

4. Кириллов О.Л. Исследование и автоматизация безопасного транспортирования нефтепродуктов: [Монография ч-II] / О.Л. Кириллов – Херсон: ХНТУ, 2018. – 219 с.

5. Максимов Б.К., Обух А. А., Тихонов А.В. Электростатическая безопасность при заполнении резервуаров нефтепродуктами. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 154с.

6. Кириллов О.Л. Исследование и выбор критерия безопасности при транспортировке слабопроводящих жидкостей в закрытые объемы / О.Л. Кириллов // Вісник Херсонської державної морської академії. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2017. №1(16). С.63-75.

7. Критерий электростатического воспламенения: материалы Международной конференции по статическому электричеству, Лондон, декабрь, 1977г.: Лондонский институт физики, 1977г. - 150с.

Model of filling of tank of tanker

Georgy Sergeevich Yakimtchuk, p.h.d., professor.

Oleg Leonidovich Kirillov, p.h.d.

Kherson Branch of the Admiral Makarov

National University of Shipbuilding

Annotation

The analysis of replacement of criterion of safety is presented - to potential φ of surface of Oil – product on a critical charge $Q(t)$, and allows to analyse the dynamics of change of capacity of the system $C(t)$ of filling at the dynamics of change of level $h(t)$, what together is related to the closeness of charge $\rho(t)$, which accumulates in a liquid, areas of division «Space division LBC-SA» and by energy weed well-educated electrostatic field W .

In material the method of mirror reflection is applied for the decision of task of bringing parameters over in correlation to the function of time $f(t)$, that enabled to description weed his descriptions without attachment to the lines parameters of volume and properties of transportation material.

Keywords: criteria of safety - potential φ for Space division LBC-SA, critical charge $Q(t)$, capacity of the system $C(t)$, closeness of charge $\rho(t)$, energy field W .

УДК 621.34:677

СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НАВИВАЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Якимчук Г.С.¹, Кириллов О.Л.²

¹кандидат технічних наук, професор кафедри автоматики та електроустаткування;

²кандидат технічних наук, доцент, без наукового звання,

кафедри автоматики та електроустаткування

^{1,2}Херсонської філії Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова

lokk45639@gmail.com

Анотація. У матеріалі викладена методика отримання передавальних функцій елементів і побудова структурної схеми двох-двигунного електропривода наливного пристрою системи на базі рис. 1, яка відображує динаміку зміни швидкості обертання асинхронних двигунів при наливанні ниток на шпулю без обриву матеріалу.

Ключові слова: методика отримання передавальних функцій елементів, побудова структурної схеми системи, динаміка зміни швидкості обертання асинхронних двигунів.

Спрощена функціональна схема системи управління двох-двигунним електроприводом навивного пристрою по каналу регулювання частоти живлячої напруги асинхронних двигунів АД1 і АД2, відповідно випускних валів ВВ і навою Н, показана на рис. 1. Повна схема такої системи стосовно шліхтувальної машини приведена в [1]. Там же даний опис принципу її роботи.

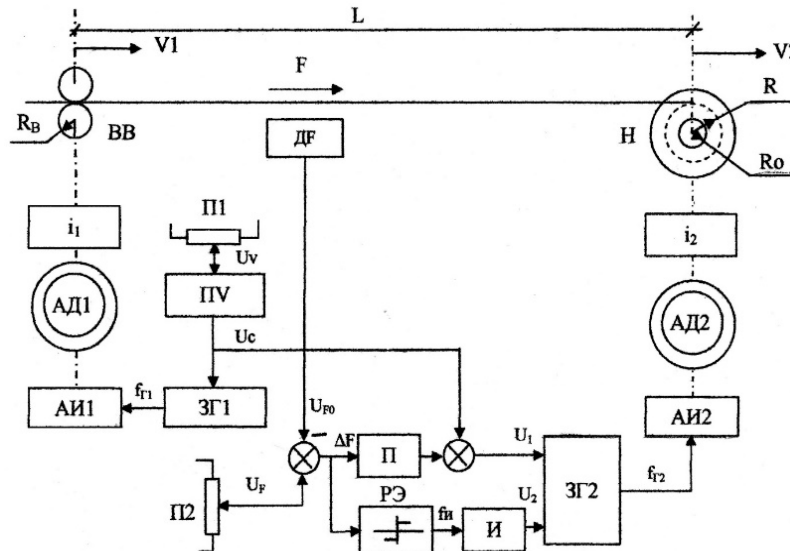


Рис. 1 Спрощена функціональна схема системи управління електроприводом навивного пристрою

Методика

Диференціальне рівняння, що описує поведінку деформації ідеально-гнучкого матеріалу між двома транспортуючими валками, дано в [2]

$$T = \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \quad (1)$$

де $T = L/V$ - постійна часу розтягування; L і V - довжина матеріалу між двома валками і швидкість його транспортування, $\varepsilon = F/E \times S$ - відносна деформація при розтягуванні, F , E і S - сила натягу, модуль пружності і площа поперек перерізу матеріалу; V_1 і V_2 - швидкості руху матеріалу на початку і кінці ділянки.

Його можна представити як функцію від натягнення F :

$$T = \frac{dF}{dt} + F = K_\varepsilon \Delta V \quad (2)$$

де $K_\varepsilon = E \times \varepsilon / V_1$ - коефіцієнт жорсткості; $\Delta V = V_2 - V_1$

Якщо це рівняння записати в приростах, то передавальна функція для матеріалу який розтягають при навиванні, як ланки автоматичного регулювання, набере вигляду:

$$W_c(p) = \frac{\Delta F(p)}{\Delta V(p)} = \frac{K_\varepsilon}{Tp + 1} \quad (3)$$

Значення такої передавальної функції для кожної точки механічної характеристики механізму навою буде конкретно визначеним за умови, що приріст радіусу навою $\rho = R/R_0$, де R і R_0 - радіуси стволу і поковки навою, за час перехідного процесу буде незначним.

Враховуючи, що маси транспортуючих механізмів, приведених до валів двигунів, передавальні функції випускних валів ВВ і навою Н, як без-інерційних ланок, визначатимуться тільки коефіцієнтами передачі.

- випускних валів

$$W_B(p) = \frac{\Delta V_1(p)}{\Delta \omega_1(p)} = \frac{R_B}{i_1} = K_B, \quad (4)$$

- навою

$$W_H(p) = \frac{\Delta V_2(p)}{\Delta \omega_2(p)} = \frac{R_O}{i_2} p = K_H, \quad (5)$$

де i_1 і i_2 - передавальні числа механічних передач випускних валів і навою, відповідно. Використавши рівняння руху електромеханічних систем отримаємо

- для випускних валів

$$J'_1 \frac{d\omega_1}{dt} = M_1 + M'_{F1} - M'_{01}, \quad (6)$$

- для навою

$$J'_2 \frac{d\omega_2}{dt} = M_2 + M'_{F2} - M'_{02}, \quad (7)$$

де M_1 і M_2 - електромагнітні моменти приводних двигунів АД1 і АД2; J'_1 , J'_2 і M'_{01} , M'_{02} - приведені моменти інерції і втрат в механічних передачах випускних валів і навою, $M'_{F1} = R_B F / i_1$ і $M'_{F2} = R_O \rho F / i_2$ - моменти, які викликані натягненням транспортуючих ниток, а передавальні функції цих ланок відповідно запишуться:

$$W_{M1}(p) = \frac{1}{J'_1(p)}, \quad (8)$$

$$W_{M2}(p) = \frac{1}{J'_2(p)}. \quad (9)$$

Для отримання передавальних функцій електромагнітних контурів приводних асинхронних двигунів необхідно здійснювати рішення початкових систем рівнянь, як це зроблено, наприклад, в [3]. Проте такі передавальні функції дуже складні і незручні для практичного користування. Якщо враховувати, що входною величиною АД є різниця $\Delta\omega = \omega_0 - \omega$ швидкостей обертання магнітного полю ω_0 і ротора ω , то при деяких припущеннях (регулювання здійснюється на лінійній частині механічної характеристики, активний опір статора обмотки $R_1 = 0$ і магнітний потік $\Phi \approx const$) передавальні функції електромагнітних перетворювачів двигунів АД1 і АД2 прийматимуть вид:

$$W_{\Sigma 1}(p) = \frac{\Delta M_1(p)}{\Delta \omega_1} = \frac{2M_{K1}/\omega_{01}S_{K1}}{T_{\Sigma 1}p+1} = \frac{K_{\Sigma 1}}{T_{\Sigma 1}p+1}, \quad (10)$$

$$W_{\Sigma 2}(p) = \frac{\Delta M_2(p)}{\Delta \omega_2} = \frac{2M_{K2}/\omega_{02}S_{K2}}{T_{\Sigma 2}p+1} = \frac{K_{\Sigma 2}}{T_{\Sigma 2}p+1}. \quad (11)$$

де $T_{\Sigma 1} = 1/\omega_{0\Sigma}S_{K1}$ і $T_{\Sigma 2} = 1/\omega_{0\Sigma}S_{K2}$ - електромагнітні постійні часу двигунів АД1 і АД2; M_{K1} , M_{K2} і S_{K1} , S_{K2} - критичні моменти і ковзання цих двигунів; $\omega_{0\Sigma}$ - кутова частота живлячої напруги.

Зв'язок відхилень швидкості обертання магнітних полів $\Delta\omega_0$ асинхронних двигунів і частот Δf_Γ задаючих генераторів встановлюються за допомогою передавальних функцій електромагнітних систем.

- для двигуна АД 1

$$W_{\Sigma M1}(p) = \frac{\Delta\omega_{01}}{\Delta f_{\Gamma 1}} = \frac{2\pi}{3P_1}, \quad (12)$$

- для двигуна АД2

$$W_{\Sigma M2}(p) = \frac{\Delta\omega_{02}}{\Delta f_{\Gamma 2}} = \frac{2\pi}{3P_2}. \quad (13)$$

де P_1 і P_2 - число пар полюсів відповідних двигунів.

Оскільки частоти задаючих генераторів в три рази перевищують частоти напруги на статорних обмотках приводних двигунів, то в знаменнику є трійка.

Передавальна функція задаючого генератора ЗГ1 в автономному інверторі АИ1 – безінерційної і лінійної ланки виражається коефіцієнтом передачі

$$W_{\Gamma 1}(p) = \frac{f_{\Gamma 1}}{\Delta U_C(p)} = K_{\Gamma 1}, \quad (14)$$

де $\Delta f_{\Gamma 1}$ і ΔU_C - приріст частоти $f_{\Gamma 1}$ і напруга узгодження U_C , яка пропорційна завданню лінійної швидкості U_V , а передавальна функція задаючого генератора ЗГ2 в автономному інверторі АИ2 - теж без-інерційної ланки, де вихідна частота f_{12} знаходиться в залежності від двох сигналів U_1 і U_2 , що подано на його входи,

$$f_{\Gamma 2} = K_{\Gamma 2} \frac{U_1}{U_2}, \quad (15)$$

виходить після лінеаризації цієї залежності, записаної в приростах у виді

$$f_{\Gamma 2} + \Delta f_{\Gamma 2} = K_{\Gamma 2} \frac{U_1 + \Delta U_1}{U_2 + \Delta U_2}. \quad (16)$$

Звідки

$$\Delta f_{\Gamma 2} = K_{\Gamma 2} \frac{U_1 + \Delta U_1}{U_2 + \Delta U_2} - K_{\Gamma 2} \frac{U_1}{U_2} = K_{\Gamma 2} \frac{U_1}{U_2} \left[\left(1 + \frac{\Delta U_1}{U_1} \right) \times \frac{1}{1 + \frac{\Delta U_2}{U_2}} - 1 \right]. \quad (17)$$

Розкладаємо останній множник в статичний ряд

$$\frac{1}{1 + \frac{\Delta U_2}{U_2}} = 1 - \frac{U_1}{U_2} + \left(\frac{\Delta U_2}{U_2} \right)^2 - \left(\frac{\Delta U_2}{U_2} \right)^3 + \dots \quad (18)$$

і нехтуємо вищими складовими, тоді рівняння (17) запишеться в виді:

$$\Delta f_{\Gamma 2} = K_{\Gamma 2} \frac{U_1}{U_2} \left[\left(1 + \frac{\Delta U_1}{U_1} \right) \times \left(1 - \frac{\Delta U_2}{U_2} \right) - 1 \right]. \quad (19)$$

Далі, після нескладних перетворень і зневагою складовою $\frac{\Delta U_1 \times \Delta U_2}{U_1 \times U_2}$ із-за її крихти, отримаємо рівняння

$$\Delta f_{\Gamma 2} = K_{\Gamma 2} \left(\frac{1}{U_2} \Delta U_1 - \frac{U_1}{U_2^2} \Delta U_2 \right), \quad (20)$$

яке описує складну передавальну функцію ЗГ2, яка складається з однієї загальної $W_{\Gamma 1}(p) = K_{\Gamma 2}$ і двох паралельно включених $W_{\Gamma 21}(p) = 1/U_2$ і $W_{\Gamma 22}(p) = U_1/U_2^2$.

Напруга на першому вході $U_1 = U_0 + K_{\Pi} \Delta U_F$, де K_{Π} - коефіцієнт передачі, що дорівнює передавальній функції $W_{\Gamma}(p)$ каналу пропорційного регулювання П; $\Delta U_F = U_F - U_{F0}$; U_F - напруга завдання по натягу, що поступає від задатчика П2, а U_{F0} - сигнал зворотного зв'язку, натягнення ДФ навитих ниток, що поступає від датчика. Канал адаптивного регулювання, який виробляє напругу, складається із ступінчастого інтегратора И і генератора імпульсів РЭ. Ступінчастий інтегратор має передавальну функцію

$$W_{\text{И}}(p) = \frac{\Delta U_C}{\Delta U_V} = \frac{K_{\text{И}}}{T_V p + 1}, \quad (21)$$

де $K_{\text{И}}$ - коефіцієнт передачі, а генератор імпульсів має релейну однозначну статичну характеристику із зоною нечутливості. Частота імпульсів $f_{\text{И}}$ такого генератора появляється за наявності на його вході ΔU_F сигналу відхилення натягу навитих ниток від заданого.

Для здійснення плавного пуску машини в задаючому пристрої П1 передбачено аперіодична ланка ПУ, передавальна функція якої має вигляд

$$W_{\text{ПУ}}(p) = \frac{\Delta U_C}{\Delta U_V} = \frac{K_V}{T_V p + 1}, \quad (21)$$

де K_V і T_V - коефіцієнт передачі і постійні часу цієї ланки.

Використовуючи, отримані передавальні функції і зв'язки між ними будується структурна схема, яка показана на рис. 2.

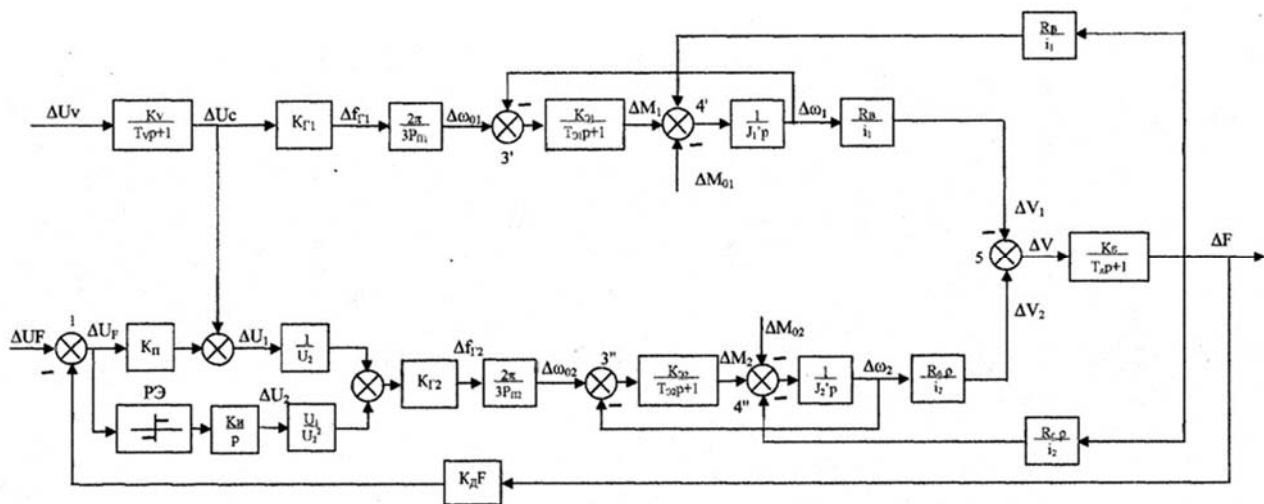


Рис.2. Структурна схема двох-двигунного, частотно-регульованого електроприводу намотувального пристрою.

ВИСНОВКИ

Приведена методика отримання передавальних функцій елементів і побудована структурна схема двох - двигунного, частотно-регульованого електроприводу навивного пристрою шліхтовальної машини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Якимчук Г.С., Крупица П.А., Клименко Д.С. Обоснование применения асинхронно-регулируемого электропривода для шлихтовальных машин. Вестник НТУ «ХПИ». - 2003., Вып 10, том 1, - С. 452 - 453.
2. Брейтер Б.З. Исследование уточненного выражения передаточной функции асинхронного двигателя при частотном регулировании. В кн.. Динамика станков / - М.: ЭНИМС, 1971, с. 56-60.
3. Теория автоматизированного электропривода: Учеб, пособие для вузов / Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер АС. -М.: Энергия, 1979. - 616 с.

Flow diagram of system management by the frequency-managed electromechanic of wind device

Georgy Sergeevich Yakimtchuk, p.h.d., professor.

Oleg Leonidovich Kirillov, p.h.d.

Kherson Branch of the Admiral Makarov

National University of Shipbuilding

Annotation

In material the expounded methods of receipt of transmission functions of elements and construction of structure chart of two-engine electric drive of weave device of the system on the base of lines. 1, which represents the dynamics of change of speed of rotation of AC engines at weave of filaments on bobbin without the precipice of material.

Keywords: methods of receipt of transmission functions of elements, construction of structure diagram of the system, dynamics of change of change of speed of rotation of asynchronous engines.