

Д. П. Рубан¹
Л. В. Крайник²
Ю. Л. Крайник³
В. В. Дзьоба³

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КУЗОВІВ АВТОБУСІВ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА

¹Публічне акціонерне товариство «Черкаський автобус»

²Національний університет «Львівська політехніка»

³Відкрите акціонерне підприємство «Український інститут автобусо-тролейбусобудування»

В статті описано технологічні засади забезпечення довговічності кузовів автобусів. Наведено особливості технологій по підвищенню корозійної стійкості кузовів автобусів громадського транспорту. Розглянуто основні тенденції на сучасних підприємствах по вдосконаленню антикорозійного захисту та виготовлення кузовів автобусів. Представлено нові матеріали для виготовлення кузовів автобусів. Застосування нових технологій у виробництві кузовів автобусів малою класу було започатковане в Україні наприкінці дев'яностих років минулого століття. Це була конструкторська розробка ВАТ «Укравтобуспром», яка використовувалася на ВАТ «Черкаський автобус» з початку виробництва автобусів марки «Богдан». Кузов автобуса «Богдан» А091, в процесі вдосконалення, отримав несучу конструкцію, яка мала низку суттєвих переваг. Застосування приклеєних передньої та задньої склопластикових панелей на цих автобусах суттєво підвищило корозійну стійкість кузова автобуса. Для захисту від корозії бічних панелей почали використовувати сталеві листи з двостороннім цинкуванням, які приварювалися до непокритого ґрунтом каркасу кузова. При подальшому вдосконаленні технології антикорозійного захисту каркас кузова повністю покривався антикорозійним, високоадгезійним ґрунтом. У місцях приварювання панелей облицювання труби каркасу покриваються температуростійким струмопровідним ґрунтом. На сьогодні на АТ «Черкаський автобус» при виготовленні автобусів «Атаман» А092Н6/16 сталеві оцинковані бічні панелі приклеюються, що суттєво зменшує кількість осередків корозії. На АТ «Укравтобуспром» технологія облицювання кузова передбачає ще менше використання сталевих елементів. На автобусах ТУР А407 та ТУР А303 облицювання виконується композитними матеріалами (так званий екобонд-лист), що приклеюється до каркасу за технологією Sika. Досить часто, як показує реальна практика, експлуатуючі організації не проводять заходи по усуненню наслідків корозії аж до проявів структурної корозії, що унеможливує подальшу експлуатацію автобуса. Тому постійне вдосконалення технологій антикорозійного захисту кузовів автобусів сприяє підвищенню довговічності в реаліях експлуатації в нашій державі.

Ключові слова: автобус, корозія, захист від корозії, технологія, виробництво.

Вступ

Підприємства з виготовлення автобусів постійно підвищують ефективність антикорозійного захисту кузовів автобусів. З цією метою застосовують нові матеріали з підвищеною корозійною стійкістю. Впроваджують технології покриттів, що зменшують негативний вплив різних чинників на корозію кузова автобуса. Як відомо, виготовлення кузова автобуса не обходиться без зварювальних робіт. При цьому зварювальні шви чи точки є осередками корозії. Тому для підвищення корозійної стійкості кузова потрібно виконувати захист зварних швів або зменшити кількість зварних швів чи точок. На перший погляд зменшення кількості точок зварювання може погіршити міцність кузова, однак із застосування сучасних матеріалів та технологій їх виготовлення це можливо.

Автобуси громадського транспорту при інтенсивній експлуатації на міських маршрутах неминуче зношуються. Це пояснюється значущими динамічними навантаженнями/перевантаженнями у поєднанні з соляною та атмосферною корозією [1]. В результаті такої експлуатації спостерігається постійне збільшення витрат у функції часу, що пов'язані з потребою в ремонтах. Поточні і відновлювальні ремонти кузовів автобусів потребують суттєвих матеріаловкладень та спричиняють тривалі простої, що обумовлює додаткові збитки перевізнику [2]. Щоб відтягнути проведення ремонту автобуси експлуатуються до тих пір, доки структурна корозія унеможливить експлуатацію. При постановці на ремонт можна побачити, що при задовільному стані зовнішніх панелей каркас кузова нижче підвіконного бруса практично зруйнований під дією структурної корозії [3]. Такі корозійні процеси пов'язані з тим, що автобуси, наприклад марки «Богдан», які на сьогодні мають терміни експлуатації понад 10 років, виготовлялись за застарілою технологією [4]. Технологія передбачала

повне зварювання кузова (з приварюванням бічних панелей), приклеювання передньої й задньої маски і аж потім проходив повний цикл антикорозійного захисту. Така технологія не дозволяла здійснити антикорозійну обробку під привареними панелями облицювання. Тому зварні шви, точки приварювання бічних панелей, стики між бічними панелями та каркасом кузова ставали осередками корозії. Крім того на стадії виробництва не був передбачений захист невидимих порожнин від корозії. Антикорозійний захист внутрішніх порожнин був покладений на експлуатуючі організації та сервісні станції. Однак, як показує досвід експлуатації, антикорозійний захист внутрішніх порожнин експлуатуючими організаціями ніколи не проводився [5]. Аналогічні проблеми описані та надані рекомендації щодо захисту від корозії ще на стадії проектування в монографії В. Р. Плудека [6]. Проблема корозійних процесів пов'язана з знакозмінними навантаженнями, що є актуальною для експлуатації автобусів, вивчена проф. В. І. Похмурським [6]. Таким чином сьогодні доцільним буде врахування досвіду експлуатації автобусів як в нашій державі, так і за кордоном, використовуючи сучасні прогресивні матеріали при виготовленні та антикорозійному захисті кузовів автобусів.

Метою роботи є розробка заходів по підвищенню довговічності кузовів автобусів застосуванням нових матеріалів та вдосконаленням технології захисту кузовів від корозії у процесі виробництва.

Результати дослідження

З початку виробництва автобусів «Богдан» А091 на ВАТ «Черкаський автобус» ще у 90-х роках було впроваджено приклеювання передньої та задньої склопластикових панелей (так звані передня та задня маска). Така розробка ВАТ «Укравтобуспром» суттєво підвищила корозійну стійкість автобуса при забезпеченні міцності кузова на належному рівні. Аналогічна конструкція застосовувалась і на автобусах «Богдан» А092 та їх модифікаціях. Кузов цього автобуса має несучу конструкцію і зварений із труб відповідного профілю та обшитий листовою сталлю. Як показує досвід експлуатації, місця зварювання зовнішнього облицювання із каркасом кузова є осередком корозії та має суттєвий вплив на довговічність кузова. Крім того приварене облицювання ускладнює доступ до труб при нанесенні ґрунту та інших антикорозійних покриттів. В такому випадку належний антикорозійний захист можна забезпечити шляхом занурення в ванни із спеціальними антикорозійними засобами (катафорезний ґрунт і т. д.). Однак такий захист потребує суттєвих матеріальних витрат, що спричинить значне підвищення вартості автобуса та зменшить рентабельність виробництва. Тому на АТ «Черкаський автобус» вдосконалено технологію виробництва кузова, яка передбачає повноцінний антикорозійний захист кузова. Нова технологія впроваджена на автобусах «Атаман» А092Н6 починаючи з 2015 року. Основні відмінності від попередньої технології полягають у тому, що після виготовлення та контролю геометрії каркасу кузова проводиться підготовка до нанесення покриття. Потім каркас кузова покривається високоадгезійним антикорозійним ґрунтом, а у місцях, де будуть уварюватись невстановлені елементи (кріплення, облицювання тощо) каркас покривається струмопровідним ґрунтом (рис. 1).



Рис. 1. Каркас кузова автобуса після покриття високоадгезійним ґрунтом

Після висихання ґрунту на кузов встановлюють панелі облицювання. Дах приварюється, що не позбавлено недоліків попередньої конструкції. Передня та задня склопластикові маски також приклеюються як і раніше. А от бічні панелі вже приклеюються за спеціальним технологічним процесом з використанням ряду препаратів Sikaflex, в тому числі клейких сумішей. Бічні панелі виготовляються із сталевих листів з двостороннім цинкуванням. Листи розкрояються та на них по периметру формуються кромки для підвищення жорсткості та у відповідності до формування стику при склеюванні із каркасом. Така конструкція підвищує довговічність кузова, хоча і в місцях розкроявання бічних панелей порушується цілісність цинкового покриття (рис. 2).



Рис. 2. Кузов автобуса з привареним дахом та приклеєним облицюванням, підготовлений до подальших малярних робіт

Потім, після повного циклу зварювальних робіт та приклеювання облицювання, кузов подається в цех нанесення чорного малярного покриття. Тут облицювання кузова покривається первинним ґрунтом. Елементи каркасу, що знаходяться в нижній частині автобуса і направлені до дорожнього полотна (елементи днища та колісних арок) покриваються спеціальною антикорозійною мастикою Dinitrol. Внутрішні порожнини оброблюються антикорозійними засобами типу «Мовіль». І на завершальній стадії виготовлення кузов подається в цех чистового лакофарбового покриття де проводиться шпаклювання (за необхідності), ґрунтування та нанесення фарби Helios та лаку (в залежності від комплектації та вимог споживача). На завершальній стадії виготовлення кузова вклеюється все скло, що є також елементами забезпечення жорсткості кузова несучої конструкції (типу «монокок»), а також передбачена можливість наклеювання декоративної інформаційної плівки, за побажанням споживача (рис. 3).



Рис. 3. Готовий автобус до передачі споживачу

Технологія виготовлення кузовів на АТ «Укравтобуспром» дещо відрізняється (використовується на автобусах ТУР А407 (рис. 4) та ТУР А303 (рис. 5)). Основна особливість полягає у конструкції облицювання кузова. На кузовах виробництва АТ «Укравтобуспром» облицювання виконується композитними матеріалами (так званий екобонд-лист) і приклеювання за технологією Sika.



Рис. 4. Автобус ТУР А407 на якому облицювання виконується композитними матеріалами (екобонд-лист)



Рис. 5. Автобус ТУР А303 на якому облицювання виконується композитними матеріалами (екобонд-лист)

Аналогічна технологія спочатку використовувалась на Den Oudsten в Голландії. Застосування композитних матеріалів забезпечує ще кращий захист від корозії кузова та водночас міцність кузова на належному рівні. Це підтверджується засобами сучасного комп'ютерного моделювання та досвідом експлуатації в Україні, Голландії та інших державах.

Застосування нових технологій у виробництві кузовів автобусів із використанням сучасних композитних матеріалів та високоефективних засобів обробки дозволяє підвищити довговічність кузовів автобусів. Порівняно висока собівартість виготовлення компенсується тривалими термінами експлуатації, зменшенням простою автобусів громадського транспорту та зменшенням витрат на ремонт та обслуговування. Нові технології дозволяють також підвищити гарантійний термін експлуатації автобусів, що на сьогодні може бути однією із вимог споживача. Зокрема автобуси «Атаман» моделі А092Н6, що в 2018 р. були експортовані в Грузію (м. Батумі), мають гарантію на кузов 12 років. За партією цих автобусів ведеться постійне спостереження, що в подальшому дає змогу підтвердити ефективність нових розробок та вдосконалення.

Висновки

Експлуатуючі організації не приділяють уваги додатковому антикорозійному захисту невидимих порожнин каркасу кузова, тому доцільно проводити надійний антикорозійний захист на стадії виготовлення автобусів.

Сучасні технології дозволяють забезпечити ефективний захист від корозії у процесі виробництва завдяки таким заходам: застосування елементів обшивки каркасу кузова із легких та міцних полімерних матеріалів (екобонд-лист), використання надійних клейких сумішей (Sikaflex), обробка невидимих порожнин (наприклад «Мовіль»), покриття каркасу кузова антикорозійним та високоадгезійним ґрунтом з подальшим приклеюванням склопластикових масок та бічних панелей.

Не виключена можливість застосування катафорезних ванн та повного занурення кузова автобуса. Однак при існуючих обсягах виробництва (близько 400 автобусів за рік), такий спосіб економічно не вигідний, хоча і ефективність захисту від корозії на високому рівні.

Автобусобудівні підприємства України освоїли виробництво пластикових панелей (передня, задня маска тощо). При цьому застосовуються полімерні матеріали, в тому числі й клейкі суміші, іноземного виробництва. Тому доцільно звернути увагу науковцям-хімікам та хімічній промисловості нашої держави на розробку та впровадження у виробництво полімерних матеріалів належної якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Л. В. Крайник, Д. П. Рубан, і Г. Я. Рубан, «Оцінка зміни фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова автобуса в процесі експлуатації», Вісник Вінницького політехнічного інституту, № 1, с. 35–40, Вінниця, 2017.
- [2] Л. В. Крайник, Д. П. Рубан, і Г. Я. Рубан, «Витрати у взаємозв'язку з термінами експлуатації міських автобусів», Вісник НУ «Львівська політехніка». Динаміка, міцність та проектування машин і приладів, № 1, с. 127–132, 2017.
- [3] Д. П. Рубан, Л. В. Крайник, і Г. Я. Рубан, «Оцінка впливу корозії автобуса на фізичну міцність несівних елементів», на V міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції: Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту, Вінниця, 2018, с. 60–64.
- [4] Богдан А-064 / А-091 / А-09201 / А-09202 / А-09211 / А-09212 / А-092КВ / А-92 Н / А-30141 / А-301.71 / А-301.72 / С-09211 / А-092 / А-0921. Дизельные двигатели: 4.4/4.6/4.8 л. Руководство по ремонту и эксплуатации. Каталог деталей и сборочных единиц. Цветные электросхемы. Днепропетровск: Монолит, 2009.
- [5] Д. П. Рубан, и Г. Я. Рубан, «Причини виникнення несправностей підчас гарантійного обслуговування автобусів громадського транспорту», на Міжнародній науково-практичній конференції. Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців, Харків, 2017, с. 130–131.
- [6] V. R. Pludek, "Design and corrosion control" in Macmillan Press LTD, London: Basingstoke, 1977.
- [7] В. И. Похмурский, *Коррозионная усталость металлов*. Москва: Металлургия – Автодата, 1985. – 207 с.

Рубан Дмитро Петрович – канд. техн. наук, доцент, провідний інженер з якості, e-mail: ruban_dimon@ukr.net.

Публічне акціонерне товариство «Черкаський автобус», м. Черкаси

Крайник Любомир Васильович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри автомобілебудування, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Крайник Юрій Любомирович – виконавчий директор, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Дзьоба Вадим Васильович – головний технолог, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Відкрите акціонерне підприємство «Український інститут автобусо-тролейбусобудування», м. Львів.

D. Ruban¹
L. Kraynyk²
Y. Kraynyk³
V. Dzoba³

Technological principles for providing the durability of bus bodies in the production process

¹Cherkasy Bus Public Joint Stock Company

²National University "Lviv Polytechnic"

³Open Joint Stock Company "Ukrainian Institute of Bus and Trolleybus Building"

The article describes the technological principles of ensuring the durability of bus bodies. Features of technologies on increase of corrosion resistance of bodies of buses of public transport are resulted. The basic tendencies at the modern enterprises on improvement of anticorrosive protection and manufacturing of bodies of buses are considered. New materials for the manufacture of bus bodies are presented. The application of new technologies in the production of small-class bus bodies was introduced in Ukraine in the late 1990s. This was a design development of OJSC «Ukravtobusprom», which was used at OJSC «Cherkasy Bus» since the beginning of production of «Bogdan» buses. The body of the bus «Bogdan» A091, in the process of improvement, received a non-seeded structure, which had a number of significant advantages. The use of glued front and rear fiberglass panels on these buses has significantly increased the corrosion resistance of the bus body. To protect against corrosion of the side

panels began to use steel sheets with double-sided galvanizing, which were welded to the uncovered frame of the body. With further improvement of the technology of corrosion protection, the body frame was completely covered with anti-corrosion, highly adhesive soil. In the places of welding of the cladding panels, the frame pipes are covered with heat-resistant conductive soil. Today, galvanized side panels are glued to JSC «Cherkasy Bus» in the production of «Ataman» A092H6/16 buses, which has significantly reduced the number of corrosion cells. At JSC «Ukravtobusprom» the technology of facing of a body provides even less use of steel elements. On TUR A407 and TUR A303 buses, the cladding is made of composite materials (so-called ecobond sheet), which is glued to the frame using Sika technology.

Constant improvement of technologies of anticorrosive protection of bodies of buses promotes increase of durability in realities of operation in our state. Because quite often, as real practice shows, operating organizations do not take measures to eliminate the effects of corrosion until the manifestations of structural corrosion, which make it impossible to further operate the bus.

Key words: bus, corrosion, corrosion protection, technology, production.

Ruban Dmytro – Ph.D. (Eng.), Assistant Professor, A Leading Quality Engineer, e-mail: ruban_dimon@ukr.net.

Kraynyk Lubomir – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of Automotive Engineering, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Kraynyk Yuriy – executive director, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Dzoba Vadim – chief technologist, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Д. П. Рубан¹
Л. В. Крайнык²
Ю. Л. Крайнык³
В. В. Дзьоба³

Технологические основы обеспечения долговечности кузова автобуса в процессе производства

¹Публичное акционерное общество «Черкасский автобус»

²Национальный университет «Львовская политехника»

³Открытое акционерное предприятие «Украинский институт автобусо-троллейбусостроения»

В статье описаны технологические основы обеспечения долговечности кузовов автобусов. Приведены особенности технологий по повышению коррозионной стойкости кузовов автобусов общественного транспорта. Рассмотрены основные тенденции на современных предприятиях по совершенствованию антикоррозийной защиты и изготовления кузовов автобусов. Представлены новые материалы для изготовления кузовов автобусов. Применение новых технологий в производстве кузовов автобусов малого класса еще был основан в Украине в конце девяностых годов прошлого века. Это была конструкторская разработка ОАО «Укравтобуспром», которая использовалась на ОАО «Черкасский автобус» с начала производства автобусов марки «Богдан». Кузов автобуса «Богдан» А091, в процессе совершенствования, получил несущую конструкцию, которая имела ряд существенных преимуществ. Применение приклеиваемых передней и задней стеклопластиковых панелей на этих автобусах существенно повысило коррозионную стойкость кузова автобуса. Для защиты от коррозии боковых панелей начали использовать стальные листы с двусторонним оцинкованием, которые приваривались к непокрытому грунтом каркасу кузова. При дальнейшем совершенствовании технологии антикоррозионной защиты каркас кузова полностью покрывался антикоррозионным, высокоадгезионным грунтом. В местах приварки панелей облицовки трубы каркаса покрываются температуростойким теплопроводящим грунтом. На сегодня в АО «Черкасский автобус» при изготовлении автобусов «Атаман» А092Н6/16 стальные оцинкованные боковые панели приклеиваются, что существенно уменьшило количество очагов коррозии. На АО «Укравтобуспром» технология облицовки кузова предусматривает еще меньше использования стальных элементов. На автобусах ТУР А407 и ТУР А303 облицовка выполняется композитными материалами (так называемый Экобонд-лист), который приклеивается к каркасу по технологии Sika.

Довольно часто, как показывает реальная практика, эксплуатирующие организации не проводят мероприятия по устранению последствий коррозии до проявлений структурной коррозии, исключая дальнейшую эксплуатацию автобуса. Поэтому постоянное совершенствование технологий антикоррозионной защиты кузовов автобусов способствует повышению долговечности в реалиях эксплуатации в нашей стране.

Ключевые слова: автобус, коррозия, защита от коррозии, технология, производство.

Рубан Дмитрий Петрович – канд. техн. наук, доцент, ведущий инженер по качеству, e-mail: ruban_dimon@ukr.net.

Крайнык Любомир Васильевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры автомобилестроения, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.

Крайнык Юрий Любомирович – исполнительный директор, e-mail: l.kraynyk@gmail.com;

Дзьоба Вадим Васильевич – главный технолог, e-mail: l.kraynyk@gmail.com.