

DOI: 10.34220/2311-8873-2024-89-102



УДК 629.3.083:[629.4.023.14+629.341]

UDC 629.3.083:[629.4.023.14+629.341]

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ АВТОБУСОВ В КРЫТЫХ ОТАПЛИВАЕМЫХ СТОЯНКАХ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ КОРРОЗИОННОГО ИЗНАШИВАНИЯ КУЗОВОВ

IMPACT OF BUS STORAGE CONDITIONS IN COVERED HEATED PARKING LOTS ON BODY CORROSION

✉¹ **Дрючин Дмитрий Алексеевич**, к.т.н, доцент, заведующий кафедрой технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, e-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

✉¹ **Dryuchin Dmitry Alekseyevich**, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of technical operation and repair of cars, Orenburg state university, Orenburg, e-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

Горбачёв Сергей Викторович, к.т.н, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург.

Gorbachev Sergey Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical operation and repair of cars, Orenburg state university, Orenburg.

Мельников Алексей Николаевич, к.т.н, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург.

Melnikov Aleksey Nikolayevich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical operation and repair of cars, Orenburg state university, Orenburg.

Фаскиев Риф Сагитович, к.т.н, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург.

Faskiev Rif Sagitovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical operation and repair of cars, Orenburg state university, Orenburg.

Аннотация. Эффективность работы подвижного состава автомобильного транспорта определяется как эффективностью организации транспортной работы, так и затратами на обеспечение работоспособности транспортных средств. Одной из актуальных проблем эксплуатации автобусов является коррозионное разрушение их несущей конструкции. Это приводит как к сокращению времени работы транспортных средств, так и к увеличению затрат на эксплуатацию, связанных с капитальным ремонтом кузовов. В процессе работы было выявлено, что

Annotation. The efficiency of the rolling stock of road transport is determined by both the efficiency of organizing transport work and the cost of ensuring the operability of vehicles. One of the current problems with the operation of buses is the corrosive destruction of their bearing structure, which leads to both a reduction in the operating time of vehicles and an increase in the operating costs associated with the overhaul of bodies. During the work, it was revealed that the main reasons for the intensive corrosion destruction of bus bodies are insufficient corrosion resistance of metals that are

основными причинами интенсивного коррозионного разрушения кузовов автобусов являются недостаточно высокая антикоррозионная стойкость металлов, которые используются при изготовлении каркаса кузова. Основными местами возникновения очагов коррозии кузова являются: колесные арки; задняя и нижняя части автобуса, в большей степени подверженные влиянию неблагоприятных дорожных условий; верхние и нижние части оконных проёмов при нарушении герметичности уплотнения. Были проведены исследования температуры и относительной влажности воздуха в помещении крытой отапливаемой стоянки автобусов в зимнее время. По результатам исследования получены зависимости: температуры воздуха в помещении крытой стоянки от температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки от относительной влажности воздуха окружающей среды, относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки и температуры окружающей среды. Установлен характер воздухообмена между помещением стоянки и окружающей средой. По результатам исследования установлены факторы, способствующие интенсивному коррозионному разрушению кузовов автобусов.

Ключевые слова: КОРРОЗИЯ, КУЗОВ АВТОБУСА, ПРИЧИНЫ КОРРОЗИИ, ЗАЩИТА КУЗОВА АВТОБУСА, ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ КУЗОВА АВТОБУСА, РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРРОЗИЙНЫХ ДЕФЕКТОВ КУЗОВОВ АВТОБУСОВ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ КОРРОЗИИ КУЗОВОВ.

used in the manufacture of the body frame. The main places of occurrence of body corrosion foci are: wheel arches; rear and lower parts of the bus, which are more affected by adverse road conditions; upper and lower parts of window openings in case of seal leakage. Studies were conducted on the temperature and relative humidity of the indoor heated bus parking area in winter. Based on the results of the study, dependencies were obtained: air temperature in the indoor parking room from ambient temperature, relative air humidity in the indoor parking room from relative ambient air humidity, relative air humidity in the indoor parking room and ambient temperature. The nature of air exchange between the parking room and the environment has been established. According to the results of the study, factors contributing to the intensive corrosive destruction of bus bodies were established.

Keywords: CORROSION, BUS BODY, CAUSES OF CORROSION, PROTECTION OF THE BUS BODY, CORROSION PROCESSES AND THEIR CONSEQUENCES FOR THE BUS BODY, REPAIR AND RESTORATION OF CORROSIVE BUS BODIES, ECONOMIC DAMAGE FROM CORROSION OF BODIES.

¹ Автор для ведения переписки

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

Эксплуатация подвижного состава автомобильного транспорта связана с изменением технического состояния транспортных средств, которое отражается на технико-экономических показателях деятельности предприятий. Несущие конструкции автобусов помимо эксплуатационных нагрузок подвержены влиянию факторов окружающей среды, которые проявляются в виде коррозионных повреждений. Наличие таких повреждений часто становится причиной достижения кузовами автобусов предельного состояния, что приводит либо к списанию автобуса, либо к необходимости проведения капитального ремонта.

Исследование проводилось на базе АО «Автоколонна №1825» города Оренбурга. Парк предприятия насчитывает 220 автобусов марок ПАЗ, ГАЗ, НЕФАЗ, КАВЗ. При проведении анализа работоспособности автобусов предприятия было установлено, что основной причиной выхода из строя кузовов является сквозная коррозия несущих элементов конструкции.

На рис. 1 представлен внешний вид коррозионных повреждений.



Рисунок 1 – Внешний вид коррозионных повреждений кузовов автобусов

В результате проведенного исследования установлено:

– основными причинами интенсивного коррозионного разрушения кузовов автобусов является недостаточно высокая антикоррозионная стойкость металлов, которые используются при изготовлении каркаса кузова, а также недостаточно эффективные дополнительные мероприятия по их антикоррозионной защите при производстве автобусов:

– коррозия возникает в зазорах и узких щелях кузовов автобусов, образующихся в соединениях деталей, заполняемых влагой. В узких щелях при попадании влаги возникают гальванические элементы, работающие за счет неравномерного доступа кислорода к различным участкам поверхности металла. В процессе эксплуатации автобусов количество щелей и зазоров резко возрастает в результате деформации кузова, неудовлетворительной сборки и старения прокладочных материалов. Коррозия в узких щелях протекает более интенсивно по сравнению с коррозией на открытых поверхностях вследствие большего времени действия на металл агрессивной среды;

– основными местами возникновения очагов коррозии кузова являются: колесные арки; задняя и нижняя части автобуса, в большей степени подверженные влиянию неблагоприятных дорожных условий; верхние и нижние части оконных проёмов при нарушении герметичности уплотнения.

В связи с выявленными проблемами сформулирована цель исследования – установление причин коррозионного разрушения кузовов автобусов предприятия. Предмет исследования – влияние условий хранения подвижного состава на интенсивность коррозионных повреждений автобусных кузовов.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- провести литературный обзор в области, определяемой тематикой исследования;
- исследовать условия эксплуатации, способствующие интенсивному образованию коррозии;
- разработать практические рекомендации по вопросам технической эксплуатации автобусов.

Вопросам исследования коррозионной стойкости кузовов автобусов посвящен ряд исследований. В работах [1-4] рассмотрены вопросы обеспечения надежности кузовов автобусов на этапах проектирования и производства. В трудах [4-18] представлены результаты исследований процессов коррозии автомобильных кузовов. В данных исследованиях установлены факторы, влияющие на процессы образования коррозии при эксплуатации автомобилей, дана характеристика методам защиты от коррозии на различных этапах жизненного цикла автотранспортных средств.

Труды [19-28] рассматривают влияние уровня организации технической эксплуатации автомобиля, в частности организации хранения автомобилей, на показатели надежности кузовов автобусов.

Содержание результатов представленных исследований позволило сформулировать требования к системе обеспечения ресурса кузовов автобусов, учитывающей влияние конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов. Решение поставленной задачи основано на применении уже известных подходов к обеспечению надежности кузовов автобусов, а также на основе установления дополнительных параметров, оказывающих существенное влияние на технико-экономические показатели эксплуатации автобусов.

Анализ содержания рассмотренных научных работ позволил выявить факторы, не нашедшие достаточного отражения при формировании системы технического обслуживания и ремонта кузовов автобусов. Большинство исследователей отмечены вопросы предотвращения коррозии конструктивными методами – использованием коррозионностойких материалов кузова, а также разнообразных защитных покрытий на этапе изготовления автомобиля. Ряд исследований посвящен дополнительным мерам по обработке автомобилей антикоррозионными составами перед началом или в процессе эксплуатации. При этом не нашли достаточного отражения вопросы обеспечения надежности кузовов автобусов, учитывающие взаимосвязь конструктивных, технологически, эксплуатационных и организационных факторов. Реализация обозначенного подхода требует разработки соответствующего методического обеспечения.

2 Материалы и методы

В качестве рабочей гипотезы выдвинуто предположение, что одним из факторов, оказывающих решающее влияние на интенсивность коррозионных разрушений кузовов автобусов, являются условия хранения подвижного состава в зимнее время года, а также условия и режимы выполнения уборочно-моечных работ.

Ежедневное обслуживание предусматривает осмотр кузова с целью выявления неисправностей его элементов, уборку салона, мойку кузова, протирку, сушка промытых поверхностей не производится. Уборка кузова заключается в удалении из салона пыли, грязи и мусора, в мойке или протирке пола. Мойка автобуса выполняется по потребности для обеспечения надлежащего внешнего вида автобуса. Обязательна мойка перед выполнением ТО и ремонта. Осуществляется чистой холодной водой. При этом используют как ручную, так и механизированную мойку. Мойка низа автобуса с помощью струйных установок в виде трубопроводов с соплами не производится. Сушка кузова автобуса после мойки также не производится.

Хранение подвижного состава АО «Автоколонна №1825» в холодное время года осуществляется в четырёх отапливаемых крытых стоянках общей вместимостью 432 единицы подвижного состава. Для установления факторов, способствующих образованию коррозии при хранении подвижного состава исследованы параметры микроклимата в зоне хранения – температуры, влажности воздуха, определены условия образования конденсата на элементах несущей конструкции кузовов автобусов.

Исследования проведены в отапливаемой стоянке № 3. В стоянках № 1 и № 2 хранение автобусов осуществляется в идентичных условиях.

Каждая стоянка оснащена системами отопления и приточно-вытяжной вентиляции. Въездные ворота крытых стоянок оснащены тепловыми завесами. Вследствие наличия указанных систем, в помещениях крытых стоянок формируется микроклимат, параметры которого в значительной степени отличаются от параметров окружающей среды.

Ежедневно в помещения стоянок осуществляется въезд и выезд значительного количества автотранспортных средств (автобусов малого и среднего классов, около 200 единиц), кузова которых имеют температуру, в значительной степени отличающуюся от температуры воздуха при въезде и от температуры наружного воздуха при выезде. В результате перемещения транспортных средств, а также вследствие работы систем вентиляции и отопления, в помещении стоянки протекают термодинамические и массообменные процессы, связанные с испарением и конденсацией влаги, что формирует условия, благоприятные для развития коррозионных процессов, развивающихся на поверхностях металлоконструкций автотранспортных средств.

Значительное влияние на параметры описанных выше физических и физико-химических процессов оказывают такие факторы, температура и влажность воздуха в помещении стоянки, температура и влажность наружного воздуха, режим работы вентиляционных и отопительных систем, график выезда и въезда автотранспортных средств, проведение операций мойки транспортных средств перед заездом в стоянку.

Комплексная оценка влияния описанных выше факторов проведена на основе данных, полученных в ходе экспериментальных исследований.

В качестве ключевых параметров, определяемых в ходе экспериментальных исследований, приняты температура и влажность воздуха в помещении крытой стоянки (по предложению инженерно-технического персонала предприятия, исследования проведены в помещении стоянки № 3). Выбор данных параметров обоснован их преобладающим влиянием на развитие коррозионных процессов автобусных кузовов.

Исследован характер влияния на указанные параметры температуры и влажности окружающей среды и режима работы вентиляционных систем. Измерения температуры и влажности воздуха произведены при помощи термогигрометра RGK TH-30. Внешний вид прибора представлен на рис. 2.



Рисунок 2 – Внешний вид термогигрометра RGK TH-30

При заезде и выезде транспортных средств из помещения крытой стоянки происходят теплообменные процессы, обусловленные разностью температур между поверхностями кузовов въезжающих и выезжающих транспортных средств, а также разностью температуры воздуха окружающей среды и воздуха в помещении стоянки.

При въезде в помещение стоянки в холодное время года наружные поверхности кузова и других элементов транспортного средства имеют температуру близкую температуре окру-

жающей среды (наружного воздуха). В воздухе помещения крытой стоянки, имеющем достаточно стабильную температуру, растворено определённое количество влаги, определяемое параметром относительной влажности воздуха.

С понижением температуры растворимость паров воды в воздушной среде уменьшается, что характеризуется такими параметрами, как давление и плотность насыщенных паров воды.

В холодное время года при заезде транспортного средства в помещение отапливаемой крытой стоянки формируются условия для образования конденсата на поверхностях. Образование конденсата на поверхности происходит при условии, что температура поверхности ниже температуры окружающей среды, что приводит к охлаждению воздуха в контакте с данной поверхностью до точки росы. При достижении данной точки влажный воздух не может удерживать водяной пар в газовом состоянии, и в результате на поверхности начинают образовываться капли конденсата.

Для определения условий, определяющих возникновение конденсата в помещении крытой стоянки на поверхностях въезжающих транспортных средств, использованы уравнения расчёта «точки росы» (T_p):

$$T_p = \frac{237,7 \cdot f(T, RH)}{17,27 - f(T, RH)}, \quad (1)$$

$$f(T, RH) = \frac{17,27 \cdot T}{(237,7 + T)} + \ln\left(\frac{RH}{100}\right), \quad (2)$$

где T – температура в помещении стоянки, °С;

RH – относительная влажность воздуха в помещении стоянки, %.

Условие образования конденсата описывается неравенством:

$$T_{II} < T_p, \quad (3)$$

где T_{II} – температура поверхностей транспортного средства, °С.

Расчёт температуры «точки росы» и проверка условия образования конденсата выполнено для каждого дня в период с 23 января по 15 марта 2023 г. (период мониторинга). В ходе мониторинга дополнительно определялась температура наружных поверхностей транспортных средств, въезжающих в помещение крытой стоянки. Для определения температуры поверхностей использован тепловизор модели Testo-883 (рис. 3).



Рисунок 3 – Тепловизор Testo-883

Пример изображения тепловых полей, определённых при помощи тепловизора, приведён на рис. 4.



Рисунок 4 – Распределение тепловых полей на поверхности деталей автотранспортного средства

Таким образом, экспериментальное исследование включало в себя следующие этапы:

- 1) измерение температуры и относительной влажности воздуха окружающей среды;
- 2) измерение температуры и относительной влажности воздуха в помещении стоянки;
- 3) измерение температуры транспортного средства;
- 4) расчёт температуры «точки росы» и проверка условия образования конденсата.

3 Результаты исследований

Для оценки влияния температуры и влажности воздуха окружающей среды, в период с 23 января по 15 марта 2023 г. проведён мониторинг параметров микроклимата в помещении крытой стоянки.

В ходе выполнения мониторинга пять раз в день производились замеры в четырёх точках крытой стоянки № 3. Время замера: 5:30, 10:00, 17:00; 20:00 и 20:00. Одновременно фиксировалась температура и влажность воздуха вне помещения стоянки.

Сравнительный анализ, отражающий зависимость температуры в помещении стоянки от температуры окружающей среды представлен на рис. 5.

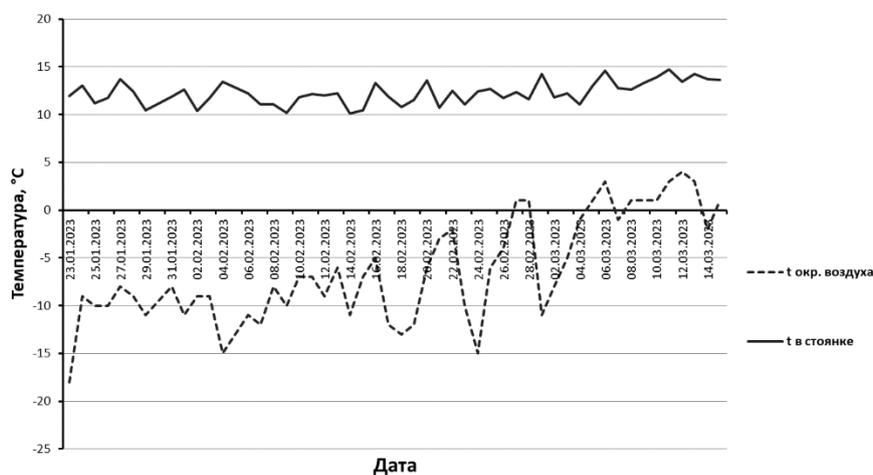


Рисунок 5 – Сравнительный анализ зависимости температуры воздуха в помещении крытой стоянки в зависимости от температуры окружающей среды

По результатам анализа можно сделать предварительный вывод о том, что в помещении стоянки в холодное время года поддерживается стабильная температура, изменяющаяся в пределах от 10 до 15 °С и в незначительной степени зависящая от температуры окружающей среды. Анализ изменения средней температуры в помещении стоянки по времени суток позволяет сделать заключение о том, что процесс въезда и выезда транспортных средств с территории стоянки практически не оказывает влияние на изменение температуры, несмотря на достаточно длительные периоды открытия въездных ворот.

Сравнительный анализ, отражающий зависимость относительной влажности воздуха в помещении стоянки от влажности воздуха окружающей среды представлен на рис. 6.

Из графиков, представленных на рис. 6 видно, что относительная влажность воздуха в помещении крытой стоянки на протяжении всего периода измерений была значительно ниже относительной влажности воздуха окружающей среды. Исходя из этого, можно сделать предварительный вывод о том, что целесообразность применения вентиляции для снижения содержания влаги в воздухе крытой стоянки в холодное время года нуждается в дополнительном изучении.

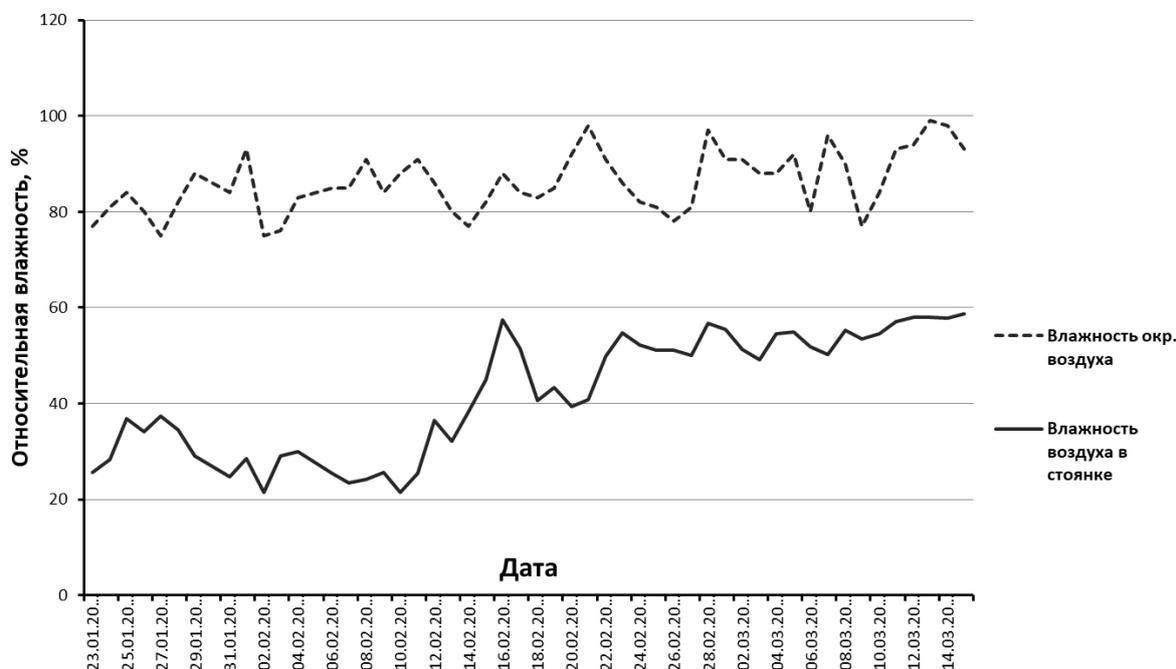


Рисунок 6 – Сравнительный анализ зависимости относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки в зависимости от относительной влажности воздуха окружающей среды

График, иллюстрирующий результаты сравнительного анализа изменения относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки и температуры окружающей среды, представлен на рис. 7.

Сравнение двух кривых, представленных на графике, позволяет сделать заключение о наличии связи относительной влажности в помещении крытой стоянки и температуры окружающей среды. Связь данных параметров объясняется физическими свойствами воздуха, в частности таким его параметром, как растворимость влаги, которая в свою очередь определяется давлением насыщенных паров воды при заданной температуре. С понижением температуры давление насыщенных паров воды в воздушной среде снижается. Как следствие, уменьшается абсолютное содержание в воздухе паров воды. Тот факт, что при снижении температуры окружающей среды уменьшается влажность воздуха в помещении крытой стоянки, свидетельствует

о наличии воздухообмена между стоянкой и окружающей средой, что и определяет условия образования конденсата на элементах кузова.

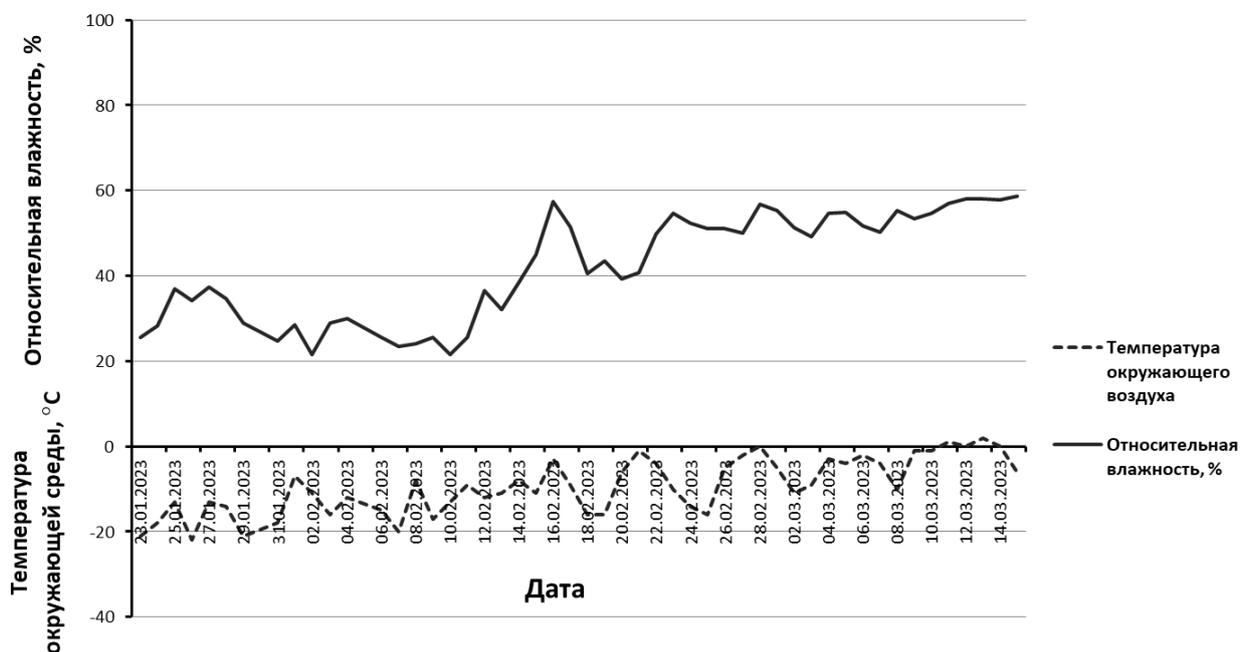


Рисунок 7 – Результаты сравнительного анализа изменения относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки и температуры окружающей среды

Условие образования конденсата можно определяется расчетным методом. В качестве примера рассмотрим случай, когда в помещение стоянки, внутренний воздух которой имеет температуру +10 °C и относительную влажность 30 % въезжает автобус, поверхности кузова которого имеют температуру – 10 °C. Оценить возможность образования конденсата на поверхности кузова можно следующим образом:

– по справочной таблице состояния насыщенного водяного пара определяем, что плотность насыщенного водяного пара при температуре +10 °C равна 9,4 г/м³;

– исходя из того, что относительная влажность воздуха в помещении стоянки составляет 40 %, определяем, что фактическое содержание водяных паров в воздухе стоянки составляет $\rho_f = 9,4 \cdot 0,4 = 3,76$ г/м³;

– так как поверхность кузова автобуса имеет температуру – 10 °C, то, соприкасающийся с кузовом воздух так же охлаждается до этой температуры. По справочной таблице состояния насыщенного водяного пара определяем, что что плотность насыщенного водяного пара при температуре – 10 °C равна 2,6 г/м³;

– исходя из того, что фактически в воздухе содержится 3,76 г/м³ водяного пара, что выше значения 2,6 г/м³, делаем заключение о том, что 3,76-2,6 = 1,16 грамма с каждого кубометра воздуха, соприкасающегося с кузовом, выпадет в конденсат.

В табл. 1 представлен фрагмент таблицы с результатами расчёта температуры «точки росы» и проверки условия образования конденсата на поверхностях кузовных деталей.

Следовательно, процесс образования конденсата на поверхностях кузова зависит от температуры и влажности воздуха в помещении стоянки, а также от температуры поверхности кузова. Очевидно, что данный процесс реализуется не всегда, а при определённом сочетании указанных параметров.

В ходе исследований установлено, что из 235 замеров, произведённых в ходе мониторинга, лишь в 8 случаях не возникли условия для образования конденсата. Следовательно, очевидна актуальность мероприятий, направленных на снижение влажности воздуха и уменьшение конденсатообразования при постановке транспортных средств на хранение в помещении отапливаемой крытой стоянки.

Таблица 1 – Результаты расчёта температуры «Точки росы» и проверки условия образования конденсата на поверхностях кузовных деталей (фрагмент)

Дата замера	Время замера	Наружный воздух			Средняя температура в стоянке	Средняя влажность в стоянке	Точка росы	Наличие конденсата
		Температура, °С	Температура кузова, °С	Относительная влажность, %				
23.01.2023	5:30	-21	-16,8	77	10,075	25,6	-8,742	+
	10:00	-19	-15,2	77	9,8	26,2	-8,739	+
24.01.2023	5:30	-18	-14,4	81	12,0	28,3	-5,850	+
	10:00	-14	-11,2	86	11,9	28,5	-5,833	+
	17:00	-9	-7,2	68	13,0	27,4	-5,381	+
	20:00	-13	-10,4	79	14,1	32,6	-2,108	+
	22:00	-14	-11,2	83	12,1	36,1	-2,452	+
25.01.2023	5:30	-13	-10,4	84	13,6	36,9	-0,868	+
	10:00	-12	-9,6	93	12,3	34,6	-2,878	+
	17:00	-10	-8	82	11,2	33,2	-4,439	+
	20:00	-11	-8,8	92	12,7	36,9	-1,654	+
	22:00	-12	-9,6	92	13,2	31,8	-3,230	+

Одним из таких мероприятий является увеличение воздухообмена между помещением крытой стоянки и окружающей средой за счёт использования вентиляционных систем

4 Обсуждение и заключение

По результатам проведенных наблюдений, а также анализа литературных источников установлено, что к факторам, способствующим интенсивному образованию коррозии, относится низкий уровень заводской антикоррозионной защиты в сочетании с неблагоприятными условиями эксплуатации и хранения автобусов на базе АО «Автоколонна № 1825». Это обуславливает повышенный уровень эксплуатационных затрат, связанных с преждевременным капитальным ремонтом автобусных кузовов.

При анализе условий эксплуатации, технического обслуживания кузовов автобусов и условий хранения подвижного состава установлено следующее. Значительное влияние на условия протекания коррозионных процессов оказывает эксплуатация транспортных средств в зимний период, во время которого кузова подвержены влиянию факторов среды и реагентов, которыми обрабатываются автомобильные дороги.

Для удаления эксплуатационных загрязнений проводятся уборочно-моечные работы. Недостатком организации уборочно-моечных работ на предприятии являются как отсутствие мойки колесных арок и днища кузова, так и отсутствие этапа принудительной сушки после мойки кузова.

В результате анализа литературных источников также установлено, что к факторам, влияющим на интенсивность коррозионных повреждений, относится образование конденсата на кузове при хранении транспортных средств. Для установления условий, способствующих возникновению конденсата на кузовах автобусов, проведены исследования температуры и относительной влажности воздуха в помещении крытой отапливаемой стоянки в зимний период.

По результатам исследования получены зависимости: температуры воздуха в помещении крытой стоянки от температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки от относительной влажности воздуха окружающей среды, относительной влажности воздуха в помещении крытой стоянки и температуры окружающей среды.

Результаты экспериментального исследования, а также результаты расчетно-аналитической работы позволило установить, что в зоне хранения автобусов в 227 случаях из 235 наблюдаемых зафиксированы условия микроклимата помещения хранения, связанные с образованием конденсата, что в совокупности с факторами эксплуатации и ежедневного обслуживания приводит к их интенсивному коррозионному разрушению кузовов автобусов.

Основными доступными в условиях производственно-технической базы АТП направлениями снижения скорости коррозионного разрушения автобусных кузовов являются:

– повышение коррозионной стойкости кузовных конструкций за счет нанесения противокоррозионных и лакокрасочных покрытий в местах возникновения местной коррозии, герметизации сопряжений и устранение зазоров в местах возникновения щелевой коррозии;

– обеспечение условий, способствующих снижению интенсивности коррозионного изнашивания автобусных кузовов за счет изменения технологии мойки и условий хранения автобусов.

Исходя из этого, можно сделать предположение о том, что повышение интенсивности воздухообмена можно рассматривать как одно из мероприятий, позволяющих снизить влажность воздуха в помещении крытой стоянки. Такое снижение позволяет уменьшить температуру выпадения конденсата, что в свою очередь способствует значительному снижению скорости коррозионных процессов.

Список литературы

- 1 Федорченко, В.И. Коррозия металлов / В.И. Федорченко. - М.: Бибком, 2009. - 655 с.
- 2 Orlov L.N. Rogov P.S. Tumasov A.V. Vashurin A.S. Increasing of the passive safety of the bus bodies constructions // Modern problems of science and education. – 2014. – № 3 – P. 17-17.
- 3 Korta J., Uhl T.. Multi-material design optimization of a bus body structure // Journal of KONES Powertrain and Transport, 2013. Vol. 20, No. 1, pp. 139-146.
- 4 Атмосферная коррозия металлов: Доклады на научно-техническом совещании по атмосферной коррозии и борьбе с ней. - М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1989. - 248 с.
- 5 Бахвалов, Г.Т. Коррозия и защита металлов / Г.Т. Бахвалов, А.В. Турковская. - М.: Металлургиздат, 2001. - 400 с.
- 6 Мещеринов, Н. А. Методы защиты кузова автомобиля от коррозии / Н. А. Мещеринов, В. О. Нугаева // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2019. – № 2(35). – С. 159-162. – EDN XWIKCV.
- 7 Суфиянов, Р. Ш. К вопросу о коррозии кузовов легковых автомобилей / Р. Ш. Суфиянов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-8. – С. 23-26. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-387. – EDN ATPSCB.
- 8 Белоглазов, Г.С. Квантово-химический анализ действия ингибиторов коррозии металлов / Г.С. Белоглазов. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. - 176 с.
- 9 Новый ингибитор коррозии в составе лакокрасочных покрытий кузовов автомобилей / А. В. Шемякин, И. В. Фадеев, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 168-175. – DOI 10.36508/RSATU.2023.67.31.023. – EDN HNSCSM.
- 10 Сазонов, Д.С. Влияние ингибиторов коррозии на эффективность защиты элементов кузова автомобиля / Д. С. Сазонов, М. П. Ерзамаев, С. Н. Жильцов, А. П. Быченин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 29-36. – EDN PKEBZF.

11 Фадеев, И. В. Влияние компонентов дорожного загрязнения на влагопоглощение пленки противокоррозионного покрытия / И. В. Фадеев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – № 1(49). – С. 177-183. – DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.026. – EDN QEXAHN.

12 Эксплуатация транспортных средств в условиях повышенной агрессивности окружающей среды / А. А. Абакаров, Ш. М. Игитов, А. А. Абакаров, М. О. Омаров // Приоритеты развития автотранспортного и дорожного комплекса : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Махачкала, 20–22 мая 2021 года. – Москва: Издательство "Перо", 2021. – С. 136-143. – EDN OMSWZI.

13 Применение органических растворителей в окрасочных системах, используемых при высококачественной обработке кузовов автомобилей в период с 1998 по 2020 г / А. С. Панасюгин, И. Л. Кулинич, Н. П. Машерова [и др.] // Литье и металлургия. – 2022. – № 1. – С. 96-105. – DOI 10.21122/1683-6065-2022-1-96-105. – EDN UNAZOL.

14 Зорина, И. О. Увеличение ресурса кузова легкового автомобиля / И. О. Зорина, С. В. Дорохин // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2016. – Т. 3, № 1(4). – С. 75-79. – DOI 10.12737/18835. – EDN XRKFOP..

15 Закономерности коррозионных повреждений кузовов пассажирских автотранспортных средств / А. С. Гребенников, С. А. Гребенников, А. В. Косарева, А. С. Обельцев // Информационные технологии и инновации на транспорте : Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции, Орёл, 22–23 мая 2019 года / Под общей редакцией А.Н. Новикова. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2020. – С. 335-343. – EDN BYILUK.

16 Шейнин, И.Г. Антикоррозионная защита поверхностей. Основы теории и технологии / И. Г. Шейнин, В. П. Барановский, В. И. Байцар. - СПб.: Издательство Политехника, 2010. - 368 с.

17 Ovchinnikov, N.A. The engineering method of calculation of the remaining life of the bus body safe operation on the basis of estimation of its corrosion deterioration / N.A. Ovchinnikov, B.Y. Kalmikov, S.G. Stradanchenko, E.A. Kozyreva, O.V. Chefranova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2015. Vol. 10, № 22, pp. 10511-10522.

18 Ruban, D. Development of bus body technologies in terms of corrosion and durability / D. Ruban, L. Kraynyk, H. Ruban, M. Zakharova, S. Burmistrov, V. Khotunov, V. Metelap // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 3. pp. 67-75.

19 Белов А.С. Организация хранения автотранспортных средств в автомобильном транспорте // Автомобильный транспорт. - 2015. - № 2 (84). - С. 18-21.

20 Васильев С.В. Организация складирования автотранспорта: особенности и технологии // Логистика и управление цепями поставок. - 2015. - № 2 (19). - С. 22-26.

21 Григорьев, И.А. Организация и управление хранением автотранспортных средств на автостоянках // Транспорт и хранение нефти и газа. - 2016. - № 4 (31). - С. 34-38.

22 Иванов, И.В. Организация хранения автотранспортных средств на автостоянках: проблемы и пути их решения //И.В. Иванов, А.М.Смирнов. - Транспортное дело России. - 2014. - № 2. - С. 56-61.

23 Кондрашина, О.М. Организация хранения автотранспорта на автопарках транспортных компаний // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. - 2015. - № 2 (16). - С. 78-82.

24 Сергеев, А.И. Организация и управление складами автотранспортных средств // Логистика и управление цепями поставок. - 2017. - № 3 (40). - С. 48-52.

25 Страхов, И.В. Организация хранения автотранспортных средств на автостоянках: особенности и технологии // Грузовой транспорт. - 2016. - № 6 (47). - С. 32-37.

26 Тихонов, А.А. Организация хранения автотранспорта на автостоянках: проблемы и пути их решения // Транспортное дело России. - 2015. - № 6 (49). - С. 25-29.

27 Хорева, Е.А. Организация хранения автотранспорта на автостоянках: проблемы и решения // Логистика и управление цепями поставок. - 2014. - № 4 (15). - С. 26-30.

28 Чернышов, И.В. Организация хранения автотранспорта на автостоянках: проблемы и пути их решения // Транспортное дело России. - 2016. - № 1 (54). - С. 26-31.

References

1 Fedorchenko, V.I. Corrosion of metals / V.I. Fedorchenko. - M.: Bibkom, 2009. - 655 p.

2 Orlov L.N. Rogov P.S. Tumasov A.V. Vashurin A.S. Increasing of the passive safety of the bus bodies constructions // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 3 – P. 17-17.

3 Korta J., Uhl T.. Multi-material design optimization of a bus body structure // Journal of KONES Powertrain and Transport, 2013. Vol. 20, No. 1, pp. 139-146.

4 Atmospheric corrosion of metals: Reports at the scientific and technical meeting on atmospheric corrosion and its control. - M.: State Scientific and Technical Publishing House of Literature on Ferrous and Non-ferrous Metallurgy, 1989. - 248 c.

5 Bakhvalov, G.T. Corrosion and protection of metals / G.T. Bakhvalov, A.V. Turkovskaya. - M.: Metallurgizdat, 2001. - 400 p.

6 Meshcherinov, N. A. Methods of protecting the car body from corrosion / N. A. Meshcherinov, V. O. Nugaeva // Technical regulation in transport construction. – 2019. – № 2(35). – Pp. 159-162. – EDN XWIKCV.

7 Sufiyarov, R. S. On the issue of corrosion of passenger car bodies / R. S. Sufiyarov // Trends in the development of science and education. – 2023. – No. 93-8. – pp. 23-26. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-387. – EDN ATPSCB.

8 Beloglazov, G.S. Quantum chemical analysis of the action of metal corrosion inhibitors / G.S. Beloglazov. - M.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. - 176 p.

9 A new corrosion inhibitor in the composition of paintwork coatings of car bodies / A.V. Shemyakin, I. V. Fadeev, I. A. Uspensky [et al.] // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. – 2023. – Vol. 15, No. 2. – pp. 168-175. – DOI 10.36508/RSATU.2023.67.31.023. – EDN HNSCSM.

10 Sazonov, D.S. The influence of corrosion inhibitors on the effectiveness of protecting the body elements of an automobile / D. S. Sazonov, M. P. Erzamaev, S. N. Zhiltsov, A. P. Bychenin // Izvestiya Samara State Agricultural Academy. – 2020. – No. 1. – pp. 29-36. – EDN PKEBZF.

11 Fadeev, I. V. The influence of road pollution components on the moisture absorption of the anticorrosive coating film / I. V. Fadeev // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. – 2021. – № 1(49). – Pp. 177-183. – DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.026. – EDN QEXAHN.

12 Operation of vehicles in conditions of increased aggressiveness of the environment / A. A. Abakarov, Sh. M. Igitov, A. A. Abakarov, M. O. Omarov // Priorities for the development of the motor transport and road complex : collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Makhachkala, May 20-22, 2021. – Moscow: Pero Publishing House, 2021. – pp. 136-143. – EDN OMSWZI.

13 The use of organic solvents in paint systems used in high-quality processing of car bodies in the period from 1998 to 2020 / A. S. Panasyugin, I. L. Kulinich, N. P. Masherova [et al.] // Casting and metallurgy. - 2022. – No. 1. – pp. 96-105. – DOI 10.21122/1683-6065-2022-1-96-105. – EDN UNAZOL.

14 Zorina, I. O. Increase in the life of the car body / I. O. Zorina, S. V. Dorokhin // Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. - 2016. – Vol. 3, No. 1(4). – pp. 75-79. – DOI 10.12737/18835. – EDN XRKFOF..

15 Patterns of corrosion damage to passenger vehicle bodies / A. S. Grebennikov, S. A. Grebennikov, A.V. Kosareva, A. S. Obeltsev // Information technologies and innovations in transport : Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference, Orel, May 22-23, 2019 / Under the general editorship of A.N. Novikov. – Orel: I.S. Turgenev Oryol State University, 2020. – pp. 335-343. – EDN BYILUK.

16 Sheinin, I.G. Anticorrosive protection of surfaces. Fundamentals of theory and technology / I. G. Sheinin, V. P. Baranovsky, V. I. Baitsar. - St. Petersburg: Polytechnic Publishing House, 2010. - 368 p.

17 Ovchinnikov, N.A. The engineering method of calculation of the remaining life of the bus body safe operation on the basis of estimation of its corrosion deterioration / N.A. Ovchinnikov, B.Y. Kalmikov, S.G. Stradanchenko, E.A. Kozyreva, O.V. Chefranova // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2015. Vol. 10, № 22, pp. 10511-10522.

18 Ruban, D. Development of bus body technologies in terms of corrosion and durability / D. Ruban, L. Kraynyk, H. Ruban, M. Zakharova, S. Burmistrov, V. Khotunov, V. Metelap // *East-ern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 3. pp. 67-75.

19 Belov A.S. Organization of storage of motor vehicles in automobile transport // *Automobile transport*. - 2015. - № 2 (84). - Pp. 18-21.

20 Vasiliev S.V. Organization of vehicle warehousing: features and technologies // *Logistics and supply chain management*. - 2015. - № 2 (19). - Pp. 22-26.

21 Grigoriev, I.A. Organization and management of storage of motor vehicles in parking lots // *Transport and storage of oil and gas*. - 2016. - № 4 (31). - Pp. 34-38.

22 Ivanov, I.V. Organization of storage of motor vehicles in parking lots: problems and ways to solve them // I.V. Ivanov, A.M. Smirnov. - *The transport business of Russia*. - 2014. - No. 2. - pp. 56-61.

23 Kondrashina, O.M. Organization of vehicle storage in the fleets of transport companies // *Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University*. - 2015. - № 2 (16). - Pp. 78-82.

24 Sergeev, A.I. Organization and management of warehouses of motor vehicles // *Logistics and supply chain management*. - 2017. - № 3 (40). - Pp. 48-52.

25 Strakhov, I.V. Organization of storage of motor vehicles in parking lots: features and technologies // *Cargo transport*. - 2016. - № 6 (47). - Pp. 32-37.

26 Tikhonov, A.A. Organization of vehicle storage in parking lots: problems and solutions // *The transport business of Russia*. - 2015. - № 6 (49). - Pp. 25-29.

27 Khoreva, E.A. Organization of vehicle storage in parking lots: problems and solutions // *Logistics and supply chain management*. - 2014. - № 4 (15). - Pp. 26-30.

28 Chernyshov, I.V. Organization of vehicle storage in parking lots: problems and ways to solve them // *The transport business of Russia*. - 2016. - № 1 (54). - Pp. 26-31.

© Дрючин Д.А., Горбачёв С.В., Мельников А.Н., Фаскиев Р.С., 2024