

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

Проблеми
надзвичайних
ситуацій

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Харків
20 травня 2020 року

УДК 621.86: 62 – 833: 614.847.15

ВИБІР СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТА ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДЙМАЧА

Кушнір А.П., к.т.н., доц.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

Для безпечної роботи рятувальників система автоматичного керування (САК) приводом повороту люльки повинна забезпечувати такі вимоги: високу швидкодію, плавність розгону і гальмування двигуна, статичну і динамічну точності відтворення заданих траєкторій, відсутність перерегулювання в перехідних режимах, необхідний запас стійкості, низьку чутливість до координатних і параметричних збурень, високу надійність [1]. Намагання отримати кращі показники переміщення люльки призводить до ускладнення завдань, що виконуються САК приводом повороту люльки.

Задача синтезу САК зводиться до вибору типового регулятора, який забезпечує заданий закон керування. Налаштування параметрів регулятора відбувається у відповідності з динамічними характеристиками об'єкта. Стріла підйомного механізму не є абсолютно жорсткою. Тому при переміщенні люльки виникають пружні коливання і це необхідно враховувати під час синтезу САК.

Математична модель механізму повороту люльки будується на основі кінематичної схеми і була запропонована у роботі [2]. Вона має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} M_1(p) - a_1(p)\omega_1(p) - [M_{12}(p) - b_{12}(\omega_2(p) - \omega_1(p))] &= J_1 p \omega_1(p), \\ M_{12}(p) &= \frac{C_{12}}{p} (\omega_1(p) - \omega_2(p)), \\ M_{12}(p) + b_{12}(\omega_1(p) - \omega_2(p)) \pm F_s(p)L &= J_2 p \omega_2(p), \\ \varphi_{\text{лк}}(p) &= \frac{1}{p} \omega_2(p), \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де J_1 , J_2 – сумарні моменти інерції першої та другої мас відповідно; M_1 – момент, що діє зі сторони двигуна; $F_s(p)$ – горизонтальна складова збурень, які обумовлені силою вітру і реактивними зусиллям від струменя води; C_{12} – коефіцієнт пружності деформації згину; b_{12} – коефіцієнт внутрішнього в'язкого тертя у пружній стрілі; $\omega_1(p)$ – кутова швидкість обертання платформи; $M_{12}(p)$ – момент пружної деформації стріли в горизонтальній площині; $\omega_2(p)$ – кутова швидкість на кінці стріли, $\varphi_{\text{лк}}(p)$ – кут повороту люльки; p – оператор Лапласа.

Поряд із головною координатою керування $\varphi_{\text{лк}}(p)$ є ще інші координати керування, це: $\omega_1(p)$, $M_{12}(p)$ і $\omega_2(p)$. Від їх налаштувань суттєвим чином

залежать кількісно – якісні показники координати $\varphi_{лк}(p)$. Якщо їх залучити до побудови структурної схеми САК то можна отримати дві системи. Одна – це система модального регулювання (СМР), коли для кожної координати реалізований принцип паралельної корекції. Друга – це система підпорядкованого регулювання (СПР), коли для кожної координати реалізований принцип послідовної корекції.

Структурну схему СМР показано на рис. 2 (де $W_{pn}(p)$, $W_{pu2}(p)$, $W_{pu1}(p)$, $W_{M12}(p)$ – передавальні функції регуляторів положення люльки, кутової швидкості люльки і двигуна відповідно, моменту пружної деформації стріли; K_n – коефіцієнт підсилення приводу, T_μ – мала некомпенсована стала часу).

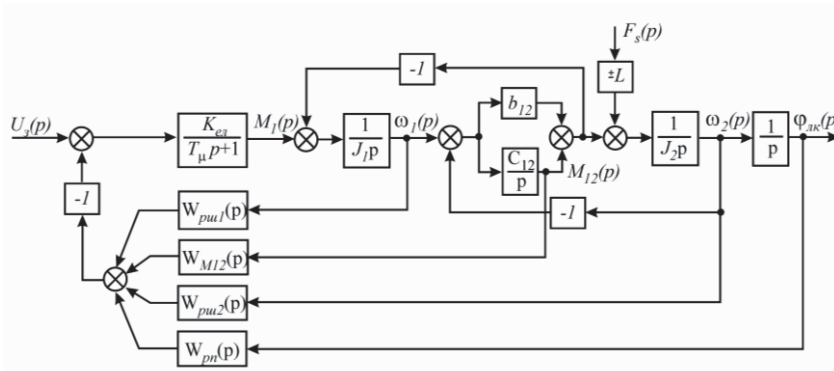


Рис. 1. Структурна схема СМР

Дана СМР дозволяє отримати будь – яку перехідну функцію вихідної координати $\varphi_{лк}(p)$. Однак, регулювати та обмежувати проміжні координати в даній САК немає можливості, що може призвести до виходу з ладу поворотного механізму.

Таких недоліків можна позбутися при побудові САК за принципом послідовної корекції. Структурну схему СПР поворотом люльки побудовано як триконтурну СПР з контурами регулювання швидкостей обертання платформи, люльки і кута повороту люльки, показано на рис. 2.

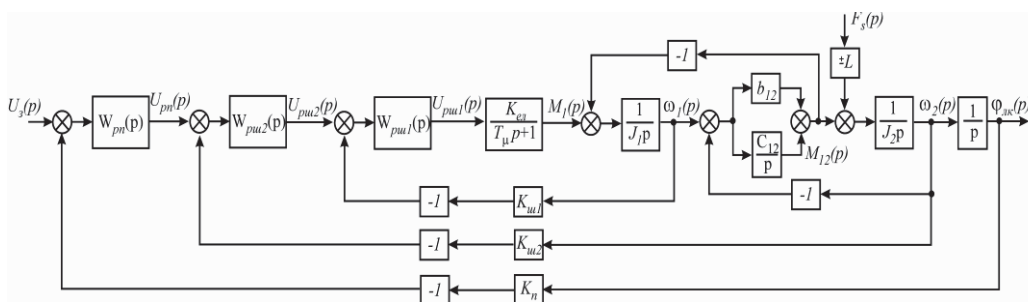


Рис. 2. Структурна схема двомасової позиційної СПР поворотом люльки

Завданням кожного регулятора в такій САК є забезпечення бажаних динамічних характеристик своєї координати керування. Вихідний сигнал регулятора є задаючим впливом для контура, який охоплений зворотним зв'язком за координатою. Традиційно СПР координат приводу синтезують-

ся виходячи з двох стандартних форм розподілу коренів характеристичного рівняння, а саме: згідно з модульним (технічним) оптимумом і згідно з симетричним оптимумом. Однак виникають проблеми забезпечення статичної та динамічної точності, а також чутливості щодо параметричних збурень. Тому для забезпечення вимог згаданих вище для даної СПР необхідно вибирати інші методи синтезу.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 14043:2014 Устаткування висотне для використання пожежно – рятувальними службами. Сходи поворотні з комбінованими рухами. Вимоги щодо безпеки, експлуатаційні характеристики та методи випробування (EN 14043:2014, IDT).
2. Марущак Я.Ю. Керування горизонтальною складовою руху люльки підйимального механізму для рятувальних робіт / Марущак Я.Ю., Кушнір А.П. // Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика : вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” – Харків: НТУ "ХПІ", 2010. – № 28. – С. 309 – 311.