

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора

**Зінька Романа Володимировича,**

на дисертаційну роботу Рубана Дмитра Петровича

на тему «**Науково-прикладні основи прогностичної оцінки та формування ресурсу кузовів автобусів**»,

що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

в галузі знань 05 – Технічні науки

за спеціальністю 05.22.02 – Автомобілі та трактори

### **1. Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, темами**

Несивні конструкції транспортних засобів є їх основою, забезпечують якісну, безпечну та довготривалу експлуатацію, відповідно підвищують економічні показники перевезень. Реалії експлуатації такі, як перевантаження при перевезенні пасажирів, рух по дорогах низької якості з мінімально можливими швидкостями, не дозволяють дотримуватися нормальних умов експлуатації. Під час експлуатації при впливі корозії і втомної міцності металу фізико-механічні властивості металу каркасу кузова погіршуються, що зменшує його термін експлуатації. Це впливає на пасивну безпеку і в деяких випадках потребує вибракування чи відновлювального ремонту. Відповідно, поточні та відновлювальні ремонти кузова потребують значних матеріальних витрат та обумовлюють тривалі простої.

В країнах ЄС при проведенні обов'язкових технічних контролів автобусів громадського транспорту враховуються експлуатаційні зміни (Правила ЄЕК ООН № 52, 66, 107), але такі зміни є відсутніми у відновленій нормативній базі України (ДСТУ 3649: 2010).

Таким чином актуальним є прогнозування довговічності елементів каркасу кузова в проблемних місцях при жорстких умовах експлуатації з розробкою відповідних методик ще на стадії проєктування і виробництва. Також актуальна

розробка методів технічного контролю відповідності кузова під час експлуатації нормативним вимогам пасивної безпеки.

Підтвердженням актуальності є також те, що робота виконана у рамках наукової держбюджетної тематики кафедри автомобілів і тракторів Львівського національного університету природокористування «Розробка інноваційно-інформаційних, проектно-керованих, ресурсощадних систем, технологій і технічних засобів для агропромислового виробництва та його енергозабезпечення», № держреєстрації 0121U109289, від 04.03.2021; тематики дослідно-конструкторських робіт та виробничої програми ВАТ «Укравтобуспром» (м. Львів) та АТ «Черкаський автобус» у сфері підконтрольної експлуатації та гарантійних зобов'язань, в яких автор приймав безпосередню участь.

Мета дослідження відповідає актуальності тематики досліджень, пов'язаних з підвищенням ефективності роботи транспортних засобів, зокрема розробці теоретичних основ розрахунку ресурсу кузовів автобусів на етапі проектних робіт під відповідні умови експлуатації з умов відповідності законодавчій нормативній базі, і темі дисертаційної роботи, поставлені завдання дають можливість реалізувати поставлену мету.

## **2. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна**

1. Запропоновано метод прогностичного розрахунку ресурсу кузова автобуса під час експлуатації з урахуванням умов руху та впливу корозії і втомної міцності з дотриманням нормативних вимог пасивної безпеки, що дозволяє ще на етапі проектування і формування технологій виробництва реалізувати відповідні конструкції та забезпечити пасивну безпеку пасажирських перевезень.

Наведено в §§ 3.1 – 3.2 дисертації.

2. Запропоновано 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 (аналогічно до загальноєвропейської практики); – опрацьовано практичні рекомендації щодо проектування кузовів автобусів в аспекті конструкційних матеріалів та технологій кузовного виробництва у взаємозв'язку з певними умовами експлуатації і необхідним безпечним ресурсом кузова з врахуванням процесів корозії і втомної міцності каркасу.

Наведено в § 3.3 дисертації.

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

Наведено в §§ 3.1 – 3.3 дисертації.

4. 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.

Наведено в § 3.3 дисертації.

Отримані результати та положення наукової новизни відзначаються високим рівнем професіоналізму, обґрунтованості та достовірності. Про це свідчать наступні чинники:

- колективна монографія;
- оприлюднення результатів у 21 наукових фахових виданнях України виданнях свідчить про високу якість даної наукової роботи та релевантність результатів;
- 5 публікацій у виданнях, що індексується у Scopus;
- участь у наукових конференціях: доповіді на 23 наукових конференціях підтверджують актуальність, цінність та достатню апробованість даної роботи у глобальному науковому товаристві;

– виконання дисертації у рамках наукової держбюджетної тематики кафедри автомобілів і тракторів Львівського національного університету природокористування «Розробка інноваційно-інформаційних, проєктно керованих, ресурсоощадних систем, технологій і технічних засобів для агропромислового виробництва та його енергозабезпечення», № держреєстрації 0121U109289, від 04.03.2021 р.; тематики дослідно-конструкторських робіт та виробничих програм ВАТ «Укравтобуспром» (м. Львів) та АТ «Черкаський автобус» підтверджують її актуальність та зосередженість на практично значущих аспектах та актуальних проблемах автомобілебудування.

Отже, можна вважати, що поставлена в дисертації наукова мета – розробка теоретичних основ розрахунку ресурсу кузова автобуса на етапі проєктних робіт під певні умови експлуатації з умов відповідності законодавчій нормативній базі щодо пасивної безпеки конструкції впродовж визначеного терміну, а також відповідного вдосконалення технології виробництва виконана, а дисертаційна робота є достатньо вагомим внеском до сучасного автомобілебудування, як галузі науки.

### **3. Практичне значення дисертаційної роботи**

Результати теоретичних досліджень доповнюють теоретичні засади проєктування кузовів автобусів та здобули відповідну практичну реалізацію у процесі проєктних робіт АТ «Черкаський автобус» та ВАТ «Укравтобуспром». До них належать:

– методика прогностичного розрахунку ресурсу кузова автобуса під час експлуатації з урахуванням умов руху та впливу корозії і втомної міцності з дотриманням нормативних вимог пасивної безпеки, що дозволяє ще на етапі проєктування і формування технологій виробництва реалізувати відповідні конструкції та забезпечити безпеку пасажирських перевезень;

– рекомендації щодо проєктування кузовів автобусів в аспекті конструкційних матеріалів та технологій кузовного виробництва у взаємозв'язку



з певними умовами експлуатації і необхідним безпечним ресурсом кузова з врахуванням процесів корозії і втомної міцності каркасу;

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

– 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;

– методика моделювання-розрахунку напружено-деформованого стану кузова на базі методу скінченних елементів з врахуванням впливу корозії і втомної міцності металу каркасу та оцінка відповідності нормативним вимогам пасивної безпеки;

– рекомендації по підвищенню довговічності кузовів автобусів під час експлуатації;

– технологія оновлення антикорозійного захисту кузовів автобусів з використанням сучасних прогресивних методів та засобів обробки.

Практична значимість отриманих результатів дисертації підтверджується їх використанням при виконанні наукової держбюджетної тематики кафедри автомобілів і тракторів Львівського національного університету природокористування «Розробка інноваційно-інформаційних, проєктно керованих, ресурсощадних систем, технологій і технічних засобів для агропромислового виробництва та його енергозабезпечення», № держреєстрації 0121U109289, від 04.03.2021 р.; тематики дослідно-конструкторських робіт та виробничих програм ВАТ «Укравтобуспром» (м. Львів) та АТ «Черкаський автобус».

Результати дисертаційної роботи прийняті до використання у ВАТ «Український інститут автобусо-тролейбусобудування», АТ «Черкаський автобус», ПрАТ «ІСУЗУ-АТАМАН УКРАЇНА», ТОВ «Пересувна механізована колона № 92».

Матеріали роботи використовуються в навчальному процесі Львівського національного університету природокористування при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальностями 274 – Автомобільний транспорт при викладанні дисциплін: «Автомобілі», «Технічна, комп'ютерна та дистанційна діагностика автомобілів», «Випробування автомобілів» та 133 – Галузеве машинобудування – «Надійність машин і систем».

#### **4. Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності**

Дисертація містить вступ, 6 розділів, висновки, список використаних джерел, додатки. Повний обсяг дисертації становить 355 сторінок, 103 рисунки, 25 таблиць, список використаних джерел на 20 сторінках.

Не викликають зауважень структура дисертації та логіка викладення матеріалу і його розподіл по розділах, по кожному розділу сформульовані висновки. Через всю роботу проходить основна ключова ідея підвищення ресурсу кузова автобуса на етапі проектних робіт під певні умови експлуатації з умов відповідності законодавчій нормативній базі щодо пасивної безпеки конструкції впродовж визначеного терміну.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету й завдання дослідження, подано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів із відзначенням відомостей стосовно їх впровадження. Зазначено особистий внесок здобувача, подано відомості про апробацію результатів дисертації, публікації за темою досліджень, а також короткий опис структури та обсягу дисертаційної роботи.

У першому розділі розкриті характеристики об'єкта та предмета дослідження, наведено статистичні дані по структурі парку автобусів громадського транспорту України та аналіз досліджуваної проблеми. Проведено огляд та аналіз існуючих досліджень з визначення довговічності та раціональних



термінів експлуатації автобусів і автомобілів, у т. ч. з умов безпеки руху. Намічено шляхи подальших досліджень.

У **другому розділі** було визначено динаміку експлуатаційних витрат у функції часу, яка показує, що експлуатаційні витрати починають зростати після двох років експлуатації (при пробігах від 100 тис. км). Стрімке зростання витрат спостерігається при термінах експлуатації понад вісім років. Наголошено про необхідність раціонального вдосконалення технологій антикорозійного захисту кузова автобуса.

У **третьому розділі** для кузовів автобусів несівної конструкції та на рамному шасі представлено методологію прогностичної оцінки довговічності з використанням імітаційного комп'ютерного моделювання та її реалізацію. Отримані рівняння математичної моделі дозволяють прогнозувати безаварійну роботу каркасів кузовів автобусів. Проведена оцінка довговічності кузова автобуса на рамному шасі лежить у межах від 5 до 11 років залежно від умов експлуатації. Представлено метод контролю відповідності кузова автобуса методами імітаційного моделювання під час експлуатації з умов пасивної безпеки згідно до вимог Правил ЄЕК ООН № 66 без використання руйнівних методів контролю.

У **четвертому розділі** представлено результати натурних досліджень оцінки довговічності та надійності автобусів у реальній експлуатації. При розробці методичних засад відновлювальних ремонтів кузовів автобусів було доведено, що класичні методи проведення відновлювальних ремонтів власними силами автотранспортного підприємства, або аналогічних ремонтних організацій не дозволяють забезпечити належну довговічність та відповідність кузова автобуса вимогам щодо пасивної безпеки згідно Правил № 66 ЄЕК ООН через відсутність методів контролю елементів, що не мають візуальних пошкоджень. Для підвищення ефективності відновлювальних ремонтів запропоновано контроль проводити в заводських умовах із використанням новітніх технологій та матеріалів.

У п'ятому розділі для забезпечення необхідної довговічності автобусних кузовів, які забезпечують рівномірність і довговічність кузова під час конкретних умов експлуатації на етапі проектування розроблено методичні основи. Вони передбачають застосування технологічних засад забезпечення довговічності кузовів (нові матеріали, проклеювання, вентиляція) в процесі виробництва та регламентують своєчасний антикорозійний захист під час експлуатації.

У шостому розділі з урахуванням оцінки необхідних програм оновлення парку автобусів громадського транспорту та державного регулювання оновлення парку з умов безпеки руху і екології сформовано раціональні терміни експлуатації (довговічності) автобусів громадського транспорту в умовах України. Запропоновано рекомендації з оновлення ДСТУ 3649.

У загальних висновках, що сформульовані в дисертаційній роботі, в повній мірі відображено результати проведених автором досліджень.

Дисертація здобувача не містить елементів плагіату чи фальсифікації, а схожість тексту з відкритими джерелами є мінімальною. Всі основні наукові результати, представлені в дисертаційній роботі здобувача, повністю відображено в його наукових публікаціях. Їх високий рівень обумовлений належністю науково-періодичних видань, в яких опубліковано статті здобувача.

## **5. Аналіз публікацій та повноти відображення результатів дисертаційної роботи**

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 46 робіт, серед них 1 монографія, 5 публікацій у виданнях, що індексується у Scopus, 23 тези доповідей у збірниках матеріалів наукових конференцій.

Результати дисертаційної роботи є достатньо повно апробованими та оприлюдненими.



Автореферат написаний діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю, відповідає поставленим вимогами і в повній мірі відображає зміст та структуру дисертації.

## **6. Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи**

Робота впорядкована за певним алгоритмом. Наочність представленого матеріалу є високою: використовуються таблиці, схеми, рисунки.

Але є і ряд зауважень і побажань:

1. Табл. 2.4. займає 10 сторінок роботи. В ній мова йде про всі несправності автобуса. Дисертаційна робота про кузова. Тому слід із таблиці залишити все стосовно кузовів, решта – скорочено або занести в додатки.

2. Цю ж табл. 2.4. доцільно представити у вигляді діаграми – покаже наочно актуальність власне ремонту кузовів.

3. З джерела [54] (стор. 119) доцільно було б навести рис. 6 і табл. 1. Це ж публікація автора і результати вагомі. І вже в подальшому посилатися на неї у роботі в інших місцях.

4. Для рисунка 2.29 (стор. 120) доцільно було б представити математичні залежності отриманих прямих. Наприклад, як графік функції  $y = -kx - b$ , де  $k = \text{tg } \varphi$  – кутовий коефіцієнт – тангенс кута  $\varphi$ , що вимірюють від додатного напрямку осі абсцис до прямої-графіка,  $b$  – ордината точки перетину прямої-графіка з віссю ординат. І вже в подальшому посилатися на них у роботі в інших місцях.

5. Виникає запитання до рисунка 2.29 щодо осей абсцис: в яких межах при 6-ти роках експлуатації знаходиться пробіг 600 тис. км (величина його відхилення / коридор)?

6. Спостерігається інформативна неузгодженість рис. 3.2. (стор. 126) і 3.3. Рис. 3.2. (стор. 127): регресійна залежність фізико-механічних характеристик труб каркасу із-за корозії; передавальні функції підвіски і шин, формування навантажень у вузлах каркасу кузова з урахуванням пасажиропотоку; спектральна густина мікропрофілю дороги, кореляційна функція навантажень

від дороги. Рис. 3.3.: пасажиропотік, атмосферна і соляна корозія. Відсутні згадки про передавальні функції підвіски і шин і спектральну густину мікропрофілю дороги.

7. Для формули Райса (стор. 157) не описані складові  $I_{\eta}$ ,  $I_{\xi}$ ,  $S^*$ ,  $\omega$ .

8. Доцільно було б блок-схемою показати взаємозв'язки між вихідними значеннями математичної моделі (пришвидженнями), профілем дороги в правих частинах моделі, визначення довговічності за допомогою формули (3.58) (стор.152), навантаженням перерізу (3.60, 3.61) і зміни його товщини (корозія) на основі (3.62, 3.63) (стор. 164).

9. Перевірка калібрування приладу (табл. 4.2) (стор. 218) – стандартна процедура. Її варто винести в додатки.

### Загальний висновок

Аналізуючи зміст дисертації в цілому, можливо відзначити наступне.

З огляду на актуальність, новизну, важливість одержаних автором наукових результатів, їх обґрунтованість і достовірність, а також практичну цінність сформульованих положень і висновків, вважаю, що дисертаційна робота Рубана Дмитра Петровича «Науково-прикладні основи прогностичної оцінки та формування ресурсу кузовів автобусів» є самостійним, оригінальним та завершеним науковим дослідженням у якому вирішено актуальну наукову проблему щодо розробки теоретичних основ розрахунку ресурсу кузовів автобусів на етапі проєктних робіт під відповідні умови експлуатації з умов відповідності законодавчій нормативній базі.

Зауваження по роботі, відзначені у відгуку, не ставлять під сумнів вихідні наукові положення й основні результати дослідження, що одержали достатню апробацію.

На підставі вищезазначеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота Рубана Д. П. 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. а її автор, РУБАН ДМИТРО ПЕТРОВИЧ заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – Автомобілі і трактори.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,  
НУ «Львівська політехніка»,  
професор кафедри проектування  
машин та автомобільного інжинірингу



Роман ЗІНЬКО

*Підписав*  
*Взяв*



*Р. Бурлаковський*