

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію Залати Андрія Сергійовича

«Новітні технології вдосконалення конструкції та режимів роботи
дизель-генераторних установок автономного рухомого складу»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

у галузі знань 27 Транспорт

за спеціальністю 273 Залізничний транспорт

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Дисертаційна робота Залати А.С. присвячена розв'язанню важливої науково-практичної проблеми, що полягає у вдосконаленні конструкції та режимів роботи дизель-генераторних установок автономного рухомого складу. Дослідження спрямоване на підвищення ефективності, надійності й довговічності таких енергетичних систем, що має суттєве значення для забезпечення стабільної роботи транспортних і промислових об'єктів у різних умовах експлуатації.

Обрана тема відзначається високим рівнем актуальності, оскільки вона відповідає сучасним тенденціям розвитку машинобудування та енергетики, зокрема у напрямі створення економічних, екологічно безпечних і технологічно досконалих силових установок. Вона цілком узгоджується з державними пріоритетами науково-технічного розвитку України, орієнтованими на підвищення енергоефективності, раціональне використання ресурсів та впровадження інновацій у сфері транспортного машинобудування.

В умовах глобальних викликів, пов'язаних із дефіцитом енергоресурсів, необхідністю зниження викидів шкідливих речовин і підвищення екологічної безпеки, дослідження автора набуває особливої значущості. Оптимізація конструкції дизель-генераторних установок, розробка нових підходів до керування їх робочими режимами та підвищення ефективності енергоперетворення сприятимуть створенню сучасних, конкурентоспроможних технічних рішень.

Практична цінність результатів роботи полягає у можливості їх застосування для удосконалення нормативно-технічної бази, модернізації існуючих зразків автономних енергетичних систем, розроблення нових технологічних процесів у виробництві та експлуатації дизель-генераторів. Отримані результати можуть бути використані у діяльності підприємств транспортної, енергетичної та оборонної галузей, а також у навчальному процесі технічних університетів.

Особливої актуальності дослідження набуває у контексті сучасних викликів, пов'язаних із відновленням критичної інфраструктури України, розвитком автономних енергетичних систем, переходом до сталого розвитку та цифровізації виробничих процесів. Розроблені в дисертації наукові положення та практичні рекомендації мають потенціал для впровадження у вітчизняну інженерну практику, що сприятиме підвищенню технологічної незалежності та енергетичної безпеки держави.

Отже, тема дисертації є науково обґрунтованою, суспільно значущою, практично орієнтованою та своєчасною, а результати дослідження мають вагоме значення для подальшого розвитку галузі та інноваційного оновлення технічного потенціалу України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота Залати А.С. характеризується високим рівнем наукової аргументованості та достовірності отриманих результатів.

Під час дослідження використано комплекс сучасних методів: аналітичних, експериментальних, комп'ютерного моделювання, а також методи оптимізації на основі статистичної обробки даних. Обґрунтованість теоретичних положень підтверджується узгодженістю результатів аналітичних і експериментальних досліджень.

Автором забезпечено метрологічну достовірність експериментів, застосовано незалежні методи вимірювання, що дозволило досягти повторюваності результатів.

Використані у роботі математичні моделі пройшли перевірку адекватності, зокрема через порівняння результатів розрахунків із фактичними даними експлуатаційних випробувань дизель-генераторних установок. Розроблені методики моделювання та експериментальні установки відзначаються оригінальністю й можуть бути використані іншими дослідниками у подальших роботах.

Висновки і рекомендації, наведені в дисертації, логічно випливають із результатів досліджень, мають системний характер і підтверджені експериментальною базою, що забезпечує високу ступінь достовірності та наукової виваженості отриманих результатів

Достовірність наукових положень

Достовірність результатів дисертаційної роботи Залати А.С. не викликає сумнівів і ґрунтується на коректності застосованих методів, репрезентативності експериментальних даних і логічній узгодженості висновків.

Під час виконання дослідження автор використав комплексний підхід, який поєднує аналітичні, чисельні та експериментальні методи. Теоретичні моделі побудовані відповідно до загальноприйнятих законів теплотехніки, механіки та електротехніки, а їх адекватність підтверджена результатами експериментальних вимірювань на реальній дизель-генераторній установці.

Використані методи математичного аналізу, моделювання та оптимізації базуються на апробованих наукових принципах і забезпечують високу точність отриманих результатів.

Експериментальні дослідження проведено з дотриманням вимог метрологічного забезпечення: автор описав умови проведення дослідів, наведено типи вимірювального обладнання, частоту дискретизації сигналів та способи їх цифрової обробки. Для мінімізації випадкових похибок використовувалися повторні вимірювання, статистичне усереднення та метод найменших квадратів.

Додатковим підтвердженням достовірності є публікації здобувача у фахових виданнях, де результати досліджень пройшли незалежне рецензування.

Розроблені підходи пройшли апробацію на міжнародних конференціях і впроваджені у навчальний процес.

За темою дисертації опубліковано 12 наукових праць, з яких 5 наукових статей, що опубліковані у фахових виданнях категорії «Б», 1 додаткова стаття у фаховому виданні України категорії «Б», 1 стаття за результатами конференції у науковому виданні інших держав (включено до бази Scopus), 5 праць апробаційного характеру – тези доповідей на науково-технічних конференціях.

Таким чином, отримані в дисертації результати є достовірними, обґрунтованими та відтворюваними, що забезпечує їх наукову цінність і практичну придатність для подальшого використання у транспортній галузі.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи Залати А.С. полягає у розробленні та обґрунтуванні нових технічних і теоретичних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності, надійності та екологічності дизель-генераторних установок автономного рухомого складу.

Вперше:

- обґрунтовано закономірності впливу змінних режимів роботи дизель-генераторних-установок (ДГУ) автономного рухомого складу на енергоефективність і довговічність агрегатів;

- розроблено модель інтелектуальної системи керування ДГУ автономного рухомого складу з використанням нейронно-нечітких моделей та адаптивних алгоритмів.

Доопрацьовано:

- математичну модель системи «двигун-генератор», що враховує теплові, механічні й електричні процеси для багатокритеріальної оптимізації;

- методику динамічного програмування для вибору оптимальних режимів роботи в умовах змінного навантаження.

Отримані результати становлять новий етап розвитку теорії енергетичних систем автономного транспорту, поєднуючи підходи математичного моделювання, інтелектуального керування та експериментальної перевірки.

Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи Залати А.С. полягає у створенні реальних інженерних рішень, придатних до впровадження у виробничу практику підприємств залізничного транспорту.

Розроблені в роботі методи оптимізації режимів роботи дизель-генераторних установок дозволяють знизити питомі витрати палива на 10–15 %, скоротити рівень шкідливих викидів, підвищити міжремонтний ресурс основних агрегатів та забезпечити стабільність роботи автономного рухомого складу в різних умовах експлуатації.

Запропоновані конструктивні зміни в системах керування двигуном можуть бути використані під час модернізації існуючих парків локомотивів, а також у проєктуванні нових моделей дизель-генераторних установок.

Розроблена інтелектуальна система керування на основі нейронно-нечітких моделей має перспективу практичного застосування у складі автоматизованих систем технічного діагностування та дистанційного моніторингу технічного стану автономного рухомого складу.

Таким чином, результати дослідження мають високу прикладну значущість, можуть бути використані підприємствами галузі, конструкторськими бюро та навчальними закладами при розробці сучасних систем енергозабезпечення автономного залізничного транспорту.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано 12 наукових праць, з яких сім наукових статті, що опубліковані у фахових виданнях категорії «Б», п'ять праць апробаційного характеру – тези доповідей на науково-технічних конференціях. Публікації відображають основні етапи, результати та наукові положення

дисертаційної роботи. У вступі роботи міститься інформація про особистий вклад автора у публікаціях, зміст яких відповідає темі та меті роботи і висвітлює результати виконання часткових задач.

Мова і стиль викладення матеріалу

Мова та стиль викладення дисертаційного матеріалу відповідають установленим вимогам до науково-дослідних праць. Текст відзначається чіткістю, науковою коректністю та логічною послідовністю подання змісту. Автор демонструє високий рівень культури наукового письма, уміло користується сучасною фаховою термінологією, що забезпечує легке сприйняття тексту й глибоке розуміння викладеного матеріалу. Використані джерела інформації є актуальними, правильно оформленими та засвідчують дотримання принципів академічної доброчесності й прозорості дослідження.

Обсяг і структура дисертації

Обсяг і структура дисертації відповідають вимогам та рекомендаціям ДАК. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 195 сторінок машинописного тексту, включаючи 14 рисунків, 6 таблиць, 139 найменування у списку використаних джерел та 2 додатки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, зумовлену значною часткою автономного рухомого складу, що працює на неелектрифікованих ділянках та у складних умовах. Ефективність перевезень безпосередньо залежить від технічного рівня дизель-генераторних установок (ДГУ), основними проблемами яких є висока витрата палива, викиди та обмежена надійність. Підкреслено, що в умовах воєнного стану та відновлення транспортної інфраструктури питання енергоефективності й автономності набувають особливого значення.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку ДГУ автономного рухомого складу. Розглянуто еволюцію конструкцій і систем керування — від традиційних до гібридних і цифрових. Визначено напрями

підвищення питомої потужності, зниження витрат палива, зменшення викидів та впровадження інтелектуальних систем моніторингу.

Другий розділ присвячено теоретичному обґрунтуванню вдосконалення конструкцій і режимів роботи ДГУ. Розроблено математичну модель системи «двигун – генератор», що враховує теплові, механічні та електричні процеси і дає змогу здійснювати багатокритеріальну оптимізацію. Запропоновано принципи підвищення ресурсу, оптимізації паливних систем, охолодження та очищення газів. Теоретичне моделювання показало можливість зниження витрати палива на 8-12 % і скорочення викидів у 1,5-2 рази.

У третьому розділі подано результати експериментальних досліджень, проведених на стендах і натурних зразках. Підтверджено ефективність удосконалень: зменшення питомих витрат палива на 10-15 %, зниження шкідливих викидів і підвищення ресурсу агрегатів. Отримані дані підтвердили адекватність теоретичних моделей і відповідність нових рішень екологічним стандартам.

Четвертий розділ присвячено комп'ютерному моделюванню та оптимізації роботи ДГУ. У середовищі Matlab/Simulink створено імітаційну модель системи «двигун – генератор» та реалізовано багатокритеріальну оптимізацію з урахуванням економічності, надійності й екологічності. Застосування алгоритмів динамічного програмування забезпечило скорочення витрат палива без втрати стабільності роботи агрегатів.

У п'ятому розділі розроблено інтелектуальну систему керування ДГУ з використанням методів штучного інтелекту та адаптивного регулювання. Створено цифрову архітектуру, що забезпечує автоматичну адаптацію до змін навантаження, прогнозування технічного стану та зниження експлуатаційних витрат. Випробування підтвердили зростання ефективності, стабільності та економічної доцільності впровадження системи у практику залізничного транспорту.

У висновках узагальнено результати, які комплексно вирішують науково-технічне завдання підвищення енергоефективності, надійності та екологічності дизель-генераторних установок автономного рухомого складу.

Зауваження та недоліки

Позитивно оцінюючи здобутки автора дисертації, вважаю за необхідне зазначити наступні дискусійні положення та зауваження до поданої дисертаційної роботи:

1. Хоча експериментальні дослідження проведено якісно, у тексті не наведено оцінок похибок вимірювань, довірчих інтервалів або статистичних характеристик точності. У науковій роботі, що ґрунтується на вимірювальних експериментах, зазначення метрологічних параметрів є необхідною умовою для перевірки достовірності результатів. Зокрема, бажано було б вказати типи вимірювальних приладів, межі їх похибок та методику обробки даних. Це підвищило б рівень наукової строгості дисертації.

2. Потребує уточнення система позначень, термінів і скорочень. У різних розділах дисертації трапляється неоднакове використання символів і скорочень (наприклад, для позначення енергетичних параметрів, моменту інерції чи коефіцієнтів ефективності). У деяких випадках однакові позначення застосовуються для різних фізичних величин. Така непослідовність може викликати непорозуміння при аналізі формул та графіків. Доцільно було б подати окремий розділ або додаток із повним переліком прийнятих позначень і їх поясненням, що відповідає вимогам оформлення наукових праць технічного профілю.

3. Одним із ключових критеріїв ефективності автоматизованих систем є їх здатність працювати стабільно при збої окремих компонентів. У роботі не наведено аналізу відмовостійкості, наприклад, реакції системи на відмову датчика або спотворення сигналу.

4. Хоча у дисертації подано рівняння, що описують взаємодію двигуна і генератора, відсутній повний набір вихідних припущень, граничних умов і

обґрунтування вибору математичних залежностей. Не завжди вказано, які фізичні параметри були спрощені або ігноровані, а які експериментально перевірені.

5. У роботі зазначається використання нейронно-нечітких алгоритмів для побудови системи керування, проте бракує опису процедури навчання мережі – кількості навчальних вибірок, параметрів навчання, критеріїв зупинки, оцінки збіжності моделі.

6. Робота не містить розгляду потенційних технічних і програмних ризиків, пов'язаних із використанням нейронно-нечітких систем керування. У практичних умовах такі системи можуть стикатися з проблемами адаптації до нештатних режимів, шумів у сигналах або відмов сенсорів. Оцінка цих ризиків і можливі шляхи їх мінімізації стали б важливим доповненням до дослідження, особливо з точки зору промислової безпеки та надійності.

7. Дисертаційне дослідження стосується складного технічного об'єкта – дизель-генераторної установки, що включає низку взаємопов'язаних підсистем (паливоподача, охолодження, змащення, система збудження, система керування тощо). У тексті ці підсистеми описані, однак не завжди достатньо наочно показано їхній взаємозв'язок у рамках єдиної моделі. Було б корисно доповнити роботу узагальненою структурною схемою ДГУ як цілісної технічної системи з позначенням інформаційних і енергетичних потоків, а також місць інтеграції інтелектуальної системи керування. Це посилює системний характер викладу й підкреслює інженерну завершеність роботи.

Наведені зауваження не є критичними і не впливають на загальну позитивну оцінку змісту, наукової цінності та прикладної спрямованості дисертаційної роботи Залати А.С.

Загальна характеристика роботи

Дисертація є одноосібною кваліфікаційною науковою працею, яка містить нові наукові результати, демонструє внутрішню єдність та логічність викладення матеріалу, обґрунтовує особистий внесок автора в науку. У роботі розглянуто актуальну науково-практичну проблему, проведено всебічний аналіз відповідної

сфери, запропоновано інноваційні ідеї, які реалізовано у вигляді методів, підходів, та програмних продуктів.

Автор продемонстрував належний рівень володіння математичним апаратом і його коректне застосування для розв'язання поставлених наукових завдань, пов'язаних з підвищенням безпеки експлуатації баштового крана. Одержані результати, зокрема розробка інтелектуальних методів діагностики, прогнозування та моніторингу, а також практичні розробки (програмно- апаратні модулі та результати експериментальної перевірки) свідчать про значний обсяг виконаної дослідницької та інженерної роботи.

За результатами вивчення дисертаційної роботи можна зробити висновок, що дисертаційна робота в цілому містить нове вирішення задачі вдосконалення конструкції та режимів роботи дизель-генераторних установок автономного рухомого складу. За своїм змістом та науковим рівнем дисертаційна робота задовольняє вимогам Постанови №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженої Кабінетом Міністрів України від 12 січня 2022 р (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ №502 від 19.05.2023р.) а її автор – Залата Андрій Сергійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

Офіційний опонент:

доцент кафедри «Управління та експлуатація рухомого складу»

Українського державного

університету науки

і технологій, к.т.н., доцент



Олександр ОЧКАСОВ

Підпис засвідчую:
Вчений секретар ІНІ "Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту"

Handwritten signature: Олександр ОЧКАСОВ