

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Равлюка Василя Григоровича
на дисертацію Шостака Ярослава Віталійовича
на тему: «Удосконалення методів мінімізації структурної вібрації вагонів
електропоїздів за рахунок підвищення точності балансування роторів
електричних машин»

1. Актуальність теми дослідження

Вібраційні навантаження, що виникають у кузовах вагонів електропоїздів, є одним із чинників, які безпосередньо впливають на комфорт пасажирів, технічний стан кузова вагона, довговічність обладнання, надійність роботи тягових і допоміжних електричних машин, а також на загальну безпеку експлуатації рухомого складу. Для електропоїздів, які тривалий час перебувають в експлуатації та проходять капітальний ремонт або модернізацію, зниження вібраційних навантажень є актуальним технічним завданням..

Суттєвою перевагою дисертаційної роботи є те, що здобувач розглядає джерела вібрації не лише з позицій динаміки рухомого складу, а й з урахуванням технологічних процесів ремонту електричних машин. Такий підхід дозволяє аналізувати дисбаланс ротора не тільки як експлуатаційний дефект, але й як результат впливу технологічних чинників: стану опорних поверхонь ротора, точності балансування, характеристик балансувального обладнання, а також процесу просочування електричних обмоток ізоляційним компаундом.

Особливий інтерес становить розгляд процесу просочування обмоток як чинника, що може впливати на масо-інерційні характеристики ротора. Це дозволяє перейти від традиційного підходу, за якого балансування розглядається переважно як завершальна операція усунення дисбалансу, до більш комплексного підходу – керування умовами формування дисбалансу ще в межах технологічного процесу ремонту.

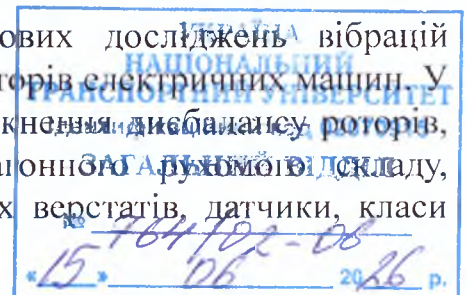
Таким чином, обрана тема дисертації є актуальною.

2. Аналіз структури та змісту дисертації

Дисертаційна робота має логічну, послідовну та завершену структуру. Вона складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Побудова роботи відповідає логіці наукового дослідження: від аналізу стану питання та формулювання проблеми – до математичного моделювання, експериментального підтвердження результатів і розроблення практичних рекомендацій.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету, задачі, об'єкт і предмет дослідження, наведено методи дослідження, наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, відомості про апробацію та публікації.

Перший розділ присвячений аналізу наукових досліджень вібрацій вагонів, пов'язаних із порушенням балансування роторів електричних машин. У цьому розділі здобувач систематизує причини виникнення дисбалансу роторів, розглядає несправності електродвигунів моторвагонного рухомого складу, методи контролю дисбалансу, типи балансувальних верстатів, датчики, класи



точності балансування, а також методи балансування обертових елементів машин. Важливим є те, що здобувач не обмежується загальним оглядом проблеми, а виділяє саме ті технологічні чинники, які надалі стають предметом теоретичного та експериментального дослідження.

Другий розділ має розрахунково-теоретичний характер і спрямований на дослідження впливу дисбалансу обертового обладнання електропоїздів на вібрації основи вагона. Здобувач розглядає джерела вібрацій, пов'язані з тяговими електродвигунами, фазорозчеплювачем та електромашинним перетворювачем. У роботі наведено кількісні оцінки динамічних сил і частот, які можуть передаватися від джерел вібрації до основи кузова вагона. Це дозволяє підтвердити, що навіть допустимий за нормативами залишковий дисбаланс роторів може бути суттєвим джерелом структурної вібрації.

Третій розділ присвячено удосконаленню методу балансування роторів електричних машин на балансувальному верстаті. У цьому розділі розглянуто характеристики балансувального обладнання, побудовано розрахункові схеми обертання ротора з дисбалансом і після встановлення балансувальних тягарців, а також розроблено математичну модель процесу балансування. Значущим результатом є дослідження впливу механічних пошкоджень опорних шийок ротора на точність визначення маси балансувальних тягарців. Це має практичне значення, оскільки в умовах ремонтного виробництва пошкодження опорних поверхонь є реальним технологічним чинником, який може спотворювати результати балансування.

Четвертий розділ присвячено дослідженню впливу технології просочування електричних обмоток на параметри балансування роторів. У ньому сформульовано гіпотезу про можливість корегування дисбалансу ротора шляхом управління процесом просочення, проаналізовано технологічний процес просочування обмоток тягових електродвигунів, розглянуто фізичні чинники розподілу компаунду по об'єму ротора та наведено результати експериментальної перевірки впливу параметрів просочення на показники дисбалансу. Цей розділ є одним із найбільш важливих для формування наукової новизни роботи, оскільки в ньому процес просочування розглядається не лише як операція електроізоляційного захисту, а як технологічний засіб впливу на балансувальні характеристики ротора.

Загальні висновки відповідають змісту дисертації, відображають основні результати дослідження та підтверджують досягнення поставленої мети. Додатки доповнюють основний текст роботи та містять матеріали, що підтверджують виконані розрахунки, експериментальні дані, впровадження результатів і публікаційну активність здобувача.

У цілому структура дисертації є обґрунтованою, а зміст розділів свідчить про комплексний характер виконаного дослідження.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, є достатньо обґрунтованими та базуються на поєднанні теоретичного аналізу, математичного моделювання й експериментальних досліджень.

Обґрунтованість результатів забезпечується застосуванням положень теорії механічних коливань, теорії механічного дисбалансу, методів математичного моделювання, чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь, а також експериментальною перевіркою отриманих результатів на дослідних зразках роторів.

Важливим є те, що в дисертації досліджується не лише сам факт наявності дисбалансу, а і технологічні передумови його формування або спотворення результатів його вимірювання. Зокрема, у роботі показано, що пошкодження опорних поверхонь ротора можуть створювати внутрішні завади, які впливають на точність визначення параметрів балансування. Це положення має як теоретичне, так і практичне значення, оскільки дозволяє уточнити умови достовірного проведення балансувальних операцій.

Достовірність висновків підтверджується експериментальною перевіркою впливу пошкоджень опорних поверхонь ротора на результати балансування, а також експериментом щодо впливу положення «важкого місця» ротора під час сушіння після просочування обмоток. Отримані результати свідчать про суттєвий вплив технологічних чинників на залишковий дисбаланс ротора.

Рекомендації, сформульовані в дисертації, мають практичну спрямованість і можуть бути використані при вдосконаленні технологічних процесів ремонту електричних машин електропоїздів. До таких рекомендацій належать використання частотної фільтрації сигналів датчиків віброприскорень, попереднє визначення положення «важкого місця» ротора перед просочуванням, а також керування положенням ротора у сушильній камері.

Загалом рівень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій є достатнім для дисертаційної роботи на здобуття ступеня доктора філософії.

4. Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в удосконаленні методів мінімізації структурної вібрації вагонів електропоїздів шляхом підвищення точності балансування роторів електричних машин з урахуванням технологічних чинників ремонту.

До найбільш вагомих результатів, що мають ознаки наукової новизни, слід віднести запропонований здобувачем технологічний метод часткової компенсації дисбалансу ротора шляхом керування розподілом ізоляційного компаунду по об'єму електричних обмоток у процесі їх просочування. Це положення є важливим, оскільки дозволяє розглядати процес просочування не тільки як електроізоляційну операцію, а і як технологічний чинник впливу на масо-інерційні характеристики ротора.

Новим також є підхід до підвищення точності балансування шляхом фільтрації хибних сигналів від внутрішніх завад балансувального верстата, які виникають унаслідок пошкоджень опорних поверхонь ротора. Такий підхід є важливим для ремонтного виробництва, де ротори після тривалої експлуатації можуть мати дефекти опорних шийок.

Значущим науковим результатом є отримання залежностей точності балансування на балансувальному верстаті від параметрів пошкоджень

поверхонь ротора, що спираються на роликові опори. Це дозволяє не лише констатувати наявність похибки, а й оцінювати її вплив на результати балансування.

Практичне значення дисертації полягає у можливості застосування її результатів у технологічних процесах ремонту тягових і допоміжних електричних машин електропоїздів. Запропоновані рішення можуть бути використані для підвищення точності балансування, зменшення залишкового дисбалансу, зниження рівня структурної вібрації вагонів та покращення експлуатаційних характеристик електропоїздів.

Практична цінність роботи також полягає у тому, що результати дослідження можуть бути впроваджені у технологічні регламенти ремонтних підприємств, застосовані під час модернізації електропоїздів, а також використані у навчальному процесі підготовки фахівців транспортного профілю.

5. Відсутність порушення академічної доброчесності

За результатами аналізу дисертаційної роботи можна зробити висновок, що дослідження виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

У роботі наведено посилання на використані літературні джерела, а результати досліджень інших авторів супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями. Основні наукові результати дисертації відображені в опублікованих працях здобувача.

Під час ознайомлення з дисертаційною роботою та науковими публікаціями Шостака Ярослава Віталійовича ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації не виявлено. Опубліковані праці автора пройшли рецензування та редакційний розгляд у фахових наукових виданнях.

6. Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, слід зазначити окремі дискусійні положення та зауваження.

1. У роботі доцільно було б більш детально визначити межі застосування запропонованого методу керування розподілом ізоляційного компаунду для роторів різної маси, довжини, діаметра та конструктивного виконання.

2. Експериментальна перевірка впливу параметрів просочування на показники дисбалансу виконана на обмеженій кількості дослідних зразків. Розширення експериментальної бази дозволило б підвищити статистичну надійність отриманих результатів.

3. У списку ключових слів доцільно було б точніше узгодити термінологію з фактичним змістом дисертації, зосередивши її на поняттях «електропоїзд», «структурна вібрація», «балансування роторів», «тяговий електродвигун», «просочування обмоток», «дисбаланс».

4. У роботі доцільно було б ширше подати порівняння запропонованого технологічного підходу з альтернативними сучасними методами підвищення точності балансування, що використовуються у світовій практиці.

5. Бажаним є більш детальне обґрунтування економічного ефекту від впровадження запропонованих технічних рішень на ремонтних підприємствах.

6. Доцільно було б чіткіше відокремити результати, отримані шляхом математичного моделювання, від результатів, встановлених експериментально, що підвищило б прозорість викладення матеріалу.

7. Автором розглянуто датчики, які використовуються під час балансування роторів, проте доцільно було б навести інформацію щодо термінів їх перевірки та методики її виконання.

Наведені зауваження мають дискусійний і рекомендаційний характер, не знижують загальної позитивної оцінки дисертації та можуть бути враховані здобувачем у подальших дослідженнях.

7. Загальні висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Шостак Ярослава Віталійовича на тему «Удосконалення методів мінімізації структурної вібрації вагонів електропоїздів за рахунок підвищення точності балансування роторів електричних машин» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають теоретичне та практичне значення для галузі залізничного транспорту.

Робота характеризується актуальністю теми, достатнім рівнем наукової новизни, обґрунтованістю положень і висновків, практичною спрямованістю та відповідністю спеціальності 273 – Залізничний транспорт.

За змістом, структурою, науковим рівнем, практичним значенням і повнотою вирішення поставлених завдань дисертаційна робота повністю відповідає вимогам щодо оформлення згідно наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами від 31.05.2019 р.). Дисертаційна робота, а також представлені здобувачем публікації відповідають вимогам пп. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р № 44 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а здобувач Шостак Ярослав Віталійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 273 – Залізничний транспорт галузі знань 27 – Транспорт.

Завідувач кафедри інженерії
вагонів та якості продукції
Українського державного університету
залізничного транспорту,
доктор технічних наук, професор



Василь РАВЛЮК

Особистий підпис В. РАВЛЮКА
засвідчую _____ 20 __ р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТГ ЧЕЛОМБИТЬКО