

УДК 004.9: 677.017.31

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ НЕРОВНОТЫ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ

*А.С. Дягилев, к.т.н., А.Г. Коган, д.т.н., профессор,  
УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Продуктам прядения, таким как лента, ровница, пряжа и т.д. свойственна неровнота – изменение вдоль продукта его свойств: толщины, плотности, прочности и т.д.

Для исследования неровноты продуктов прядения используют диаграмму масс – график изменения линейной плотности продукта на последовательно расположенных отрезках равной длины. На рисунке 1 приведена диаграмма масс хлопчатобумажной пряжи пневмомеханического способа прядения, полученная на приборе Uster Tester 5. Шаг дискретизации 0,021 метра, линейная плотность пряжи 29 текс, коэффициент вариации по линейной плотности 14,96 %. На рисунке 2 приведена гистограмма распределения линейной плотности этой же пряжи.

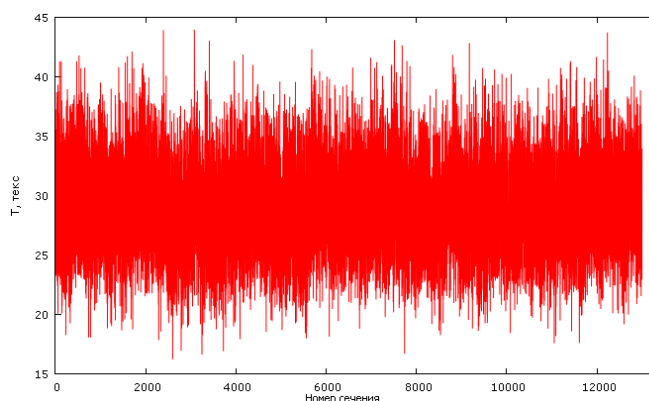


Рисунок 1

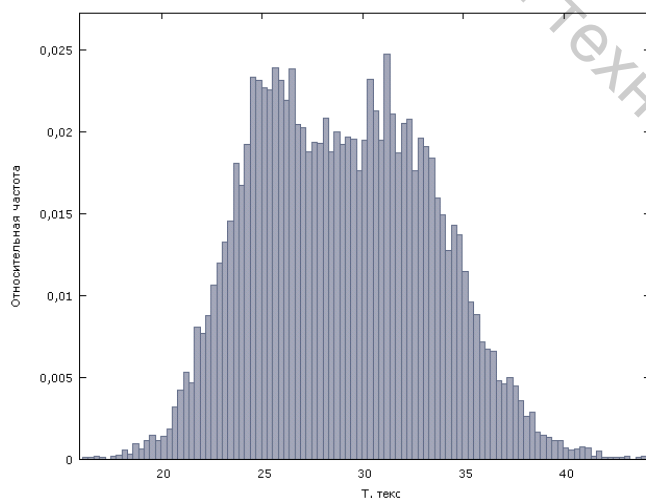


Рисунок 2

Отрегулированный прядильный процесс является стационарным в широком смысле, это означает что физико-механические свойства изменяясь вдоль продукта прядения имеют постоянные вероятностные характеристики: математическое ожидание (среднее значение относительно которого происходят колебания), дисперсию (разброс значений относительно среднего) и автокорреляционную функцию.

При хорошо отрегулированных процессах прядильного производства неровнота продуктов прядения не должна содержать выраженных периодических колебаний. Такие колебания, например, могут быть обусловлены эксцентricностью цилиндра выпускающей пары вытяжного прибора. При отсутствии периодических колебаний интерес для исследования представляют непериодические колебания, с непостоянным периодом.

Для выделения таких колебаний из диаграммы масс (рисунке 1) может применяться сглаживание с помощью централизованного скользящего среднего:

$$\omega(x) = \frac{1}{2x_0} \int_{x-x_0}^{x+x_0} z(l) dl \approx \frac{1}{2k+1} \sum_{p=-k}^k z(x+p), \quad (1)$$

где  $z(x)$  - функция характеризующая изменение толщины продукта прядения по длине;  $x$  - расстояние от начала диаграммы до середины сглаживаемого отрезка;  $2x_0$  - длина сглаживаемого отрезка диаграммы;  $(2k + 1)$  - количество точек диаграммы в сглаживаемом отрезке.

Вычитая из значений исходного ряда  $z(x)$  значения полученные сглаживанием скользящим средним  $\omega(x)$  можно получить остаточную  $v(x)$  компоненту неровноты:

$$v(x) = z(x) - \omega(x). \quad (2)$$

Так как остаточная компонента и компонента полученная сглаживанием скользящим средним (рисунок 3) не имеют корреляционной связи ( $r = -0,00296$ ;  $p\text{-value} = 0,529$ ), то согласно теореме о дисперсии суммы случайных величин существует взаимосвязь дисперсий:

$$\sigma_z^2 = \sigma_\omega^2 + \sigma_v^2 \quad (3)$$

На рисунке 3 приведены кривые представляющие собой: исходную диаграмму масс; выделенную с помощью сглаживания скользящей средней по 11 точкам (0,231 метра) компоненту неровноты; и остаточную компоненту, полученную по формуле (2). Известно, что в процессе пневмомеханического прядения сглаживается неровнота на отрезках, длина которых меньше длины сборной поверхности прядильной камеры. Для прядильной машины ППМ-120 длина сборной поверхности

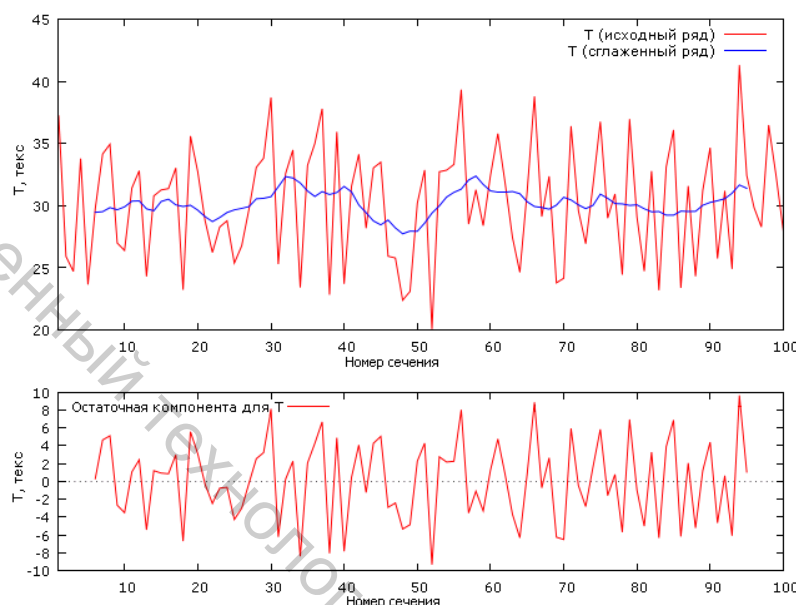


Рисунок 3

прядильной камеры  $\pi D_{п.к.} = \pi 0,065 = 0,204$  метра, таким образом, выделенная составляющая неровноты присутствовала в волокнистом продукте до его циклического сложения в прядильной камере. Остаточная компонента также может быть подвергнута последовательной фильтрации скользящим средним, и анализу.

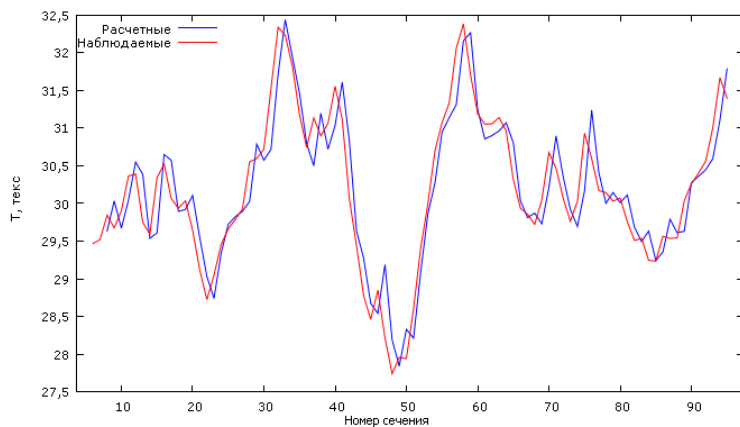


Рисунок 4

Значения линейной плотности на последовательных участках продукта прядения имеют тесную корреляционную связь. Это объясняется тем, что соседние сечения продукта включают в себя общие волокна, и линейная плотность одного участка не может измениться независимо от соседних. Такие зависимости могут быть, с высокой степенью достоверности аппроксимации, смоделированы авторегрессионной зависимостью. На рисунке 4

приведена кривая компоненты неровноты, выделенная с помощью скользящего среднего, и аппроксимирующая ее авторегрессионная модель первого порядка.

Таким образом, выделенная компонента неровноты хлопчатобумажной пряжи пневмомеханического способа прядения линейной плотностью 29 текс, на отрезках 0,021 метра может быть смоделирована авторегрессионным процессом:

$$T_i = 1,83432 + 0,937011 \cdot T_{i-1} + \varepsilon_i \quad (4)$$

где  $i$  - номер сечения;  $\varepsilon_i$  - ошибка, имеющая нормальный закон распределение,  $N(0;0,553)$

Использование описанного процесса скользящего среднего позволяет выделять компоненты неровноты для их последующего анализа. Полученные на основе экспериментальных данных авторегрессионные модели компонентов неровноты продуктов прядения дают сравнительно простой механизм для ее имитационного моделирования.

#### Список использованных источников

1. Севостьянов, А. Г. Методы исследования неровноты продуктов прядения. - М.: Ростехиздат, 1962. - 385 с.

УДК 677.017:677.024.324.23

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБРЫВНОСТИ НИТЕЙ ОСНОВЫ В ТКАЧЕСТВЕ**

*Д.А. Иваненков, доцент, А.А. Кузнецов, профессор, Д.А. Башун, студент,  
УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Целью работы являлась разработка и промышленная апробация научно-обоснованных экспресс-методов прогнозирования показателей усталостных свойств текстильных нитей различного вида, структуры и волокнистого состава с использованием существующего парка испытательного оборудования.

Для решения задачи экспресс-прогнозирования стойкости текстильных нитей при многоцикловом истирании предложено использовать параметрический принцип прогнозирования качества сложных технических систем. Одним из параметров, изменяющимся в результате многоциклового испытания на истирание, является разрывная нагрузка нити. Предположив, что разрушение нити происходит при достижении разрывной нагрузки некоторого критического значения, зависящего от физико-механических свойств нити и условий проведения испытаний, разработаны вероятностные и эмпирические математические модели зависимости разрывной нагрузки нитей от количества циклов истирания.

Экспериментальные исследования проводились с использованием приборов ТКИ-5-27 (в качестве абразива использовались галева ремизок) и ИПП, предназначенный для самоистирания нитей в петле. Установлено, что характер движения, вид абразива и условия проведения испытаний не изменяют общих закономерностей снижения разрывной нагрузки нити при многоцикловом испытании на истирание. Показано, что разработанные математические зависимости, адекватны результатам эксперимента с доверительной вероятностью 0,95 для различных условий проведения испытаний текстильных нитей различного вида, структуры и сырьевого состава.