

УДК 677.023.23.001.18(043.3)

**МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИНОМА НЬЮТОНА**

*М.В. НАЗАРОВА*

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

Процесс образования ткани на ткацком станке складывается из следующих циклически связанных друг с другом основных технологических операций:

1) нити основы перемещаются в вертикальном направлении, разделяются в соответствии с рисунком переплетения и образуют зев;

2) в образованный зев вносится уточная нить;

3) проложенная в зеве уточная нить прибивается к опушке ткани;

4) наработанная ткань постепенно отводится и наматывается на товарный валик, а основа перемещается в продольном направлении;

5) основа сматывается с ткацкого навоя под определенным натяжением, необходимым для ведения технологического процесса.

Для исследования технологического процесса ткачества применяются различные методы, например, методы математического моделирования. Для получения математических моделей можно использовать различные интерполяционные полиномы, например, полином Ньютона.

Анализ работ, посвященных математическому моделированию процесса ткачества, показал, что метод приближения функций с помощью полинома Ньютона ранее не использовался. Для получения математической модели, описывающей изменение натяжения нитей основы при выработке ткани на ткацком станке, необходимо выполнить следующие действия.

1). На технологическом оборудовании, установленном в ткацком производстве или в лабораторных условиях, с помощью контрольно-измерительных приборов получают диаграмму или осциллограмму натяжения нитей. На диаграмме или осциллограмме выделяют участок, после которого цикл натяжения нитей повторяется.

2). Для получения дискретной информации об исследуемом процессе разбивают

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

С помощью данного алгоритма было получено несколько математических моделей с различным шагом интерполяции. Оценка эффективности полученных математических моделей производилась путем расчета относительной среднеквадратической 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.

диаграмму или осциллограмму натяжения нитей с выбранным постоянным шагом  $h$  изменения аргумента.

3). Определяют значения аргумента и функции в соответствии с выбранным постоянным шагом по экспериментальной диаграмме или осциллограмме натяжения нитей.

4). Для практического применения полинома Ньютона вводят новую безразмерную величину:

$$U = \frac{x - x_0}{h},$$

где  $x_0$  – значение аргумента, занимающее начальное положение в таблице экспериментальных данных натяжения.

5). Составляют диагональную таблицу разностей.

6). Подставляют значения разностей из таблицы разностей в полином Ньютона и получают искомую математическую модель:

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

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

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

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

Математическое моделирование технологического процесса ткачества с помощью интерполяционного полинома Ньютона

тона осуществлялось в программных оболочках Mathcad и Excel.

С целью реализации поставленной задачи по использованию интерполяционного полинома Ньютона для получения математической модели в лаборатории ткачества кафедры технологии текстильного производства КТИВолг ГТУ был проведен эксперимент по исследованию влияния заправочных параметров ткацкого станка СТБ-2-216 на физико-механические свойства бязи.

Результатом проведенного эксперимента явилось получение диаграммы зависи-

мости натяжения нитей за оборот главного вала станка. Данная диаграмма в соответствии с вышеуказанным алгоритмом разбивалась на равные интервалы с шагом интерполяции  $h=5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 120$  град. После составления диагональных таблиц разностей и нахождения коэффициентов полинома было получено девять различных математических моделей.

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

Т а б л и ц а 1

Шаг интерполяции	Величина относительной средней квадратической ошибки на интервале (0; 360 град), %	Величина относительной средней квадратической ошибки на интервале (80; 280 град), %
5	84,29	100,00
10	68,49	81,94
15	56,80	61,34
20	42,50	37,04
30	23,94	10,97
40	117,59	2,84
60	3,77	3,28
80	5,53	4,33
120	96,83	15,25

Из табл. 1 видно, что наименьшую относительную среднюю квадратическую ошибку на интервале (80; 280 град) имеет математическая модель с шагом интерполяции  $h=40$  град. Кроме того, особенностью использования полинома Ньютона является то, что высокая точность достига-

ется только для тех точек, которые расположены в середине интервала.

Математическая модель, обладающая большей точностью для точек, близких к середине интервала, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 P(x) := & 0,252144 + u \cdot 0,115598 + \frac{1}{2!} u(u-1) \cdot 0,074725 - \frac{1}{3!} u(u-1)(u-2) \cdot 0,203758... \\
 & + \frac{1}{4!} u(u-1)(u-2)(u-3) \cdot 0,259888 - \frac{1}{5!} u(u-1)(u-2)(u-3)(u-4) \cdot 0,406986... \\
 & + \frac{1}{6!} u(u-1)(u-2)(u-3)(u-4)(u-5) \cdot 0,93122... \\
 & + \frac{1}{7!} u(u-1)(u-2)(u-3)(u-4)(u-5)(u-6) \cdot (-2,241154)... \\
 & + \frac{1}{8!} u(u-1)(u-2)(u-3)(u-4)(u-5)(u-6)(u-7) \cdot 4,911393.. \\
 & + \frac{1}{9!} u(u-1)(u-2)(u-3)(u-4)(u-5)(u-6)(u-7)(u-8) \cdot (-9,815611).
 \end{aligned}$$

## ВЫВОДЫ

1. Проанализированы методы приближения функций, которые могут применяться для описания технологических процессов ткацкого производства.

2. На основе экспериментальных данных с использованием интерполяционного полинома Ньютона получены математические модели натяжения нитей основы при исследовании технологического процесса ткачества.

3. Предложена методика оценки эффективности полученных математических моделей путем определения относительной средней квадратической ошибки.

4. Разработаны автоматизированный алгоритм по использованию метода приближения функций с применением интерполяционного полинома Ньютона для прогнозирования изменения натяжения на

ткацком станке и рекомендации по использованию полинома Ньютона при анализе натяжения в технологическом 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. 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.