

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ, ВОССТАНОВЛЕННОГО ПОСЛЕ РЕМОНТА КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

И.Х. Хасанов¹, В.И. Рассоха²

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

¹e-mail: hasanovilgiz1@yandex.ru

²e-mail: cabin2012@yandex.ru

Д.Г. Невولين

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

e-mail: innotrans@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования определяется важностью профилактических мероприятий, направленных на увеличение срока службы кузова легкового автомобиля. Целью исследования является обоснование использования одного из возможных способов защиты лакокрасочного покрытия отремонтированного кузова автомобиля в процессе его эксплуатации. Рассмотрены основные повреждения кузовов легковых автомобилей, проанализированы причины их возникновения. Анализ показал, что наиболее распространёнными среди повреждений и причин разрушений кузовов легковых автомобилей являются износы и некачественный ремонт, в особенности – связанный с восстановлением лакокрасочных покрытий кузова. Произведён анализ дефектов ремонтного лакокрасочного покрытия кузовов в процессе эксплуатации. К основным эксплуатационным повреждениям лакокрасочных покрытий отремонтированных кузовов легковых автомобилей относятся: вздутие лакокрасочного покрытия, износ краски, отклонение цвета детали из-за царапин, отпечатки на влажной краске, слишком мягкое покрытие, пятна от смолы и битума, царапины в результате механических повреждений, царапины от мойки. Представлены эскизы исследованных дефектов и указаны причины их возникновения. Большинство дефектов отремонтированных кузовов возникли в период первых недель эксплуатации, предположительно, вследствие недостаточной твёрдости лакокрасочного покрытия, вызванного либо различными погрешностями в технологии ремонта, либо ранней послеремонтной эксплуатацией при не полностью отвердевшем лакокрасочном покрытии. Проведено исследование твёрдости защитного покрытия отремонтированного кузова согласно ГОСТ Р 54586-2011 (ИСО 15184:1998). Выдвинуто предположение о необходимости защиты лакокрасочного покрытия восстановленного кузова легкового автомобиля в начальный послеремонтный эксплуатационный период. Проанализированы современные способы защиты лакокрасочного покрытия кузова и, с использованием априорного ранжирования факторов, выявлен наиболее эффективный среди них – метод нанесения латексной плёнки, обладающий следующими основными преимуществами: малая толщина, различная цветовая гамма, нанесение методом распыления, отсутствие следов при демонтаже, исключение повреждения лакокрасочного покрытия; невысокая стоимость нанесения. Предлагаемый метод защиты лакокрасочного покрытия кузовов транспортных средств, восстановленных после ДТП, позволит снизить риск возникновения дефектов в процессе эксплуатации, увеличит срок службы кузовов, улучшит качество предоставляемых услуг по кузовному ремонту на автосервисных предприятиях.

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатация автомобиля, кузов, техническое состояние, лакокрасочное покрытие, твёрдость, дефект.

Для цитирования: Хасанов И. Х., Рассоха В. И., Невولين Д. Г. Анализ способов защиты лакокрасочного покрытия, восстановленного после ремонта кузова легкового автомобиля. // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 8. – С. 145-152. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-145.

ANALYSIS OF PROTECTION METHODS OF PAINT COATING RESTORED AFTER REPAIR OF CAR BODY

I.H. Khasanov¹, V.I. Rassokha²

Orenburg State University, Orenburg, Russia

¹e-mail: hasanovilgiz1@yandex.ru

²e-mail: cabin2012@yandex.ru

D.G. Nevolin

Ural State University of Communication Routes, Yekaterinburg, Russia

e-mail: innotrans@mail.ru

Abstract. The relevance of the study is determined by the importance of preventive measures aimed at increasing the service life of the car body. The purpose of the study is to justify the use of one of the possible methods of protecting the paint coating of the repaired car body during its operation. The main damages of passenger car bodies are considered, the reasons for their occurrence are analyzed. Their analysis showed that the most common among the damage and causes of damage to the bodies of passenger cars are wear and poor quality repair, especially related to the restoration of paint coatings of the body. Analysis of defects of repair paint coating of bodies during operation was performed. The main operational damages of paint coatings of repaired car bodies include: swelling of paint coating, wear of paint, deviation of part color due to scratches, prints on wet paint, too soft coating, spots from resin and bitumen, scratches as a result of mechanical damages, scratches from washing. Sketches of investigated defects are presented and reasons for their occurrence are specified. Most defects of repaired bodies occurred during the first weeks of operation, presumably due to insufficient hardness of paint coating caused either by various errors in repair technology or early post-repair operation with not fully cured paint coating. The hardness of the protective coating of the repaired body was studied in accordance with GOST R 54586-2011 (ISO 15184:1998). It has been suggested that it is necessary to protect the paint coating of the restored car body during the initial post-repair operational period. Modern methods of protection of the body paint coating and, using a priori ranking of factors, revealed the most effective among them - the method of application of latex film, which has the following main advantages: small thickness, different color gamut, application by spraying method, absence of traces during removal, exclusion of damage of paint coating; Low application cost. The proposed method of protection of paint coating of bodies of vehicles recovered after an accident will reduce the risk of defects during operation, increase the service life of bodies, improve the quality of provided services for body repair at car service enterprises.

Keywords: car, car operation, body, technical condition, paint coating, hardness, defect.

Cite as: Khasanov, I.H., Rassokha, V.I., Nevolin, D.G.: (2019) [Analysis of protection methods of paint coating restored after repair of car body]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 8, pp. 145-152. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-145.

Введение

Увеличение количества легковых автомобилей в нашей стране повышает спрос на сервисные услуги, в частности, на кузовной ремонт, в подавляющем большинстве случаев требующий восстановления лакокрасочного покрытия элементов. Наиболее подверженными ремонтной окраске являются бамперы, передняя панель, дверь задка, капот и другие элементы кузова [1, 7].

Необходимость развития новых автомобильных сервисных технологий в области обслуживания, ремонта и послеремонтной эксплуатации транспортной техники в отношении выбранного объекта исследования требует решения ряда задач, основными из которых являются:

- 1) анализ основных повреждений и причин разрушений кузовов легковых автомобилей;
- 2) анализ дефектов ремонтного лакокрасочного покрытия кузовов легковых автомобилей в процессе эксплуатации;
- 3) анализ способов защиты лакокрасочного покрытия кузовов автомобилей, восстановленных после ДТП, в эксплуатации.

Аналитические исследования

Для решения первой задачи был проведён анализ литературных источников по теме исследова-

ния и результатов собственных наблюдений [1, 7, 9, 11–15]. Анализ показал, что наиболее распространёнными среди повреждений и причин разрушений кузовов легковых автомобилей являются износы и некачественный ремонт, в особенности - связанный с восстановлением лакокрасочных покрытий кузова, а также выявил ряд теоретических вопросов, требующих решения.

В процессе эксплуатации лакокрасочное покрытие кузова автомобиля теряет свои защитные свойства вследствие влияния окружающей среды. Кроме того, процесс разрушения усиливается под воздействием механических повреждений – сколов, трещин, царапин и других.

В качестве второй задачи исследования был проведён анализ дефектов ремонтного лакокрасочного покрытия кузовов легковых автомобилей в процессе эксплуатации [3, 4, 7, 10].

Несмотря на значительное количество слоёв различных материалов, входящих в состав лакокрасочного покрытия кузова, толщина защитного слоя на внешних кузовных деталях легковых автомобилей различных марок незначительна и составляет в среднем 50–250 мкм. Доля защитного фосфатного слоя в общей толщине лакокрасочного покрытия составляет около 30%, грунтового – в среднем 20%, базовая эмаль – 15%, а остальная (в среднем около

40%) приходится на долю прозрачного лака. Для заводских нормативных параметров лакокрасочных покрытий кузовов современных легковых автомобилей характерно среднее значение толщины около 105 мкм [9].

Среди основных дефектов лакокрасочных покрытий отремонтированных кузовов легковых автомобилей в процессе эксплуатации следует выделить:

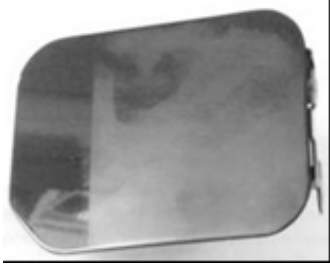
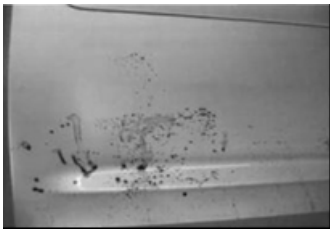
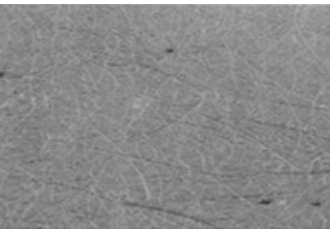
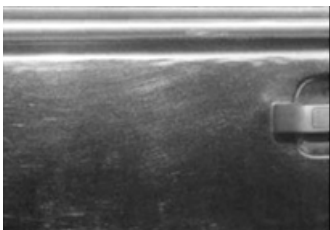
- вздутие лакокрасочного покрытия;
- износ краски;
- отклонение цвета детали из-за царапин;
- отпечатки на влажной краске;
- слишком мягкое покрытие;
- пятна от смолы и битума;
- царапины в результате механических повреждений;

– царапины от мойки.

В таблице 1 представлены основные эксплуатационные повреждения лакокрасочных покрытий отремонтированных кузовов легковых автомобилей, указаны причины их возникновения. Анализ дефектов был проведён на базе малярного участка дилерского центра «FORD» города Оренбурга. Большинство дефектов исследованных кузовов возникли в период первых недель эксплуатации, по нашим предположениям, вследствие недостаточной твёрдости лакокрасочного покрытия, вызванного либо различными погрешностями в технологии ремонта, либо ранней послеремонтной эксплуатацией при ещё «свежем» лакокрасочном покрытии (ЛПК).

Таблица 1. Дефекты лакокрасочных покрытий отремонтированных кузовов легковых автомобилей в процессе эксплуатации

Наименование дефекта	Эскиз дефекта	Описание повреждения	Причина повреждения
Вздутие ЛКП		Внешнее воздействие инородных тел приводят к микроскопическим повреждениям покрытия, влага проникает к металлу. Возникают небольшие вздутия краски, которые со временем увеличиваются в размере.	Столкновение камней с поверхностью ЛКП.
Износ краски		Матовые пятна, потёртости покрытия в местах контакта с уплотнителями, молдингами и т.д. При интенсивном изнашивании (при наличии абразива) происходит истирание поверхности ЛКП до металла.	Относительные перемещения между окрашенной поверхностью и уплотнителями, молдингами, иногда при наличии грязи, абразива.
Отклонение цвета детали из-за царапин		Повреждённая поверхность кузова отличается по оттенку от остального ЛКП (выглядит менее блестящей).	Нарушение пигментации поверхности ЛКП по причине износа.
Отпечатки на влажной краске		Различных размеров и визуальности отпечатки на слоях ЛКП.	Повреждения «свежего» ЛКП по причине неаккуратного обращения.

Наименование дефекта	Эскиз дефекта	Описание повреждения	Причина повреждения
Слишком мягкое покрытие		Покрытие выглядит изношенным, бесцветным и легко царапаемым. Царапины остаются даже после незначительного контакта с покрытием.	Остатки в ЛКП жидких фракций при сушке. Размягчение добавками, содержащимися в моющих составах. Использование моющих средств низкого качества. Отклонения в пропорциях при смешивании лака и отвердителя.
Пятна от смолы и битума		Смоляные и битумные пятна на покрытии кузова (основном в плоскости вращения колёс). При длительном воздействии возникают чётко очерченные круглые вздутия.	Проникновение в слой ЛКП растворителей или их заменителей, содержащихся в смоле или битуме.
Царапины в результате механических повреждений		Царапины (в некоторых случаях однонаправленные) на покрытии кузова в результате механических повреждений.	Перемещения частиц абразива с острыми гранями вдоль поверхности ЛКП
Царапины от мойки		Равномерные параллельные царапины, распространённые по всей поверхности кузова. Степень повреждаемости зависит не только от интенсивности воздействия при мойке, но и от температуры и влажности окружающей среды.	Царапание покрытия при смачивании и мойке, вращении щёток автоматической портальной установки, протирке в результате попадания в зону воздействия твёрдых частиц, содержащихся в загрязнениях

Методический аппарат и результаты исследования

Для подтверждения этой гипотезы были проанализированы методы контроля окрашенных поверхностей отремонтированных кузовов легковых автомобилей [5, 6]. Кроме того, были проведены экспериментальные исследования с помощью набора карандашей (методика определения твёрдости лакокрасочного покрытия согласно ГОСТ Р 54586-2011 (ИСО 15184:1998), показавшие, что твёрдость покрытия окрашенной поверхности отремонтированных кузовов в 40–50 % случаев составляет степень «В», что требует определённой её защиты.

Согласно ГОСТ 9.032-74, содержащему требования к качеству окрашенной поверхности отремонтированного кузова, твёрдость лакокрасочного покрытия должна быть не менее «НВ».

При проведении экспериментальных исследований на пяти восстановленных после кузовного ремонта автомобилях были получены результаты,

изображённые в виде диаграммы на рисунке 1.

Проводимые замеры показали, что в процессе эксплуатации твёрдость лакокрасочного покрытия из состояния «В» в состоянии «НВ» переходит в течение 2–4 дней, поэтому до этого периода рекомендуется либо воздержаться от эксплуатации автомобиля, либо защитить покрытие кузова от механических повреждений.

В рамках решения третьей задачи исследования было проведено априорное ранжирование факторов [2], влияющих на защиту лакокрасочного покрытия кузова. Для этого был проведён экспертный опрос с распределением рангов от 1 до 10 для факторов защиты. В качестве экспертов выступали 10 маляров, работающих в ООО «Автосалон-2000» города Оренбурга. Расчёт основных показателей производился в программе Exel с соблюдением необходимых требований к априорному ранжированию (коэффициент конкордации $W = 0,605$, Хи-квадрат больше 14,1). Результаты ранжирования приведены в численном представлении в таблице 2.

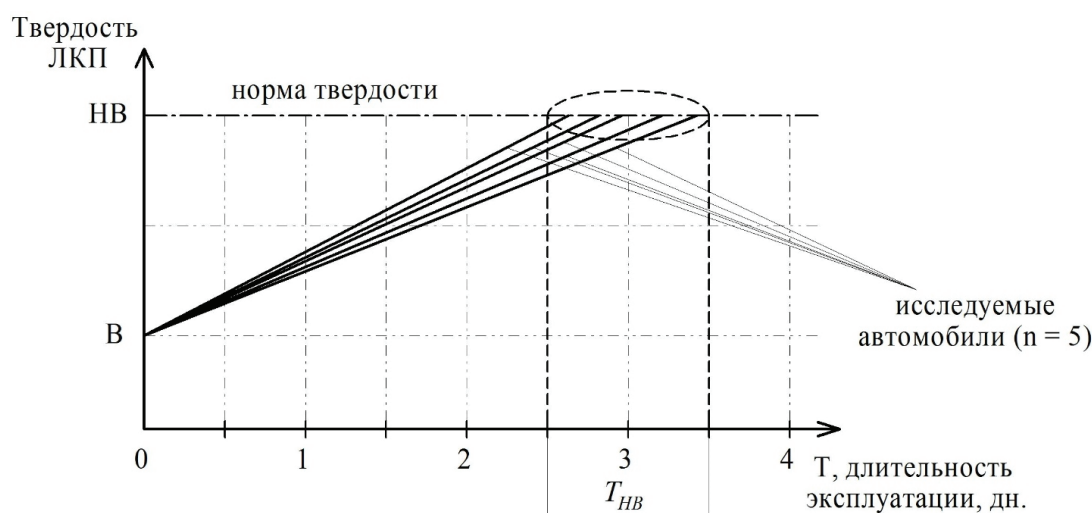


Рисунок 1. Диаграмма твёрдости лакокрасочного покрытия восстановленных кузовов автомобилей в процессе эксплуатации

Таблица 2. Результаты априорного ранжирования факторов

Параметры	Сумма рангов $\sum_{j=1}^m a_{ij}$	Отклонение Δ_i суммы рангов от средней суммы рангов	Квадраты отклонений, Δ_i^2	Вес фактора	Место
Нанесение специальных полирующих составов на основе воска (X_1)	46	15	225	0,095	5
Защита лакокрасочного покрытия кузова полиуретановой плёнкой (X_2)	17	-14	196	0,238	2
Нанесение специальных составов на основе латекса (X_3)	15	-16	256	0,286	1
Нанесение специальных составов на основе винила (X_4)	34	3	9	0,143	4
Нанесение специальных составов на основе диоксида кремния (X_5)	24	-7	49	0,190	3
Установка дефлекторов на капот автомобиля (X_6)	49	18	324	0,048	6
Итого	185	—	1059	1,0	—

Исходя из полученных результатов, была построена априорная диаграмма рангов, изображённая на рисунке 2. Диаграмма позволила выявить наиболее значимые факторы, влияющие на защиту лакокрасочного покрытия (факторы: X_3 , X_2 , X_5 , X_4 , X_1 , X_6).

Обсуждение результатов

На основе вышеизложенного, в качестве наиболее эффективного способа защиты лакокрасочного покрытия кузовов автомобилей, восстановленных после ДТП, в эксплуатации предлагается метод нанесения латексной плёнки, обладающей следующими основными достоинствами [9]:

- имеет малую толщину,

- имеет различную цветовую гамму;
- наносится методом распыления;
- не оставляет следов при снятии;
- не повреждает лакокрасочное покрытие;
- имеет невысокую стоимость.

Стоимость нанесения специального состава на основе латекса на один кузовной элемент в городе Оренбурге на исследуемый период составляет 2000–2500 рублей. Стоимость повторной окраски одной кузовной детали равна в среднем от 4000 до 5000 рублей. Нанесённое защитное покрытие через 6–8 дней эксплуатации может быть удалено, что позволит ремонтному покрытию за это время обрести соответствующую твёрдость «НВ».

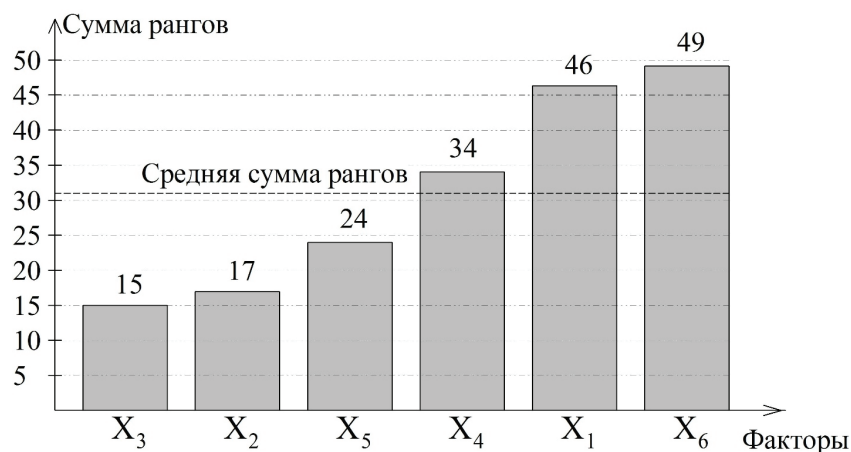


Рисунок 2. Априорная диаграмма рангов

X_1 – нанесение специальных полирующих составов на основе воска; X_2 – защита лакокрасочного покрытия кузова полиуретановой плёнкой; X_3 – нанесение специальных составов на основе латекса; X_4 – нанесение специальных составов на основе винила; X_5 – нанесение специальных составов на основе диоксида кремния; X_6 – установка дефлекторов на капот автомобиля

Заключение

Таким образом, основным результатом исследования, имеющим элементы научной новизны, является выдвижение и подтверждение гипотезы о недостаточной твёрдости лакокрасочного покрытия кузова автомобиля в начальный послеремонтный период, требующий защитных воздействий. Полученные результаты исследований являются составной частью комплексной технологии восстановления и послеремонтной эксплуатации кузовов легковых автомобилей. Её внедрение позволит повысить эффективность эксплуатации легковых автомобилей путём защиты лакокрасочного покрытия кузовов транспортных средств, восстановленных после ДТП, что позволит снизить риск

возникновения дефектов в процессе эксплуатации, увеличить срок службы кузовов, улучшить качество предоставляемых услуг по кузовному ремонту на сервисных предприятиях. Результаты также могут быть использованы при теоретической и практической подготовке экспертов-автотехников, бакалавров и магистров направлений, связанных с эксплуатацией транспортно-технологических машин и комплексов. Исследование планируется продолжить в направлении решения ряда задач, связанных с повышением эффективности применения лакокрасочных материалов и совершенствовании процессов диагностирования защитных покрытий при кузовном ремонте легковых автомобилей.

Литература

1. Гордиенко В. Н. Ремонт кузовов отечественных легковых автомобилей. – М.: АТЛАС-ПРЕСС, 2006. – 256 с.
2. Данелян Т. Я. Формальные методы экспертных оценок // Экономика, Статистика и Информатика, 2015. – № 1. – С. 183-187.
3. Дефекты лакокрасочного покрытия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.europroject.by/download/Brochure-defects-RM.pdf> (дата обращения: 07.11.2019).
4. Ламбурн Р. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика: Пер. с англ. – СПб.: Химия, 1991. – 512 с.
5. Лосавио С. К. Исследуем лакокрасочное покрытие кузова. «АБС Авто» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://expertauto.pro/car-body/issleduem-lakokrasochnoe-pokritie-kuzova> (дата обращения: 19.10.2019).
6. Лосавио С. К. Исследуем лакокрасочное покрытие кузова. Продолжение. Эффективные методики. «АБС Авто» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abs-magazine.ru/article/issleduem-lakokrasochnoe-pokritie-kuzova-prodolzhenie-effektivnie-metodiki> (дата обращения: 19.10.2019).
7. Петер фон Керкхофф, Гельмут Хааген. Каталог повреждений лакокрасочных покрытий: Пер. с нем. – М.: Издательский дом «Третий Рим», 2004. – 272 с.
8. Синельников А. Ф., Лосавио С. К., Синельников Р. Ф. Кузова легковых автомобилей. Техническое обслуживание и текущий ремонт. – М.: Транспорт, 2004. – 334 с.

9. Хасанов И. Х., Рассоха В. И., Золотарёв Е. С. Совершенствование методики защиты лакокрасочного покрытия кузова при эксплуатации легкового автомобиля // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2017. – № 11. – С. 51-54.
10. Эксплуатационные дефекты лакокрасочных покрытий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lakcolor.ru/stati/ekspluatatsionnye-defekty-lakokrasochnykh-pokrytiy.html>
11. Carsten Keller, Matthias Putz. Force-controlled Adjustment of Car Body Fixtures – Verification and Performance of the New Approach // *Procedia CIRP*. – 2016. V. 44. – P. 359-364.
12. Jaime Molina, J. Ernesto Solanes, Laura Arnal, Josep Tornero. On the detection of defects on specular car body surfaces // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. – 2017. V. 48. – P. 263-278.
13. Laura Arnal, J. Ernesto Solanes, Jaime Molina, Josep Tornero. Detecting dings and dents on specular car body surfaces based on optical flow // *Journal of Manufacturing System*. – 2017. V. 45. – P. 306-321.
14. Suleimanov I. F., Kharlyamov D. A., Mavrin G. V., Khasanov I. Kh., Rassokha V. I., Khasanov R. Kh. Diagnosing Technique Improvement of Power and Bearing Designs in Vehicle Bodies and Frames // *Helix*, 2017. – Vol. 8 (1). – P. 2568-2572.
15. Suleimanov I. F., Nazmutdinov A. Kh., Khasanov I. Kh., Rassokha V. I., Filippov A. A. A research of technical condition of a paint and varnish covering of a body of the car before holding repair actions // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 2018. – Vol. 8, Special Iss. 8. – P. 465-471.

References

1. Gordienko, V.N. (2006) *Remont kuzovov otechestvennykh legkovykh avtomobilej* [Repair of bodies of domestic cars]. Moscow: ATLAS-PRESS, 256 p.
2. Danelyan, T.J. (2015) [Formal Methods of Expert Assessments]. *Ekonomika, Statistika i Informatika* [Economics, Statistics and Informatics]. Vol. 1, pp. 183-187. (In Russ.).
3. Paint coating defects. Available at: <http://www.europroject.by/download/Brochure-defects-RM.pdf> (accessed 07.11.2019) (In Eng.).
4. Lamburn, R. (1991) *Lakokrasochnye materialy i pokrytiya. Teoriya i praktika: Per. s angl.* [Paint materials and coatings. Theory and practice: trans. from engl.]. St. Petersburg: Chemistry, 512 p.
5. Losavio, S.K. *Issleduyem lakokrasochnoye pokrytiye kuzova. «ABS Avto»* [We study the paint coating of the body. ABS Auto]. Available at: <https://expertauto.pro/car-body/issleduem-lakokrasochnoe-pokritie-kuzova> (accessed 19.10.2019) (In Eng.).
6. Losavio, S.K. *Issleduyem lakokrasochnoye pokrytiye kuzova. Prodolzheniye. Effektivnyye metodiki. «ABS Avto»* [We study the paint coating of the body. Continuation. Effective techniques. ABS Auto]. Available at: <http://www.abs-magazine.ru/article/issleduem-lakokrasochnoe-pokritie-kuzova-prodolzhenie-effektivnie-metodiki> (accessed 19.10.2019) (In Eng.).
7. Peter fon Kerkkhoff, Gel'mut Haagen (2004) *Katalog povrezhdeni lakokrasochnykh pokrytij: Per. s nem.* [Catalogue of paint coating damages: trans. from gem.]. Moscow: Publishing House «Third Rome», 272 p.
8. Sinel'nikov, A.F., Losavio, S.K., Sinel'nikov, R.F. (2004) *Kuzova legkovykh avtomobilej. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i tekushchij remont* [Bodies of passenger cars. Maintenance and maintenance]. Moscow: Transport, 334 p.
9. Hasanov, I.H., Rassokha, V.I., Zolotaryov, E.S. (2017) [Improvement of the method of protection of paint coating of the body during operation of a passenger car]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intelligence. Innovations. Investments]. Vol. 11, pp. 51-54. (In Russ.).
10. Operational defects of paint coatings. Available at: (accessed 07.11.2019) (In Eng.).
11. Carsten Keller, Matthias Putz (2016) Force-controlled Adjustment of Car Body Fixtures. Verification and Performance of the New Approach. *Procedia CIRP*. Vol. 44, pp. 359-364. (In Eng.).
12. Jaime Molina, J. Ernesto Solanes, Laura Arnal, Josep Tornero (2017) On the detection of defects on specular car body surfaces. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. Vol. 48, pp. 263-278. (In Eng.).
13. Laura Arnal, J. Ernesto Solanes, Jaime Molina, Josep Tornero (2017) Detecting dings and dents on specular car body surfaces based on optical flow. *Journal of Manufacturing System*. Vol. 45, pp. 306-321. (In Eng.).
14. Suleimanov, I.F., Kharlyamov, D.A., Mavrin, G.V., Khasanov, I.Kh., Rassokha, V.I., Khasanov, R.Kh. (2017) Diagnosing Technique Improvement of Power and Bearing Designs in Vehicle Bodies and Frames. *Helix*. Vol. 8 (1), pp. 2568-2572. (In Eng.).
15. Suleimanov, I.F., Nazmutdinov, A.Kh., Khasanov, I.Kh., Rassokha, V.I., Filippov, A.A. (2018) A research of technical condition of a paint and varnish covering of a body of the car before holding repair actions. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*. Vol. 8, Special Iss. 8, 465-471. (In Eng.).

Информация об авторах:

Ильгиз Халилович Хасанов, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
e-mail: hasanovilgiz1@yandex.ru

Владимир Иванович Рассоха, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автомобильного транспорта, декан транспортного факультета, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

e-mail: cabin2012@yandex.ru

Дмитрий Германович Неволин, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования и эксплуатации автомобилей, главный научный сотрудник, Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

e-mail: innotrans@mail.ru

Статья поступила в редакцию 18.10.2019; принята в печать 29.11.2019.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Ilgiz Khalilovich Khasanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate professor of Department of automobile transport, Orenburg State University, Orenburg, Russia
e-mail: hasanovilgiz1@yandex.ru

Vladimir Ivanovich Rassokha, Doctor of Engineering, Associate professor, Professor of Department of automobile transport, Dean of Transport faculty, Orenburg State University, Orenburg, Russia

e-mail: cabin2012@yandex.ru

Dmitry Germanovich Nevolin, Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Car Design and Operation, Chief Researcher of Ural State University of Communication Routes, Yekaterinburg, Russia

e-mail: innotrans@mail.ru

The paper was submitted: 18.10.2019.

Accepted for publication: 29.11.2019.

The authors have read and approved the final manuscript.