

АДАПТИВНО - ИНВАРИАНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ СВЯЗАННОГО ДВУХДВИГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

УДК 621.34:677

ЯКИМЧУК Георгий Сергеевич

кандидат технических наук, профессор кафедры технической кибернетики
Херсонского национального технического университета.

Научные интересы: - автоматизированные электромеханические системы.

КИРИЛЛОВ Олег Леонидович

кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники Херсонского национального технического университета.

Научные интересы: применение ЭВМ для расчетов электрических и магнитных полей;
системы автоматического управления технологическими объектами.

ДОН Наталья Леонидовна

к.ф.-м.н., доцент кафедры энергетики, электротехники и физики.

Научные интересы: возобновляемые источники энергии.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Целью работы является составление математического обоснования построения системы управления частотно – регулируемые, технологически связанными электродвигателями, на основании которого осуществляется доказательство необходимости использования адаптивного регулирования натяжения нити в зависимости от изменения радиуса и инвариантности при согласовании линейных скоростей.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Функциональная схема навивающего устройства, применительно к шлихтовальной машине приведена на рис.1. Устройство предназначено для осуществления транспортирования и формирования ткацких навоев ТН из ошлихтованных нитей основы, используемых в ткацких станках [1].

Вся технологическая часть машины, в том числе выпускные валы ВВ, приводятся в движение от электродвигателя Д₁ посредством мажорного вала через редуктор Р₁, а вращение ткацкого навоя ТН осуществ-

ляется от электродвигателя Д₂ через редуктор Р₂. Оба двигателя питаются от тиристорного преобразователя частоты, соответственно ТПЧ₁ и ТПЧ₂.

Для управления линейной скоростью движения основных нитей V₁, что определено технологией шлихтования, предусмотрен блок управления БУВ, выходной сигнал U_c из которого одновременно поступает в электроприводы: мажорного вала W_{п1} и ткацкого навоя W_{п2}, а для поддержания постоянства окружной скорости V₂ и натяжения F нитей на участке выпускные валы – ткацкий навой (ВВ - ТН) служит блок регулирования натяжения БРФ. На этот блок подается задание U_f по натяжению и сигнал отрицательной обратной связи U_{f0} от датчика натяжения ДФ.

При частотном регулировании скорость вращения асинхронных двигателей, питающихся от тиристорных преобразователей частоты, управляется частотой питающегося напряжения, а та – частотой задающего генератора. Тогда частота задающего генератора привода мажорного вала будет определяться:

$$f_{Г1} = \frac{3P_{П}}{2\pi} \omega_1 = \frac{3F_{П}}{2\pi} \cdot \frac{V_1}{R_B} \cdot i = K_{Г1} \cdot U_{CV}, \quad (1)$$

где P_{Π} — число пар полюсов двигателя D_i ; ω_1 — скорость вращения двигателя D_i ; R_B — радиус выпускных валов; i — передаточное число редуктора; $K_{\Gamma 1}$ — коэффициент передачи задающего генератора; U_{CV} — согласующее напряжение по линейной скорости.

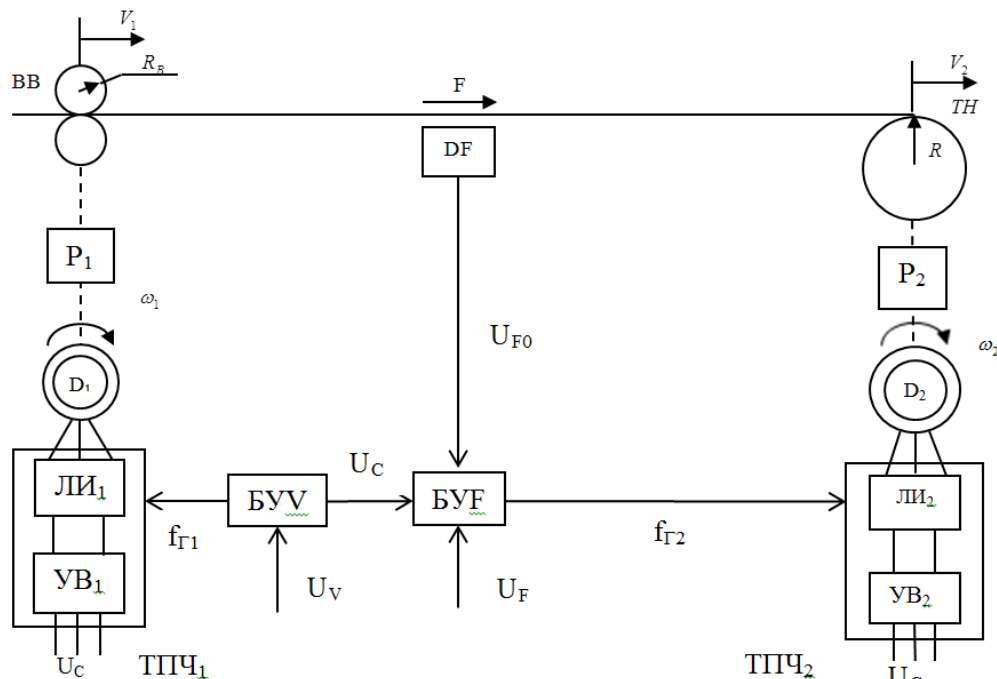


Рисунок 1 - Функциональная схема двухдвигательного навивающего устройства

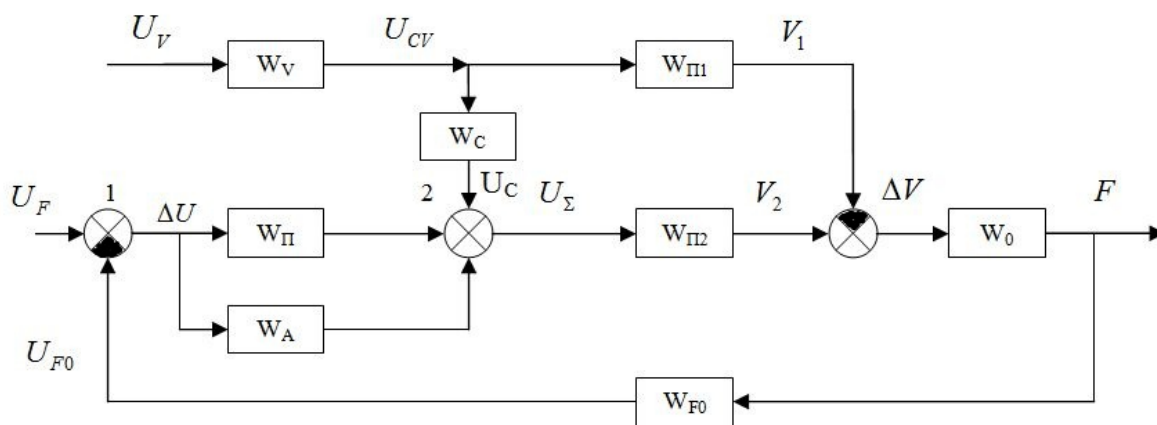


Рисунок 2 - Упрощенная эквивалентная структурная схема управления навивающим устройством

Иной принцип управления заложен в системе привода навоём. Так как в процессе формирования поковки ткацкого навоя увеличивается его радиус $\uparrow R_H$ то для поддержания постоянства V_2 и F в схеме ТПЧ₂ используется специальный задающий генератор, который имеет два входа U_1 и U_2 . Выходная частота его находится в зависимости:

$$f_{\Gamma 2} = K_{\Gamma 2} \cdot \frac{U_1}{U_2}, \quad (2)$$

где $K_{\Gamma 2}$ — коэффициент передачи генератора, что соответствует скорости вращения D_2 :

$$\omega_2 = i_2 \cdot \frac{V_2}{R_H}, \quad (3)$$

где i_2 — передаточное число редуктора P_2 .

Если в схеме управления приводом навоя сформировать сигналы $U_1 \cong V_1$ и $U_2 = R_H$, то скорость V_2 и натяжение F не будут зависеть от изменения радиуса.

С этой целью в БРФ параллельно с каналом пропорционального регулирования W_{Π} включена адаптивная интегрирующая цепочка W_A с запоминающимся уровнем выходного сигнала U_2 , что показано на упрощенной структурной схеме рис.2. Такая цепочка корректирует коэффициент передачи задающего генератора и тем самым компенсирует влияние нарастания радиуса навоя (параметра объекта управления).

На этой схеме элементы системы представлены передаточными функциями:

- объекта управления – нитей основы на участке ВВ – ТН

$$W_{0(p)} = \frac{\Delta F(p)}{\Delta V(p)} = \frac{K_{\varepsilon}}{T_{\varepsilon} p + 1}, \quad (4)$$

где $K_{\varepsilon} = E \cdot s / V_1$ – коэффициент передачи; E – модуль упругости; s – площадь сечения всех нитей; $T_{\varepsilon} = \frac{L}{V_1}$ – постоянная времени; L – длина нитей на участке ВВ – ТН;

- выпускных валов

$$W_{B(p)} = \frac{\Delta V_{1(p)}}{\Delta \omega_{1(p)}} = \frac{R_B}{i_1} = K_B, \quad (5)$$

где i_1 – передаточное число редуктора P_1 ;

- ткацкого навоя

$$W_{H(p)} = \frac{\Delta V_{2(p)}}{\Delta \omega_{2(p)}} = \frac{R_0}{i_2} \cdot \rho = K_H, \quad (6)$$

где R_0 – радиус ствола навоя; $\rho = R_H / R_0$; i_2 – передаточное число редуктора P_2 ;

- электромеханического каскада асинхронных двигателей

$$W_{M1(p)} = \frac{\Delta \omega_{1(p)}}{\Sigma \Delta M(p)} = \frac{1}{J'_1 p}, \quad (7)$$

$$W_{M2(p)} = \frac{\Delta \omega_{2(p)}}{\Sigma \Delta M(p)} = \frac{1}{J'_2 p}, \quad (8)$$

где J'_1 и J'_2 – приведенные моменты всех подвижных частей приводов мажорного вала и ткацкого навоя, соответственно;

- электромагнитного каскада асинхронных двигателей

$$W_{\varepsilon(p)} = \frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{2 \cdot M_{K3} / S_K}{T_{\varepsilon} p + 1}, \quad (9)$$

где M_{K3} и S_K – критические моменты и скольжения соответствующих двигателей D_1 и D_2 ; $T_{\varepsilon} = L_3 / R$ – электромагнитная постоянная времени этих электродвигателей; L_3 и R – индуктивности и активные сопротивления обмотки двигателей;

- частотных преобразователей

$$W_{f(p)} = \frac{\Delta \omega(p)}{\Delta f_{\Gamma(p)}} = \frac{2 \cdot \pi}{3 P_{\Gamma}}, \quad (10)$$

где P_{Γ} – число пар полюсов двигателей D_1 и D_2 , соответственно;

- пропорционального канала регулирования

$$W_{\Pi(p)} = \frac{\Delta U_{1(p)}}{\Delta U(p)} = K_{\Pi}, \quad (11)$$

где $\Delta U = U_F - U_{F0}$ – погрешность процесса регулирования натяжения;

- адаптивной цепочки

$$W_{\Gamma(p)} = \frac{\Delta U_{2(p)}}{\Delta U(p)} = \frac{K_A}{\rho} \cdot \frac{U_{D1}}{U_{D2}}, \quad (12)$$

где K_A – коэффициент передачи адаптивной цепочки; u_1 и u_2 – начальные напряжения по первому и второму входу задающего генератора;

- звена формирования темпа разгона механизма

$$W_{V(p)} = \frac{\Delta U_{C(p)}}{\Delta U_{V(p)}} = \frac{K_V}{T_V p + 1}, \quad (13)$$

где K_V – коэффициент передачи и постоянная времени, определяемая режимом работы машины;

- периодическая функция согласующего звена \odot

определяется после исследования всей системы на инвариантность отклонения натяжения Δ в процессе изменения линейной скорости транспортирования основных нитей. Для этого, в соответствии со схемой (рис.2), система уравнений ее элементов имеет вид. Все величины взяты в приращениях и операционном виде

$$\left. \begin{aligned} \Delta F &= W_0 \cdot \Delta V \\ \Delta V &= V_L - V_1 \\ V_1 &= W_{\Pi 1} \cdot U_C \\ V_2 &= W_{\Pi 2} \cdot U_{\Sigma} \\ U_{\Sigma} &= (W_{\Pi} + W_A) \Delta U + W_C \cdot U_C \\ \Delta U &= U_F - U_{F0} \\ U_C &= W_V \cdot \Delta U_V \\ U_{C0} &= W_{F0} \cdot \Delta F \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Решение уравнений этой системы относительно погрешности Δ , имеет вид:

$$\Delta U = \frac{U_F - (W_{F0} \cdot W_0 \cdot W_C \cdot W_V - W_{F0} \cdot W_0 \cdot W_{П1} \cdot W_V) U_V}{1 + W_{F0} \cdot W_0 \cdot W_{П2} \cdot (W_{П1} + W_A)} \quad (15)$$

Так как в инвариантной системе автоматического регулирования этой погрешности не должно быть, т.е.

$\Delta = 0$, тогда числитель (15) принимает вид:

$$U_F - (W_{F0} \cdot W_0 \cdot W_C \cdot W_V - W_{F0} \cdot W_0 \cdot W_{П1} \cdot W_V) U_V = 0 \quad (16)$$

Принимая, что на систему действует только возмущающее воздействие, а задающее $= 0$, условие абсолютной инвариантности примет вид:

$$W_C = W_{П1} \quad (17)$$

Так как схема, описываемая передаточной функцией, включена в слаботочную часть системы управле-

ния, то она легко реализуема при помощи корректирующих звеньев, построенных на использовании, , , — элементов.

ВЫВОДЫ

Показано, что использование частотно – регулируемых асинхронных приводов для наматывающих устройств, является возможным.

Однако для этого нужно использовать адаптивное регулирование по росту радиуса навоя и инвариантное управление по согласованию скоростей двигателей мажорного вала и ткацкого навоя.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Borodin A.I., Borodin V.A. Preparation of basic yarn to weaving. - M.: Easy industry, 1978. - 224 p.
2. Jakimchuk S.G. System of the automatic electric frequency-managed twomotive drive with the in-out parameters // of Announcer of Kremenchug SPU, 2003.-№19.-С.140-141.
3. Jakimchuk S.G, Kitayev V. A. the Frequency-managed electromechanic of навивающего device // of Information institute of higher. Electromechanics, 1986.-№2.-С.82-88.
4. Jakimchuk S.G., Kirillov O.L., Boyarchuk V. P. Research of flow diagram of control system by a twomotive automatic electric drive with in-out parameters // Announcer HTU the "Kharkiv polytechnic institute", 2010.-№28.-С.240-241.