

УДК 681.51, 621.365

ШВИДКОДІЙНА ПОЗИЦІЙНА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ НАВЕДЕННЯ З НЕЧІТКИМ РЕГУЛЯТОРОМ**Я. С. Паранчук**Національний університет “Львівська політехніка”
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна. E-mail: yparanchuk@yahoo.com**В. О. Чумакевич, П. М. Єфімов, В. О. Москалик**Академія сухопутних військ імені гетьмана П. Сагайдачного
вул. Гвардійська, 32, м. Львів, 79012, Україна. E-mail: chumakevich@mail.ru

Опрацьовано структуру швидкодійної системи електроприводу механізму наведення та стабілізації башти легкоброньованих машин за схемою “широко-імпульсний перетворювач–двигун постійного струму”. Обґрунтовано стратегію керування режимами наведення та стабілізації на основі методології теорії нечітких множин. Запропоновано модель нечіткої корекції сигналу керування на переміщення башти у швидкодійній електромеханічній системі наведення та стабілізації башти з нечітким регулятором.

Ключові слова: нечіткий регулятор, широко-імпульсний перетворювач, позиціонування.**БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ ПОЗИЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОМ НАВЕДЕНИЯ С НЕЧЕТКИМ РЕГУЛЯТОРОМ****Я. С. Паранчук**Национальный университет “Львовская политехника”
ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина. E-mail: yparanchuk@yahoo.com**В. О. Чумакевич, П. М. Ефимов, В. О. Москалик**Академия сухопутных войск имени гетмана П. Сагайдачного
ул. Гвардейская, 32, г. Львов, 79012, Украина. E-mail: chumakevich@mail.ru

Проработана структура быстродействующей системы электропривода механизма наведения и стабилизации башни легкобронированных машин по схеме “широко-импульсный преобразователь–двигатель постоянного тока”. Обоснована стратегия управления режимами наведения и стабилизации на основе методологии теории нечетких множеств. Предложена модель нечеткой коррекции сигнала управления на перемещение башни в быстродействующей электромеханической системе наведения и стабилизации с нечетким корректором.

Ключевые слова: нечеткий регулятор, широко-импульсный преобразователь, позиционирование.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Характерною особливістю систем наведення та стабілізації легкоброньованих машин є вимога високої швидкодії, точності позиціонування та дозованих переміщень, мінімізація динамічної похибки у режимі стеження та стабілізації напрямку у просторі. Існуючі системи наведення не відповідають цим вимогам повною мірою, що вимагає вдосконалення їх структури та алгоритмів керування у контексті поставлених вимог.

Вирішення поставленої задачі ускладнюється дією неперервних параметричних і координатних збурень, які у більшості випадків мають випадковий нестаціонарний характер. До таких збурень відносять флуктуації моменту статичного навантаження, моменту інерції механізму, напруги джерел живлення, температури навколишнього середовища, дію поривів вітру, невизначеність параметрів об'єкту керування, обмежену жорсткість окремих елементів кінематичної схеми механічної частини, неможливість неперервного експлуатаційного контролю певних координат (електричних, механічних) тощо. Отримати точні математичні описи режимів об'єктів керування з указаними особливостями неможливо. Це ускладнює, а в багатьох випадках і унеможлиблює успішне вирішення поставленої задачі отримання високої динамічної та статичної точності регулювання координат і керування режимами наведення, зокрема оптимального, на основі методів класичної теорії автоматичного керування.

Ефективним альтернативним підходом побудови систем керування об'єктами з нестаціонарними параметричними та координатними збуреннями є використання новітніх інтелектуальних методів, зокрема методів теорії нечітких множин.

Метою даної роботи є обґрунтування структури електромеханічної системи та моделі керування ре-

жимами наведення та стабілізації башти легкоброньованих машини, що відповідають вимогам.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Більшість існуючих електромеханічних систем наведення башти виконано за схемою “електромашинний підсилювач–двигун постійного струму” (ЕМП–Д) з формуючими зворотними зв'язками: від'ємним за швидкістю та від'ємним нелінійним за струмом якоря та корегуючими зворотними зв'язками (гнучкими зворотними зв'язками за напругою ЕМП, струмом якоря та струмом керування) [1]. Кінематична схема системи наведення та стабілізації башти характеризується змінюваним моментом інерції у процесі наведення, наявністю люфта, великим передавальним числом редуктора, суттєвим та динамічно змінюваним за величиною моментом сухого тертя та статичного навантаження.

Системі наведення властива відносно велика інерційність керування, значні масогабаритні показники, низький коефіцієнт корисної дії за причини трикаскадного перетворення енергії, значний шум у роботі та складність обслуговування. Через велику інерційність, дію випадкових параметричних збурень, значні коливання напруги бортової мережі, динамічно змінюваний момент на валу вінцевої шестерні, а також вплив люфта та дію пружного моменту спостерігається значна динамічна та статична похибка регулювання, що негативно впливає на точність стрільби як з місця, так і на ходу.

Для зменшення інерційності, масогабаритних показників та підвищення енергоефективності запропоновано використати швидкодійний електропривод механізму наведення башти за схемою “широко-імпульсний перетворювач–двигун (ШПІ–Д). Систему

керування доцільно побудувати за підпорядкованим принципом з внутрішнім контуром регулювання струму якоря двигуна та зовнішніми контурами шви-

дкості двигуна і контуром положення башти з відповідними регуляторами й зворотними зв'язками за вказаними координатами.

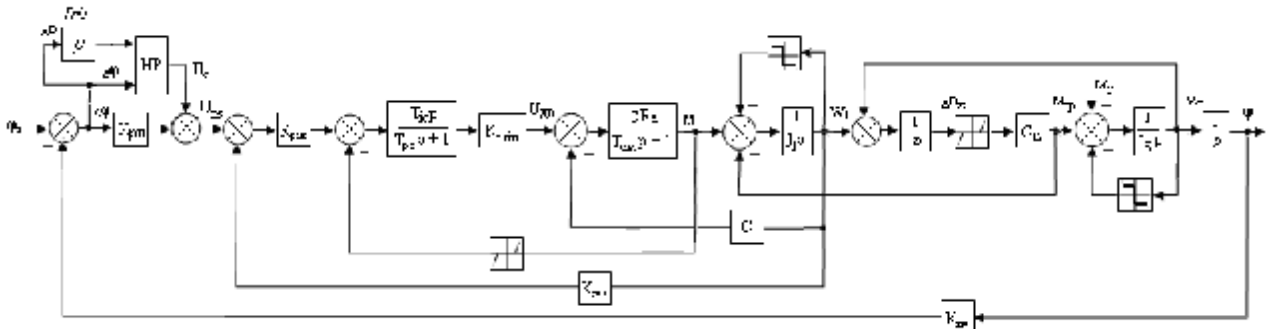


Рисунок 1 – Структурна схема швидкодійної позиційної системи наведенням з нечітким регулятором

Розроблена система підпорядкованого керування (рис. 1) використовує ПІ-регулятор струму й пропорційні регулятори швидкості та положення, які налаштовані на модульний оптимум. За причини наявності у системі нелінійностей, елементів з обмеженою механічною жорсткістю, зміну параметрів системи при позиціонуванні та стабілізації кута наведення у режимі супроводження цілі, показники динаміки та статички системи наведення не будуть оптимальними. Для усунення негативного впливу вказаних вище чинників на показники динаміки й отримання поставлених вимог запропоновано використати інтегральну адаптацію системи наведення та стабілізації до різних за природою виникнення параметричних та координатних збурень на основі положень теорії нечітких множин [2].

Реалізувати зазначену адаптацію запропоновано на основі використання оперативної корекції вихідного сигналу регулятора положення. Для цього у розробленій системі паралельно до регулятора положення включено нечіткий регулятор з постійним виходом. Вхідними сигналами нечіткого коректора є сигнал розузгодження за кутом наведення $D\phi$ та його похідна за часом $dD\phi/dt$ (рис. 1), що формується на виході диференціатора Диф. Вихідний сигнал нечіткого регулятора формується за такою моделлю

нечітких правил:

$$\text{If } \Delta j \in A_{1k} \text{ i } d\Delta j / dt \in A_{2k} \text{ then } U_{ck} \in B_k, \quad (1)$$

де A_{1k}, A_{2k} – області, яким можуть належати вхідні сигнали; B_k – значення виходу для відповідних піддіпазонів значень вхідних сигналів нечіткого регулятора, а U_{ck} – його вхідний сигнал. Сигнал завдання регулятора швидкості $U_{zs} = U_{pp} + U_c$, де U_{pp} – вихідний сигнал регулятора положення.

ВИСНОВКИ. Обґрунтовано енергоефективну швидкодійну позиційну електромеханічну систему наведення башти легкоброньованих машин на основі нечіткого регулятора з вищою точністю наведення та стабілізації. Використання системи ШПІ-Д зменшує масогабаритні показники механізму наведення, підвищує надійність та енергоефективність, спрощує технічне обслуговування і ремонт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть I. – М.: Воениздат, 1987. – 248 с.
2. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие множества. – М.: Телеком, 2004. – 452 с.

HIGHT-SPEED POSITIONAL ELECTROMECHANICAL CONTROL SYSTEM OF AIMING MECHANISM WITH FUZZY CONTROLLER

Ya. Paranchuk

National University "Lviv Polytechnic"

vul. S. Bandery, 12, Lviv, 79013, Ukraine. E-mail: yparanchuk@yahoo.com

V. Chumakevych, P. Yefimov, V. Moskalyk

Academy of Ground Forces named after Hetman P. Sahaydachnyi

vul. Hvardiyska, 32, Lviv, 79012, Ukraine. E-mail: chumakevich@mail.ru

The structure of high-speed electromechanical control system for controlling lightly armoured vehicles tower aiming and stabilization electric drive regimes is substantiated. The system is based on the "PWM convertor – DC motor" structure. Strategy of controlling aiming and stabilization regimes based on fuzzy sets theory methods is substantiated. Model of tower travel control signal fuzzy correction in electromechanical aiming and positioning control system with fuzzy controller is proposed.

Key words: fuzzy controller, correction, stabilization, positioning, electromechanical system.

REFERENCES

1. Infantry battle machine BMP-2. Technical description and instruction manual. Part I. – М.: Voenizdat, 1987. – 248 p. [in Russian]
2. Rutkovskaya D., Pilinskiy M., Rutkovskiy L. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy sets. – М.: Telecom, 2004. – 452 p. [in Russian]

Стаття надійшла 13.07.2012.

Рекомендовано до друку
к.т.н., доц. Кореньковою Т.В.