

УДК 681.5.03:677.31.021.185

**ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
СИЛОЙ ЧЕСАНИЯ ВОЛОКОН
НА ГРЕБНЕЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ**

А.А. МАКАРОВ, В.А. ГАНЯВИН, Е.И. БИТУС

**(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)**

E-mail: office@msta.ac.ru; office@roszitlp.ru

Рассматривается технологический процесс отделения волокон и протаскивания их через верхний гребень и гребень питания отделительного механизма гребнечесальной машины.

The technological process of fibers separation and their dragging through a top comb and a feed gill of a separating mechanism of a combing machine is considered herein.

Ключевые слова: гребнечесальная машина, процесс отделения волокон, компьютерная имитационная модель, зависимость усилий чесания волокон от угловой скорости двигателя, временные диаграммы.

В настоящее время в текстильной промышленности, в частности, в шерстопрядении, важной задачей является сохранение свойств дорогостоящего натурального сырья при его обработке на технологическом оборудовании. Известно, что в гребенной системе прядения значительный процент разрыва волокон происходит в процессе гребнечесания, а именно – при отделении волокнистых порций и протаскивании их через верхний гребень и гре-

бень питания [1]. Несовершенство работы отдельных узлов влияет на показатели качества продукции и определяет в значительной степени производительность гребнечесальных машин. Обеспечение протекания процесса гребнечесания с максимальной сохранностью волокон может быть достигнуто правильным выбором рационального режима работы машины, зависящего от различных условий и входных параметров процесса.

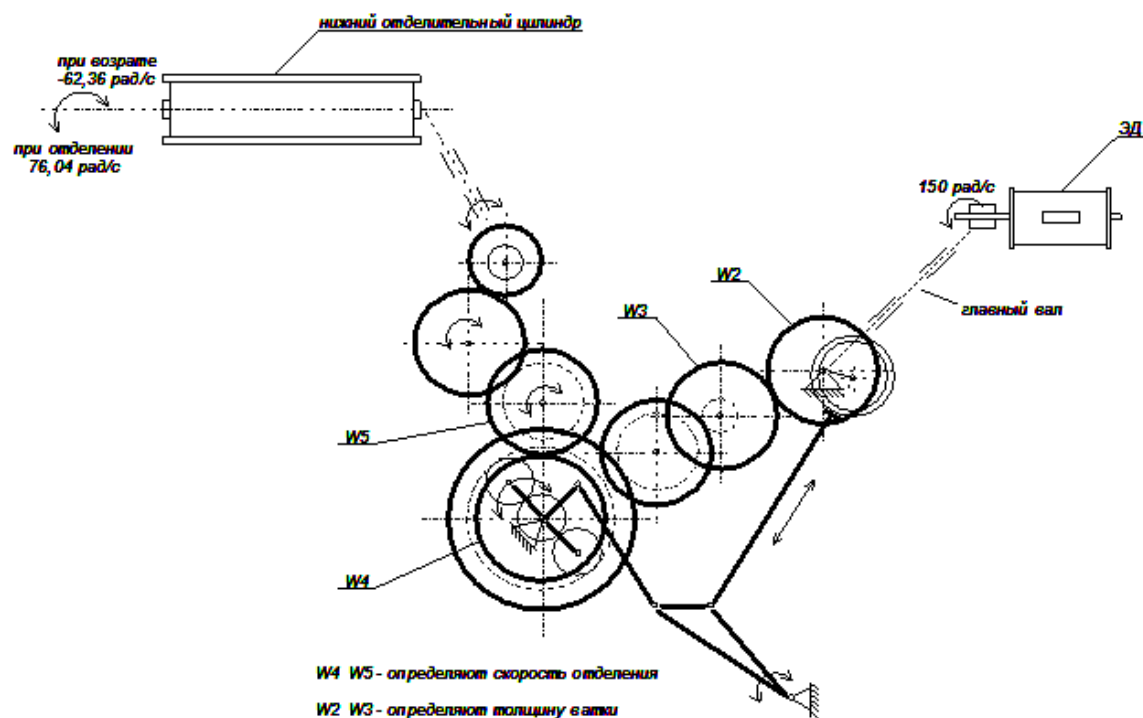


Рис. 1

В данной работе по структурно-кинематической схеме (рис. 1) передачи движения отделительным цилиндрам от вала двигателя гребнечесальной машины Текстима-1603 [5], была построена имитационная компьютерная модель процесса

отделения волокнистых порций и протаскивания их через верхний гребень и гребень питания, отражающая зависимость усилий чесания волокон при отделении от угловой скорости двигателя.

Реверсивное вращательное движение нижний отделительный цилиндр получает в результате сложения двух скоростей: движение с переменной скоростью солнечного центрального колеса дифференциала с внутренним зацеплением с рядом шестерен. От привода рабочих органов отделительного механизма требуется, чтобы он обеспечивал изменение частоты вращения электродвигателя при изменении усилий отделения волокон. Исследование поведения рабочих органов отделительного механизма в переходных режимах осложняется тем, что необходимо учитывать не-

равномерное распределение дифференциалом механических величин между приводными точками машины.

Разработка и моделирование электро-механической системы представлены в приложении Simulink пакета MATLAB 7 [2], [3]. Полученная имитационная компьютерная модель механической части электропривода отделительного механизма гребнечесальной машины как объекта управления и системы управления представлена в виде структурной схемы на рис. 2.

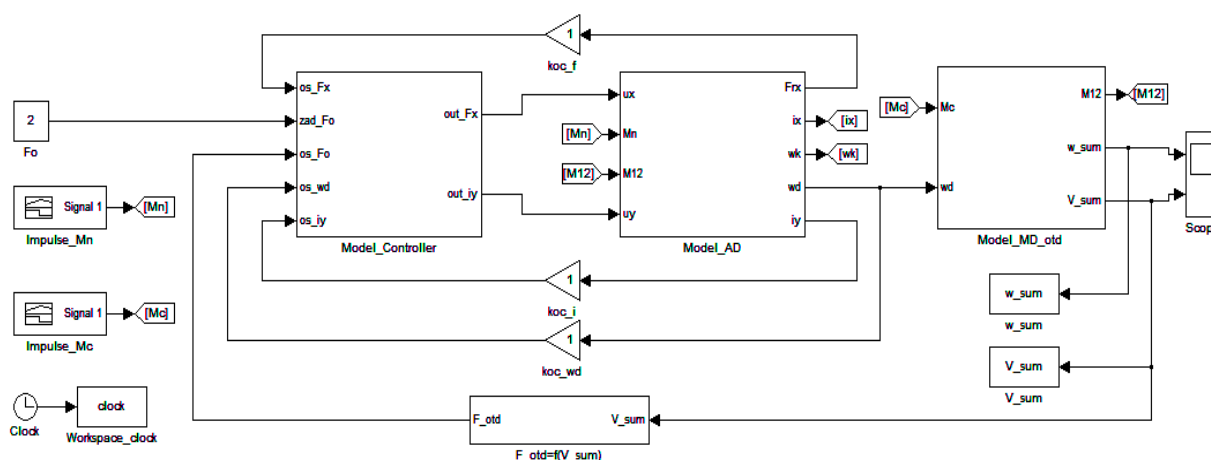


Рис. 2

Модель состоит из трех встраиваемых блоков: блок системы регулирования (Model_Controller), блок модели асинхронного двигателя (Model_AD) и технологический блок движения отделительных цилиндров (Model_MD_otd). Первые два блока моделируют механическое движение асинхронного двигателя (АД) и регулирование скорости его вращения. Технологический блок реализует реверсивное вращательное движение отделительного механизма при чесании волокон.

В основу построения электро-механической системы управления силой чесания волокон положен алгоритм, основанный на структуре векторного управления [4]. Положив вектор потокосцепления ротора с осью x , уравнения в операторной форме можно записать так:

$$\begin{cases} u_o = r(T_{si}p + 1)i_x - \omega_k L_{si}i_y - \frac{k_r}{T_r} \Psi_{Rx}, \\ u_y = r(T_{si}p + 1)i_y + \omega_k L_{si}i_x + k_r p' \omega_d \Psi_{Rx}, \\ 0 = -k_r R_r i_x + \frac{1}{T_r} + \Psi_{Rx} p, \\ 0 = -k_r R_r i_y + (\omega_k - p' \omega_d) \Psi_{Rx}, \\ M_d = \frac{3}{2} p' k_r \Psi_{Rx} i_y, \\ J_r p \omega_d = M_d - N_n, \end{cases} \quad (1)$$

где u_x, u_y – эквивалентные составляющие напряжения статора АД в системе координат (x, y) ; i_x, i_y – эквивалентные составляющие вектора тока статора; p' – число

пар полюсов; R_r, R_s – активные сопротивления ротора и статора; L_r, L_s – индуктивность ротора и статора; L_m – индуктивность, учитывающая магнитную связь обмотки статора (ротора) с тремя обмотками ротора (статора); ω_k – угловая скорость вращения системы координат (x, y); ω_d – угловая скорость вращения ротора АД; M_d – развиваемый вращающийся момент АД; M_n – момент сопротивления волокон; Ψ_{Rk} – вектор потокосцепления ротора в системе координат (x, y); $T_r = \frac{L_r}{R_r}$ – постоянная времени цепи ротора; $k_r = \frac{L_m}{L_r}$ – коэффициент связи ротора; J_r – момент инерции АД; $L_{sl} = (L_s - \frac{L_m^2}{L_r})$ – приведенная к статору результирующая индуктивность неподвижного АД без активных сопротивлений и замкнутом накоротко ротором; $r = (R_s + k_r^2 R_r)$ – эквивалентное сопротивление цепи ротора и статора; $T_{sl} = \frac{L_{sl}}{r}$ – постоянная времени цепи статора.

Выразив из системы линейных уравнений (1) переменные, являющиеся контролируемыми, получаем:

$$\begin{cases} \dot{i}_y = (u_y - \omega_k L_{si} i_x - k_r p' \omega_d \Psi_{Rk}) \frac{1/r}{(T_{sl} p + 1)}, \\ \dot{i}_x = (u_x + \omega_k L_{si} i_y + \frac{k_r}{T_r} \Psi_{Rk}) \frac{1/r}{(T_{sl} p + 1)}, \\ \Psi_{Rk} = k_r R_r i_x \frac{T_r}{T_r p + 1}, \\ \omega_k = \frac{1}{\Psi_{Rk}} k_r R_r i_y + p' \omega_d, \\ \omega_d = \frac{1}{J_r p} \left(\frac{3}{2} p' k_r \Psi_{Rk} i_y - M_n - M_{12} \right), \end{cases} \quad (2)$$

Система уравнений (2) представляет основу блока модели АД. Построение осуществляется по принципу записи уравнений в блоки и их соединения.

Блок системы регулирования состоит из регуляторов, входящих в контуры контролируемых величин. Внутренние контуры

потокосцепления, тока и скорости предназначены для стабилизации частоты вращения АД, а внешний – для регулирования усилия отделения волокон. Синтез базовой структуры, включающей блок модели АД и блока системы регулирования, параметров и алгоритмов работы регуляторов выполнен на основе принципов подчиненного регулирования с учетом компенсации влияния перекрестных связей и структурной линеаризации контуров регулирования. При выполнении настроек контуров регулирования, коэффициенты пропорциональной и интегральной составляющих ПИ-регуляторов тока, потока и скорости определены при настройке на оптимум по модулю.

Технологический блок движения отделительных цилиндров реализует процесс чесания волокон при их отделении и возврате в имитационном виде. Согласно [1] максимальное установившееся значение угловой скорости с достаточной степенью точности можно описать гармонической функцией вида:

$$\omega_{sum} = \omega_{amp} \sin(\omega_d t), \quad (3)$$

где ω_d – угловая скорость главного вала; ω_{amp} – амплитуда угловой скорости отделительных цилиндров при отделении и возврате, причем ω_{amp} и ω_d определяются по кинематической схеме.

Для учета влияния деформаций гибких звеньев на процесс рассогласования скоростей рабочих органов в технологический блок были введены гибкие обратные связи между АД и главным валом и главным валом и нижним отделительным цилиндром.

Визуализация выходных параметров производится в осциллографе Scope. Имеется возможность просмотра следующих параметров: угловая скорость ротора АД, рад/с; аппроксимированные угловые скорости при отделении и возврате, рассчитанные по мгновенным максимальным точкам, рад/с; угловая скорость нижнего отделительного цилиндра, рад/с.

В ходе имитационного моделирования были получены следующие временные диаграммы переходных процессов элект-

троемеханической системы: реакция угловой скорости ротора АД (w_d) и отделительных цилиндров (w_{otd}) на задающее воздействие (рис. 3); реакция угловой скорости отделительных цилиндров при импульсном воздействии момента сопротивления волокон – скачок $d(t)$ (рис. 4).

Анализ временных диаграмм показывает, что при угловой скорости ротора АД, равной 150 рад/с, максимальная амплитуда

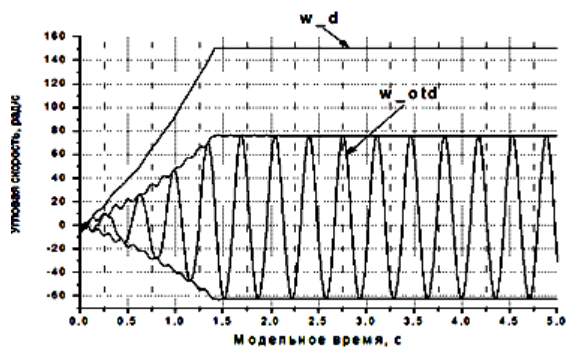


Рис. 3

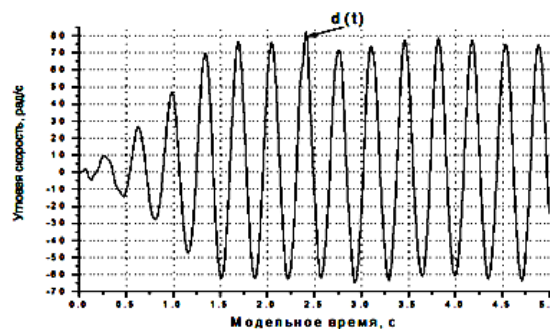


Рис. 4

На основании анализа представленных временных диаграмм можно сделать вывод, что данная компьютерная имитационная модель, отражающая зависимость усилий чесания волокон от угловой скорости двигателя, адекватна по отношению к реальному технологическому процессу, то есть свойства и характеристики реального процесса воспроизводятся моделью достаточно точно.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены и формализованы общие закономерности процесса отделения волокон с использованием механической части электропривода.

2. Впервые разработана компьютерная имитационная модель, отражающая зависимость усилий чесания волокон при отделении от угловой скорости двигателя. Получены временные диаграммы и их аналитическое представление.

3. В ходе анализа показано, что данную модель можно использовать при прогнози-

отделительных цилиндров достаточно точно воспроизводит реальные рабочие динамические характеристики машины [1], что составляет при отделении и возврате 76,04 и 62,36 рад/с соответственно. При этом, указав переводной коэффициент угловой скорости отделительных цилиндров в линейную, было получено изменение линейной скорости на уровне 0,9...1,2 м/с.

ровании и оптимизации рационального режима работы машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Битус Е.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов формирования гребенной ленты в шерстопрядении. – М.: Информ-Знание, 2007.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб: КОРОНА-принт, 2001.
3. Карлацук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Моделирование элементов аналоговых систем на Electronics Workbench и MATLAB. – М.: Солон-Пресс, 2006.
4. Куделько А.Р. Автоматизированный частотно-регулируемый электропривод с асинхронными двигателями. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного государственного университета, 1992.
5. Паспорт на гребнечесальную машину для шерсти Текстима-1603, 1976.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 08.09.10.