

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НАМОТОЧНО-РАЗМОТОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Зубко Е.С., студент; Толочко О.И., проф., д.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

В металлургической промышленности одними из наиболее сложнорегулируемых механизмов являются намоточно-размоточные устройства. К электроприводу этих механизмов предъявляется ряд требований, обусловленных постоянно изменяющимися параметрами объекта регулирования, такими как масса и радиус рулона – m , R_p , от которых в свою очередь зависит величина момента инерции привода J . При моделировании моталок очень часто используют уравнение движение для постоянного момента инерции, подставляя в него переменное значение, что приводит к искажению результатов. Рассмотрим электропривод моталки с двигателем постоянного тока (ДПТ). Электропривод моталки обязан обеспечивать постоянное натяжение полосы. При этом с изменением радиуса рулона, а, соответственно, и с нарушением пропорциональной зависимости линейной скорости от угловой появляется необходимость регулирования скорости в двух зонах (по цепи якоря и по цепи возбуждения).

Рассмотрим математическое описание механической части привода. Запишем уравнение движения привода с переменным моментом инерции [1], зависящем от угла поворота вала двигателя φ :

$$M - M_c = M_{дин} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_{\Sigma}}{d\varphi}. \quad (1)$$

где $M_{дин}$ – динамический момент на валу двигателя; J_{Σ} – суммарный момент инерции двигателя и наматывающего устройства, приведенный к валу двигателя; ω – угловая скорость двигателя;

$$M_c = M_{пол} + M_{тр}, \quad (2)$$

$$M_{пол} = FR_p \quad (3)$$

– полезный момент, необходимый для создания заданного натяжения в безредукторном приводе;

$$M_{тр} = M_0 \text{sign}(\omega) \quad (4)$$

– момент трения.

Выразим в уравнении (1) величину J_{Σ} через радиус R_p и массу m рулона. Момент инерции рулона состоит из двух частей: неизменного (вращающихся частей механизма и собственно момента двигателя) и меняющегося с изменением радиуса рулона момента инерции наматываемого рулона [2]:

$$J_{\Sigma} = J_d + J_6 + m \frac{(R_p^2 + R_6^2)}{2}, \quad (5)$$

где

$$m = q\pi b(R_p^2 - R_a^2) \quad (6)$$

– масса рулона.

Подставляя (6) в (5), получим:

$$J_{\Sigma} = J_{\text{д}} + J_{\text{б}} + q\pi b \frac{(R_p^4 - R_{\text{б}}^4)}{2} = J_0 + q\pi b \frac{R_p^4}{2}, \quad (7)$$

где

$$J_0 = J_{\text{д}} + J_{\text{б}} - q\pi b R_{\text{б}}^4 / 2 \quad (8)$$

– постоянная составляющая момента инерции.

Определим производную момента инерции по радиусу рулона, используя зависимость: $R_p = R_{\text{б}} + c\varphi$, где $c = \frac{\Delta h}{2\pi}$, где $R_{\text{б}}$ – радиус пустого барабана, c – приращение радиуса рулона R_p при повороте двигателя на 1 радиан, Δh – приращение радиуса рулона R_p при повороте двигателя на 1 оборот.

$$\frac{dJ_{\Sigma}}{d\varphi} = \frac{dJ_{\Sigma}}{c \cdot dR_p} = \frac{2q\pi b}{c} R_p^3. \quad (9)$$

На основе полученных зависимостей запишем уравнение динамического момента:

$$M_{\text{дин}} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2 q\pi b}{c} R_p^3. \quad (10)$$

Как было сказано ранее, в роли электропривода рассматриваемой моталки выступает двигатель постоянного тока с тиристорным возбуждением. Применяется двухконтурное регулирование скорости с ПИ-регулятором тока якоря и ПИ-регулятором скорости, также на входе системы установлен фильтр для уменьшения перерегулирования по управляющему воздействию. Регулирование потока также двухконтурное с И-регулятором ЭДС и ПИ-регулятором потока двигателя. Математическая модель системы, представленная на рис. 2, выполнена в программе MatLAB Simulink в относительных единицах без учета момента трения. На рис. 1 представлены графики изменения основных величин в данной системе.

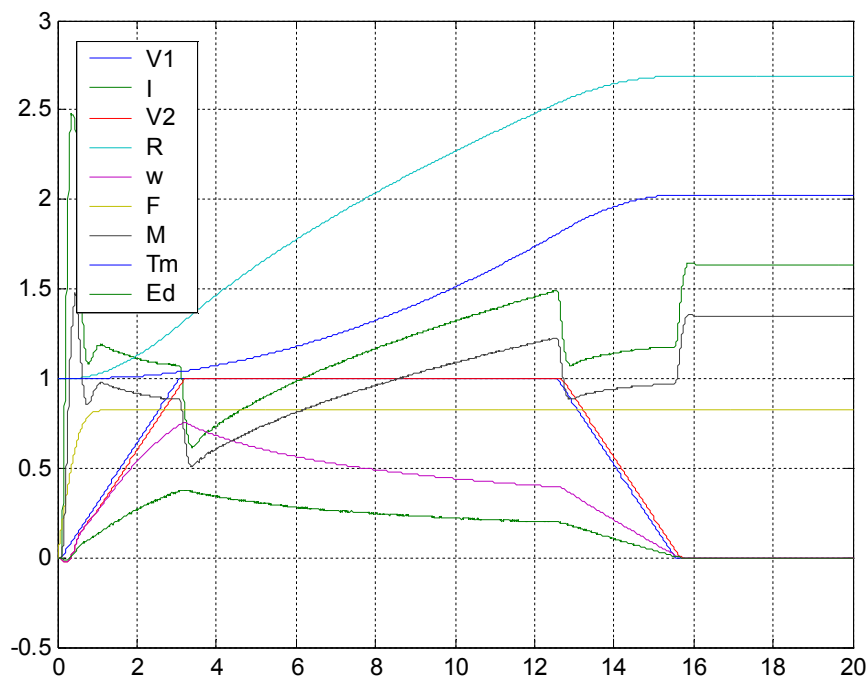


Рисунок 1 – Графики изменения основных величин в системе регулирования электропривода намоточно-размоточного устройства.

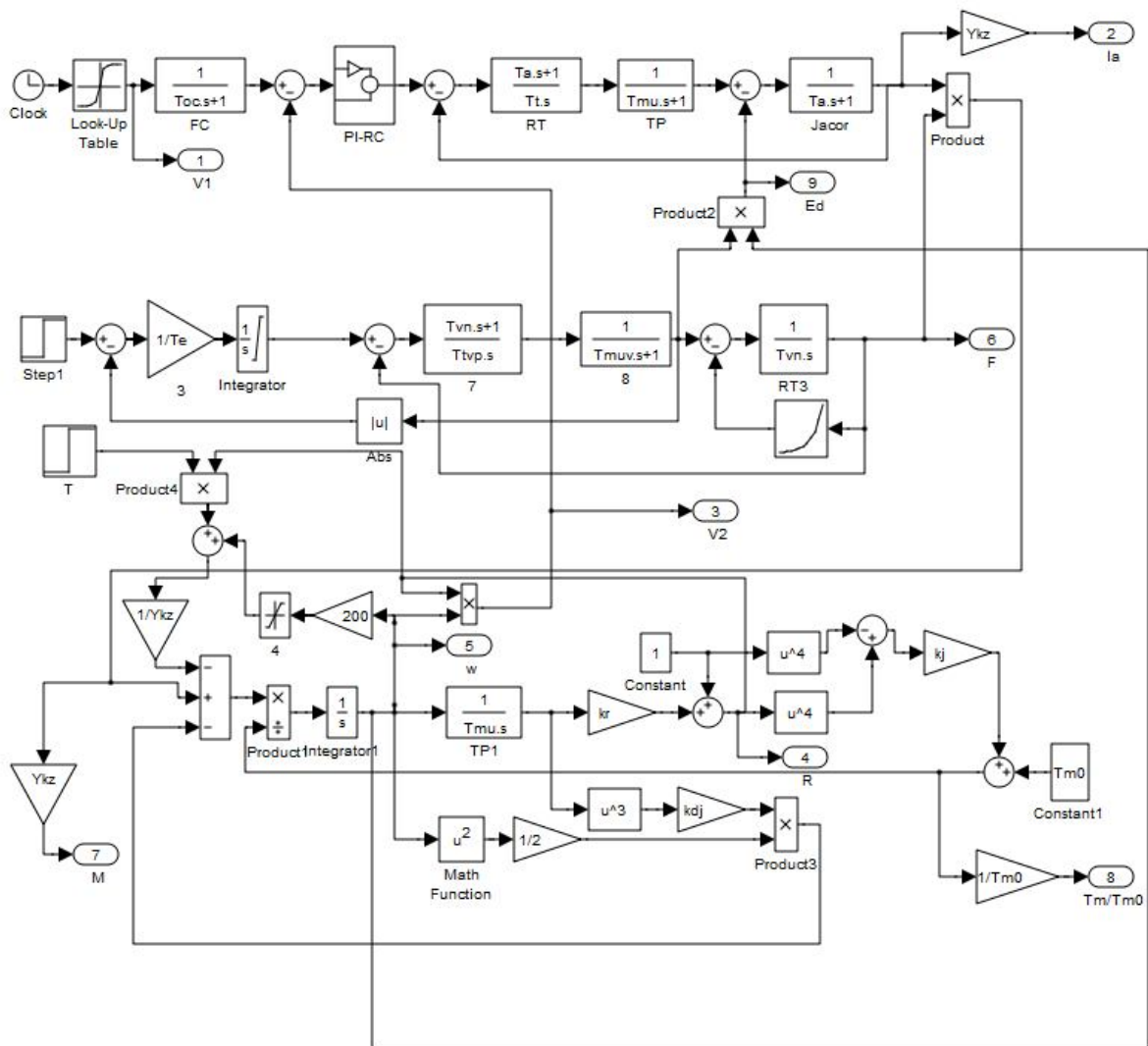


Рисунок 2 - Математическая модель системы регулирования электропривода намоточно-размоточного устройства

В данной работе рассмотрена система управления электроприводом намоточно-размоточного устройства. При построении математической модели данной системы бралось во внимание влияние наличия дополнительного слагаемого, обусловленного переменностью момента инерции, в уравнении движения привода. Полученные результаты отличаются от таковых при пренебрежении этой составляющей, поэтому можно сделать вывод, что использование систем с уравнением движения привода для постоянного момента инерции может привести к появлению больших погрешностей.

Перечень ссылок

1. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода: учебн. пособие [для студ. высш. учебн. завед] / Сандлер А.С. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
2. Башарин А.В. Управление электроприводами: учебное пособие [для студ. высш. учебн. завед] / Новиков В. А., Соколовский Г. Г.– Л.: Энергоиздат, 1982 – 392с.