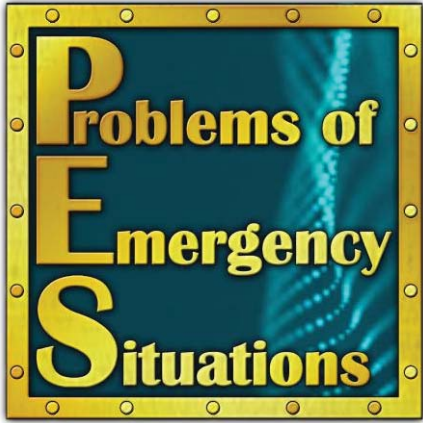


ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

Проблеми
надзвичайних
ситуацій

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Харків
20 травня 2020 року

АНАЛІЗ МЕТОДИМ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ ПІДПОРЯДКОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОВОРОТОМ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДІЙМАЧА

Кушнір А.П., к.т.н., доц.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

Сьогодення зумовило появу великої кількості висотних багатофункціональних споруд (житлових, адміністративних, промислових). Такі споруди мають ряд переваг над іншими, але поряд із перевагами, попри їх оснащення ефективними системами протипожежного захисту, вони можуть нести значну небезпеку. Для проведення рятувальних робіт на значних висотах та подачі вогнегасної речовини безпосередньо в осередок пожежі використовують сучасні пожежні автодрабини та автопідіймачі.

Майже усі вітчизняні автодрабини і автопідіймачі не мають автоматичної системи стабілізації положення люльки. Стабілізація люльки здійснюється за допомогою механічних пристроїв [1] та оператора, а якість керування залежить лише від професійності оператора. Відсутність зворотних зв'язків у системі переміщення люльки робить стабілізацію люльки в заданих координатах майже неможливою. Внаслідок пружних деформації стріли, недосконалості виготовлення механічних елементів та їх з'єднань, реактивної дію вогнегасних речовин виникають пружні коливання. Демпфувати пружні коливання люльки лише механічними пристроями є малоефективним. Перспективним способом демпфування коливань, а отже стабілізації люльки в заданих координатах за умови відпрацювання завдання, є використання системи автоматичного керування (САК). Така система повинна відпрацьовувати завдання з високою точністю і повинна забезпечувати демпфування пружних коливань люльки в обох площинах. Деякі системи автоматичної стабілізації стріли для відповідних приводів уже використовують на автодрабинах іноземного виробництва. Так у автодрабинах, які випускає компанія MAGIRUS GmbH, запропонована система комп'ютерної стабілізації комплексу стріли, яка дає змогу демпфувати коливання стріли за допомогою гідравлічної протидії при поривах вітру [2].

В роботі [3] для забезпечення високих статичних і динамічних показників було обґрунтовано необхідність заміни механічної редукторної системи повороту платформи пожежного автопідіймача електромеханічною безредукторною, побудованою на базі моментного вентильного двигуна. Цей двигун здатний виконувати високоточну роботу на низьких швидкостях з великим моментом на валу і дає можливість недовготривалої роботи у режимі короткого замикання. Відсутність редуктора дає змогу значно спростити механічну частину привода, позбутися люфтів і, як наслідок, виникнення динамічних ударів під час пуску, зупинки чи дії навантаження на опорно – поворотний механізм та суттєво підвищити жорсткість механізму.

Вибір методу синтезу позиційної САК поворотом люльки з урахуванням пружних властивостей стріли, який би дав змогу забезпечити необхідні динамічні та статичні характеристики переміщення люльки за умови дії на неї керуючих та збурюючих впливів в реальних умовах їх роботи є складною задачею. Аналіз різних структурних схем САК показав, що найкраще для демпфування пружних коливань люльки в горизонтальній площині підходить система підпорядкованого регулювання (СПР), коли для кожної координати реалізований принцип послідовної корекції.

СПР поворотом люльки синтезована на симетричний або модульний оптимум, не дозволяють враховувати нулі передавальної функції. На практиці широко використовується спосіб усунення нулів передавальної функції електромеханічної системи за допомогою відповідних фільтрів, що під'єднуються до входу системи [4]. Зрозуміло, що при цьому можна отримати весь спектр стандартних форм перехідних функцій, однак виникає проблема, пов'язана із зниженням швидкодії та запасу стійкості за амплітудою системи. Так в СПР, налаштованій на симетричний оптимум, введення на вхід системи фільтра першого порядку приводить до зниження запасу стійкості за амплітудою. Наявність фільтра другого і вищих порядків часто робить проблематичним використання синтезованих систем.

Високих показників САК можна досягнути використавши комбінований принцип керування, математичною базою якого є теорія інваріантності [5]. Проте виникають суттєві складнощі щодо фізичної реалізації коректуючих пристроїв і контролю різноманітних збурюючих факторів. Недоліком такого підходу також є те, що використовується декілька методів синтезу при розгляді однієї позиційної СПР та порушена уніфікація синтезу та налаштування контурів синтезованої СПР.

Альтернативним варіантом побудови САК поворотом люльки є СПР, синтезована методом узагальненого характеристичного полінома [4]. Однак, під час синтезу СПР передавальні функції регуляторів кутової швидкості двигуна і люльки виходять високого порядку та є досить складними з точки зору практичної реалізації. Тому пропонується для даної САК синтезувати регулятори дробового порядку. Вони мають переваги порівняно з класичними, зокрема у випадку їх застосування для оптимізації систем з наступними особливостями їх об'єктів керування: пружними властивостями, наявністю удару, люфтів, в'язкістю тертя валопроводу, нелінійним навантаженням тощо. Усе це відноситься до механізму повороту люльки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дівеєв Б. М. Застосування різного типу маятникових динамічних гасників коливань / Дівеєв Б. М., Коваль Т. Б., Пастернак М. Г. // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні : Український міжвідомчий науково – технічний збірник. – 2011. – Випуск 45. – С. 472 – 478.

2. Innovative technologies and intelligent solutions. [Електронний ре-

сурс] / – Режим доступу : <http://www.magirusgroup.com/de/en>.

3. Кушнір А. П. Вентильний електропривод механізму повороту платформи пожежного автопідйомника / Кушнір А. П., Марущак Я. Ю., Оксентюк В. М. // Пожежна безпека : Зб. наук. праць. – 2014. – №24. – С. 103–110.

4. Марущак Я. Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовним та паралельним коригуванням: навчальний посібник / Марущак Я. Ю. – Львів: Вид – во НУ “Львівська політехніка”, 2005. – С. 208.

5. Ключев В.И. Теория электропривода / Ключев В.И. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – С. 704.

6. Копчак Б. Л. Аналіз і синтез електромеханічних систем, які описуються дробовими інтегрально – диференційними ланками: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.09.03 / Копчак Б. Л. – Львів, 2017. – С. 40.