

Таким образом, было установлено:

- при использовании полинома Стирлинга для исследования натяжения нитей основы на ткацком станке СТБ-2-216 целесообразно использовать шаг интерполяции $h=40$ град.

- применение интерполяционного полинома Стирлинга дает особую точность для точек, близких к середине интервала.

Выводы:

1. Проведен анализ работ, посвященных математическому моделированию технологического процесса ткачества.

2. Проанализированы методы получения математической модели для приближенного описания технологических процессов ткацкого производства.

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

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

5. Разработан автоматизированный алгоритм по использованию метода приближения функций с применением интерполяционного полинома Стирлинга для прогнозирования изменения натяжения на ткацком станке.

6. Разработаны рекомендации по использованию полинома Стирлинга при анализе натяжения в технологическом процессе ткачества.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МЕТОДА ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИНОМА ЛАГРАНЖА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТКАЧЕСТВА

Назарова М.В., Березняк М.Г.

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

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

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 реали-

зации 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 возможным 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, в частности, полином Лагранжа.

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

- 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:

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

Для получения диаграммы натяжения нитей основы в лаборатории ткачества кафедры «Технология текстильного производства» Камышинского технологического института (филиал Волгоградского государственного технического университета) был проведен эксперимент на ткацком станке СТБ-2-216.

Полученная в результате эксперимента диаграмма обрабатывалась в соответствии с вышеуказанным алгоритмом. В среде программирования Mathcad было получено несколько математических моделей с различным шагом интерполяции. Оценка эффективности полученных математических моделей производилась в табличном процессоре Excel путем расчета относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента x_i по формуле

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{N} \cdot 100\% ,$$

где d_i - относительная величина квадратической ошибки для каждого значения аргумента x_i , %;

N - количество экспериментальных значений натяжения основных нитей.

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

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

$$\Delta_i = \sqrt{\sum_{i=0}^N (y_{\text{э}i} - y_{\text{т}i})^2} ,$$

где $y_{\text{э}i}$ - экспериментальные значения натяжения основных нитей, сН

$y_{\text{т}i}$ - теоретические значения натяжения основных нитей, вычисленные по математической модели, сН

В зависимости от выбранного шага модели имели следующие величины относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента (см. табл.1).

Таблица 1. Показатели относительной средней квадратической ошибки в зависимости от шага интерполяции

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	68,50	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 таблицы 1 видно, что на узком интервале (80; 280 град.) более эффективной математической моделью является та, которая построена с шагом $h=40$ 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 $h=60$ 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.

Выводы:

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

7) С использованием полинома Лагранжа получены математические модели натяжения нитей основы при исследовании процесса ткачества и проведена оценка их эффективности.

8) 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.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИНОМА БЕССЕЛЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Назарова М.В., Березняк М.Г.

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

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. Кроме того, методы математического моделирования технологических процессов 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