

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ СТЕПЕНИ МАССОПОГЛОЩЕНИЯ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Ю.В. Родионов¹, В.О. Нугаева²

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия

¹e-mail: dekauto@pguas.ru

²e-mail: veronika_1111@mail.ru

Аннотация. В работе раскрывается актуальность использования клеевых полимерных материалов для восстановления автомобилей и спецтехники. Созданы предпосылки для создания универсальных полиуретановых клеевых составов нового поколения для восстановления автомобилей с улучшенными адгезионными, физико-техническими и эксплуатационными свойствами, которые обладают высокой стойкостью к агрессивным средам и изготовленные из материалов отечественного производства. Преимуществом склеивания является и то, что этот способ восстановления элементов автомобиля применим для материалов различной природы.

Целесообразность работы обусловлена наличием на рынке дорогостоящих аналогов зарубежного производства для восстановления деталей автомобилей, в связи с чем стоит задача в разработке импортозамещающих составов. Цель: провести исследования степени массопоглощения клеевой композиции в агрессивных средах. Методы: экспериментальные исследования по определению влияния агрессивных сред на клеевой состав проводятся согласно ГОСТу №12020. Результаты: в результате экспериментальных исследований установлено, что из рассмотренных сред, самой агрессивной является вода. Она наиболее полярна из всех рассмотренных агрессивных сред, имеет ряд особенностей, например, малый размер молекул. Научная новизна: выявлено, что в большинстве случаев воздействия агрессивных сред на образцы клеевых материалов, наблюдалось резкое увеличение степени массопоглощения на 20 сутки, а в дальнейшем процесс уравнивается. В Пензенском государственном университете архитектуры и строительства с целью снижения себестоимости восстановления деталей различных транспортно-технологических машин разработана быстроотверждающая клеевая композиция на основе полиуретанов холодного отверждения. Она может найти применение для восстановления и ремонта пластиковых элементов автомобиля, а также в машиностроении. Практическая значимость: основные положения и выводы статьи могут быть использованы при разработке технологий ремонта автомобильной техники с применением полиуретановых клеевых композиций. Экспериментальная проверка показала, что разработанные полиуретановые модифицированные клеевые составы нового поколения с улучшенными адгезионными свойствами, уменьшенным временем отверждения, имеют высокую химическую стойкость практически во всех агрессивных средах.

Ключевые слова: детали автомобиля, восстановление, клеевая композиция, степень массопоглощения, агрессивная среда.

Для цитирования: Родионов Ю. В., Нугаева В. О. Результаты исследования показателя степени массопоглощения в агрессивных средах клеевой композиции для восстановления деталей автомобиля // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 8. – С. 127-134. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-127.

RESULTS OF RESEARCH INDICATOR OF DEGREES OF MASS ABSORPTION IN AGGRESSIVE MEDIA OF GLUE COMPOSITION FOR RESTORATION OF CAR DETAILS

Y.V. Rodionov¹, V.O. Nugaeva²

Penza state university of architecture and construction, Penza, Russia

¹e-mail: dekauto@pguas.ru

²e-mail: veronika_1111@mail.ru

Abstract. The paper reveals the relevance of the use of adhesive polymer materials for the restoration of cars and machinery. Prerequisites for creation of universal polyurethane adhesive compositions of new generation for restoration of cars with the improved adhesive, physical-technical and operational properties which possess high

resistance to aggressive environments and made of materials of domestic production are created. The advantage of bonding is that this method of restoring the elements of the car is applicable to materials of different nature.

Expediency of work is caused by presence in the market of expensive analogs of foreign production for restoration of details of cars in this connection there is a task in development of import substituting structures. Purpose: to study the degree of mass absorption of the adhesive composition in aggressive media. Methods: experimental studies to determine the effect of aggressive media on the adhesive composition are carried out in accordance with GOST No. 12020. Results: as a result of experimental studies, it was found that of the considered media, the most aggressive is water. It is the most polar of all considered aggressive media, has a number of features, for example, the small size of molecules. Scientific novelty: it was revealed that in most cases of exposure to aggressive media on samples of adhesive materials, there was a sharp increase in the degree of mass absorption for 20 days, and in the future the process is balanced. The Penza state University of architecture and construction has developed a fast-curing adhesive composition based on cold-curing polyurethanes in order to reduce the cost of restoring parts of various transport and technological machines. It can find application for restoration and repair of plastic elements of the car, and also in mechanical engineering. Practical significance: the main provisions and conclusions of the article can be used in the development of technologies for repair of automotive equipment with the use of polyurethane adhesive compositions. Experimental testing showed that the developed polyurethane modified adhesive compositions of a new generation with improved adhesive properties, reduced curing time, have high chemical resistance in almost all aggressive environments.

Keywords: car parts, restoration, adhesive composition, degree of mass absorption, aggressive environment.

Cite as: Rodionov, Y.V., Nugaeva, V.O. (2019) [Results of research indicator of degrees of mass absorption in aggressive media of glue composition for restoration of car details]. *Intellekt. Innovatsi. Investitsii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 8, pp. 127-134. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-127.

Введение

В современных рыночных условиях экономики операции по восстановлению транспортно-технологических машин и комплексов, а также по их техническому обслуживанию должны быть вовлечены в единую, унифицированную систему средств материально-технического оснащения. В результате возникла необходимость в совершенствовании методов восстановления деталей и агрегатов автомобилей, которые не требуют больших вложений материальных, денежных и трудовых ресурсов, и применяться могли быть применимы не только специализированными сервисами технического ремонта, ремонтными предприятиями, но и частными владельцами техники.

Техническая эксплуатация современной автомобильной техники и оборудования требует целенаправленного поиска и современных способов их восстановления. Одним из таких способов можно назвать склеивание. Длительный опыт использования клеевых полимерных материалов при восстановлении специализированной техники, в том числе и в полевых условиях, показал: склеивание – самый универсальный из методов ее восстановления. Оно по сравнению с такими традиционными методами, как сварка, пайка, механическое упрочнение и др., гораздо проще с технологической точки зрения.

Метод восстановления элементов автомобиля и спецтехники благодаря клеевому соединению является процессом достаточно экономичным, высокопроизводительным и энергоемким, потому что позволяет осуществлять ремонт без разборки восстанавливаемых узлов и агрегатов. Преимуществом склеивания является и то, что этот способ восста-

новления элементов автомобиля применим для материалов различной природы.

Создание клеевой композиции на полиуретановой основе применением материалов нового поколения, которые обеспечивают высокую работоспособность и длительный срок эксплуатации восстановленных деталей автомобилей, представляет собой актуальную задачу как с научной, так и с практической точки зрения.

Научная новизна заключается в разработке модифицированного клеевого материала нового поколения с улучшенными адгезионными свойствами, с высокой химической стойкостью практически во всех агрессивных средах для восстановления деталей автомобиля.

В Пензенском государственном университете архитектуры и строительства с целью минимизации затрат на восстановление деталей различных транспортно-технологических машин разработана быстроотверждающая клеевая композиция на основе полиуретанов холодного отверждения [9, 11, 12]. Она может найти применение для восстановления и ремонта пластиковых элементов автомобиля, а также в машиностроении [16].

Немало важную роль при выборе и дальнейшем использовании клеевого полимерного композита при условии воздействия негативных, агрессивных сред служит химическая стойкость [5, 13, 14].

В работах [8, 3, 10] раскрывается необходимость оценки эффективности и целесообразности той или иной клеевой композиции, клеевого соединения при эксплуатации восстановленного элемента автомобиля необходимо оценить воздействие атмосферных факторов, воды, агрессивных сред.

Исследование причин, приводящих к отказу склеенного элемента, нарушению его параметров, снижению прочности и других характеристик клеевого соединения позволяет создать ряд возможных путей увеличения ресурса деталей автомобилей и прогнозирования их надежности.

Теоретические исследования

Работоспособность клеевых составов в контакте с агрессивными средами различного рода определяется активностью жидкостей этих сред; химическим строением клеевого полимера; соотношением и совместимостью взаимодействующих компонентов клеевых составов; их физическим и фазовым состоянием, а также видом механической нагрузки и температурой экспозиции [7].

Процесс установления механизма воздействия агрессивных сред на клеевой состав весьма затруднителен. В общем случае он включает ряд моментов:

- адсорбция молекул внешней среды на поверхностный слой полимерных клеевых материалов;
- диффузию среды в объем материалов;
- физико-химическое взаимодействия агрессивной среды с наполнителем и матрицей полимера;
- удаление продуктов реакции взаимодействия от поверхности;
- образование из продуктов реакции взаимодействия слоя, который препятствует диффузионному и конвективному проникновению агрессивной среды вглубь клеевого материала [1, 17].

Протекание перечисленных выше процессов, как правило, способствует изменению (чаще всего ухудшению) основных эксплуатационных свойств, например, механических, диффузионных, сорбционных, а также изменению массы клеевого полимера, его внешнего вида. Под воздействием химических активных сред возникает процесс деструкции, который способствует уменьшению прочности полимерного материала.

Химическая стойкость клеевых составов зависит от их структурных особенностей, а также химических. На химическую стойкость при воздействии агрессивных сред оказывают влияние различные факторы:

- природа основы клеевого состава, так как модифицированные полиуретановые полимеры относятся к гетероцепным (в их главной цепи присутствуют, кроме углерода, другие атомы), то они подвергаются деструкции под действием высоких температур и агрессивных веществ;
- наличие функциональных реакционно-способных групп, находящихся в составе клеевой композиции;
- на скорость протекания процесса диффу-

зии и набухания влияет структура основы клеевого состава, а также степень кристалличности;

- природа и количество наполнителя. Так, например, при вводе в состав инертных наполнителей, совмещающихся с полимером, стойкость к агрессивным средам увеличивается [2, 4, 13, 15].

Методы исследования

Степень массопоглощения после воздействия прототипа агрессивных сред, а именно химических реагентов находилась по методике ISO и по ГОСТ 12020-72 [6].

Методика определения заключалась в том, что клеевые составы в виде кубиков размером $1 \times 1 \times 1$ см сначала находились в течение двух недель в обычных условиях. В дальнейшем все полученные образцы взвешивались на электронных весах с точностью до 0,001 г. Затем образцы клеевых составов полностью погружались в среды:

1. Вода.
2. Щелочь NaOH, 10%.
3. Щелочь NaOH, 20%.
4. Щелочь NaOH, 30%.

Исследования действия агрессивных сред проводилось на клеевых составах полученных образцов. Измерения производились в течение 2 месяцев, потому что набухание к этому времени значительно останавливается. Для определения количественной диффузии щелочных сред в клеевой полимерный материал были выполнены экспериментальные исследования степени массопоглощения. До проведения контрольного взвешивания образцы извлекались, протирались досуха, взвешивались с точностью до 0,001 г.

Результаты исследования

В рассмотренных агрессивных средах наблюдается набухание, но этот процесс ограничен. Изменение массы образцов клеевых составов отличаются диапазоном временной стабилизации и определенной глубиной диффузии среды.

Из проведенных исследований кинетических зависимостей необходимо отметить, что из рассмотренных сред, самой агрессивной является вода (рисунок 1). Она наиболее полярна из всех рассмотренных агрессивных сред, имеет ряд особенностей, например, малый размер молекул. В 10 процентном растворе NaOH отсутствует резкий спад степени массопоглощения (рисунок 2).

Изменение степени массопоглощения в 20% и 30% растворах NaOH представлены на рисунках 3 и 4.

Экспериментальные исследования степени массопоглощения разработанных образцов клеевых составов в кислотных средах проводилось аналогичным методом. В результате чего было выявлено, что степень массопоглощения в 10 процентном рас-

творе серной кислоты (рисунок 5) оказалась выше, чем в 20-30 процентных растворах (рисунок 6, 7). Это явление можно попытаться объяснить тем, что при уменьшении количества растворителя снижа-

ется степень диссоциации электролита, что способствует снижению скорости проникновения ионов кислоты во внутреннюю структуру образцов.

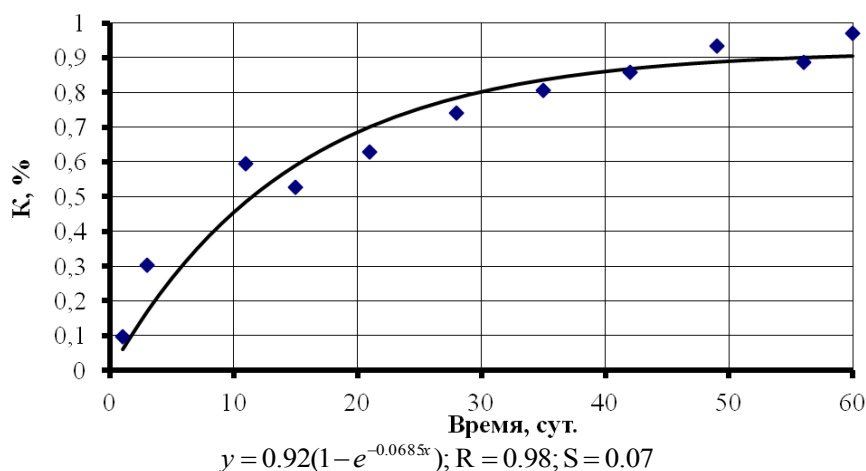


Рисунок 1. Изменение степени массопоглощения в воде

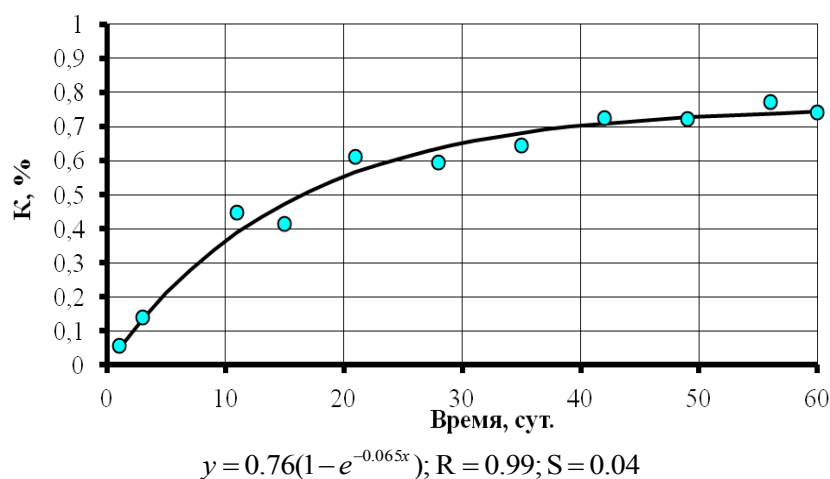


Рисунок 2. Изменение степени массопоглощения в 10% растворе NaOH

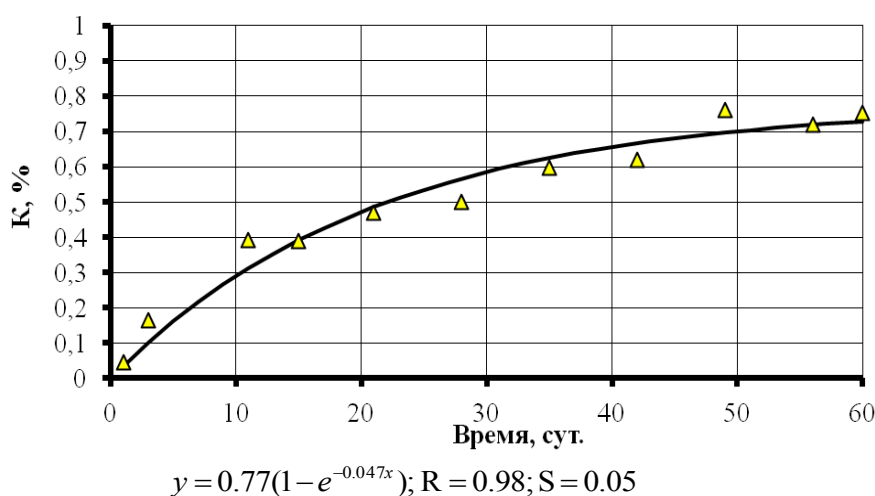
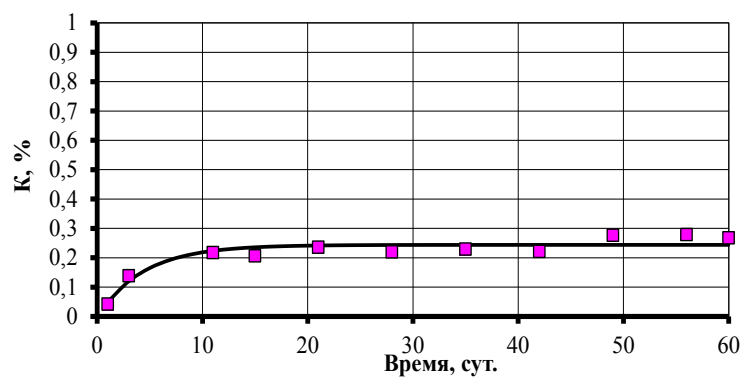
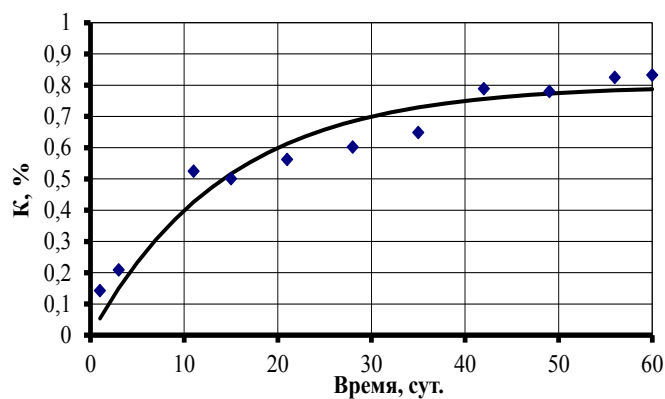


Рисунок 3. Изменение степени массопоглощения в 20% растворе NaOH



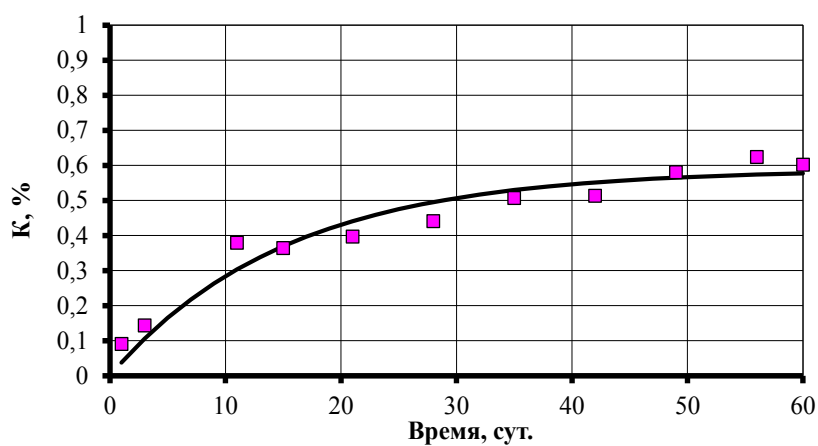
$$y = 0.244(1 - e^{-0.2258x}); R = 0.97; S = 0.02$$

Рисунок 4. Изменение степени массопоглощения в 30% растворе NaOH



$$y = 0.8(1 - e^{-0.069x}); R = 0.97; S = 0.06$$

Рисунок 5. Изменение степени массопоглощения в 10% растворе H₂SO₄

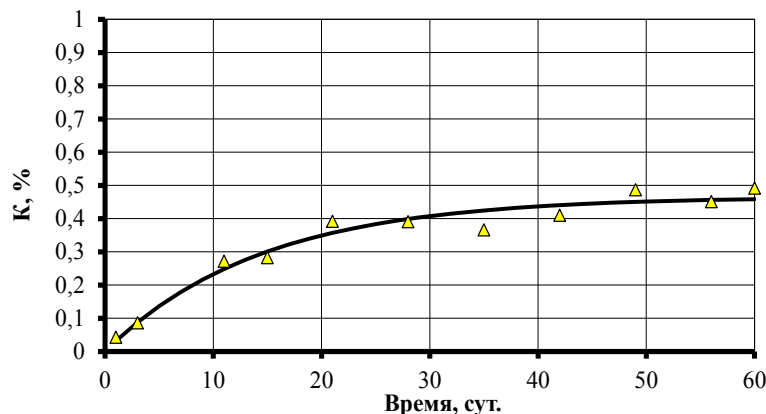


$$y = 0.588(1 - e^{-0.066x}); R = 0.98; S = 0.0045$$

Рисунок 6. Изменение степени массопоглощения в 20% растворе H₂SO₄

В результате эксперимента было выявлено, что в большинстве случаев воздействия агрессивных сред на образцы клеевых материалов, наблюдалось резкое увеличение степени массопоглощения на 15 сутки, а в дальнейшем процесс уравнива-

ется. Это является следствием того, что в процессе диффузии молекулы агрессивных сред проникают в поры поверхностного слоя, а также его дефекты, до полного заполнения образцов.



$$y = 0.466(1 - e^{-0.069x}); R = 0.98; S = 0.03$$

Рисунок 7. Изменение степени массопоглощения в 30% растворе H_2SO_4

Дальнейшим этапом является незначительное растворение, в следствие разупрочнения слабых химических связей. Этот этап переходит в плавное набухание с постоянной скоростью, до процесса стабилизации процесса увеличения массы.

Заключение

Известно, что восстановленные клеевыми составами элементы в процессе работы подвергаются воздействию воды, солей, а также других негативных факторов. Поэтому практическая значимость проведенных исследований заключается в улуч-

шении клеевых составов, позволяющих увеличить срок эксплуатации отремонтированных деталей за счет высокой стойкости к действию агрессивных сред.

Экспериментальная проверка показала, что разработанные полиуретановые модифицированные клеевые составы [9] нового поколения с улучшенными адгезионными свойствами, уменьшенным временем отверждения, имеют высокую химическую стойкость практически во всех агрессивных средах и пригодны для восстановления деталей автомобиля.

Литература

1. Аронович Д. А. Склеивание в машиностроении. Справочник в 2 томах. Т.1 / Д. А. Аронович, В. П. Варламов, В. А. Войтович и др.; Под общ.ред. Г. В. Малышевой. – М.: Наука и технология, 2005. – 544 с.
2. Башкирцев В. И. Клеи и герметики для автомобиля. / В. И. Башкирцев, Г. В. Малышева, С. Н. Гладких – М.: Астрель, 2003. – 112 с.
3. Баурова Н. И. Повышение эффективности ремонта машин за счет обоснования видов и технологических методов применения полимерных материалов: дис. ...канд. техн. наук: 05.02.08 / Н. И. Баурова. – М., 2004. – 175 с.
4. Гарькина И. А. Из опыта разработки материалов специального назначения / И. А. Гарькина, А. М. Данилов, В.О. Петренко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 235.
5. Гончаров А. Б. Методология технического обслуживания и ремонта технологического оборудования композиционными материалами: дис. ...доктора техн. наук: 05.02.13 / А. Б. Гончаров. – М., 2012. – 459 с.
6. ГОСТ 12020-72 Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 22 с.
7. Ионова М. А. Снижение водопоглощения полиуретанового покрытия / М. А. Ионова, В. Ю. Чухланов // Современные направления теоретических и практических исследований 2012: тез.докл. междунар. науч.-практ. конф. – Одесса, 2012. – С. 85-87.
8. Кожемяченко А. В. Выбор и исследования влияния компонентов клеевой композиции на прочность

металлополимерных соединений / А. В. Кожемяченко, А. А. Тартанов, В. И. Копаева, О. С. Маслов // Экономика. Бизнес. Инновации Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Изво: «Наука и просвещение». – 2018. – С. 304-309.

9. Патент 2465297 Российской Федерации, МПК C09J 175/08. Полиуретановая клеевая композиция / А. Н. Бобрышев, А. В. Лакно, В. О. Петренко; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Клей-Мастер». Заявлено 12.07.2012, опубликовано 27.10.2012. Бюл. № 30.

10. Петрова А. П. Клеящие материалы. Справочник / Под ред. чл. корр. РАН, д-ра техн. наук Е. Н. Каблова, д-ра техн. наук С.В. Резниченко. – М.: ЗАО Редакция журнала «Каучук и резина», 2002. – 196 с.

11. Родионов Ю. В. Когнитивная модель синтеза клеевых композиций нового поколения / Ю. В. Родионов, В. О. Петренко // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – №3(58). – С. 20-26.

12. Родионов Ю. В. Алгоритм создания клеевой полиуретановой композиции / Ю. В. Родионов, В. О. Петренко // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – №1(60). – С. 3-8.

13. Чухланов В. Ю. Модификация однокомпонентного полиуретана кремнийорганическим соединением / В. Ю. Чухланов, М. А. Ионова // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. ВолгГТУ. – Волгоград. – 2013. – №4(107). – С. 119-124.

14. Шафигуллин Л. Н. Разработка составов полимерных композитных материалов специального назначения: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.05 / Шафигуллин Ленар Нургалеевич. – Набережные Челны, 2008. – 196 с.

15. Шестопа А. Н. Справочник по сварке и склеиванию пластмасс / А. Н. Шестопа, Ю. С. Васильев, Э. А. Минеев и др.; Под общ. ред. А. Н. Шестопала. – К.: Техніка, 1986. – 192 с.

16. Anoprienko A. K., Baurova N. I. The parametric relationship between the characteristics of production methods of bonded-riveted joints on the micro – and macroscale // Polymer Science – Series D. – 2017. – Vol. 10. – № 3. – pp. 244-246.

17. Chukhanov V. Yu. New polymer binders based on oligopiperylene styrene and alkoxysilanes / V. Yu. Chukhanov, N. A. Kolysheva // International Polymer Science and Technology. – 2008. – № 1. – С. 35.

References

1. Aronovich, D.A. (2005) *Skleivaniye v mashinostroyenii* [Bonding in mechanical engineering]. Handbook in 2 volumes. Moscow: Science and Technology, 544 p.

2. Bashkirtsev, V.I. (2003) *Klei i germetiki dlya avtomobilya* [Adhesives and sealants for automobiles]. Moscow: Astrel, 112 p.

3. Baurova, N.I. (2004) *Povysheniye effektivnosti remonta mashin za schet obosnovaniya vidov i tekhnologicheskikh metodov primeneniya polimernykh materialov.Kand.Diss.* [Improving the efficiency of machine repairs by substantiating the types and technological methods of using polymeric materials. Cand.Diss.]. Moscow, 175 p. (In Russ.).

4. Garkina, I.A. (2014) [From the experience of developing special-purpose materials]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. Vol. 5, pp. 235. (In Russ.).

5. Goncharov, A.B. (2012) *Metodologiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhnologicheskogo oborudovaniya kompozitsionnymi materialami. Dok.Diss.* [Methodology of maintenance and repair of technological equipment with composite materials. Doc. Diss.]. Moscow, 459 p. (In Russ.).

6. GOST 12020-72 Plastics. (1997) Methods for determining the resistance to the action of chemical environments. Moscow: Publishing house of standards, 22 p.

7. Ionova, M.A. (2012) [Decrease in water absorption of a polyurethane coating]. *Sovremennyye napravleniya teoreticheskikh i prakticheskikh issledovaniy 2012* [Modern trends in theoretical and practical research 2012]. Odessa, pp. 85-87. (In Russ.).

8. Kozhemyachenko, A.V. (2018) [Selection and research of the influence of the components of the adhesive composition on the strength of metal-polymer compounds]. *Ekonomika. Biznes. Innovatsii Sbornik statey II Mezh-dunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Economics. Business. Innovation Collection of articles of the II International scientific-practical conference]. From: “Science and Enlightenment, pp. 304-309. (In Russ.).

9. Bobryshev, A.N., Lakhno, A.V., Petrenko, V.O. (2012) Patent 2465297 of the Russian Federation, IPC C09J 175/08. Polyurethane adhesive composition. Patent holder Clay-Master Limited Liability Company. Announced on 12.07.2012, published on 10.27.2012. Bull. Number 30.

10. Petrova, A.P. (2002) *Kleyashchiye materialy. Spravochnik* [Adhesive materials. Handbook]. Moscow: CJSC “Editorial Board of the journal “Rubber and Rubber”, 196 p.

11. Rodionov, Yu.V. (2017) [Cognitive model for the synthesis of new generation adhesive compositions]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [World of transport and technological machines]. Vol. 3 (58), pp. 20-26. (In Russ.).

12. Rodionov, Yu.V. (2018) [Algorithm for creating an adhesive polyurethane composition]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [World of transport and technological machines]. Vol. 1 (60), pp. 3-8. (In Russ.).
13. Chukhlanov, V.Yu. (2013) [Modification of a one-component polyurethane with an organosilicon compound]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta: mezhvuz. sb. nauch. st. Volg-GTU* [Bulletin of the Volgograd State Technical University: interuniversity. Sat scientific Art. Volgograd State Technical University]. Volgograd. Vol. 4 (107), pp.119-124. (In Russ.).
14. Shafigullin, L.N. (2008) *Razrabotka sostavov polimernykh kompozitnykh materialov spetsial'nogo naznacheniya. Dok.Diss.* [Development of compositions of polymer composite materials for special purposes. Doc. Diss.]. Naberezhnye Chelny, 196 p. (In Russ.).
15. Shestopal, A.N. (1986) *Spravochnik po svarke i skleivaniyu plastmass* [Handbook of welding and gluing of plastics]. Kiev: Technics, 192 p.
16. Anoprienko, A.K., Baurova, N.I. (2017) The parametric relationship between the characteristics of production methods of bonded-riveted joints on the micro – and macroscale. *Polymer Science. Series D*. Vol. 10. No. 3, pp. 244-246. (In Eng.)
17. Chukhanov, V.Yu., Kolysheva, N.A. (2008) New polymer binders based on oligopiperylene styrene and alkoxyxilanes. *International Polymer Science and Technology*. Vol. 1, p. 35 (In Eng.).

Информация об авторах:

Юрий Владимирович Родионов, доктор технических наук, профессор, декан Автомобильно-дорожного института, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия
e-mail: dekauto@pguas.ru

Вероника Олеговна Нугаева, старший преподаватель кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия
e-mail: veronika_1111@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23.05.2019; принята в печать 29.11.2019.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Yury Vladimirovich Rodionov, Doctor of Engineering, professor, dean of Automobile and road institute, Penza state university of architecture and construction, Penza, Russia
e-mail: dekauto@pguas.ru

Veronika Olegovna Nugaeva, Senior teacher of Operation of the Motor Transport department, Penza state university of architecture and construction, Penza, Russia
e-mail: veronika_1111@mail.ru

The paper was submitted: 23.05.2019.

Accepted for publication: 29.11.2019.

The authors have read and approved the final manuscript.