

## ДО СИНТЕЗУ УПРАВЛІНЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЗМІННОГО СТРУМУ НА ОСНОВІ РІШЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ЛАГРАНЖА

Заповловський М.Й., Мезенцев М.В.

*Національний технічний університет*

*«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

При використанні алгоритму векторного управління математичну модель електроприводу дизель-поїзда можна представити системою нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку (1), де фазовими координатами виступають модуль вектору потокозчеплення ротора тягового двигуна електроприводу та швидкість руху дизель-поїзда

$$\dot{X}_1 + a_1 X_1 - a_2 U_1 = 0; \quad \dot{X}_2 + a_3 X_2 + a_4 - a_5 X_1 U_2 = 0, \quad (1)$$

де  $X_1, X_2, \dot{X}_1, \dot{X}_2$  – відповідно фазові змінні та їх похідні;  $U_1, U_2$  - управління;  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  – коефіцієнти, які визначаються параметрами системи. Фізично управління – це проекції  $I_{s1}, I_{s2}$  вектору струму статорної обмотки двигуна на відповідні вісі координат.

Критерій якості (мінімізація енергетичних витрат), задається у вигляді квадратичного функціоналу (2)

$$J = \int_{t_0}^T (U_1^2 + U_2^2) t dt. \quad (2)$$

За методом Лагранжа управління  $U_1, U_2$  можна отримати за наступними співвідношеннями:

$$U_1 = a_2 \lambda_1 / 2t; \quad U_2 = a_5 \lambda_2 X_1 / 2t,$$

де  $\lambda_1, \lambda_2$  – невизначені множники Лагранжа, які визначаються з рішення диференціальних рівнянь:

$$\dot{\lambda}_1 - a_1 \lambda_1 + (a_5 \lambda_2)^2 X_1 / 2t = 0; \quad \dot{\lambda}_2 - a_3 \lambda_2 = 0.$$

Аналітичне рішення для знаходження  $\lambda_1, \lambda_2$  неможливе, оскільки невідомі початкові мови. Для вирішення цієї проблеми пропонується наступний підхід: використовуючи математичну модель двигуна в синхронній системі координат можливо визначити поведінку проекції вектору струму статорної обмотки двигуна за умови використання відомого закону управління (наприклад  $U/f = const$  при певному темпі розгону). Це дає змогу при такому представленні виділити складові рішення диференціального рівняння (однорідного і вимушеного), а значить і початкові умови для системи диференціальних рівнянь, які описують динаміку поведінки невизначених множників Лагранжа  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$ .

Виходячи з проведених результатів дослідження можна зробити висновок, що розроблений підхід дозволить виконати синтез законів управління електроприводом із заданим критерієм якості з урахуванням завантаженості дизель-поїзда, забезпечуючи при цьому виконання заданих граничних умов.