

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОАНАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАМОТКОЙ ТКАНИ

В.Ф. ГЛАЗУНОВ, М.А. СОЛОМАНИЧЕВ

(Ивановский государственный энергетический университет)

Известна модель аналоговой системы управления процессом намотки ткани, с помощью которой решаются задачи стабилизации плотности намотки и скорости движения ткани в зоне транспортирования в условиях естественных вариаций параметров ткани и петлеобразователя [1], [2]. Более высокую точность стабилизации параметров процесса намотки возможно получить в рассматриваемой здесь цифроаналоговой системе управления (ЦАСУ).

При моделировании ЦАСУ задача повышения быстродействия системы в целом решается на базе цифровых ПИ-регуляторов тока и скорости. В данной системе управления широтно-импульсный преобразователь (ШИП), как элемент управления, представляется импульсным звеном, а период квантования входного сигнала регуляторов соизмерим с постоянной времени преобразователя. Математическая модель цифроаналогового контура скорости ведомого двигателя, построенная по принципу подчиненного регулирования [3], изображена на рис. 1, где U_{zs1} – напряжение задания цифроаналогового контура скорости ведомого двигателя, В; Quantizer, Quantizer1 – АЦП в цепи задания и сигнала

обратной скорости U_{oss1} по скорости ведомого двигателя; N_{pirs1} – цифровой ПИ-регулятор скорости; U_{rs1max} – максимальное выходное напряжение регулятора скорости, В; НКТ1 – макроблок цифроаналогового контура тока ведомого двигателя (модель изображена на рис. 2); C_{e1} , C_{m1} – конструктивные коэффициенты ведомого двигателя по ЭДС (В·с/рад) и моменту, Н·м/А; $J1$ – суммарный приведенный момент инерции ведомого электропривода (ЭП), кг·м²; M_{c1} , M_{cr1} – активный статический момент сопротивления на валу ведомого двигателя, обусловленный действующими при намотке силовыми перекрестными связями (при синтезе регуляторов принят постоянным по величине, соответствующим среднему радиусу намотки), и реактивный момент трения, зависящий от знака sign скорости двигателя, Н·м; K_{acr1} , K_{os1} – коэффициенты усиления АЦП сигнала обратной связи и датчика скорости ведомого двигателя; U_{z11} – напряжение задания цифроаналогового контура тока; E_{dv1} , I_{a1} – ЭДС (В) и ток якоря ведомого двигателя, А; $Mom1$, $w1$ – момент (Н·м) и скорость ведомого двигателя, рад/с.

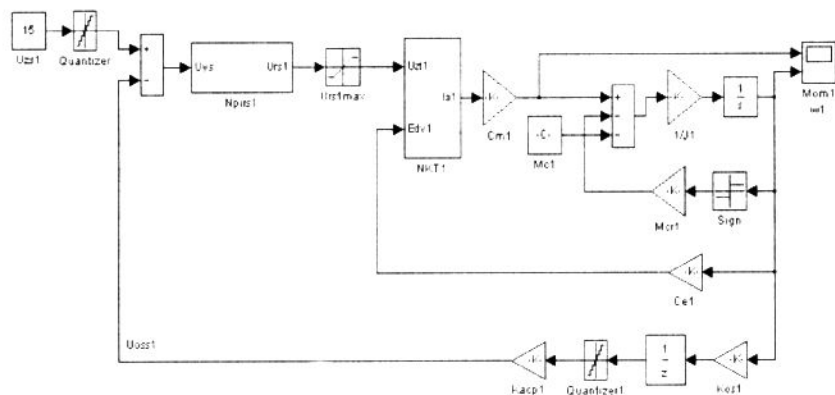


Рис. 1

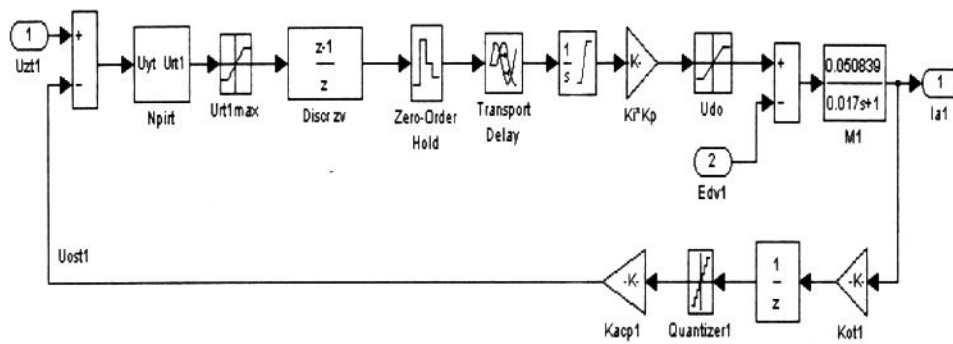


Рис. 2

В приведенной на рис. 2 модели цифроаналогового контура тока силовой преобразователь, как элемент управления, представлен в виде последовательного соединения дискретного звена (Discr zv) с передаточной функцией (ПФ) $W(z) = (z-1)/z$, экстраполятора нулевого порядка, звена чистого запаздывания с ПФ $W(s) = e^{-Ts}$, аналогового интегратора с ограничением выходного сигнала и безынерционного звена, учитывающего общий коэффициент усиления ЦАП прямого канала регулирования тока и преобразователя [4]. Модель также содержит блок цифрового ПИ-регулятора тока N_{pirt1} , якорную цепь двигателя M1, АЦП сигнала обратной связи по току U_{ost1} с коэффициентом усиления K_{act1} и датчик тока K_{ot1} . Каналы обратных связей по току и скорости двигателя содержат дополнительный дискретный элемент $1/z$.

Ведомый ЭП включает в себя аналоговый контур регулирования положения измерительного ролика с ПИ-регулятором положения. Настройка регулятора производится исходя из оптимального быстродействия контура положения и наличия допустимых колебаний в кривой натяжения ткани при пуске агрегата. Система управления ведущего ЭП имеет структуру, аналогичную системе управления ведомого, за исключением ПИ-регулятора положения.

Структуры блоков цифровых ПИ-регуляторов тока и скорости, реализующих функциональные алгоритмы преобразования цифровых дискретных сигналов управления на основе разностных уравнений [5], представлены на рис. 3-а и б (а – тока; б – скорости). ПФ регуляторов, оп-

тимизированных по модульному оптимуму (МО), имеют вид:

$$W_{црт}(z) = K_{црт} \frac{z - d_{я}}{z - 1}, \quad (1)$$

$$W_{црс}(z) = K_{црс} \frac{z - 0,606}{z - 0,509},$$

где $K_{црт}$, $K_{црс}$ – коэффициенты усиления цифровых ПИ-регуляторов тока и скорости, зависящие от параметров двигателя, преобразователя, постоянных времени $T_{я}$ и $T_{м}$ и коэффициентов усиления АЦП, датчиков тока и скорости; $d_{я} = e^{-\frac{T}{T_{я}}}$ – введенная для упрощения записи ПФ переменная, зависящая от электромагнитной постоянной двигателя $T_{я}$ и периода квантования сигналов управления по току и скорости T .

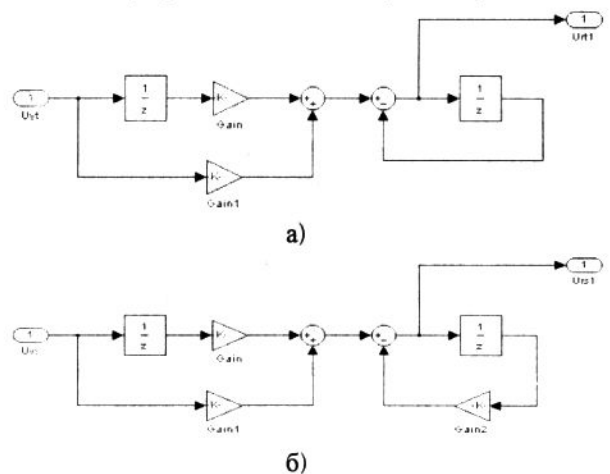


Рис. 3

При настройке регуляторов на модульный оптимум и представлении силового преобразователя в виде дискретного им-

пульсного звена период квантования (выборка) входных управляющих сигналов принимается равным постоянной времени преобразователя T_p . Это возможно только в случае, если требуемое для измерения тока и расчета алгоритма управления значение T меньше T_p . При этом общая дискретность цифрового контура тока равна периоду дискретности преобразователя [5].

Значения коэффициентов $K_{црт}$ и $K_{црс}$ в общем случае являются переменными величинами. Это обстоятельство обусловлено в большей степени переменностью электромеханической постоянной времени T_m взаимосвязанного ЭП по причине

изменения в процессе намотки ткани приведенного момента инерции J и радиуса намотки R и наличия силовых перекрестных связей по натяжению ткани [1]. Переменный характер коэффициентов усиления регуляторов также приходится учитывать и при их синтезе. В связи с этим существует несколько настроек регуляторов (обычно на постоянную T_m).

На основе представленных выше моделей (рис. 1...3), разработана математическая макромодель нелинейной аналого-цифровой системы взаимосвязанного ЭП агрегата для перемотки ткани, изображенная на рис. 4.

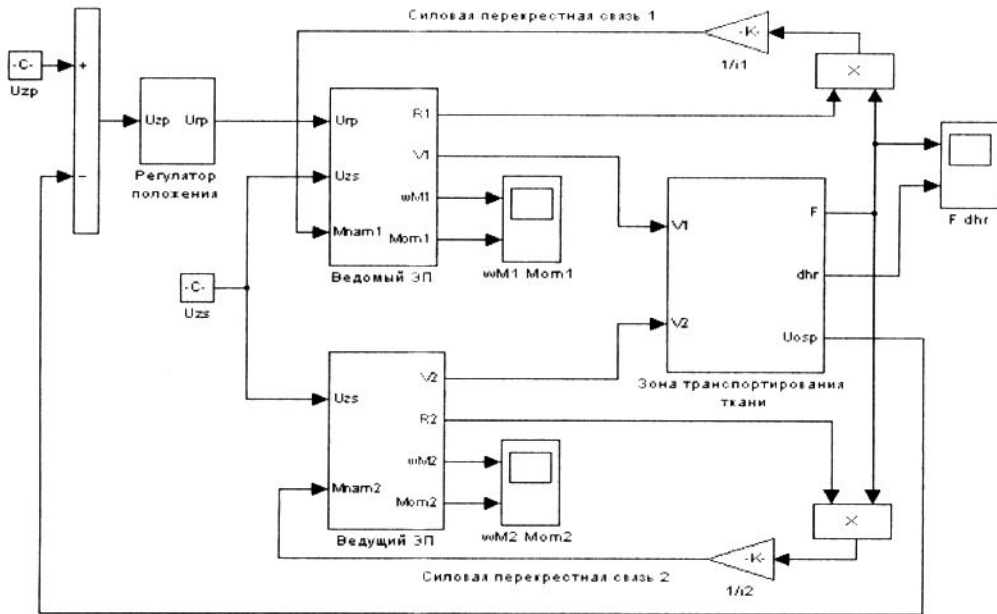


Рис. 4

Переходные процессы регулирования скорости на валу ведущего, скорости и момента на валу ведомого двигателей (а), а также изменения натяжения при отработке задания начального положения ролика петлеобразователя (б) представлены на рис. 5. Анализ полученных графиков показывает, что изменение скорости двигателей осуществляется в соответствии с необходимым законом, обуславливающим постоянство плотности намотки ткани и требуемое изменение натяжения [1].

Переходные процессы, представленные на рис. 5-а и б, получены при следующих значениях параметров макромодели: мо-

дуля упругости ткани $E = 7000$ Н; жесткости пружины $c_n = 30$ Н/м; массы ролика $m_p = 0,6$ кг; $k_r = 2$; $k_v = 3,33$ с/м; $\tau = 0,01$ с; постоянной намотки $T_T = 5,87$ с; длины ткани в зоне транспортирования $L_T = 1,76$ м; радиусов намотки $R_{min} = 0,06$ м; $R_{max} = 0,09$ м; коэффициентов регулирования $k_1 = 130$ В/м; $k_2 = 65$ В/м; скорости движения ткани $V_1 = 0,3$ м/с; толщины ткани $\delta_T = 0,001$ м; ширины ткани $B_T = 0,8$ м; объемной плотности ткани $\rho_T = 0,25$ кг·м³; коэффициента редукции $i_p = 19,5$.

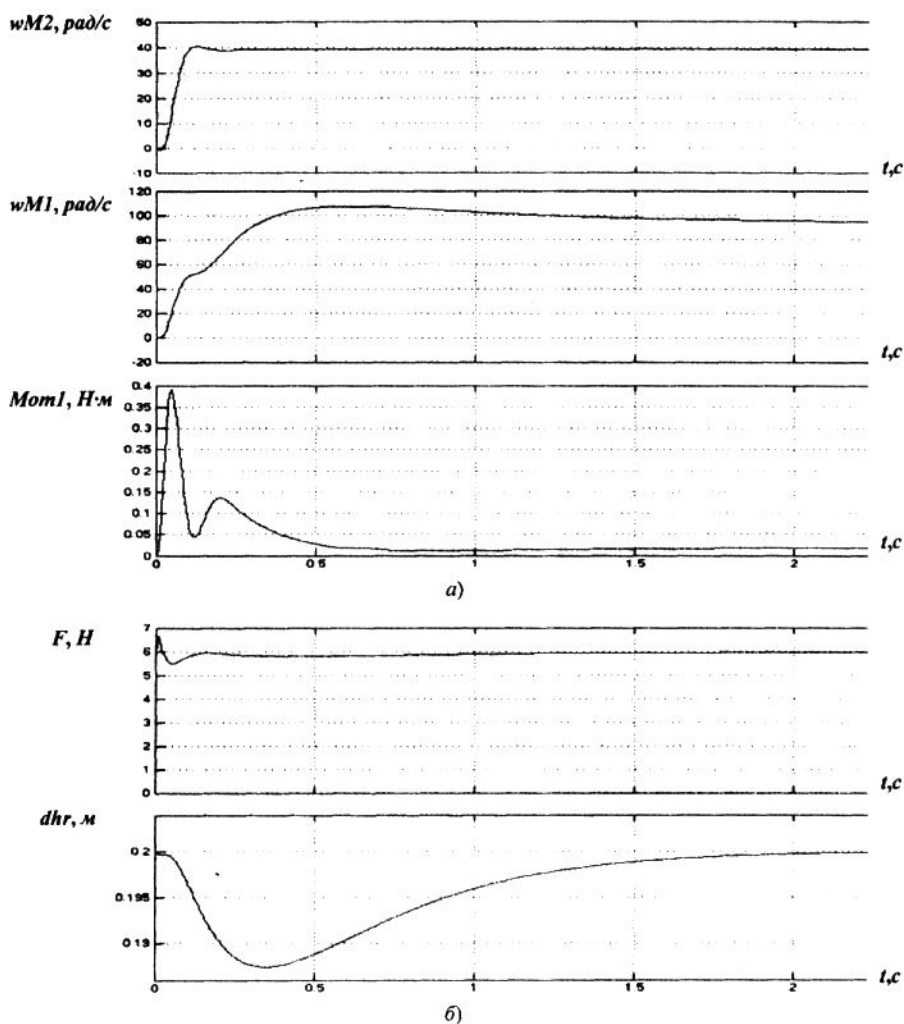


Рис. 5

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель цифроаналоговой системы управления агрегата для перемотки ткани, учитывающая основные параметры процесса намотки и позволяющая исследовать процессы регулирования скорости вращения двигателей, натяжения ткани и плотности намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов В.Ф., Литвинский А.Н., Куленко М.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №1. С.110...114.
2. Глазунов В.Ф., Литвинский А.Н., Колесо-

ва А.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1981, №1. С.64...67.

3. Глазунов В.Ф., Литвинский А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1971, №2.

4. Борцов Ю.А., Соколовский Г.Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербург. отд-е, 1992.

5. Терехов В.М. Непрерывные и цифровые системы управления скоростью и положением электроприводов. – М.: Изд-во МЭИ, 1995.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 02.12.04.