

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ВВЕДЕННЯ ПЛОЩАДОК НИЗЬКОГО ВХОДУ «LOW-ENTRY» В СТРУКТУРУ НЕСІВНОГО КУЗОВА НА РЕСУРСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОБУСА В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Рубан Д. П.<sup>1</sup>, Крайник Л. В.<sup>2</sup>, Рубан Г. Я.<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>ПАТ «Черкаський автобус»,

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка»,

<sup>3</sup>Черкаський державний бізнес-коледж

*Анотація.* Проведено оцінку впливу введення площадок низького входу в структуру несівного кузова на ресурсні характеристики автобуса. Наведено реальні приклади пошкоджень кузова та елементів підвіски. Запропоновано перегляд та уточнення граничних умов для розрахунку МКЕ каркасу кузова та вдосконалення структури та сортаменту труб.

*Ключові слова:* автобус, експлуатація, площадка низького входу, пасажир, тріщина кузова.

### Вступ

На сьогодні у зв'язку із уведеннями європейських законодавчих вимог щодо перевезення пасажирів з інвалідністю, в т.ч. на інвалідних візках (Правила ЄЕК ООН № 107) [1], заводи-виробники змушені вводити в конструкцію площадки низького входу. Таке нововведення потребує суттєвих затрат на проектування та випробування нової конструкції каркасу кузова автобуса.

### Аналіз публікацій

В умовах сьогодення з-за економії часу та коштів нововведення інколи впроваджуються в короткі строки та не завжди проводиться повноцінний розрахунок кузова автобуса методом кінцевих елементів (МКЕ) [2]. Що є неприпустимим при інтеграції із європейськими нормативними базами та введенням інспектування технічного стану транспортних засобів [3–5].

### Мета і постановка завдання

При створенні нових конструкцій кузовів автобусів, або зміні конструкції існуючих кузовів важливим є передбачення наслідків таких змін. При цьому доцільно враховувати практичний досвід заводів-виробників, котрі вже впровадили ті чи інші нововведення, а також досвід експлуатуючих організацій [6]. Таким чином метою роботи є оцінка впливу введення площадок низького входу „low-entry” в структуру несівного кузова на ресурсні характеристики автобуса в реальних умовах експлуатації.

### Наслідки введення площадок низького входу «low-entry»

Автобус зі зміненою конструкцією без повноцінних розрахунків проходить дорожні випробування, в процесі яких виявляються слабкі місця та усуваються на підприємстві шляхом опрацювання відповідних технічних рішень. Проблеми рівномірності каркасу [7] можуть виявитись під час експлуатації нових автобусах на міських маршрутах та перевезенні пасажирів. Це призводить до появи полумок (тріщин) каркасу кузова безпосередньо під час гарантійного періоду експлуатації. В цьому випадку автобус підлягає гарантійному ремонту та подальшому вдосконаленню конструкції. Відповідно в експлуатації збільшується час простою і як результат завод-виробник та автотранспортне підприємство несуть збитки. Зокрема для модифікації автобуса А092Н6 з забудовою площадки «low-entry» у задньому звісі при пробігу близько 50 тис. км утворюються тріщини даху навпроти передніх (рис. 1) та задніх пасажирських дверей (рис. 2).

Такі несправності можна пояснити послабленням правої боковини каркасу кузова та накопиченням пасажирів поблизу дверей.

Відповідно при введенні заднього низькопідлогового накопичувального майданчику на ньому кількість пасажирів може досягати в годину пік до 44 осіб. При тому, що загальна пасажиромісткість автобуса не перевищує 52 особи. Такі накопичуючі майданчики дозволяють підвищити пасажиромісткість автобуса до 100 пасажирів, що перевищує пасажиромісткість, передбачену заводом-виробником у 2 рази! Навіть при повноцін-

них розрахунках з використанням МКЕ закладається коефіцієнт перевантаження 1,5–1,7, чого вже не достатньо для реалій експлуатації при перегонах перевізників за прибутком.



Рис. 1. Тріщина даху над задніми пасажирськими дверима



Рис. 2. Тріщина даху над передніми пасажирськими дверима

На додачу до перевантажень суттєвий вплив мають і дороги низької якості: неякісно прокладена бруківка, вибоїни, горби тощо. В результаті такої експлуатації можуть виникати пошкодження в задній частині кузова (рис. 3).



Рис. 3. Пошкодження поперечини в задній частині кузова

При такій експлуатації виходять з ладу елементи задньої підвіски: ламаються ресори (рис. 4), обриваються штоки амортизаторів (рис. 5) та обламуються упори пневморесор (рис. 6).



Рис. 4. Обламування задніх ресор

При постійному перевантаженні в години пік та пасажирооборотом не менше 1000 пасажирів у день, що є характерним для міст з кількістю населення понад 1 млн. жителів (наприклад у м. Київ), неминуха поява тріщин каркасу основи у задній частині кузова (рис. 7).



Рис. 5. Обірваний шток амортизатора задньої підвіски



Рис. 6. Обламаний упор пневморесори задньої підвіски

Також виникають проблеми і з передньою частиною каркасу кузова. В результаті експлуатації при пробігу близько 60 тис. км утворюються тріщини каркасу основи. Пошкоджуються основні повздовжні лонжерони перерізом 140x60x3 мм (це стосується у пе-

ршу чергу правого лонжерона) (рис. 8). Також розтріскуються труби, що з'єднують цей лонжерон із правою боковиною (рис. 9).

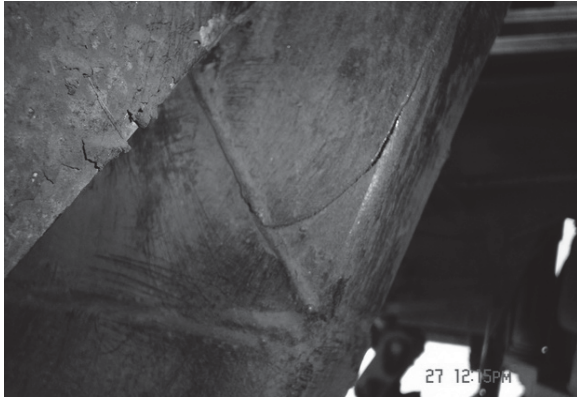


Рис. 7. Втомна тріщина каркасу основи кузова в задній частині

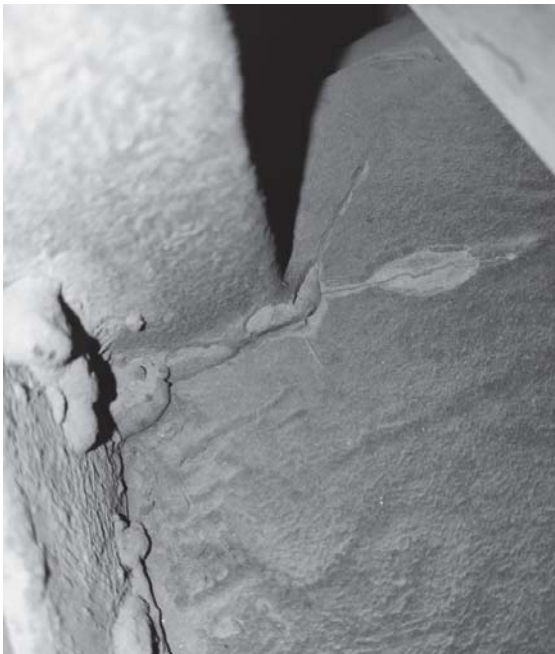


Рис. 8. Тріщини правого лонжерона перерізом 140x60x3 мм



Рис. 9. Тріщина труби каркасу основи кузова в передній частині

Пошкодження правої частини пояснюється більшим навантаженням на праву сторону автобуса, рухом по обочині, ударами об бордюри тощо.

### Висновки

Таким чином реалії експлуатації з переважанням навантажень за рахунок формування додаткової площі для стояння пасажирів на площадках типу «low-entry» у поєднанні з реаліями незадовільного стану доріг призводять до поломок каркасу кузова в гарантійний період при пробігах до 100 тис. км та термінах експлуатації менше двох років. Це у свою чергу обумовлює і доцільність перегляду-уточнення граничних умов для розрахунку МКЕ каркасу кузова з врахуванням нерівномірності розподілу стоячих пасажирів по поздовжній осі кузова та відповідного вдосконалення структури та сортаменту труб каркасу кузова.

### Література

- Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорій М2 та М3 стосовно їхньої загальної конструкції (Правила ЕЭК ООН N 107-01:2004, IDT): ДСТУ UN/ECE R 107-01:2008. Введ. 01.01.2008. К.: Держспоживстандарт України, 2008.
- Горбай О.З., Голенко К.Е., Крайник Л.В. Міцність та пасивна безпека автобусних кузовів: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 276 с.
- Gebrauchtbusbewertung / Omnibus Revue TUV Bus-Report, 8 (124), 2015. 38 s.
- «Критический возраст» – немецкий TUV об автобусах. / Коммерческий транспорт, Москва, 2015. 48 с.
- Постанова КМУ № 137 від 30.01.2012 р. Про затвердження Порядку проведення обов'язкового технічного контролю та обсягів перевірки технічного стану транспортних засобів, технічного опису та зразка протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 485 від 23.09.2014, № 1138 від 23.12.2015, № 141 від 10.03.2017 / Кабінет Міністрів України. Офіц. Вид. – К.: Парлам. вид-во, 2012. 37 с.
- Определение эксплуатационной надежности автомобилей в опорных автотранспортных предприятиях / О.В. Гладков, В.С. Лукинский, Н.И. Вережкин и др.; Под ред. В.С. Лукинско-го. – Л.: ЛИСИ, 1976.
- Акопян Р.А. Спектральный анализ напряжений в элементах несущей системы автобуса ЛАЗ-698 при разных эксплуатационных параметрах // Исследование конструкций и экс-

плутационной надежности автобусов. Труды ВКЭИ автобуспрома, Львов, 1976. С. 3-19.

### References

1. Uniform technical prescriptions for the approval of vehicles of category M2 and M3 with regard to their general design (UNECE Regulation N 107-01: 2004, IDT): DSTU UN / ECE R 107-01: 2008. - Introduction. 01.01.2008. К.: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008.
2. Horbaj, O. & Holenko, K. & Kraynyk, L. (2013) Durability and passive safety of bus baskets. [Monograph. Publishing House of Lviv polytehnnyk]. Lviv, 276.
3. Gebrauchtbusbewertung. Omnibus Revue TUV Bus-Report, 8 (124), 2015.
4. «Critical age» – German TUV about buses. (2015). Commercial transport, Moscow.
5. CMU Resolution No. 137 dated January 30, 2012 On approval of the procedure for obligatory technical control and volumes of inspection of the technical condition of vehicles, technical description and specimen of the protocol for checking the technical condition of the vehicle, as amended in accordance with the provisions of the CM № 485 dated 23.09. 2014, в " - 1138 from 12/23/2015, 141 dated March 10, 2017: Cabinet of Ministers of Ukraine (2017). Kiev: Parliamentary Publishing House.
6. Gladkov, O.V., Lukinsky, V.S., Verevkin, I.I. (1976). Determination of the operational reliability of vehicles in supporting motor vehicles, V.S. Lukinsky (Ed.). Leningrad: LISI [in USSR].
7. Akopyan, R.A. (1976). Spectral analysis of stresses in elements of the carrier system of the LAZ-698 at various operational parameters [Investigation of the structures and operational reliability of buses]. Proceedings of VKEhIavtobusproma, 3-19 [in USSR].

**Рубан Дмитро Петрович**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент, +38 097-189-77-57, [ruban\\_dimon@ukr.net](mailto:ruban_dimon@ukr.net)  
**Крайник Любомир Васильович**<sup>2</sup>, д-р техн. наук, професор, кафедра «Автомобілебудування», [l.kraynyk@gmail.com](mailto:l.kraynyk@gmail.com)

**Рубан Ганна Яківна**<sup>3</sup>, +38 050-732-20-88, [ganna-gaiworonsk@ukr.net](mailto:ganna-gaiworonsk@ukr.net)

<sup>1</sup>ПАТ «Черкаський автобус», вул. Різдва, 292, Черкаси, 18036, Україна,

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79013, Україна,

<sup>3</sup>Черкаський державний бізнес-коледж, вул. В. Черновола, 243, Черкаси, 18000, Україна.

**Оценка влияния введения площадок низкого входа „LOW-ENTRY” в структуру несущего кузова на ресурсные характеристики автобуса в эксплуатации**

**Аннотация.** Проведена оценка влияния введения площадок низкого входа в структуру несущего кузова на ресурсные характеристики автобуса.

Приведены реальные примеры повреждений кузова и элементов подвески. Предложено пересмотр и уточнение граничных условий для расчета МКЭ каркаса кузова и совершенствование структуры и сортамента труб.

**Ключевые слова:** автобус, эксплуатация, площадка низкого входа, пассажир, трещина кузова.

**Рубан Дмитрий Петрович**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент, +38 097-189-77-57, [ruban\\_dimon@ukr.net](mailto:ruban_dimon@ukr.net)  
**Крайник Любомир Васильович**<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Автомобилестроение», [l.kraynyk@gmail.com](mailto:l.kraynyk@gmail.com)

**Рубан Анна Яковна**<sup>3</sup>, +38 050-732-20-88, [ganna-gaiworonsk@ukr.net](mailto:ganna-gaiworonsk@ukr.net)

<sup>1</sup>ПАТ «Черкаський автобус», ул. Рождественская, 292, Черкасы, 18036, Украина,

<sup>2</sup>Национальный университет «Львовская политехника», ул. Степана Бандеры, 12, Львов, 79013, Украина,

<sup>3</sup>Черкаський державний бізнес-коледж, ул. В. Черновола, 243, Черкасы, 18000, Украина.

**Estimation of influence of introduction of grounds of subzero entrance „Low-Entry” in structure of bearing basket on resource descriptions of bus in exploitation**

**Abstract. Problem.** In connection with the introduction of European requirements for the transportation of passengers on wheelchairs, manufacturers are introduced into the construction of a low entrance site. Such an innovation requires high costs for the design and testing of the new body structure of the bus. **Goal.** The purpose of the work is to assess the impact of introducing „low-entry” platforms into the structure of the axle box on the bus's life in real operating conditions. **Methodology.** When creating new structures of buses, or changing the design of existing bodies, it is important to predict the consequences of such changes. It is advisable to take into account the practical experience of manufacturers who have already introduced innovations. **Results.** A bus with a modified design without proper calculations undergoes road tests. During tests, we find weaknesses and are eliminated at the enterprise by studying the related technical decisions. **Problems of frame uniformity may occur during the operation of new buses on city routes and passenger transportation. This leads to breakdowns of the body frame during the warranty period of operation. Originality.** Operation with overloading of buses due to the formation of an additional area for standing passengers in the „low-entry” areas, coupled with the realities of unsatisfactory road conditions, results in breakdowns of the carcass at run-ups of up to 100 thousand km and life periods of less than two years. **Practical value.** It is advisable to review and clarify the boundary conditions for the calculation of the finite elements of the body frame, taking into account the uneven distribution of standing passengers along the longitudinal axis of the body, and the corresponding

*improvement of the structure and assortment of bodies of the body frame.*

**Key words:** bus, operation, low entry area, passenger, body crack.

**Ruban Dmitry Petrovich**<sup>1</sup>, Cand. tech Sciences, Associate Professor, +38 097-189-77-57, ruban\_dimon@ukr.net,

**Krajnik Lubomir Vasilievich**<sup>2</sup>, Dr. Tech. Sciences, Professor, Department of Automobile Engineering,

l.kraynyk@gmail.com,

**Rouban Anna Yakovlevna**<sup>3</sup>, +38 050-732-20-88, gan-na-gaivoronsk@ukr.net,

<sup>1</sup>PJSC "Cherkassy bus", st. Christmas Day, 292, Cherkassy, 18036, Ukraine,

<sup>2</sup>National University "Lviv Polytechnic", st. Stepan Bandery, 12, Lviv, 79013, Ukraine,

<sup>3</sup>Cherkasy State Business College, st. V. Chornovola, 243, Cherkasy, 18000, Ukraine.

---

---