

ВІДГУК ОПОНЕНТА

Ткаченка Віктора Петровича

на дисертаційну роботу Панченка Владислава Вадимовича
«Розвиток наукових основ формування ресурсозберігаючих методів, технологій та
технічних засобів експлуатації локомотивів»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.22.07 - рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Узагальнення результатів дисертаційного дослідження Панченка Владислава Вадимовича дає змогу сформулювати висновки щодо його актуальності, специфіки, логічної побудови, наукової новизни, практичної цінності, а також надати загальну оцінку представленій до захисту роботи.

1. Актуальність обраної теми дисертації

Стратегічне місце залізничного транспорту в економічному та логістичному просторі України не викликає сумнівів. Його стабільне функціонування є критично важливим як у мирний час, так і в умовах воєнних викликів. Проте сучасний стан галузі характеризується низкою системних проблем, серед яких домінують: хронічне недофінансування, критичний рівень зносу локомотивного парку, зростаюча собівартість експлуатації рухомого складу, а також технологічна відсталість частини технічних засобів. Близько 70 % локомотивів перебувають в експлуатації понад три десятиліття, що в кілька разів перевищує встановлений нормативний термін служби. У цьому контексті вкрай важливою стає задача подовження життєвого циклу тягового рухомого складу шляхом реалізації сучасних ресурсозберігаючих підходів.

Не менш актуальним є й енергетичний вимір проблеми. Залізнична галузь входить до числа найбільших споживачів енергоресурсів, включаючи електроенергію та дизельне паливо. В умовах викликів військового часу, зовнішньоекономічної нестабільності, підвищення вартості енергоносіїв, загроз енергетичної безпеки та збоїв у логістиці постачання — зниження енергоспоживання стає не лише економічною, а й національною безпековою необхідністю. Упровадження енергоефективних технологій, у тому числі систем моніторингу та оптимізації експлуатаційних режимів локомотивів, відкриває можливості для значного скорочення витрат і підвищення операційної ефективності.

Окремим викликом є незадовільний технічний стан інфраструктурних елементів залізничного транспорту — як об'єктів колійного господарства, так і систем тягового електропостачання. Це провокує зростання кількості технічних несправностей, зниження швидкості руху поїздів, а також посилення ризиків

аварійних ситуацій. За таких умов першочергового значення набуває впровадження інноваційних діагностичних засобів, здатних у реальному часі відстежувати технічний стан ТРС, завчасно виявляти потенційні несправності та сприяти ефективному управлінню ремонтними процесами.

У глобальному контексті особливої уваги потребує екологічна складова. Україна поступово інтегрується до європейського простору, де пріоритетами визначено екологічну трансформацію та сталий розвиток. Локомотиви з дизельними двигунами є суттєвими джерелами викидів парникових газів, зокрема CO_2 , що суперечить європейським екологічним нормам. Тому екологізація локомотивного господарства шляхом застосування енергоощадних і природоорієнтованих технологій – необхідний крок у напрямі зменшення техногенного навантаження та гармонізації з міжнародними стандартами охорони довкілля.

Отже, дисертаційна робота, присвячена розвитку наукових основ ресурсозбереження в експлуатації локомотивів, є своєчасною відповіддю на сукупність стратегічних викликів у сферах енергетики, інфраструктури, довкілля та економіки. Її реалізація та впровадження сприятиме як модернізації та ефективному функціонуванню залізничного транспорту України, так і зміцненню його стійкості в умовах післявоєнної відбудови.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень висновків і рекомендацій, їх достовірність

У дисертації здійснено всебічне дослідження режимів функціонування тягових електродвигунів локомотивів із використанням математичного апарату та імітаційного моделювання. Метою дослідження було як оцінювання електромагнітних процесів у частотно-керованих асинхронних двигунах, так і перевірка ефективності завадостійких систем моніторингу технічного стану тягового рухомого складу.

Застосовано широке коло теоретичних підходів: теорію електричних кіл, електричних машин, диференційних рівнянь, методи чисельного аналізу, спектрального та гармонічного аналізу, перетворення Фур'є, статистичну обробку сигналів і нейромережеві алгоритми роботи регуляторів. За допомогою програмних засобів MathCAD, ANSYS, Matlab/Simulink змодельовано перехідні та аварійні режими роботи ТЕД, верифіковано результати розрахунків і оцінено вплив завад на надійність систем моніторингу. Розроблено методики виявлення інформативних параметрів у середовищі з різними типами електромагнітних завад, що враховують реальні умови експлуатації.

Запропоновані технічні рішення охоплюють тягові електродвигуни змінного й постійного струму з урахуванням конструктивних особливостей і режимів навантаження. Дослідження має прикладний характер: доведено економічну доцільність упровадження за рахунок зменшення кількості відмов, підвищення

надійності експлуатації та зростання ефективності використання парку локомотивів. Обґрунтовано зв'язок між технічною ефективністю експлуатації ТРС та макроекономічними показниками транспортного сектору.

Отримані результати підтверджено числовими розрахунками, експериментальними даними та впровадженням у виробничу діяльність регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця».

3. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

У дисертаційній роботі здійснено подальший розвиток наукових засад формування ресурсозберігаючих технологій в процесі експлуатації локомотивів. Основний акцент зроблено на інтеграції сучасних інноваційних методів діагностики та моніторингу технічного стану тягового обладнання із використанням автоматизованих засобів контролю в режимі реального часу. Запропоновані підходи охоплюють як теоретичні, так і прикладні аспекти підвищення ефективності експлуатаційного процесу шляхом своєчасного виявлення відхилень у роботі вузлів і агрегатів локомотива на ранніх стадіях їх розвитку.

Розроблені технічні засоби забезпечують безперервне спостереження за критичними параметрами роботи тягових електродвигунів, дозволяючи здійснювати оперативне регулювання навантаження, діагностування потенційних несправностей та оцінювання залишкового ресурсу елементів тягового приводу. Це сприяє переходу від планово-попереджувального до адаптивного та станоорієнтованого обслуговування локомотивів, що, своєю чергою, знижує витрати на ремонт, мінімізує ймовірність аварійних відмов і забезпечує раціональне використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

Таким чином, результати дослідження мають не лише теоретичну, а й значну практичну цінність, забезпечуючи стратегічну підтримку розвитку транспортної галузі України на засадах ресурсо- та енергозбереження.

Найбільш значущими з огляду на новизну є такі наукові результати:

Вперше:

- розроблено математичну модель електричних перехідних процесів у частотно-керованому асинхронному ТЕД, що дозволило провести аналітичний та числовий опис технічного стану обмоток статора АД шляхом аналізу спектрального складу струму ПЧ – АД;

- розроблено імітаційну модель АД, яка дозволяє виконати аналіз пускових та несиметричних режимів роботи для формування зразкових баз даних системи моніторингу його технічного стану в процесі експлуатації;

- запропоновано завадостійкий метод моніторингу та контролю технічного стану асинхронних ТЕД в умовах дії складних завад, що дозволило виявляти пошкодження двигунів на ранній стадії їх утворення;

– синтезовано пристрій оцінювання параметрів зондувального синусоїдного сигналу, адитивно змішаного з одиночною імпульсною завадою, що дозволило виявляти пошкодження обмоток асинхронного ТЕД у реальному часі;

– запропоновано метод моніторингу ТЕД постійного струму, який базується на введенні в кола живлення двигунів зонduючого гармонічного сигналу і спостереження викликаного ним струму, що дозволило вчасно виявляти їх можливі ушкодження в процесі експлуатації та вживати заходів щодо їх усунення;

– розроблено математичну модель процесу розповсюдження зондувальних сигналів, що дозволило провести аналітичний та числовий опис їхніх параметрів у будь-якій вітці схеми заміщення тягового двигуна постійного струму і виконати синтез пристрою контролю його технічного стану під час експлуатації в умовах дії завад.

Дістали подальшого розвитку:

– імітаційна модель процесу векторного керування асинхронним ТЕД, що дозволило дослідити результати впливу аварійних режимів експлуатації двигунів на їхні енергетичні показники, робочі характеристики та життєвий цикл;

– синтез нейрорегулятора NARMA-L2 для системи векторного керування ТЕД, що дозволило визначити показники регулювання частоти обертання та електромагнітного моменту ТЕД як в перехідних процесах, так і при стрибкоподібному накиданні навантаження з метою оптимізації режимів роботи двигуна.

Удосконалено:

– пристрій оптимального приймання зонduючого сигналу обмоток тягових двигунів на тлі адитивної п'ятикомпонентної завади, що дозволило визначити їхні характеристики та здійснювати моніторинг технічного стану ТЕД під час експлуатації;

– систему моніторингу електрообладнання локомотивів, що дозволило підвищити її завадостійкість і точність контролю технічного стану ТЕД в реальному часі та енергоефективність в умовах локомотивного депо.

4. Практичне значення результатів дисертаційного дослідження

В роботі сформовано науково обґрунтовану концепцію створення інтегрованої системи ресурсозберігаючого моніторингу технічного стану тягового електрообладнання локомотивів, що функціонує в реальному часі та зберігає високу інформативність за умов дії значних електромагнітних завад. В основі розробок – поєднання методів цифрової обробки сигналів, електромагнітного моделювання, технічної діагностики та системного аналізу, що дало змогу досягти таких ключових практичних результатів:

1. Розроблено комплекс методів оцінювання технічного стану ТЕД з урахуванням характерних режимів їх роботи, включаючи пуск, асиметрію

навантаження та аварійні стани. Імітаційні моделі, побудовані на основі цих режимів, дозволяють формувати референтні бази даних для точнішої ідентифікації пошкоджень у реальних умовах експлуатації.

2. Оптимізація режимів функціонування тягових електродвигунів на основі отриманих діагностичних даних забезпечує зниження енергоспоживання локомотивів, що є ключовим фактором у системі енергоефективного управління тягою.

3. Виявлення ранніх ознак несправностей у роботі електрообладнання дозволяє реалізувати прогностичне технічне обслуговування, що суттєво знижує імовірність аварійних ситуацій і витрат на ремонт.

4. Удосконалено конструкцію індуктивного колійного датчика з підвищеною завадостійкістю, який запатентовано (Патент України №127127). Пристрій адаптований до систем автоматизованого контролю технічного стану інфраструктури та рухомого складу (зокрема, для визначення параметрів швидкості, прискорення, виявлення осей та зайнятості колії).

5. Практична апробація та впровадження результатів дослідження здійснені на об'єктах регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця» та в освітньому процесі профільних кафедр Українського державного університету залізничного транспорту та Навчально-наукового центру освіти дорослих УкрДУЗТ, що підтверджує прикладну релевантність і адаптивність розроблених рішень до реальних практичних умов функціонування галузі.

5. Повнота викладу в опублікованих працях здобувача основних положень дисертації, висновків і пропозицій

Огляд матеріалів дисертаційного дослідження та реферату дозволяє зробити висновок про їх відповідність основним положенням роботи що гарантує концептуальну цілісність дослідження. Дані наукові положення та результати дисертаційного дослідження отримали всебічне визнання через їх широке представлення у науковому просторі. За напрямком дисертаційного дослідження здобувачем підготовлено 36 публікацій, що відображають зміст і новизну виконаної роботи. Основний науковий доробок включає 21 публікацію, серед яких:

- 16 статей опубліковано у вітчизняних фахових наукових виданнях;
- 4 статті індексовано в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science, у тому числі: 3 — у виданнях третього квартилю Scopus (Q3); 1 — у журналі, що входить до Web of Science Core Collection;
- 1 стаття представлена в закордонному періодичному науковому виданні;
- 1 патент України на винахід, що підтверджує технічну новизну розробок.

Доповненням до основного наукового доробку стали 15 додаткових публікацій, у яких розкрито окремі аспекти експериментальних досліджень, прикладної реалізації і моделювання. Результати дослідження були неодноразово

апробовані та обговорювалися на 12 авторитетних міжнародних та всеукраїнських шалугезувих наукових конференціях.

Накопичений науковий матеріал, підтверджений публікаційною активністю та апробацією, свідчить про завершеність наукового дослідження та його прикладну значущість для залізничної галузі.

6. Відсутність в дисертаційному дослідженні та наукових працях, які розкривають його результати, ознак академічної недоброчесності

У дисертаційному дослідженні повною мірою дотримано вимоги Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту. Усі положення, твердження та наукові висновки ґрунтуються на власних експериментальних, аналітичних та теоретичних дослідженнях здобувача, що засвідчено в поданих публікаціях. Використання ідей, моделей чи результатів роботи інших вчених коректно оформлене з обов'язковим посиланням на відповідні джерела відповідно до загальноприйнятих норм наукового цитування. Не виявлено фактів запозичення текстів, графіків, ілюстрацій або інших матеріалів без належного зазначення авторства, що виключає прояви плагіату.

У наукових працях, які відображають результати дисертації, відсутні фальсифікація чи фабрикація даних, маніпуляції з числовими показниками, навмисне викривлення висновків чи надмірне самоцитування. Матеріали дослідження проходили апробацію через рецензування у фахових виданнях, зокрема міжнародного рівня, та обговорення на конференціях, що також сприяє дотриманню стандартів наукової етики. Таким чином, представлена робота є самостійним і доброчесним результатом наукового пошуку, що відповідає високим академічним критеріям.

7. Дотримання вимог щодо оформлення дисертаційного дослідження та реферату до нього

Дисертаційне дослідження виконане у відповідності до чинних нормативних вимог щодо структури, змісту та оформлення кваліфікаційних наукових праць, визначених постановами Кабінету Міністрів України, наказами Міністерства освіти і науки України та методичними рекомендаціями щодо підготовки та захисту дисертацій на здобуття наукових ступенів. У роботі чітко дотримано вимоги щодо логіко-змістової побудови — наявні всі обов'язкові структурні елементи: вступ, огляд літератури, постановка задачі, теоретичні та експериментальні дослідження, аналітична частина, апробація, висновки та список використаних джерел. Усі таблиці, рисунки, формули та додатки належно пронумеровано, оформлено згідно з державними стандартами, а текст дисертації узгоджений з вимогами щодо стилістики, мови викладу та термінологічної точності.

Реферат дисертації є повністю узгодженим зі змістом основної роботи, відображає її ключові положення, наукову новизну, практичну цінність, результати апробації та публікацій. Оформлення реферату відповідає встановленим формальним вимогам до цього виду наукової документації: збережено логічну послідовність викладу, дотримано ліміт обсягу, правильно оформлено список джерел за темою дисертації. Текст реферату коректно відображає зміст дисертаційної роботи, не допускає надмірного узагальнення, або зміщення акцентів, що підтверджує загальну відповідність роботи вимогам до наукових праць такого рівня.

8. Недоліки і зауваження

1. В першому розділі здобувачем аналізуються методи ресурсозбереження на залізничному транспорті. Проте детально не зазначено як саме в цьому контексті використовуються інтелектуальні транспортні системи з методами глибокого навчання Deep Learning;

2. В розділі 2 вказується, що результати математичного моделювання спектрального струму системи ПЧ-АД вказують на наявність змін у спектральному струмі, зокрема в аварійних режимах роботи, проте не вказано, які саме кількісні та якісні зміни відбулись в результаті моделювання;

3. В розділі 2 аналізується вплив несиметрії на енергетичні показники асинхронного двигуна. Однак не зазначається як саме збільшення несиметрії впливатиме кількісно на втрати енергії в асинхронному ТЕД;

4. В розділі 3 досліджується процес опрацювання адитивної суміші тестового сигналу та завади. При цьому детально не пояснюється, що представляє собою імпульсна завада в процесі моделювання;

5. В розділі 3 отримано інформаційну матрицю Фішера, яка дає можливість визначити межі Крамера-Рао для пропонованої системи, однак не розписано математичні складові які формують цю матрицю;

6. В розділі 4 дисертаційної роботи сформовано узагальнений критерій оцінки ефективності процесу експлуатації ТРС, який використовує поняття інформаційної ефективності системи автоматичного управління. Проте в цьому розділі чітко не пояснюється від чого залежить максимальна середня кількість інформації, одержувана під час контролю об'єкта за параметрами.

9. Висновки

Зауваження, висловлені в процесі аналізу дисертації, не знижують її наукової цінності й не ставлять під сумнів загальний високий рівень виконаної роботи. Дисертаційне дослідження Панченка Владислава Вадимовича має завершений, цілісний характер і демонструє самостійність мислення, ґрунтовність підходу до вирішення наукової проблеми, а також вагомий внесок у розвиток ресурсозберігаючих технологій в експлуатації локомотивів. За своїм змістом дисертаційне дослідження «Розвиток наукових основ формування ресурсозберігаючих методів, технологій та технічних засобів експлуатації локомотивів» повністю відповідає паспорту спеціальності 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Вважаю, що дисертаційне дослідження відповідає вимогам п. 7, 8 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого Постановою КМУ №1197 від 17 листопада 2021 року (зі змінами), а її автор Панченко Владислав Вадимович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Опонент:

завідувач кафедри електромеханіки
та рухомого складу залізниць,
Державний університет інфраструктури
та технологій,
доктор технічних наук, професор

Ткаченко В.П.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Підпис: *Вікторія Ткаченко*
Засвідчує: *ст. інж. ВК*



Рублева О.В.