

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА БАГАТОРІВНЕВОЇ САУ ЧОРНОВОЇ ГРУПИ КЛІТЕЙ ДЛЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ДРІБНОГО СОРТУ

Р.І. Біндюг, студент

(Донецький національний технічний університет, м.Донецьк, Україна)

Загальна постановка проблеми

Сучасне виробництво у прямому сенсі залежить від енергоспоживання, тому чим менше витрати на енергоспоживання, - тим вище прибуток підприємства. Енергозбереження – одна з найголовніших задач модернізації металургійних технологій, яка в суміщенні процесів безперервного лиття та безперервної прокатки від рідкого металу, до кінцевого прокату. У даній технологічній схемі тепло рідкого металу не губиться, а використовується у подальших переділах після безперервного лиття. Тому сьогодні питання в проектуванні та впровадженні литейно-прокатних модулів є актуальним. Практичне втілення цієї технології для дрібносортового виробництва і виробництва катанки не було виконано так популярно, через відсутність оптимальної конструкції клітей. Безперервна прокатка найоптимальніша, якщо основний обтиск металу здійснюватиметься у прокатних клітях, де максимальний витяг відбувається за один прохід в одній кліті. В цій статті розглядається математична модель САУ чорнової групи клітей а також її структурна схема та динаміка перехідних процесів у цій кліті.

Рішення задачі

Електропривід гвинтової кліті включає два електродвигуни, які зв'язані через систему передач з валковим і корпусним механізмами. Перший двигун (головний) використовується для обертання валків, цей двигун виконує основну роботу з деформації металу. Корпус кліті з розташованими в ньому валками приводиться в рух навколо вісі прокатки додатковим двигуном. Частота обертання корпусу кліті регулюється по відношенню до частоти обертання робочих валків так, щоб усунути обертання прокату.

Запишемо математичну модель двигуна постійного струму з незалежним збудженням за допомогою системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} U(t) = I(t) \cdot R + L \frac{dI(t)}{dt} + C\omega(t); \\ J \frac{d\omega(t)}{dt} = C \cdot I(t) - M_c(t), \end{cases} \quad (1)$$

Лінійна диференціальна система рівнянь (1) перетворюється на лінійну систему алгебраїчних рівнянь у перетвореннях Лапласа:

$$\begin{cases} I = (U - C\omega)/(R + Lp); \\ \omega = (CI - M_c)/Jp. \end{cases} \quad (2)$$

Після необхідних перетворень наша система набуде вигляду:

$$\begin{cases} U_K(t) = I_K(t) \cdot R_K + L_K \frac{dI_K(t)}{dt} + C_K \omega_K(t); \\ J_K \frac{d\omega_K(t)}{dt} = C_K \cdot I_K(t) - M_{C_K}(t); \\ U_K(t) = K_{III} \left[K_{II} \cdot \varepsilon_K(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon_K(t) dt \right]; \\ \varepsilon_K(t) = \omega_B(t) \cdot K_{OC\omega} - \omega_K(t) \cdot K_{OC\omega}. \end{cases} \quad (3)$$

Математична модель для системи управління електроприводами першої планетарної тривалкової кліті ПГП приведена в системі рівнянь (4) в інтегро-диференційному вигляді.

$$\begin{cases} U_B(t) = I_B(t) \cdot R_B + L_B \frac{dI_B(t)}{dt} + C_B \omega_B(t); \\ J_B \frac{d\omega_B(t)}{dt} = C_B \cdot I_B(t) - M_{C_B}(t); \\ U_B(t) = K_{III} \left[K_{II} \cdot \varepsilon_B(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon_B(t) dt \right]; \\ \varepsilon_B(t) = \alpha_{3B}(t) - \omega_B \cdot K_{OC\omega_B}; \\ \varepsilon_{II}(t) = \alpha_{II}(t) - \omega_B \cdot K_{OCII}; \\ U_K(t) = I_K(t) \cdot R_K + L_K \frac{dI_K(t)}{dt} + C_K \omega_K(t); \\ J_K \frac{d\omega_K(t)}{dt} = C_K \cdot I_K(t) - M_{C_K}(t); \\ U_K(t) = K_{III} \left[K_{II} \cdot \varepsilon_K(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon_K(t) dt \right]; \\ \varepsilon_K(t) = \omega_B(t) \cdot K_{OC\omega} - \omega_K(t) \cdot K_{OC\omega}. \end{cases} \quad (4)$$

Побудуємо структурну схему системи управління електроприводами першої планетарної тривалкової кліті ПГП, ґрунтуючись на отриманій математичній моделі (4). Структурна схема САУ ЕП чорнової групи клітей зображена на рис.1.

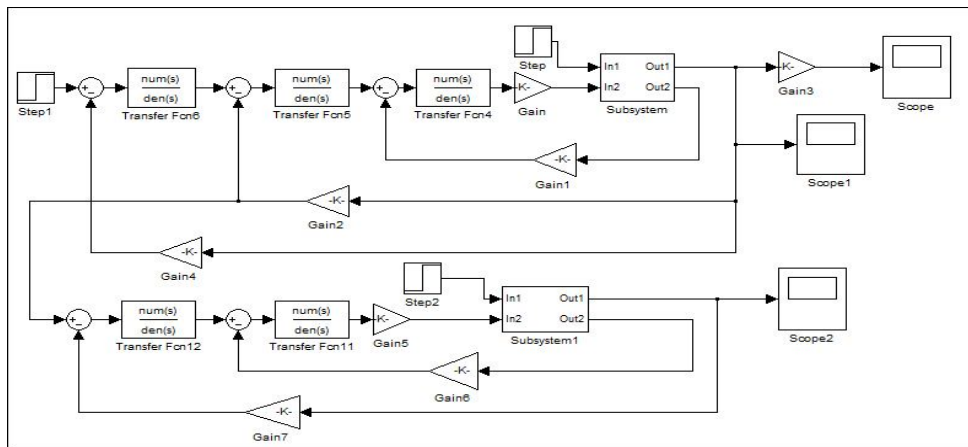


Рисунок 1 – Структурна схема САУ ЕП чорнової групи клітей

Моделювання структурної схеми (рис.1) проводилось для номінальних параметрів за допомогою пакету прикладних програм MatLab-Simulink 6.5. Отримані у результаті моделювання перехідні процеси характеризують роботу системи.

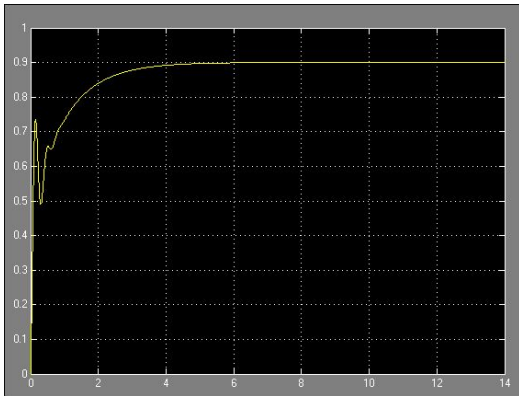


Рисунок 2 – Результати продуктивності, швидкість виходу металу із кліті

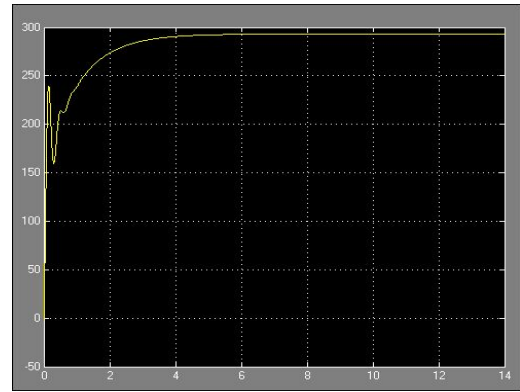


Рисунок 3 – Швидкість обертання електроприводу валків кліті

Із графіків видно, що швидкість виходу заготовлі із кліті, прямо залежить від швидкості обертання валків кліті. Швидкість входу заготовлі була встановлена в 0,1 м/с. На виході її швидкість зростає до 0,9 м/с. Тобто рух металу збільшився в 9 разів, що дорівнює коефіцієнту витягу кліті.

Графік обертання корпусу кліті зображено на рис.4.

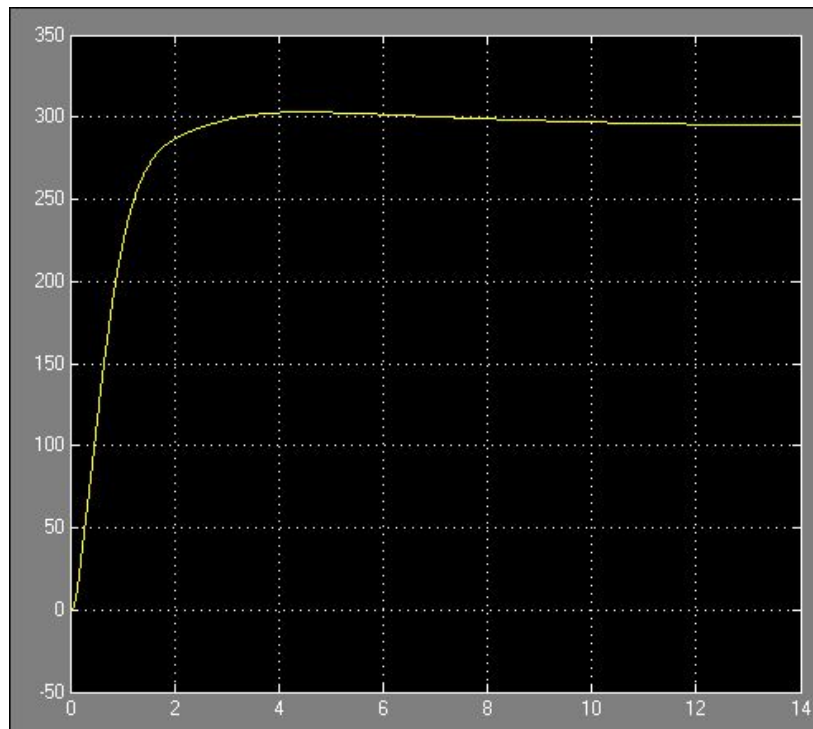


Рисунок 4 – Швидкість обертання електроприводу корпусу кліті

Графік доводить, що швидкість обертання корпусу дорівнює швидкості обертання валків, тобто можна допустити, що відсутній рух металу навколо вісі прокатки на виході з кліті.