

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Рубана Дмитра Петровича на тему «Науково-прикладні основи прогностичної оцінки та формування ресурсу кузовів автобусів», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори

1 Актуальність обраної теми та відповідність спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори

Кузов є визначальним елементом автобусів з умов пасивної безпеки, зрештою вартості, у т.ч. ремонтних робіт. Планова система громадського автотранспорту у часи СРСР/УРСР передбачала проведення капітальних ремонтів кузовів після 6-8 років експлуатації (залежно від моделі) з використанням біля 40% нового металопрокату від металоконструкції кузова. Однак така система ремонту є трудомісткою, часто перевищує трудомісткість заводського виробництва кузовів і є не характерною для країн ЄС. Окрім цього уже законодавчо прийняті, у т.ч. з 2000 р. в Україні, для автобусів міжміського та приміського сполучення вимоги щодо відповідності міцності кузовів вимогам пасивної безпеки (Правила ЄЕК ООН № 66 та № 107 – допустимі деформації при перекиданні на бік). Ці вимоги є обов'язковими при сертифікації і запуску у виробництво нових моделей автобусів класів II і III категорії М3. Однак вимоги технічного контролю відповідності цим вимогам підчас тривалого терміну експлуатації у відповідній нормативній базі України (ДСТУ 3649: 2010) та інших країнах колишньої СНД поки відсутні (на відміну від країн ЄС). Тому через певний термін експлуатації кузов уже не буде відповідати нормативним вимогам Правил ЄЕК ООН № 66, № 107. Україна також є країною-учасником Гаазької конвенції про дорожній рух та періодичний технічний контроль колісних транспортних засобів в експлуатації щодо відповідності їхнього стану вимогам екології та безпеки конструкції, у т.ч. і вимогам пасивної безпеки. Дисертаційна робота Рубана Д.П. є за останні декілька десятиліть практично першим системним дослідженням зміни міцності кузовів автобусів у процесі експлуатації та опрацювання відповідної методики та рекомендацій для конструкторів та технологів галузі щодо збільшення ресурсу кузовів на етапі проектування та виробництва з умов пасивної безпеки на регламентовані терміни та умови експлуатації.

У цьому плані представлена робота є **актуальною** та основою для внесення відповідних змін у вітчизняні нормативні акти, у т.ч. ДСТУ

3649:2010, щодо методів і оцінки стану кузовів автобусів з умов відповідності та допуску до подальшої експлуатації чи вибракування.

За своєю суттю дисертація Рубана Д.П. **відповідає** спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори.

2 Ступінь обґрунтованості, повнота і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації підтверджено відповідними кількістю досліджень із використанням сучасних методик комп'ютерного моделювання та експериментальних даних, отриманих під час роботи на виробництві (ПрАТ «Черкаський автобус»). Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації та їхня практична значимість підтверджується також їх успішним впровадженням у виробництво на автобусобудівних підприємствах та організаціях України, що експлуатують автобуси, а також впроваджено в навчальний процес підготовки бакалаврів, магістрів за напрямками: 274 «Автомобільний транспорт» та 133 «Галузеве машинобудування» у Львівському національному університеті природокористування.

У першому розділі дисертації проведено аналітичний огляд відомих досліджень довговічності та еволюції технічного стану автобусів і автомобілів у процесі експлуатації, у т.ч. з умов безпеки руху. Автобусний парк України з практично вдвічі більшим середнім терміном експлуатації автобусів у порівнянні до країн ЄС є найстарішим у Європі та характеризується відповідно найвищими показниками аварійності і жертв ДТП, у т.ч. і з-за незадовільного технічного стану. Відсутність законодавчих норм щодо заводського захисту від небезпечної корозії базових, несучих елементів кузова впродовж певного терміну – 7-10 років обумовило відповідне спрощення і здешевлення заводами-виробниками матеріалів та технологій під час виробництва автобусів. Практично відсутні сучасні вітчизняні дослідження щодо впливу тривалості експлуатації на деградацію характеристик міцності кузовів автобусів, як з умов корозії так і втомної міцності несівних елементів. Відповідно логічно сформовані мета та завдання дослідження, актуальність відповідних проектних та технологічних заходів та технічного контролю кузовів автобусів в експлуатації.

Як побажання: краще сказати « ... на етапі експлуатації життєвого циклу транспортних засобів ...» (стор. 66-67). Має місце невдале посилання на

Фадєєва І.В. (стор. 55). Забагато приділено уваги аналізу публікацій, в яких розглядалися старі технології та матеріали в автобусобудуванні.

У *другому розділі* дисертації розглянуто динаміку експлуатаційних витрат на автобуси та основні їхні складові, де після восьми років суттєве, різке зростання витрат, що обумовлене ремонтними затратами на кузов. Опрацьовані реальні дані з автотранспортних підприємств щодо практики ремонту кузовів власними силами, насамперед видимих корозійних пошкоджень та з мінімальними затратами, система періодичного оновлення антикорозійного захисту практично відсутня. Заміна елементів каркасу проводиться фрагментарно і тільки при уже видимих наскрізних корозійних пошкодженнях. Оцінка корозії внутрішніх стінок труб, зменшення товщини за допомогою приладів неруйнівного контролю не проводиться. При таких умовах очевидні реалії експлуатації уже 7-10 річних автобусів (залежно від міста і використання взимку сольових розчинів на автодорогах), міцність каркасу яких не відповідає вимогам пасивної безпеки. Відповідно умотивовано необхідність впровадження періодичного технічного контролю стану каркасу кузовів за практикою країн ЄС та розвитку відповідних технологій антикорозійного захисту на виробництві та під час експлуатації.

У таблиці 2.4 наведена цікава інформація на 10 сторінках, але її можна було представити у додатку. У розділі залишити тільки те, що стосується кузова автобусу. Не наведено, за якою кількістю даних отримана «Статистична залежність товщини лонжеронів каркасу основи автобуса ...» (стор. 119-120, рис. 2.29).

У *третьому розділі* дисертації представлено розроблену методику комп'ютеризованої прогностичної оцінки довговічності кузовів автобусів несівної конструкції та на рамному шасі з використанням методів скінчених елементів та спектрального аналізу мікропрофілю автомобільних доріг різних категорій. Формування оцінки базується на комбінації розрахунку напружень у критичних вузлах основи з врахуванням навантажень від нерівностей дороги через передавальні функції шин та підвіски на базі методів спектрального аналізу і зміни з часом фізико-механічних характеристик вузлових з'єднань каркасу під впливом корозії.

Проведено розрахунки довговічності кузовів автобусів в різних умовах експлуатації (включно реалії роботи на приміських маршрутах і автодорогах III-IV категорій). Дана оцінка і впливу на ресурс кузова автобуса пробоїв підвісок автобуса, при дорогах низької якості та постійних перевантаженнях. Мінімальний пробіг до руйнування лонжеронів каркасу основи кузова автобуса

у цих умовах склав біля 60 тис. км при півторакратному перевантаженні пасажирями та русі автобуса по бруківці низької якості. Отримано значення максимального пробігу до руйнування лонжеронів каркасу основи кузова автобуса при перевезенні тільки пасажирів, що сидять, та русі автобуса по дорозі високої якості з асфальтобетонним покриттям, що характерно для міжміського сполучення.

На прикладі автобусів „Еталон” А079 проведено оцінку довговічності кузова автобуса на рамному шасі з умов відповідності нормативної бази пасивної безпеки, що є у межах від 5 до 11 років залежно від умов експлуатації.

Визначено переважні місця появи тріщин у типових каркасах кузовів та опрацьовано методику прогностичної оцінки довговічності кузова у конкретних типових умовах використання з використанням програмного середовища Solidworks. Представлені квантифіковані характеристики дорожніх умов руху та статистики пасажиропотоків для автобусів різних класів призначення є інформаційною базою для вдосконалення проектних робіт нових моделей автобусів з умов забезпечення впродовж заданого терміну експлуатації на відповідність вимогам Правил ЄЕК ООН № 66.

На базі аналізу практики у країнах ЄС, (насамперед ФРН), опрацьовано методику оцінки відповідності конструкції кузова нормативним вимогам пасивної безпеки під час регулярних технічних контролів у процесі експлуатації, що дозволяє доповнити ДСТУ 3649: 2010 пунктами, які відповідають вимогам загальноєвропейської практики.

Отримані результати щодо поступової деградації характеристик міцності каркасу автобусів під час експлуатації є основою для проведеної методами комп'ютеризованого розрахунку оцінки відповідності кузовів вимогам Правил ЄЕК ООН № 66 впродовж певних термінів експлуатації. Зокрема щодо автобусів типу Богдан А092 можна констатувати 8-річний термін експлуатації як порогів щодо відповідності кузова вимогам пасивної безпеки.

Четвертий розділ дисертації присвячено результатам натурних досліджень оцінки довговічності та надійності автобусів у реальній експлуатації. Дана оцінка зміни характеристик міцності елементів каркасу кузова автобуса у процесі експлуатації з використанням стендового обладнання заводу „Черкаський автобус”. Зменшення границі міцності зразків - вирізаних фрагментів несучих труб каркасу автобусів - на 7–68% обумовлено втомною міцністю та корозією, насамперед замкнутих порожнин труб. Очевидно, що підтверджується і результатами отриманих характеристик на розривній машині.

Таке погіршення механічних властивостей не забезпечує відповідність вимогам пасивної безпеки.

Проведені дорожні випробування автобусів з тензометричним заміром навантажень у критичних місцях каркасу кузова (на прикладі автобуса з несучим кузовом „Атаман” А-092Н6) підтвердили адекватність розробленої моделі по прогностичній оцінці довговічності кузова автобуса.

З аналізу технології відновлювальних ремонтів кузовів автобусів, що проводяться автоперевізниками, у т.ч. і у спеціалізованих ремонтних майстернях, впливає недостатня ефективність цих робіт (навіть у порівнянні з практикою регламентованих капітальних ремонтів автобусних кузовів у часи СРСР/УРСР) з точки зору співвідношення затрат і реального продовження ресурсу кузова власне з умов міцності – пасивної безпеки. При наявності ще залишкового ресурсу базових агрегатів та вузлів раціональнішою є повнокомплектна заміна кузова у заводських умовах виробника, що попри збільшення на 25–35% вартості робіт забезпечується повна відповідність вимогам пасивної безпеки, а також і оновлення року випуску автобуса при перереєстрації заміни кузова у ТСЦ МВС під новий VIN-код кузова.

Потребує пояснення використання поняття «... *перший* ВР ...». Це відповідає пробігу автобуса 800 тис. – 1 млн. км. Але не всі автобуси до цього напрацьовують. Тоді, чи може бути «другий ВР»?

У н'ятому розділі дисертації розроблено методичні основи проектних робіт щодо забезпечення необхідної довговічності автобусних кузовів під конкретні умови експлуатації, а також відповідних змін технологічних засад в процесі виробництва. Опрацьовано методи і засобів антикорозійної обробки кузовів підчас експлуатації. З врахуванням досвіду і практики ряду зарубіжних автовиробників та ВАТ „Укравтобуспром” представлено так звані клеєві технології облицювання з використанням композитного, корозійностійкого листа та склопластикових матеріалів. Ці кузовні технології облицювання є новими для вітчизняного автобусобудування, країнах СНД та більшості виробників автобусів у ЄС.

В заводських умовах проведено, згідно стандарту ISO, стендові дослідження міцності приклеювання панелей кузова, що засвідчили ефективність використання цих технологій з використанням матеріалів – клеїв SICA. Клеєві технології реальні і для облицювання кузова оцинкованим листовим прокатом, як дешевшої альтернативи листовому екобонду. Додатковим позитивним аспектом клеєвих технологій є скорочення у декілька

разів сумарної протяжності зварних швів кузова, що суттєво підвищує корозійну стійкість та довговічність.

Запропоновані вдосконалення антикорозійного захисту кузовів у процесах виробництва та підчас експлуатації дозволяє підвищити ресурс автобусних кузовів.

Краще буде, якщо сказати не «... Після завершення життєвого циклу ...» (стор. 262, восьмий знизу рядок), а «... На завершенні життєвого циклу ...». Тому, що процес утилізації є етапом життєвого циклу виробу.

У шостому розділі визначено раціональні терміни експлуатації автобусів, у т.ч. і в аспекті необхідних програм оновлення парку автобусів громадського транспорту та державного регулювання оновлення парку з умов безпеки руху і екології. Існуюча тенденція старіння парку громадського транспорту, відповідне зростання проблем безпеки руху та екології зумовили актуальність формування 5-10 річної програми оновлення уже з врахуванням раціональних термінів експлуатації автобусів громадського транспорту в Україні. При формуванні ресурсу кузова на стадії проектування та виробництва можна досягнути терміну експлуатації автобуса до двадцяти років при впровадженні прогресивних технологій та використання полімерних корозійностійких матеріалів, своєчасного оновлення антикорозійного захисту.

Тривала робота здобувача безпосередньо у галузі, досвід співпраці з вітчизняними автобусними перевізниками та ВАТ «Укравтобуспром» дозволили опрацювати пропозиції щодо вдосконалення технічного контролю та допуску до експлуатації автобусів. Відповідно опрацьовано конкретні пропозиції щодо ДСТУ 3649: 2010 та Постанови КМУ від 30.01.2012р. № 137, у т.ч. і з умов гармонізації з нормативною базою країн ЄС.

Пропозиції по проведенню обов'язкового технічного контролю дозволять підвищити безпеку перевезень пасажирів та стимулюватимуть оновлення автобусного парку. Це, в свою чергу підвищить попит на нові автобуси та відповідно поліпшить екологічну ситуацію в Україні та зменшить аварійність з участю автобусів.

Визиває сумнів в необхідності формувати ресурс кузова таких автобусів до 20 років (стор. 300) на основі прогресивних технологій. За цей період велика вірогідність зміни вимог щодо пасивної безпеки, необхідність заміни агрегатів та вузлів, внутрішнього інтер'єру.

3 Наукова новизна отриманих результатів

До основних наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Уперше опрацьовано метод комп'ютеризованого розрахунку кузова автобуса під певні терміни експлуатації з урахуванням умов руху (тип автодоріг, пасажиропотоки) та впливу корозії і втомної міцності на відповідність нормативним вимогам пасивної безпеки, що дозволяє підвищити безпеку пасажирських перевезень.

2. Уперше запропоновано методику оцінки відповідності стану конструкції кузова нормативним вимогам пасивної безпеки під час регулярних технічних контролів у процесі експлуатації та опрацьовано відповідні пропозиції змін до законодавчих нормативних актів (ДСТУ та Постанови КМУ).

3. Уперше опрацьовано практичні рекомендації щодо нових, композитних конструкційних матеріалів та технологій кузовного виробництва, що значно покращують довговічність кузовів з умов корозії.

4. Уперше дана кількісна оцінка впливу типу і стану автодоріг для різних класів автобусів на формування втомної міцності каркасу кузова та, відповідно, безпечний ресурс до вимог нормативної бази щодо пасивної безпеки.

5. Набула подальшого розвитку методика моделювання - розрахунку напружено-деформованого стану кузова на базі методу скінчених елементів з урахуванням впливу корозії і втомної міцності металу каркасу та оцінка відповідності нормативним вимогам пасивної безпеки.

4 Практичне значення результатів роботи

1. Методика розрахунку каркасу кузова автобуса на міцність з урахуванням умов руху та впливу корозії і втомної міцності з умов дотримання нормативних вимог пасивної безпеки, що дозволяє ще на етапі проектування і формування технологій виробництва та реалізувати відповідні конструкції та підвищити безпеку пасажирських перевезень.

2. Рекомендації щодо нових конструкційних матеріалів та технологій кузовного виробництва у взаємозв'язку з відповідними умовами експлуатації і необхідним ресурсом кузова з врахуванням процесів корозії і втомної міцності каркасу.

3. Кількісна оцінка впливу типу і стану автодоріг для різних класів автобусів та формування втомної міцності каркасу кузова та, відповідно, безпечний ресурс до вимог Правил ЄЕК ООН № 66.

4. Методика оцінки відповідності конструкції кузова нормативним вимогам пасивної безпеки під час регулярних технічних контролів у процесі

експлуатації та відповідні пропозиції доповнення - зміни до ДСТУ 3649: 2010 та Постанови КМУ від 30.01.2012р. № 137.

5. Методика моделювання - розрахунку напружено-деформованого стану кузова на базі методу скінченних елементів з урахуванням впливу корозії і втомної міцності металу каркасу та оцінка відповідності нормативним вимогам пасивної безпеки.

6. Технологічні основи оновлення антикорозійного захисту кузовів автобусів з використанням сучасних прогресивних методів та засобів обробки.

8. Результати дисертаційної роботи успішно апробовано та впроваджено на підприємствах України (ВАТ «Український інститут автобусо-тролейбусобудування», АТ «Черкаський автобус», ПрАТ «ІСУЗУ-АТАМАН УКРАЇНА», ТОВ «Пересувна механізована колона № 92»).

9. Отримані результати досліджень впроваджено в навчальний процес Львівського національного університету природокористування при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямками: 274 «Автомобільний транспорт» та 133 «Галузеве машинобудування».

5 Повнота викладення та апробації основних результатів дисертації у наукових публікаціях та доповідях

Основні наукові положення і результати дисертаційної роботи були опубліковані в 46 наукових працях, у тому числі: 1 монографія (у закордонному виданні), 22 публікації у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 11 публікацій, що включені до міжнародних наукометричних баз, у тому числі 6 публікацій у виданнях, що індексуються у Scopus); 23 тези у збірниках доповідей наукових конференцій.

Зазначена кількість та якість публікацій дають підставу вважати, що наукові положення, висновки та рекомендації, які отримані у дисертації, повністю висвітлені у відповідності до вимог МОНУ, що висуваються до докторських дисертацій. Зміст реферату ідентичний за змістом із основними положеннями дисертації та відображає основні наукові й практичні результати роботи.

6 Рекомендації по використанню результатів дисертації

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи вже успішно апробовано та впроваджено на підприємствах України (ВАТ «Український інститут автобусо-тролейбусобудування», АТ «Черкаський автобус», ПрАТ «ІСУЗУ-АТАМАН УКРАЇНА», ТОВ «Пересувна механізована колона № 92»).

Доцільне опрацювання також пропозицій за результатами представленої роботи у Міністерство інфраструктури щодо оновлення парку автобусів громадського транспорту та внесення відповідних змін у порядок проведення конкурсів на отримання дозволів автоперевізниками на роботу на регулярних маршрутах громадського транспорту.

Теоретичні положення дисертації використовуються у навчальному процесі кафедри „Автомобілів і тракторів” Львівського національного університету природокористування та рекомендуються до використання у вищій школі у навчальному процесі підготовки бакалаврів та магістрів автомобільного напрямку підготовки.

7 Зауваження та дискусійні питання до дисертації

1. Тема роботи присвячена «... основам прогностичної оцінки та формуванню ресурсу кузовів автобусів», але недостатньо уваги приділено автобусам великого та надвеликого класу.

2. Рисунки 4.18, 4.19, 4.21, 4.22 наведено без позицій, що затрудняє їх вивчення.

3. Збитки від простою на відновлюваний ремонт краще було навести у гривнях, а не у доларах (стор. 6, 121).

4. Більшу частину таблиці 2.4, таблиці 5.2. 5.3 можна було навести у додатку.

5. Значимі і важливі, у т.ч. з огляду на необхідність гармонізації з нормативною базою країн ЄС, пропозиції щодо вдосконалення ДСТУ 3649: 2010 та відповідної постанови КМУ про технічний контроль колісних транспортних засобів в експлуатації необхідно надати, окрім наукових публікацій, також і у відповідні органи державної виконавчої влади.

6. Більше уваги доцільно приділити власне удосконаленню антикорозійного захисту кузовів автобусів у процесі експлуатації.

Наведені зауваження та дискусійні питання не знижують загальну наукову та прикладну цінність виконаного дослідження.

8 Загальні висновки

Дисертація Рубана Дмитра Петровича «Науково-прикладні основи прогностичної оцінки та формування ресурсу кузовів автобусів» є завершеною науковою роботою, яка розв'язує важливу науково-прикладну проблему прогностичної оцінки та формування ресурсу кузовів автобусів на етапі проектування.

Зміст дисертаційної роботи і автореферату ідентичні.

Зауваження до матеріалів дисертаційної роботи, що наведені у відгуку, не ставлять під сумнів результати роботи, які достатньо повно відображені у наукових працях, обговорені на науково-технічних конференціях, маються відповідні акти використання.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори, не містить академічного плагіату та задовольняє вимоги, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора наук, п. 7 та 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197. Таким чином вважаю, що Рубан Дмитро Петрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 –автомобілі та трактори.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри транспорту
та підйомно-транспортних
машин Жилінського університету,
Словаччина



Олександр КРАВЧЕНКО

Підпис професора Олександра Кравченка засвідчую
Завідувач кафедри транспорту
та підйомно-транспортних
машин Жилінського університету,
Словаччина



Юрай ГЕРЛІЦІ

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
STROJNICKÁ FAKULTA
Katedra dopravnéj a manipulačnej techniky
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina