USE OF INTERPOLATION POLYNOMIALS**

*М.В. НАЗАРОВА, Т.Л. ФЕФЕЛОВА*

*M.V. NAZAROVA, T.L. FEFELOVA*

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

**(Kamyshin Technological University (branch) of Volgograd State Technical University)**

E-mail: ttp@kti.ru

*В статье представлены результаты исследовательской работы по выбору эффективного метода математического моделирования технологического процесса выработки ткани бязь с использованием интерполяционных полиномов Лагранжа, Бесселя и Ньютона.*

*В ходе экспериментальных исследований натяжения нитей основы на ткацком станке СТБ-2-216 при выработке ткани бязь арт. 269 получены тензограммы натяжения нитей, на основе которых построены математические модели методами приближения функций. Сравнительный анализ полученных математических моделей показал, что наиболее точно описывает технологический процесс выработки ткани бязь арт. 269 метод математического моделирования с использованием интерполяционного полинома Ньютона.*

*The paper presents the results of research on the choice of an effective method of mathematical modeling of the process generating calico fabric using interpolation polynomials of Lagrange, Bessel and Newton.*

*In experimental studies the tension warp threads on the loom STB-2-216 in the development fabric calico art. 269 received tenzogrammy thread tension, based on mathematical models which method of approximating functions. Comparative analysis of mathematical models showed that most accurately describes the process generating calico fabric art. 269 method of mathematical modeling using polynomial interpolation Newton.*

**Ключевые слова:** ткачество, математическая модель, тензограммы, интерполяционные полиномы Лагранжа, Бесселя, Ньютона.

**Keywords:** weaving, mathematical model, tensograms, interpolation polynomials of Lagrange, Bessel, Newton.

В работе решена задача выбора наиболее эффективного метода получения математической модели, описывающей натяжение нитей основы на ткацком станке, с использованием интерполяционных полиномов.

Разработка новых технологических режимов и внедрение их в производство всегда сопровождается комплексом научных исследований. Использование современных средств исследования с использованием удобных программных продуктов на ЭВМ позволяет широко применять методы математического моделирования технологических процессов, не внося при этом возмущений в технологический процесс, и получать достаточно точные математические модели описываемого процесса.

Натяжение нитей основы и утка на ткацком станке – важнейший технологический показатель. От правильной установки натяжения нитей зависит стабильность технологического процесса, качество вырабатываемых тканей. Проблеме математического моделирования натяжения нитей основы на

ткацком станке уделялось достаточно много внимания, но чаще всего эти модели являлись результатом проведения факторных экспериментов и для их получения требовались не только высокая квалификация экспериментатора, но и значительные материальные и временные затраты для их получения. Отсюда и их недостаточное применение на текстильных предприятиях.

С помощью математических моделей, полученных в ходе выполнения работы, появляется возможность осуществлять контроль технологического процесса выработки ткани и таким образом влиять на качество продукции.

Анализ проведенных ранее исследований [1...4] показал, что для получения математической модели изменения натяжения нитей основы на ткацком станке наиболее точные результаты дают следующие методы приближения функций: интерполяционные полиномы Лагранжа, Ньютона и Бесселя.

Полином Лагранжа имеет вид:

$$P(x) = B_0 + B_1(x - x_0) + B_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + B_n(x - x_0)(x - x_1)\dots(x - x_{n-1}), \quad (1)$$

где  $B_0, B_1, \dots, B_n$  – коэффициенты полинома Лагранжа;  $x_i$  – значения аргумента.

Полином Ньютона имеет следующий вид:

$$y = y_0 + u\Delta y_0 + \frac{1}{2!}u(u-1)\Delta^2 y_0 + \dots + \frac{1}{n!}u(u-1)[u-(n-1)]\Delta^n y_0, \quad (2)$$

где  $u = \frac{x - x_0}{h}$ ;  $h$  – шаг изменения аргумента  $x$ .

Полином Бесселя имеет следующий вид:

$$y = \frac{y_0 + y_1}{2} + \left(u - \frac{1}{2}\right)\Delta y_0 + \frac{u(u-1)}{2!} \frac{\Delta^2 y_0 + \Delta^2 y_{-1}}{2} + \frac{u(u-1)\left(u - \frac{1}{2}\right)}{3!} \Delta^3 y_{-1} + \dots + \frac{u(u^2-1)(u-2)}{4!} \frac{\Delta^4 y_{-1} + \Delta^4 y_{-2}}{2} + \dots \quad (3)$$

Для решения задачи, заключающейся в выборе метода получения математической

модели, эффективно описывающей натяжение нитей основы на ткацком станке, выб-

рана ткань бязь арт. 269, выработка которой осуществляется на бесчелночном ткацком станке СТБ-2-216.

Базой для проведения исследований служили ткацкое производство ОАО "Управляющая компания" Камышинский ХБК" и лаборатории кафедры технологии текстильного производства Камышинского технологического института.

Для получения значений натяжения нитей основы на ткацком станке использовали тензометрическую установку ТТП-2008, разработанную в Камышинском технологическом институте и предназначенную для измерения натяжения группы движущихся нитей. С помощью данной установки получены тензограммы изменения натяжения основных нитей за один оборот главного вала станка. На рис. 1 представлена одна из полученных тензограмм изменения натяжения нитей основы за один оборот главного вала ткацкого станка СТБ-2-216 при выработке ткани бязь арт. 269.

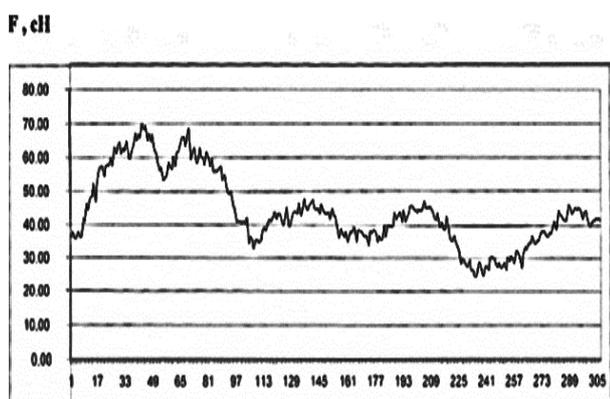


Рис. 1

На основе полученных тензограмм изменения натяжения нитей и использования

автоматизированных методов приближения функций с использованием интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона и Бесселя были получены математические модели, описывающие изменение натяжения нитей основы на ткацком станке при выработке ткани бязь арт. 269.

По результатам расчетов на ЭВМ математических моделей был проведен сравнительный анализ эффективности использования интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона и Бесселя для описания технологического процесса выработки ткани бязь арт. 269 на ткацком станке. Для этого построены графики, представленные на рис. 2, на которых показана экспериментальная кривая натяжения нитей (пунктирной линией) и теоретическая кривая, построенная по математической модели (обозначена на графике сплошной линией).



Рис. 2

На графике отмечены: по оси абсцисс номер величины измерения, а по оси ординат – натяжение нитей F. В табл. 1 приведены результаты сравнительного анализа эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологического процесса выработки ткани бязь арт. 269 на ткацком станке СТБ-2-216.

Таблица 1

Метод приближения функций	Относительная средняя квадратическая ошибка
Интерполяционный полином Лагранжа	3,08421
Интерполяционный полином Ньютона	3,07341
Интерполяционный полином Бесселя	3,08261

## ВЫВОДЫ

1. Решена задача выбора наиболее эффективного метода получения математичес-

кой модели, описывающей изменение натяжения нитей основы на ткацком станке при выработке ткани бязь арт. 269, на основе использования методов приближения функций.

2. Для получения математической модели технологического процесса выработки ткани бязь арт. 269 на ткацком станке СТБ-2-216 выбраны методы моделирования с использованием интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона и Бесселя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 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.

2. 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.

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

4. 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 05.04.15.