

УДК 677.023.23.001.18(043.3)

**МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО ПОЛИНОМА БЕССЕЛЯ***М.В. НАЗАРОВА***(Камышинский технологический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета)**

В последнее время при исследовании технологических процессов ткацкого производства научный и практический интерес представляют вопросы их прогнозирования, которые являются актуальными в связи с необходимостью уверенного предсказания возможности использования новых видов сырья, а также традиционных при повышенных скоростных режимах работы оборудования.

Методы математического моделирования позволяют прогнозировать и управлять технологическими процессами, строением и качеством тканей, а также определять оптимальные параметры, например, натяжение нитей и скорость станка при небольших затратах и достаточно оперативно [1...6].

Кроме того, эти методы относятся к числу современных методов и средств исследования и включают в себя методы получения математических моделей и их исследование с помощью электронных вычислительных машин.

Раньше для получения математической модели с целью оптимизации процесса ткачества использовались экспериментальные методы, заключающиеся в обработке экспериментальных данных, полученных в результате реализации математико-статистических методов планирования эксперимента. Использование методов приближения функций являлось нецелесообразным вследствие многочисленных громоздких вычислений, необходимых для

получения конечного результата, представленного в виде математической модели. Однако в последнее время стало возможным использование данных математических методов в связи с тем, что многие расчеты, ранее производимые вручную, сейчас можно автоматизировать, имея соответствующие навыки при работе на современной вычислительной технике.

В настоящей работе разработан автоматизированный алгоритм, позволяющий достаточно оперативно получить искомую математическую модель исследуемого технологического процесса и оценить ее эффективность, расчет которой также автоматизирован. Все необходимые вычисления производились в программной среде Mathcad и табличном процессоре Excel.

В соответствии с разработанным алгоритмом на кафедре технологии текстильного производства Камышинского технологического института был проведен эксперимент на станке СТБ-2-216 при выработке бязи арт. 262. В результате эксперимента была получена диаграмма зависимости натяжения нитей от угла поворота главного вала станка.

Для получения дискретной информации об исследуемом процессе полученную экспериментальную диаграмму натяжения нитей разбили на  $n$  интервалов с выбранным постоянным шагом  $h$  изменения аргумента. Результатом этого разбиения стало определение значений аргумента и функции в точках разбиения.

Полученные значения функции с выбранным постоянным шагом изменения аргумента были занесены в таблицу экспериментальных данных натяжения нитей, на основе которой составлялась таблица разностей.

Для определения коэффициентов

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

Проведя необходимые преобразования по упрощению полученной математической модели, приступили к определению ее эффективности.

Оценка эффективности математической модели заключается в определении относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента  $x_i$  по формуле:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^N \delta_i}{N} \cdot 100\%,$$

где  $\delta_i$  – относительная величина квадратической ошибки для каждого значения аргумента  $x_i$ , %;  $N$  – количество экспериментальных значений натяжения основных нитей.

$$\delta_i = \frac{\Delta_i}{y_{Ti}} \cdot 100\%,$$

полинома Бесселя из полученной таблицы были выбраны только те значения разностей, которые находятся на линии среднего значения аргумента. Полином Бесселя, в который подставляли все найденные коэффициенты, имеет следующий вид:

где  $\Delta_i$  – абсолютная средняя квадратическая ошибка для каждого значения аргумента  $x_i$ :

$$\Delta_i = \sqrt{\sum_{i=0}^N (y_{эi} - y_{Ti})^2},$$

Здесь  $y_{эi}$  – экспериментальные значения натяжения основных нитей, сН;  $y_{Ti}$  – теоретические значения натяжения основных нитей, вычисленные по математической модели, сН.

С целью получения более достоверных сведений об исследуемом процессе были построены математические модели с шагом интерполяции  $h=5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 120$  град.

В зависимости от выбранного шага интерполяции математические модели имели величины относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента, представленные в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Шаг интерполяции	Величина относительной средней квадратической ошибки в интервале (0; 360 град.), %	Величина относительной средней квадратической ошибки в интервале (80; 280 град.), %
5	80,49	66,51
10	398,46	619,78
15	103,87	106,28
20	6644,51	11226,90
30	76,24	62,83
40	94,11	15,30
60	42,79	4,81
80	72,39	4,82
120	211,98	9,27

Из табл. 1 видно, что более оптимальной является математическая модель с шагом интерполяции  $h=60$  градусов. Эта ма-

тематическая модель выглядит следующим образом:

$$P(x) := 1,0305 - 2,7144 \cdot 10^{-3} x + 2,8648 \cdot 10^{-3} \frac{x-180}{60} \left( \frac{x-180}{60} - 1 \right) + \\ + 3,0355 \cdot 10^{-2} \left( \frac{x-180}{60} \right) \left( \frac{x-180}{60} - 1 \right) \left( \frac{x-180}{60} - \frac{1}{2} \right) + \\ + (-4,0424) \cdot 10^{-3} \left( \frac{x-180}{60} \right) \left[ \left( \frac{x-180}{60} \right)^2 - 1 \right] \left( \frac{x-180}{60} - 2 \right).$$

Данную математическую модель можно использовать для контроля натяжения нитей основы на ткацком станке, но только в узких пределах, поскольку особенностью метода приближения функций с использованием интерполяционного полинома Бесселя является то, что применение его дает особую точность для точек, близких к середине интервала.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ работ, посвященных математическому моделированию технологических процессов ткацкого производства, также проанализированы методы приближения функций, которые могут применяться для описания технологических процессов ткацкого производства.

2. На основе экспериментальных данных с использованием интерполяционного полинома Бесселя получены математические модели натяжения нитей основы при исследовании технологического процесса ткачества; проведена оценка эффективности полученных математических моделей путем определения относительной средней квадратической ошибки.

3. Разработан автоматизированный алгоритм по использованию метода приближения функций с применением интерпо-

ляционного полинома Бесселя для прогнозирования изменения натяжения на ткацком станке и рекомендации по его использованию при анализе натяжения в процессе ткачества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
2. Севостьянов А.Г. Методы исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М., 1980.
3. Механическая технология текстильных материалов / А.Г. Севостьянов, Н.А. Осьмин, В.П. Щербаков и др. – М., 1977.
4. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов в текстильной промышленности. – М., 1984.
5. Николаев С.Д., Сумарукова Р.И., Юхин С.С., Власов П.В. Теория процессов, технология и оборудование подготовительных операций ткачества. – М.: Легпромбытиздат, 1993.
6. Николаев С.Д., Сумарукова Р.И., Юхин С.С., Власов П.В. Теория процессов, технология и оборудование ткацкого производства. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 07.11.06.