

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХДВИГАТЕЛЬНЫМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Введение. Характерным примером объектов управления с переменными параметрами является навивающее устройство с фиксированной подачей, где в процессе навивания идеально гибкого материала увеличивается радиус паковки навоя, а для поддержания постоянства натяжения его требуется уменьшение скорости вращения приводного двигателя. Кроме того, по технологии скорость вращения этого двигателя и двигателя мажорного вала определяются линейной скоростью транспортирования обрабатываемого материала. Функциональная схема такого электропривода применительно к шлихтовальной машине приведена в [1]. Там же дается ее описание, но без результатов исследований ее режимов работы.

Постановка задачи исследования. Провести исследование переходных режимов работы системы двухдвигательным частотно-регулируемым автоматизированным электроприводом навивающего устройства с фиксированной подачей для шлихтовальной машины при минимальном $R_{min} = 0.01m$ и максимальном $R_{max} = 0.5m$ радиусах поковки ткацкого навоя, пользуясь при этом пакетом программ MATLAB. В качестве приводных электродвигателей используются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Для привода мажорного вала (выпускных валов) AD1 – типа А02-42-6 с номинальными данными: $P = 4 \text{ кВт}$; $U = 380/220 \text{ В}$; $\omega = 98,8 \text{ с}^{-1}$; $\eta = 84,5\%$; $\cos \varphi = 0.79$; $M_m/M_n=1,8$; $M_n/M_m=1,3$; $I_n/I_m=6,5$. Для привода механизма ткацкого навоя AD2 – типа А02-52-6 с номинальными данными: $P = 7,5 \text{ кВт}$; $U = 380/220 \text{ В}$; $\omega = 98,9 \text{ с}^{-1}$; $\eta = 87\%$; $\cos \varphi = 0.82$; $M_m/M_n=1,8$; $M_n/M_m=1,3$; $I_n/I_m=6,5$.

Материалы исследования. Структурная схема и передаточная функция основных узлов автоматизированного частотно-регулируемого электропривода навивающего устройства шлихтовальной машины записаны в общем виде и приведены в [2]. Здесь представим их в конкретных цифровых показателях для одного технологического режима: $V = 1 \text{ м/с}$, $\rho = R_{min}/R_0=1$ и $\rho = R_{max}/R_0=5$, где R_0 – радиус ствола навоя. Для остальных режимов они будут аналогичными. Так для объекта регулирования (основных нитей), находящиеся между выпускными валками ВВ и ткацким навоем ТН, передаточная функция представляется:

$$W_{\varepsilon}(\rho) = \frac{K_{\varepsilon}}{T_{\varepsilon}p+1} = \frac{240000}{0.67p+1}, \quad (1)$$

где $K_{\varepsilon} = E \times S / V$ – коэффициент передачи; $E = 5150 \text{ Н/м}^2$ – модуль упругости отшлифованных нитей; $S = 41 \text{ мм}^2$ – площадь поперечного сечения всех нитей в основе; $T_{\varepsilon} = L / V$ – постоянная времени, с; L – длина основы на участке между выпускными валками и навоем, зависящая от ρ , м.

Передаточная функция выпускных валков:

$$W_B(\rho) = \frac{V_1}{\omega_1} = \frac{R_B}{i_1} = \frac{0.12}{11.5} \approx 0.01, \quad (2)$$

где i_1 – передаточное число механической передачи от вала двигателя AD1 к выпускным валкам ВВ, а передаточная функция ткацкого навоя:

$$W_H(\rho) = \frac{V_2}{\omega_2} = \frac{R_0}{i_2} \rho = \frac{0.1}{8} \times 1 = 0.0125. \quad (3)$$

Передаточные функции электромеханических звеньев AD1 и AD2 запишутся в виде:

$$W_{M1}(\rho) = \frac{1}{J_1 \rho} = \frac{1}{0.1 \rho}; \quad W_{M2}(\rho) = \frac{1}{J_2 \rho} = \frac{1}{0.16 \rho}, \quad (4;5)$$

где J_1 и J_2 – приведенные моменты энергии механизмов выпускных валов и ткацкого навоя, соответственно.

Передаточная функция для электромагнитного преобразования AD1:

$$W_{\varepsilon 1}(\rho) = \frac{Kg_1}{T_{\varepsilon 1} p + 1} = \frac{9.64}{0.2 p + 1}, \quad (6)$$

где $Kg_1 = 2M_{K1} / \omega_{01} \cdot S_{K1}$ – коэффициент передачи; M_{K1} и S_{K1} – критический момент и критическое скольжение AD1; ω_{01} – скорость вращения магнитного поля AD1.

Аналогично передаточная функция электромагнитного преобразования AD2:

$$W_{\Sigma 2}(\rho) = \frac{Kg_2}{T_{\Sigma 2}p+1} = \frac{20.4}{0.3p+1}. \quad (7)$$

Передаточная функция преобразователей частоты ПЧ₁ и ПЧ₂:

$$W_{A(\rho)} = \frac{2\pi}{3P_n} = \frac{6.28}{3 \times 3}, \quad (8)$$

где P_n – число пар полюсов АД1 и АД2.

Коэффициент передачи задающего генератора ПЧ₁ принимаем $K_{Г1} = 10$, а передаточные функции Г2:

$$W_{Г2(\rho)} = \frac{K_{Г2}}{U_2} = \frac{K_{Г2}}{2 \cdot \rho} = \frac{44}{2 \cdot 1} = 22; \quad W_{Г2(\rho)} = \frac{K_{Г2}}{U_2} = \frac{K_{Г2}}{2 \cdot \rho} = \frac{44}{2 \cdot 5} = 4.4. \quad (9)$$

Передаточная функция задатчика линейной скорости:

$$W_V(\rho) = \frac{K_V}{T_V \rho + 1} = \frac{2}{0.8\rho + 1}, \quad (10)$$

где $K_V = 2$ и $T_V = 0.8$ – коэффициент передачи и постоянная времени задатчика линейной скорости, соответственно.

Структурная схема системы управления электроприводом навивающего устройства смоделирована в оболочке MatLab и показана на (рис.1)

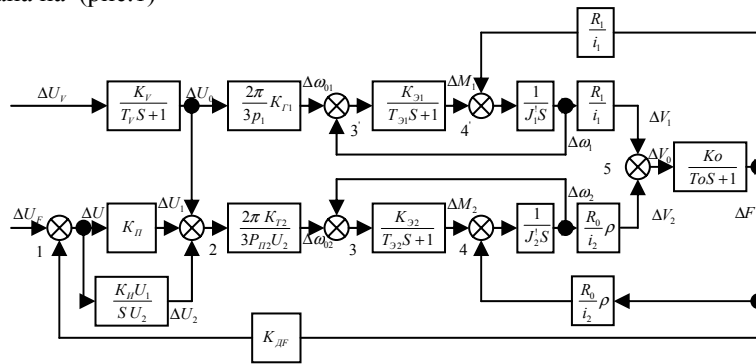


Рис. 1. Структурная схема системы

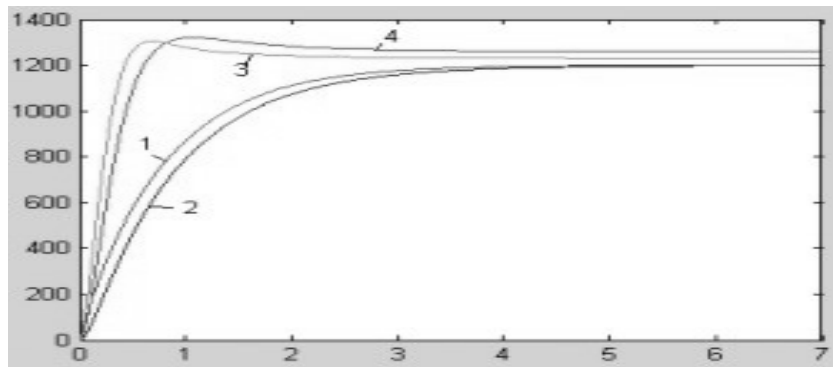


Рис. 2. Графики переходных процессов изменения натяжения нитей. 1,2 – с каналом адаптации при $\rho = 1$ и $\rho = 5$; 3,4 – без канала адаптации при $\rho = 1$ и $\rho = 5$.

Выводы. Результаты проведенных исследований системы управления без канала адаптации показали что в процессе навивания, изменение радиуса оказывает влияние на величину натяжения нитей, что показано на (рис.2, (1;2)). При введении канала адаптации перепад натяжения ликвидируется, что показано на (рис.2, (3;4)).

ЛИТЕРАТУРА

1. Якимчук Г.С., Крупица П.А., Клименко Д.С. Обоснование применения асинхронно регулируемого электропривода для шлихтовальной машины // Вестник НТУ «ХПИ». – 2003. Вып.10, том.1, -с. 452-453.
2. Якимчук Г.С., Крупица П.А., Клименко Д.С. Структурная схема системы управления частотно-регулируемым электроприводом навивающего устройства // Вестник НТУ «ХПИ», Харьков, НТУ «ХПИ». – 2004.