

**ВІДГУК**  
офіційного опонента д. т. н., проф. Руженцева Ігоря Вікторовича  
на дисертацію Шеїна Віталія Сергійовича  
«Удосконалення методів і засобів сертифікаційних випробувань фрикційних  
пар гальмівних механізмів автомобілів», подану на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація,  
сертифікація та метрологічне забезпечення

**Актуальність теми дисертаційної роботи.** Транспортні засоби є об'єктами підвищеної небезпеки тому забезпечення виконання вимог щодо безпеки їх експлуатації є завжди актуальним. Найбільш достовірним методом оцінки показників якості систем, вузлів і механізмів транспортних засобів є випробування.

Проведення випробування – це складний процес, основними складовими якого є методи та засоби. Постійні зміни технічних характеристик автомобілів, вимог щодо роботи їх систем вимагає постійного удосконалення метрологічного забезпечення випробувань. Лише постійне удосконалення методів та засобів випробувань дозволить підвищувати точність та достовірність вимірювання параметрів цих систем.

Особлива увага повинна приділятись таким системам керування транспортних засобів, як гальмівні системи, тому що від здатності їх поглинати кінетичну енергію автомобіля при гальмуванні залежить здоров'я та життя учасників руху.

Тому актуальним є питання вирішення проблеми удосконалення метрологічного забезпечення сертифікаційних випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів для транспортних засобів, які виробляються в Україні і транспортних засобів, які імпортуються з інших держав.

**Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій.**

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані у дисертаційній роботі В. С. Шеїна, забезпечуються глибоким критичним аналізом літературних джерел, чітким формулюванням мети, коректністю постановки і вирішення задач дослідження, що підтверджується теоретичним аналізом та експериментальними дослідженнями.

Верифікацією розроблених математичних моделей, алгоритмів, розрахункових оцінок розроблених та запропонованих методів є їх широка апробація, впровадження в виробництво.

**Наукова новизна дисертаційної роботи.** Серед описаних у дисертації результатів як науково нові слід відмітити:

1. Вперше на основі встановленого взаємозв'язку між енергетичними параметрами автомобіля, що гальмує та компонентів енергетичного балансу розроблено новий принцип класифікації випробувального устаткування, що дозволило провести вдосконалення процедури сертифікаційних випробувань гальмівних механізмів автомобілів.



2. Отримав подальший розвиток стендовий метод сертифікаційних гальмівних випробувань фрикційних пар автомобілів за рахунок встановленого взаємозв'язку між параметрами об'єкта випробувань та режимами навантаження, що дозволило розробити вимоги до конструкції універсального інерційного натурного стенду.

3. Удосконалено дорожній метод сертифікаційних випробувань гальмівних механізмів автомобілів за рахунок вимірювання частини енергії, яка безпосередньо поглинається ними та розробленої реєстраційно-вимірювальної системи, що дозволило підвищити достовірність вимірювання роботи тертя фрикційних пар.

**Практична цінність отриманих к дисертації результатів.** Прикладна частина дисертаційної роботи підтверджується впровадженням у практику застосування нормативних документів:

– Харківський науково-дослідницький інститут судових експертіз ім. засл. проф. М. С. Бокаріуса – метод контролю фрикційних пар гальмівних механізмів легкових автомобілів за їх фізико-трибологічними характеристиками;

– Харківська філія науково-дослідного інституту прогнозування й випробування техніки ім. Л. Погорілого – методика визначення складових енергетичного балансу колісних тракторів при проведенні гальмівних випробувань;

– ДП «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут» – методика визначення ергонавантаження гальмівних механізмів автомобілів при гальмуванні;

– навчальний процес підготовки бакалаврів, магістрантів у ХНАДУ.

**Повнота викладення основних положень, висновків, рекомендацій.**

Основні результати теоретичних та експериментальних досліджень висвітлено у 8 спеціальних науково-технічних виданнях, що входять до переліку фахових видань МОН України, з яких 3 входять до міжнародних наукометрических баз, оприлюднені та обговорені на 15 українських та міжнародних конференціях різного рівня. Публікації містять результати безпосередньої роботи здобувача на окремих етапах дослідження, повною мірою відображають основні положення та висновки роботи.

**Оцінка структури та змісту дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота Шеїна В. С. складається з анотації, написаної двома мовами (державною, англійською), вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації із додатками – 196 сторінки, містить 32 рисунки, 16 таблиць, перелік використаних джерел зі 106 найменувань на 14 листах та 5 додатків на 53 листах.

У вступі чітко обґрутовано актуальність обраної теми, науково коректно сформульовано мету, яка корелює з темою, та конкретизується у завданнях, коректно і лаконічно визначено об'єкт та предмет дослідження, наукову новизну отриманих результатів і їх практичну та теоретичну цінність, а також відомості про особистий внесок здобувача. Показаний зв'язок роботи з

науковими планами. Окреслено систему використаних в роботі дослідницьких методів.

**У першому розділі** дисертаційної роботи розділі здійснено аналітичний огляд виконаних досліджень і обґрунтовано обраний напрямок роботи. Здійснено аналіз існуючих методів та засобів проведення сертифікаційних випробувань гальмівних систем та механізмів. Виявлено і обґрунтовано їх недоліки щодо точності вимірювань параметрів та достовірності проведення випробувань. Розглянуто способи вимірювання енергії, що поглинається гальмівними механізмами автомобіля при гальмуванні відповідно до класичної теорії. Зазначено особливості проведення процесів валідації та верифікації для методів і засобів проведення гальмівних випробувань. Виконано узагальнення та обґрунтування завдань дослідження.

**У другому розділі** наведено результати теоретичних досліджень, спрямованих на удосконалення методу вимірювання енергетичного балансу автомобіля при гальмуванні.

Проведено вимірювання долі енергії, що поглинається безпосередньо гальмівними механізмами автомобілів різних класів, що дало змогу в подальшому враховувати її при формулюванні вимог до випробувань на гальмівних натурних стендах;

Розроблено математичну модель вимірювання компонентів енергетичного балансу автомобіля, що гальмує. Запропоновано алгоритм вирішення задачі оцінювання енергонавантаженості гальмівних механізмів автомобілів при випробуваннях в дорожніх умовах.

**У третьому розділі** проведено експериментальне визначення компонентів енергетичного балансу автомобіля при гальмуванні з урахуванням запропонованої моделі вимірювання.

Розроблено програму проведення випробувань, наведено опис і результати математичної обробки результатів.

Проведено аналіз результатів вимірювання компонентів енергетичного балансу автомобіля при гальмуванні. Представлено розрахунок адекватності проведених вимірювань для обробки розбіжності результатів вимірювань. Отримане співвідношення між загальним показником кінетичної енергії та енергією, що йде на подолання окремими видами опору руху.

Отримано розподілення показників роботи і потужності за видами опору руху при гальмуванні. Встановлена пряма залежність між значеннями роботи і потужністю тертя від температури фрикційних пар гальмівних механізмів автомобіля.

**У четвертому розділі** обґрунтовано удосконалення метрологічного забезпечення випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів стендовим методом та в дорожніх умовах.

Розроблено новий принцип класифікації випробувального устаткування, що оснований на енергетичних параметрах об'єкта випробувань.

Обґрунтовано вимоги щодо конструкції інерційних натурних стендів та представлено конструкцію універсального стенду для проведення сертифікаційних випробувань.

Розроблено модель і вимоги до проведення оцінювання придатності розробленого випробувального устаткування та запропонованої методики проведення сертифікаційних випробувань.

Обґрунтовані зміни до стандарту у вигляді рекомендацій по удосконаленню методики гальмівних випробувань на стендовому устаткуванні.

Розроблено структурну схему реєстраційно-вимірювальної системи та алгоритм проведення сертифікаційних випробувань гальмівних систем автомобілів в дорожніх умовах.

Проведено оцінювання впливу достовірності вимірювання параметрів автомобіля (швидкість, маса) на точність непрямого вимірювання енергії, що поглинається гальмівними механізмами.

Проведено оцінювання підвищення точності визначення показників енергонавантаженості гальмівних механізмів за рахунок визначення абсолютної похибки вимірювання середньої потужності тертя в гальмівних механізмах. Запропоновано коефіцієнти, що враховують точність вимірювання параметрів для розрахунку поглинутої енергії та середньої потужності тертя за різних режимах руху автомобіля.

**Висновки** дисертаційної роботи обґрунтовані, рекомендації базуються на використанні математичних моделей.

**У додатках наведено:**

- акти впровадження результатів дисертації;
- патенти України за результатами дисертаційної роботи;
- методика випробувань гальмівних механізмів на інерційному стенді;
- оцінювання придатності нестандартизованих методик випробувань.

Зміст дисертації відповідає спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення, а саме п. 4 «Створення нових і вдосконалення наявних засобів і методів оцінювання точності вимірювань і якості продукції та послуг для забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку», і профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.827.01.

Автореферат відображає основний зміст, висновки, рекомендації дисертаційної роботи та відповідає вимогам, що встановлені до авторефератів.

Позитивними аспектами дисертаційної роботи є чітке, послідовне і логічне викладення матеріалів дослідження, теоретичне обґрунтування отриманих результатів, значний обсяг обчислювальних експериментів щодо визначення компонентів енергетичного балансу автомобіля при гальмуванні. Заслуговує уваги розроблені вимоги до конструкції універсального устаткування та розроблений алгоритм вимірювання енергонавантаженості гальмівних механізмів. Отримані у роботі теоретичні результати підкріплені практичним застосуванням, про що свідчать акти впровадження.

**Основні зауваження.** Разом з тим у дисертаційній роботі наявні ряд недоліків, а саме:

1. В роботі, автор робить посилання на ДСТУ UN/ECE R 13 H-00:2004 і ДСТУ UN/ECE R 90-0:2005. Оскільки ці нормативні документи з 2017 року не діють, проте взамін вступили Правила СЕК ООН №13, 13H та 90 з відповідною

серією поправок, було б доцільно робити посилання саме на Правила СЕК ООН.

2. На наш погляд формулювання предмета дослідження виглядає декілька розмитою.

3. У розділі 1 проведено аналіз методів і засобів проведення гальмівних випробувань. Зазначено, що основним недоліком існуючих методів стендових випробувань є відсутність універсального випробувального устаткування для проведення сертифікаційних випробувань гальмівних механізмів автомобілів. Доцільно було б більш детально обґрунтувати вагомість даного недоліку відносно точності і достовірності випробувань.

4. У п. 2.2 приведені умови, за яких відбувається підвищення адекватності моделі стендових випробувань гальмівних механізмів автомобілів. Оскільки такий параметр як адекватність має досить загальну характеристику, то доцільно було б навести результати підвищення точності.

5. На стор. 62 у виразі (2.29), на наш погляд в першій складовій не потрібен коефіцієнт 2, викликає питання також відсутність другої складової.

5. Розділ 4 присвячено удосконаленню метрологічних характеристик стендових випробувань і приведено структуру схему сигнально-реєстраційної вимірювальної системи. Однак в роботі не зазначено метрологічні характеристики розробленого випробувального устаткування та вимірювальної системи.

6. На рис. 3.8, 3.9 відсутні позначення на вісях.

7. У п. 4.1 зазначено, що удосконалення стендових випробувань гальмівних механізмів проведено за рахунок моделі розрахунку енергетичних коридорів, приведено загальний вигляд і числові розрахунки кожного коридору, якому відповідають певні категорії автомобілів. Доцільно було б більш детально описати процедуру відповідності кожної категорії транспортних засобів певному енергетичному коридору, а особливо звернути увагу на випадок коли кількісний показник енергії автомобіля знаходиться на границі розділу двох коридорів.

8. В розділі 4 бажано було б бачити більш детальний аналіз складових похибки.

9. В роботі не ідеться мова щодо неймовірності розподілу тепла у гальмівних механізмах та про такі характеристики, як тепlostійкість, температурний коефіцієнт лінійного розширення, нагрівостійкість тощо.

10. В роботі автор акцентує увагу на похибках вимірювань, однак лабораторії, які проводять сертифікаційні випробування мають бути акредитовані на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025. Згідно цього нормативного документу необхідно проводити оцінку невизначеності результатів випробувань. Тому доцільно було б привести в роботі розрахунок невизначеності для пропонованого методу і провести його оцінку щодо невизначеності вимірювань.

**Висновок.** В цілому на основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що дисертаційна робота Шейна В. С. є завершеною працею, яка містить нові науково обґрунтовані розробки, що у сукупності забезпечують

вирішення важливої задачі у галузі сертифікації – підвищення точності та достовірності сертифікаційних випробувань, відповідає науковому рівню робіт, що подаються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. За актуальністю, науковим рівнем розробок, їх практичним втіленням, наявністю необхідної кількості публікацій та їх обсягом дисертаційна робота Шейна Віталія Сергійовича «Удосконалення методів і засобів сертифікаційних випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів» є закінченою науково-практичною працею, яка виконана на високому науковому рівні, містить нові науково обґрунтовані результати.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11-13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 (зі змінами), а її автор – Шейн Віталій Сергійович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри  
«Метрології та технічної експертизи»,  
Харківського національного університету  
радіоелектроніки, д. т. н., професор

I.V. Руженцев

Підпис проф. I.V. Руженцева завіряю:

Учений секретар

I.B. Магдаліна

