

УДК 677.052.94

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТОНЕНИЯ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

В.А. АВРЕЛЬКИН, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, Е.И. ВЛАСОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Имитационное моделирование является эффективным инструментом оценки характеристик процессов функционирования сложных систем на этапах их исследования и проектирования.

Одно из центральных мест среди проблем современной теории управления принадлежит проблеме интеллектуализации управления динамическими объектами в условиях неопределенности, то есть проблеме построения адаптивных систем, принцип работы которых основан на изменении параметров и структуры в результате наблюдения и обработки текущей информации так, чтобы исследуемая система с течением времени улучшила свое функционирование, достигая в конечном итоге оптимального состояния.

До настоящего времени основным методом исследования динамических систем, составляющих прядильное производство, являлось их математическое описание. Во-

прос применимости к изучению рассматриваемой системы только математической модели не позволяет оценить всю картину, происходящую в исследуемом процессе.

Использование имитационного моделирования в производственном процессе позволяет спрогнозировать поведение и будущее состояние производственной системы, что существенно повышает точность разрабатываемых планов производства. В то же время модель дает возможность оценить альтернативные варианты управленческих воздействий, повышая тем самым качественный уровень принимаемых решений.

Цель настоящей работы заключается в разработке имитационной модели утонения волокнистого продукта и в определении на базе полученной модели значений параметров, влияющих на процесс вытягивания и обеспечивающих наилучшие условия протекания последнего.

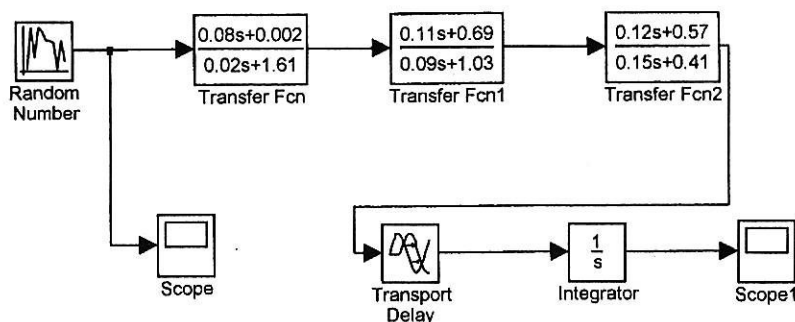


Рис. 1

В результате проведенных исследований разработана имитационная модель процесса утонения волокнистого продукта для вытяжного прибора прядильной машины П-76-ШГ2. Структурная блок-схема этого процесса, представленная на рис. 1, построена на базе полученной в [1] передаточной функции.

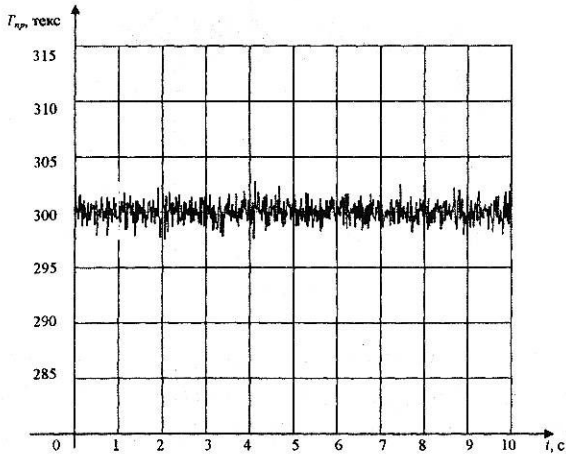


Рис. 2

При разработке модели системы утонения волокнистого продукта в качестве входного сигнала выступает линейная плотность входящего в вытяжной прибор полуфабриката с заданной дисперсией (рис.2). Выходным сигналом исследуемой модели является линейная плотность пряжи, выходящей из вытяжного прибора (рис.3).

Модель утонения волокнистого продукта построена с использованием Simulink системы MatLab. Разработанная имитационная модель является реальным описанием логики функционирования исследуемой системы (утонение волокнистого продукта) и взаимодействия отдельных ее элементов во времени.

Поскольку целью имитационного моделирования является исследование влия-

В ходе моделирования имеется возможность наблюдать за исследуемым процессом. Исследуемая характеристика настоящей модели (линейная плотность выходящего из вытяжного прибора продукта) может быть представлена как в числовом, так и в графическом виде.

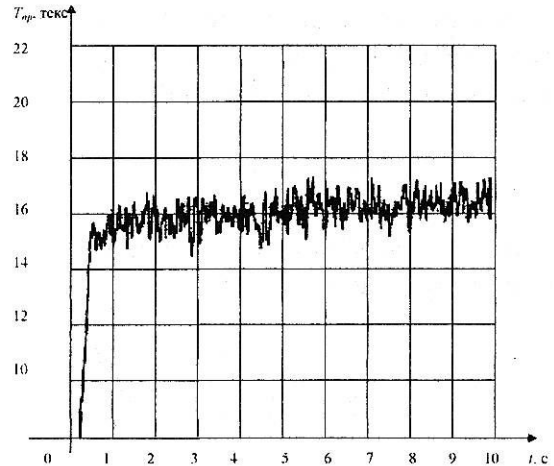


Рис. 3

ния параметров ее составляющих на определение оптимальной выходной величины, то в качестве эталона предлагается использовать имитационную модель, полученную на базе передаточной функции утонения продукта, в которой функцию плотности вероятности изменения скорости движения волокон необходимо считать как для первой предельной схемы вытягивания.

В качестве объекта исследования использовали шерстяную ровницу из смеси следующего состава: шерсть 70^к I длины 35%, искусственное волокно (лавсан) 65%; штапельная длина волокон равна 74,2 мм, линейная плотность исследуемой ровницы $T_p = 333$ текс.

Функция распределения волокон по длинам выражается следующей формулой [1]:

$$f(\ell) = m \frac{\lambda^4}{\Gamma(\eta)} (110 - \ell)^3 e^{-\lambda(110 - \ell)} \text{Ind}_{(110 > \ell > 64)}(\ell), \quad (1)$$

где $\Gamma(\eta) = \int x^{\eta-1} e^{-x} dx$; m, λ, η - параметры

гамма-функции.

В работе [2] представлена функция плотности вероятности координаты x переднего конца волокна длиной ℓ в момент изменения его скорости с V_1 на V_2 , которая выглядит следующим образом:

$$\varphi(x, \ell) = \delta(x - R). \quad (2)$$

После преобразования Лапласа вид функции будет иметь вид:

$$\Phi(x, \ell) = e^{-p \frac{(E-1)R}{V}}, \quad (3)$$

где E - вытяжка в исследуемой зоне вытяжного прибора; R - разводка в исследуемой зоне вытяжного прибора; V - скорость движения волокна.

Общий вид передаточной функции выглядит так:

$$W(p) = e^{-\frac{Rp}{V_1}} \frac{R}{E} \int_0^R \Phi(x, \ell) d\ell = e^{-\frac{Rp}{V_1}} M\Phi(x, \ell). \quad (4)$$

Для получения передаточной функции необходимо определить математическое ожидание функции $\Phi(x, \ell)$:

$$M\Phi(x, \ell) = \int_0^{\infty} \Phi(x, \ell) f(\ell) d\ell = e^{-p \frac{(E-1)R}{V_2}} \frac{110\alpha}{V_2} m \frac{\lambda^4}{\Gamma(\eta)} \int_{64}^{110} (110 - \ell)^3 e^{\lambda \ell} d\ell. \quad (5)$$

После преобразований, проделанных аналогичным образом, что и в [1], и подстановки полученного результата в выражение (4) определим вид передаточной функции. Выходным сигналом исследуемой функции является изменение линейной плотности продукта в масштабе ре-

ального времени для первой предельной схемы движения волокон (рис.4).

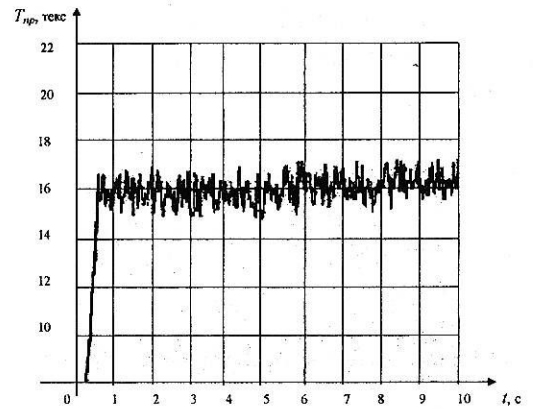


Рис. 4

Сопоставление и анализ полученных результатов (рис. 3 и 4) позволяют подбирать необходимые значения параметров, которые оказывают влияние на процесс вытягивания.

В соответствии с поставленной целью настоящего исследования проанализируем динамику изменения выходного сигнала, реальной модели процесса утонения волокнистого продукта (рис.1), при различных заправочных параметрах вытяжного прибора. Как было сказано ранее, на выходной сигнал исследуемой модели влияют заправочные параметры вытяжного прибора, система уплотнения, а также свойства перерабатываемого продукта.

В настоящей работе система уплотнения вытяжного прибора включает следующие устройства: конический уплотнитель на входе в прибор; в задней зоне вытягивания установлена криволинейная планка, поверхностью которой является логарифмическая спираль; в основной зоне вытягивания используются ремешки, причем в нижнем ремешковом пространстве установлена криволинейная планка с аналогичной поверхностью.

В проводимом машинном эксперименте значения вытяжки и разводки, а также система уплотнения для всех исследуемых вариантов были одинаковыми, менялись только величины нагрузок на нажимные валики. При варьировании нагрузок на на-

жимные валики функция плотности вероятности перехода волокна со скорости с V_1 на V_2 изменяется, так как меняется поле сил трения, а следовательно, непостоянна и передаточная функция процесса утонения волокнистого продукта.

В работе представлена структурная блок-схема процесса утонения волокнистого продукта (рис.1) для варианта, которому соответствует наименьшее значение коэффициента вариации по линейной плотности (табл.1).

Таблица 1

Нагрузка на валик питающей пары Q_1 , сН	Нагрузка на валик промежуточной пары Q_2 , сН	Нагрузка на валик выпускной пары Q_3 , сН	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	
			имитационная модель продукта	реальный продукт
6000	7000	8000	25,9	26,1
6400	7400	8400	24,1	24,3
6800	7800	9800	20,9	21,2
7200	8200	10200	17,3	17,5
7600	8600	10600	14,9	15,1
8000	9000	11000	14,6	14,8
8400	9400	11400	17,4	17,2
8800	9800	11800	19,7	19,8
9200	10200	12200	21,6	21,9
9600	10600	12600	25,9	26,4
10000	11000	13000	29,1	28,7

По полученным результатам (табл. 1) можно сделать вывод, что при увеличении нагрузки до некоторого предела значение коэффициента вариации сначала уменьшается, однако после некоторого значения вновь происходит увеличение.

Описанную динамику можно объяснить следующим образом: первоначальное уменьшение коэффициента вариации происходит за счет образовавшегося необходимого поля сил трения, которое способствовало сдерживанию волокон от преждевременного перехода на скорость вытягивающих пар в зонах вытяжного прибора; последующее увеличение происходит вследствие чрезмерной нагрузки, которая приводит к обрыву более длинных волокон в процессе вытягивания.

Для подтверждения достоверности полученных результатов в условиях производства был выработан исследуемый продукт, причем значения нагрузок на нажимные валики вытяжного прибора были выбраны такие, которые соответствуют наименьшему значению коэффициента вариации (в качестве примера). Выработанная пряжа при рассчитанных заправочных параметрах вытяжного прибора соответствует первому сорту.

Полученные результаты машинного эксперимента и их сопоставление с соответствующими показателями реального волокнистого продукта (табл.1) показывают, что разработанная имитационная модель обеспечивает на своем выходе сигнал, адекватно отображающий закономерности исследуемой системы.

ВЫВОДЫ

Разработана модель, позволяющая исследовать процесс утонения волокнистого продукта при выбранных физико-механических параметрах волокнистого продукта, заправочных параметрах вытяжного прибора, а также системы уплотнения и нагрузок на нажимные валики последнего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврелькин В.А., Чистобородов Г.И., Скоробогатов А.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 3.
2. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 03.03.05.