

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

М.В. НАЗАРОВА

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

Технологический процесс ткачества, относящийся к категории сложных процессов, характеризуется большим числом взаимосвязанных факторов, наличием существенных неконтролируемых возмущений и ошибок измерения отдельных параметров и случайным изменением во времени характеристик. В связи с этим важным является установление математической модели или соотношения между входными и выходными параметрами.

Знание математической модели процесса позволяет прогнозировать условия изготовления, строение и свойства ткани, оценить степень влияния входных факторов.

Анализ литературы позволил установить, что для математического описания технологического процесса ткачества ранее использовались экспериментальные методы, заключающиеся в обработке экспериментальных данных, полученных в результате реализации математико-статистических методов планирования эксперимента.

Кроме этих методов существуют также методы приближения функций, которые не нашли широкого применения, поскольку требуют проведения значительного количества вычислений, то есть являются очень трудоемкими. В настоящее время появилась современная вычислительная техника, позволяющая автоматизировать весь процесс исследования какого-либо процесса при наличии всех необходимых для этого средств исследования. Поэтому стало воз-

можным использование методов приближения функций для математического описания технологических процессов.

Сущность методов приближения функций заключается в замене одной функции, которая чаще всего известна лишь эмпирически, другой функцией более простого вида. С этой целью можно применять различные интерполяционные полиномы и, в частности, полином Лагранжа.

Для использования этого полинома при исследовании технологического процесса ткачества был составлен автоматизированный алгоритм, в соответствии с которым необходимо выполнить следующее.

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

2). Для получения дискретной информации об исследуемом процессе разбить диаграмму или осциллограмму натяжения нитей с выбранным постоянным шагом h изменения аргумента.

3). На основе экспериментальных данных натяжения произвести вычисления коэффициентов полинома.

4). Подставить коэффициенты в полином Лагранжа, общий вид которого представляется выражением:

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

Для получения диаграммы натяжения нитей основы в лаборатории ткачества кафедры технологии текстильного производства Камышинского технологического института (филиал Волгоградского государ-

ственного технического университета) был проведен эксперимент на ткацком станке СТБ-2-216. Полученная в результате эксперимента диаграмма обрабатывалась в соответствии с вышеуказанным алгорит-

мом. Было получено несколько математических моделей с различным шагом интерполяции.

Оценка эффективности полученных математических моделей производилась путем расчета относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента x_i по формуле

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

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

В свою очередь:

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

где Δ_i – абсолютная средняя квадратическая ошибка для каждого значения аргумента x_i ;

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

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

Получение математических моделей производилось в среде программирования Mathcad, а оценка их эффективности – в табличном процессоре Excel. В зависимости от выбранного шага интерполяции математические модели имели следующие величины относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Шаг интерполяции, град	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	68,50	81,95
15	84,01	96,51
20	47,92	46,40
30	21,80	7,25
40	37,20	2,37
60	3,51	3,28
80	10,20	5,68
120	10,30	5,72

Из табл. 1 видно, что на узком интервале (80; 280 град.) более эффективной математической моделью является та, которая построена с шагом интерполяции $h=40$ град. Однако для исследования натяжения нитей на всем интервале эту модель использовать нецелесообразно вследствие большой величины относительной средней квадратической ошибки. В этом случае следует выбирать математическую модель с шагом интерполяции $h = 60$ град. И в том, и в другом случае величины относительной средней квадратической ошибки на интервале

(80; 280 град.) не превышают допустимой нормы $\delta=5$ %, следовательно, математические модели с шагом $h=40$ и $h=60$ град. могут быть использованы для прогнозирования изменения натяжения нитей в ткачестве для точек, близких к середине интервала.

В Ы В О Д Ы

1. Проведен анализ работ, посвященных математическому моделированию

технологического процесса ткачества, и проанализированы методы приближения функций, которые могут применяться для описания технологических процессов ткацкого производства.

2. На основе экспериментальных данных с использованием интерполяционного полинома Лагранжа получены математические модели натяжения нитей основы при исследовании технологического процесса ткачества, и проведена оценка их эффективности путем определения относительной средней квадратической ошибки.

3. Разработаны автоматизированный алгоритм по использованию метода приближения функций с применением интерполяционного полинома Лагранжа для прогнозирования изменения натяжения на ткацком станке и рекомендации по использованию полинома Лагранжа 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. 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.