

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**МАСЛІЯ АНДРІЯ СЕРГІЙОВИЧА**

на тему «Структурний та параметричний синтез систем автоматичного керування лінійними електродвигунами моношпального стрілочного переводу», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

**Актуальність обраної теми.** Розвиток залізничного транспорту, залізничних міжнародних транспортних коридорів, інтеграція вітчизняного залізничного транспорту в світову транспортно-логістичну систему визначені ключовими факторами економічного розвитку України, що дозволить створити умови для нарощування транзитних вантажопотоків, ефективного використання потужного транзитного потенціалу, відкрити доступ до високотехнологічних новітніх комплектуючих, забезпечуючи активізацію процесів розвитку промисловості України. Перехід на підвищені швидкості передбачає необхідність забезпечення повної реконструкції і модернізації пристроїв телемеханіки, зв'язку, енергетики та автоматики. Важлива роль в пристроях автоматики відводиться стрілочним переводам, які можуть обмежувати експлуатаційну готовність і пропускну здатність залізниць при допустимій на них швидкості руху поїздів менше, ніж на головних або бокових коліях. В той же час, світовими компаніями проводиться робота над створенням нових їх типів. Таким чином, запропонований в роботі шлях створення нових систем керування електроприводами є актуальним з точки зору необхідності переходу до нової сучасної елементної бази систем автоматики та нових конструкційних рішень.

Актуальність та перспективність дисертаційної роботи підтверджуються і тим, що наукові дослідження проводилися в рамках науково-дослідних робіт кафедри електричного транспорту та тепловозобудування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» з урахуванням положень «Концепції розвитку транспортно-залізничного комплексу України на середньотерміновий період до 2020 року» (Наказ Державної адміністрації залізничного транспорту № 764 від 05.11.2001 р.), а також відповідно до держбюджетної НДР МОН України «Розробка і дослідження роботи електроприводу стрілочного переводу моношпального типу» (ДР № 117U000643), де здобувач був виконавцем окремих розділів.

Тому рішення наукової задачі вдосконалення мікропроцесорної системи автоматичного керування безредукторним регульованим електроприводом стрілочного переводу моношпального типу на базі лінійного двигуна для отримання заданого закону керування рухом гостряків та зменшення часу переводу стрілки є актуальним та своєчасним.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій,** сформульованих в дисертаційній роботі Маслія А.С. є високою й базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному

аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, і якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату теорії автоматичного керування, методів кінцевих елементів, методів оптимізації, генетичних алгоритмів.

Отримані результати перевірені шляхом критичних переходів отриманих формул до відомих раніше результатів, що підтверджує обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі результатів дослідження.

**Достовірність результатів досліджень.** Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, застосуванням стандартних процедур математичного аналізу і методів керування, відповідністю змісту математичних моделей фізичній суті описуваних об'єктів. Отримані результати, висновки і рекомендації логічно і математично аргументовані. Достовірність забезпечується коректною математичною постановкою задачі синтезу нейронного регулятора положення для електроприводу з двигуном електромагнітного типу та ПІД-регулятора швидкості для електроприводу з індукторним електроприводом і оцінка якості їх роботи.

Усі методи, що запропоновані в дисертаційній роботі обґрунтовані строгими математичними викладками і підтверджуються результатами чисельних комп'ютерних експериментів, а також шляхом співставлення отриманих результатів з експериментальними дослідженнями.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

- вперше запропоновано метод визначення параметрів моделей лінійних електродвигунів стрілочного переводу моношпального типу на основі умовної оптимізації, що дозволяє знизити витрати на виготовлення приводу та забезпечити необхідне тягове зусилля в процесі переводу стрілки;

- вперше для електроприводу моношпального безредукторного стрілочного переводу розроблено математичні моделі та визначено структуру систем автоматичного керування, що включають нейрорегулятор положення для лінійного електродвигуна електромагнітного типу та цифровий ПІД-регулятор швидкості для лінійного індукторного двигуна, що дозволяє врахувати випадковий характер навантаження на контактній поверхні гостряк-подушка та забезпечити задані траєкторії переміщення в детермінований час;

- отримали подальший розвиток математичні моделі електродвигунів лінійного типу як об'єкту керування з врахуванням габаритних обмежень їх розміщення в шпалі та особливостей механічної частини приводу стрілочного переводу, що дозволяє враховувати вплив нелінійних властивостей об'єктів керування;

- отримали подальший розвиток методи синтезу САК на основі модифікації генетичних алгоритмів для забезпечення заданого закону керування в різних умовах експлуатації, що дозволяє підвищити показники якості розроблених систем.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає у наступному:**

- науково обґрунтовані практичні рекомендації визначення параметрів системи керування шпальним стрілочним переводом з лінійними двигунами двох типів, що дозволяє реалізувати вимоги «Правил технічної експлуатації залізниць України» до

стрілочних електроприводів магістралей швидкісного транспорту;

– для стрілочних переводів моношпального типу розроблено методику розрахунку параметрів лінійних двигунів з урахуванням особливостей їх розміщення в шпалі;

– в дослідному зразку реалізовано систему на базі нейрорегулятора з використанням розроблених математичних моделей.

Результати, які отримані в ході виконання дисертаційної роботи, впроваджено в ТОВ НКП «Укртрансигнал» (м. Харків), у навчальний процес в Інституті перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків) та в НТУ «ХП».

**Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях та апробація роботи.** Результати дисертаційної роботи досить повно відображені у 21 науковій праці, з них: 14 – у наукових фахових виданнях України (12 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз), 1 – у закордонному періодичному фаховому виданні (SCOPUS), 4 – у матеріалах конференцій та 2 патенти.

Основні результати роботи доповідались та обговорювались на міжнародних науково-практичних конференціях: «Проблеми перетворення електроенергії на електричному транспорті» (Харків, 2014 – 2016); «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (Харків, 2015); «Енергозбереження на залізничному транспорті та в промисловості» (Воловець, 2015); «Проблеми енергоресурсозбереження в електричних системах. Наука, освіта і практика» (Кременчук, 2015).

**По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

1. Відсутнє обґрунтування доцільності використання нейрорегулятора положення для електроприводу з двигуном електромагнітного типу та ПД-регулятор швидкості для електроприводу з індукторним електродвигуном. Доцільно було б провести порівняння динамічних властивостей системи при застосуванні запропонованого нейрорегулятора і традиційного ПД регулятора для керування електроприводу з двигуном електромагнітного типу;
2. Не обґрунтована структура 3-10-1 ШНМ нейрорегулятора для керування електроприводу з двигуном електромагнітного типу;
3. Як визначає автор на стор. 58, рішення задачі оптимізації залежать від стартової точки. Крім того, цільова функція має декілька локальних екстремумів, як це вказано на стор.58, та ділянки типу оврагів та гребенів, як це показано на рис. 2.16. Саме для рішення таких задач розроблені стохастичні методи багатоагентної оптимізації роєм часток. На жаль, автор не скористався цими алгоритмами;
4. Параметри об'єкту керування апріорі точно невідомі та змінюються у ході роботи системи. Зокрема «Зусилля переведення стрілки залежить від коефіцієнта тертя гостряків об подушки, який є досить невизначеною величиною і може знаходитися в межах від 0,05 до 0,8 та залежить від різних чинників». Тому синтезована система повинна бути робастною. Доцільно було б провести дослідження чутливості синтезованої системи до варіації параметрів об'єкту керування, а не тільки дослідження двигуна, як це зроблено на стор. 69.
5. Не зрозуміло, як автор при рішенні задачі скалярної оптимізації критерію (2.14) використовує додатковий векторний критерій оптимізації (2.17) – (2.20);

6. Доцільно було б розробити практичні рекомендації в яких випадках доцільно використовувати електропривод з двигуном електромагнітного типу, а в яких - електропривод з індукторним електродвигуном;
7. Другий розділ роботи має назву «Ідентифікація параметрів лінійного електродвигуна як об'єкта керування». Але фактично у цьому розділі визначено оптимальні параметрів двигуна приводу на основі математичної моделі, основою якої є спрощене визначення електромеханічної сили;
8. Замість «визначення геометричних розмірів електроприводу» на стор. 68 доцільно використовувати «визначення геометричних розмірів двигуна»
9. Для завдання позначень скалярної цільової функції (2.24) та вектору варійованих параметрів (2.25) оптимізації геометричних розмірів приводу використовується одна і та ж літера  $u$ ;
10. Частину матеріалу, зокрема таблиця 2.2 на стор.58-59, таблиця 5.2 та 5.3 на стор. 150 та інші доцільно було б винести у додатки.

**ВИСНОВОК.** Дисертаційна робота Маслія Андрія Сергійовича на тему «Структурний та параметричний синтез систем автоматичного керування лінійними електродвигунами моношпального стрілочного переводу», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування. Вона є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу вдосконалення мікропроцесорної системи автоматичного керування безредукторним регульованим електроприводом стрілочного переводу моношпального типу на базі лінійного двигуна для зменшення часу переводу стрілки та отримання заданого закону керування рухом гостряків.

В дисертації отримані науково обґрунтовані результати подальшого розвитку методів синтезу САК на основі модифікації генетичних алгоритмів для забезпечення заданого закону керування в різних умовах експлуатації, що дозволяє підвищити показники якості розроблених систем.

Оформлення роботи відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автореферат повністю відображає основні положення дисертації. Зроблені зауваження принципово не знижують високого наукового і практичного рівня дисертаційної роботи, яка в повній мірі відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р № 567 щодо здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Маслій Андрій Сергійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук,  
професор, зав. відділом проблем управління  
магнітним полем Інституту  
технічних проблем магнетизму  
Національної академії наук України

Підпис д.т.н., проф. Кузнецова Б.І. засвідчую  
Вчений секретар, к.т.н.



Б.І. Кузнецов

П.М. Добродєєв