

УДК 621.86

Я.Ю. Марущак^{1,2}, А.П. Кушнір¹
 м. Львів¹, Україна, м. Бидгощ², Польща

СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПІДПОРЯДКОВАНОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ПОВОРОТУ СТРИЛИ З ЛЮЛЬКОЮ

В більшості випадках на сьогоднішній час в підймальних механізмах вітчизняного виробництва стабілізація люльки здійснюється за допомогою механічних пристроїв та оператора. До основного недоліків такої стабілізації слід віднести відсутність зворотних зв'язків у системі переміщення люльки, що робить стабілізацію люльки в заданих координатах майже неможливим. Точність керування залежить лише від професійності оператора. Усі підймальні механізми і автодрабини з люлькою, висота підймання яких сягає більше 60 м і які мають системи стабілізації люльки, іноземного виробництва. В Києві діє єдиний в Україні підйомник на 90 м фінського виробництва вартістю 1,5 млн. євро. Велика вартість машини і проблема технічного обслуговування робить її малодоступною. Компанія Iveco Magirus Brandschutztechnik GmbH розробила пожежну автодрабину DLK 23-12 CS GL-T та DLK 55 CS з системою демпфування пружних коливань (CS – комп'ютерна стабілізація), що дозволяє демпфувати коливання, викликані різними впливами. Однак, така автодрабина має недостатню висоту підймання, а також встановлення люльки в ній є неможливим.

В тезах для демпфування пружних коливань пропонується синтезувати двомасову позиційну систему підпорядкованого регулювання (СПР) механізмом повороту стріли з люлькою, яка б дозволила забезпечити необхідні динамічні та статичні характеристики стосовно дії керуючих та збурюючих впливів.

Математична модель механізму повороту стріли запропонована в даному збірнику тез. Використаємо комбінований варіант для синтезу СПР механізмом повороту стріли з люлькою методом узагальненого характеристичного полінома (УХП) [1]. На основі математичної моделі механізму повороту стріли будуватиметься структурна схема двомасового об'єкта регулювання. На підставі цієї структурної схеми формується структурна схема триконтурної СПР, в якій мають місце зворотні зв'язки за швидкостями обох мас та переміщенням люльки. Зворотного зв'язку за пружним моментом не вводиться. Вираз передавальної функції $W_{ш2}(p) = \omega_2(p) / U_{pn}(p)$ для внутрішньої двоконтурної двомасової СПР має вигляд:

$$W_{ш2}(p) = \frac{W_{pm2}(p)W_{pm1}(p)W_{cls}(p)(b_{12}p + C_{12})i_p}{\left[J_1 p (J_2 p^2 + b_{12} p + C_{12}) i_p^2 + (b_{12} p + C_{12}) J_2 p \right] + \left[W_{pm1}(p)W_{cls}(p)K_{m1} \rightarrow \right. \\ \left. \rightarrow (J_2 p^2 + b_{12} p + C_{12}) i_p^2 \right] + W_{pm2}W_{pm1}(p)W_{cls}(p)(b_{12} p + C_{12})K_{m2}i_p}$$

де $W_{ш1}(p)$, $W_{ш2}(p)$, $W_{cls}(p)$ – передавальні функції регуляторів швидкостей обох мас та електрогідравлічного приводу зі сталою часу $T_{ел.г}$ і коефіцієнтом підсилення K_{cls} відповідно; $K_{ш1}$, $K_{ш2}$ – коефіцієнти зворотного зв'язку за $\omega_1(p)$ і $\omega_2(p)$.

Передавальна функція для контура переміщення $W_n(p) = \varphi_n(p) / U_s(p)$ після завершення процедури синтезу внутрішнього контура має вигляд:

$$W_n(p) = \frac{W_{pn}(p)\omega_{он}^2}{K_{ш2}p^3 + K_{ш2}\alpha_1^m p^2 \omega_{он} p^2 + K_{ш2}\omega_{он}^2 p + W_{pn}(p)K_n\omega_{он}^2}$$

В результаті синтезу отримаємо вирази передавальних функцій регуляторів та значення середньгеометричного кореня $\omega_{он}$ для системи третього порядку.

$$W_{pm1}(p) = \frac{\omega_{он}^2 \alpha_1^m (T_{ел.г} p + 1)}{K_{ш1} K_{cls} i_p^2} \left(J_1 i_p^2 + \frac{J_2 (b_{12} p + C_{12})}{(J_2 p^2 + b_{12} p + C_{12})} \right), W_{pm2}(p) = \frac{\omega_{он}^2 K_{ш1} i_p}{\alpha_1^m K_{ш2} (b_{12} p + C_{12}) p}, \\ W_{pn}(p) = \frac{\omega_{он}^3 K_{ш2}}{\omega_{он}^2 K_n}, \omega_{он} = \omega_{он} \frac{\alpha_1^m}{\alpha_1^m}, \omega_{он} = \omega_{он} \sqrt{\alpha_2^m}$$

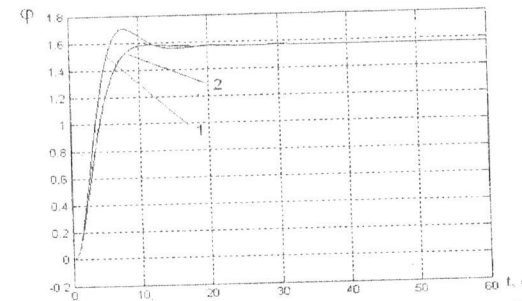


Рис. 1. Перехідний процес повороту люльки (крива 1 – $\omega_{онн} = 3/2 \omega_{онн}$, крива 2 – $\omega_{онн} = \sqrt{3} \omega_{онн}$).

На цифровій моделі проводилися дослідження синтезованої двомасової триконтурної СПР механізмом повороту стріли з люлькою за умови налаштування її на стандартну біноміальну форму ($\alpha_1^{III} = 2$; $\alpha_1^{II} = \alpha_2^{II} = 3$) та повороті на 90° ($\varphi = 1,571 \text{с}^{-1}$), якщо довжина стріли 60 м і кут підйому стріли 50° . Результати моделювання переходного процесу повороту люльки при пуску та нахилі навантаження показано на рис. 1.

Висновки. В тезах розглянуто синтез двомасової триконтурної СПР механізмом повороту стріли з люлькою. Синтезована СПР є нечутливою (практично астатичною) до дії збурення. Поряд з тим, можна досягнути незначного перерегулювання під час відпрацювання завдання, навіть в межах 1%. Такі результати отримуються, якщо $\omega_{онн} = \sqrt{3} \omega_{онн}$. Усе це дозволяє ефективно виконувати роботу рятувальниками і робить її більш безпечною.

Література:

1. Марущак Я.Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовного та паралельною корекцією. Навч. посібник. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2005. – 208 с.