

Научная статья

DOI 10.15593/24111678/2022.02.05

УДК 62.002

В.В. Сиваков¹, А.М. Буглаев², С.С. Грядун², Р.Ю. Деревягин¹¹Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия²Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия**УТИЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН: ПРОБЛЕМЫ
И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ**

Осуществлен анализ проблемы утилизации автомобильных шин на примере Брянской области. В настоящее время количество автомобилей как в России, так и в мире неуклонно растет, как растет и вред, наносимый автомобилями окружающей среде. Отказ от углеводородного топлива и переход на электрическую энергию способствуют снижению загрязнения атмосферы, однако все автомобили используют шины, которые изнашиваются и требуют утилизации. До недавнего времени основным способом их утилизации было выбрасывание на свалки, сжигание. С запретом такого способа утилизации возникла потребность в переработке отработанных шин путем измельчения в резиновую крошку или для получения топлива.

Установлено, что в Брянской области региональным оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами является АО «Чистая планета», принимающая шины от населения в пяти пунктах, что, учитывая размеры Брянской области, крайне недостаточно для недопущения выбрасывания шин на контейнерные площадки и несанкционированные свалки. Кроме того, мощность установки по пиролизной переработки шин недостаточна.

Анализ информации по расположению заводов по переработке шин показал, что они расположены достаточно далеко от г. Брянска, а это ведет к росту транспортных расходов и себестоимости переработки шин.

В г. Брянске на ОАО «Совтрансавто-Брянск-Холдинг» имеется шиноремонтный завод по восстановлению шин грузовых автомобилей методом холодной вулканизации мощностью около 6000 восстанавливаемых шин в год.

Для решения проблемы переработки шин целесообразно увеличить производственные мощности на АО «Чистая планета» и организовать измельчение шин на базе шинного завода ОАО «Совтрансавто-Брянск-Холдинг».

Для решения задачи сбора шин предлагается задействовать сеть автосервисных организаций, работающих как в г. Брянске, так и в районах области.

Ключевые слова: автомобиль, экология, автомобильные шины, утилизация шин.

V.V. Sivakov¹, A.M. Buglaev², S.S. Gryadunov², R.Yu. Derevyagin¹¹Bryansk State Engineering Technological University, Bryansk, Russian Federation²Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation**TYRE RECYCLING: PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS**

The object of the study is the state of the issue of recycling used car tyres. The aim of the paper is an attempt to find a solution to the problems associated with the disposal of used car tyres on the example of the Bryansk region.

Nowadays, the number of cars both in Russia and in the world is steadily increasing, and so is the environmental damage caused by cars. Moving away from hydrocarbon fuels and switching to the electric energy helps reducing air pollution, but all cars use tyres that wear out and require disposal. Until recently, the main way to dispose of them was throwing them into landfills or incineration. With the prohibition of this disposal method, a need arose for the processing of used tires by grinding them into crumb rubber or for fuel.

It has been established that in the Bryansk region, the regional operator for municipal solid waste management is Chistaya Planeta JSC, which accepts tyres from the population at 5 points, which, given the size of the Bryansk region, is extremely insufficient to prevent tyres from being thrown into container sites and unauthorized dumps. In addition, the capacity of the tyre pyrolysis plant is insufficient.

An analysis of information on the location of the tyre recycling plants showed that they are located quite far from Bryansk, which leads to an increase in transportation costs and the cost of tyre recycling.

In Bryansk, OJSC Sovtransavto-Bryansk-Holding has a tyre-repair plant for retreading truck tyres using the cold vulcanization method, with a capacity of around 6,000 retreadable tyres per year.

To solve the problem of tyre recycling, it is advisable to increase the production capacity at JSC Chistaya Planeta and to organize tyre shredding at the tyre plant of JSC Sovtransavto-Bryansk-Holding.

To solve the problem of collecting tyres, it is proposed to use a network of car service organizations working both in the city of Bryansk and in the districts of the region.

Keywords: car, ecology, car tyres, tyre recycling.

Развитие технологий облегчает жизнь человека, однако зачастую это негативно воздействует на окружающую среду. В полной мере это относится и к автомобилю, который широко используется для удовлетворения потребности людей в расширении их мобильности, а также является одним из основных видов транспорта, обеспечивающих экономику сырьем и товарами. Вместе с тем автомобиль наносит огромный вред окружающей среде за счет выброса отработанных газов, образующихся при сгорании углеводородного топлива, попадания смазочных и технологических жидкостей в землю и воду, засорения окружающей среды стеклом, пластиком, изношенными шинами [1; 2].

В настоящее время общество пришло к пониманию, что прогресс человечества должен сопровождаться соблюдением жестких экологических требований. Так, для уменьшения загрязнения атмосферы автомобилями вводят все более жесткие экологические стандарты, осуществляют перевод на альтернативные виды топлива, такие как природный газ, биотопливо, водород, электрическую энергию [3–5].

Сегодня по всему миру уже действуют различные госпрограммы в области стимулирования развития альтернативных видов топлива для автомобилей. Энергетическая комиссия ООН еще 12 декабря 2001 г. приняла резолюцию, предусматривающую к 2020 г. перевод 23 % автомобильного парка стран Европы на альтернативные виды моторного топлива, в том числе 10 % (23,5 млн единиц) – на природный газ, 8 % (18,8 млн) – на биогаз и 5 % (11,7 млн) – на водород. Однако на сегодняшний день стратегия корректируется, и многие мировые автоконцерны заявляют об отказе от двигателя внутреннего сгорания и полном переходе в ближайшие годы на электромобили [6].

Вредное воздействие автомобилей не ограничивается выбросами отработавших газов в атмосферу. Технические жидкости, отработанное масло также отрицательно влияют на окружающую среду, их собирают для повторного использования, металл идет в переплавку, наиболее сложно утилизируется автомобильный пластик, стекла, автомобильные шины [7].

Изношенные автомобильные шины являются источником долговременного загрязнения окружающей среды, ведь они не подвергаются биоразложению и саморазрушению, чрезвычайно огнеопасны, в случае возгорания выделяют вредные продукты сгорания, при выбрасывании на свалки они служат идеальным местом жительства грызунов и огромного числа кровососущих насекомых.

В настоящее время в мире насчитывается более миллиарда машин, к 2035 г. эксперты прогнозируют рост до 2 млрд [8]. Все автомобили, независимо от используемого топлива, имеют шины, которые изнашиваются и периодически требуют замены. Ежегодные мировые накопления использованных автомобильных шин превышают миллиард. Огромное количество изношенных шин находится на свалках, при этом рост производства автомобилей, а значит и автомобильных шин, определяет тенденцию долгосрочного роста поступлений использованных шин.

По прогнозам Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), объём твёрдых отходов к 2025 г. вырастет в 4–5 раз. Общемировые запасы изношенных автошин оцениваются в 25 млн т при ежегодном приросте не менее 7 млн т. На европейские страны приходится около 2 млн т, в США ежегодно накапливается более 280 млн использованных автопокрышек [9].

Основными методами утилизации отработанных автомобильных шин является свалка, переработка в резиновую крошку, сжигание.

Наиболее распространенным способом утилизации отработанных автомобильных шин является свалка. Например, в пустыне Кувейта расположена самая гигантская в мире свалка автомобильных шин площадью около 40 гектаров, на ней хранится более 7 млн шин [10]. Свалки меньших объемов имеются практически в каждой стране [11; 12].

Срок разложения шины в среднем 150 лет, однако зачастую на свалках возникают пожары, что приводит к выбросу огромного количества вредных канцерогенных веществ, поэтому их сжигание во многих странах запрещено не только по экологическим, но и экономическим причинам – ведь материалы, содержащиеся в шинах, являются ценным источником вторичного сырья – резиновой крошки (рис. 2).

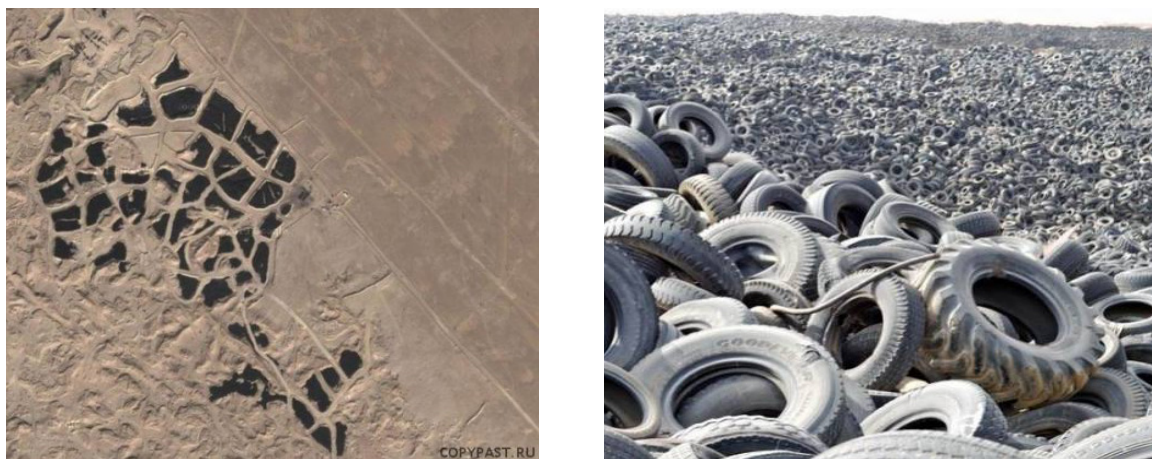


Рис. 1. Свалка автомобильных шин в пустыне Кувейта

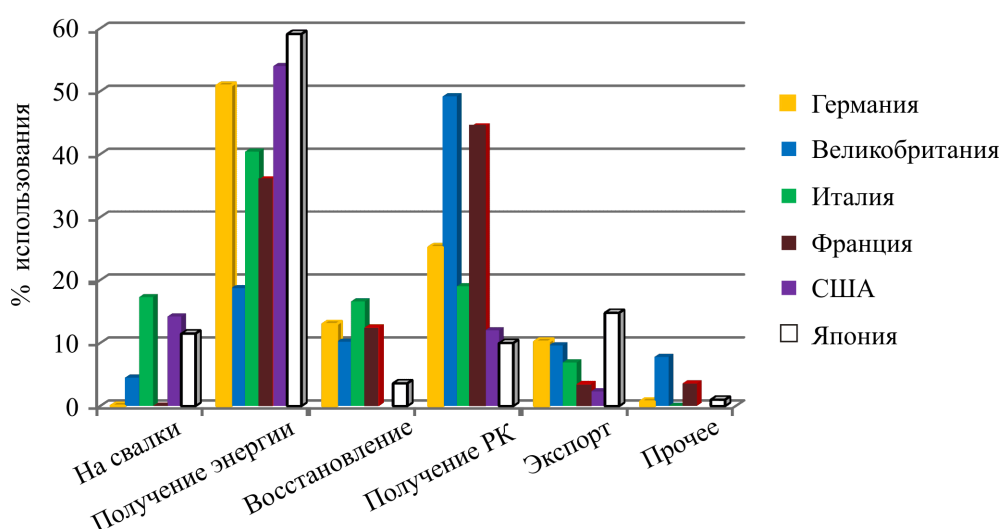


Рис. 2. Направления утилизации шин

Ежегодный объем образования изношенных автомобильных шин в России по разным оценкам составляет от 900 тыс. т до 1,3 млн т, из которых на Москву приходится 90 тыс. т, Санкт-Петербург и Ленинградскую область – около 60 тыс. т. В Брянской области образуется около 6 тыс. т, которые также необходимо перерабатывать.

В России перерабатывается до 20 % использованных автомобильных шин, в Европе их использование достигает 76 %, в Японии – 89 %, в США – 87 % (рис. 3).

Учитывая, что с 1 января 2018 г. в РФ согласно требованиям Федерального закона № 89-ФЗ нельзя направлять на полигоны отходы шин, покрышек, автомобильных камер и других материалов, которые можно повторно использовать, следует ожидать более интенсивное строительство производственных мощностей по их переработке. Однако на деле этот процесс идет очень медленно.

Ускорить решение пытаются проведением различных программ и акций, которые проводят как производители шин, так и переработчики. Например, компания Nokian в 2018 г. запустила федеральный проект по ликвидации нелегальных свалок шин совместно с фондом рационального природопользования – программу Eco Challenge, в рамках которой вся собранная резина перерабатывается на специализированных предприятиях [13]. В 2021 г. акцию провели предприятия по утилизации шин, когда каждый автовладелец мог бесплатно привезти шины для вторичной переработки в пункты приема крупногабаритных отходов «Мегабак» и пункты переработчиков «Орис Пром», «ЧРЗ» и «Дмитровский завод РТИ» [14].

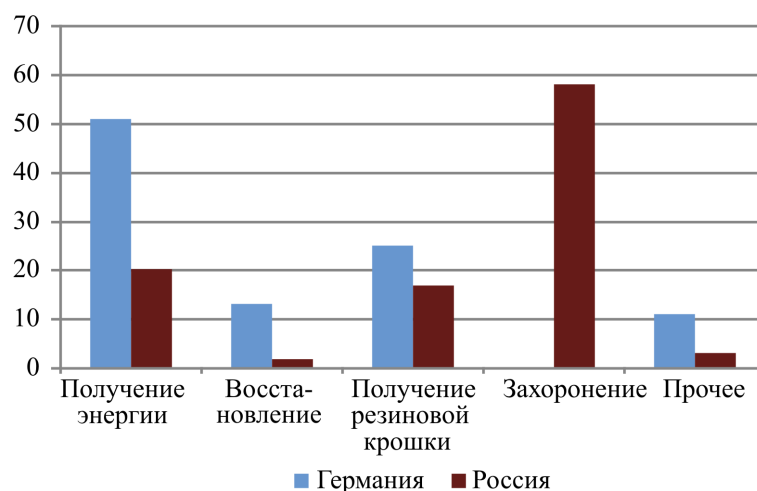


Рис. 3. Варианты использования отработанных шин в России и Германии

АО «Чистая планета», являющаяся региональным оператором по обращению с ТКО в Брянской области, регулярно весной и осенью проводит для населения акцию по бесплатной сдаче на утилизацию восьми шин. Для этого нужно привезти отработанные шины на любой из мусоросортировочных комплексов «Чистой планеты», которые находятся в Брянске, Жуковке, Комаричах, Сураже или Трубчевске, и оставить их в специально установленном бункере. Переработка шин осуществляется с помощью пиролизной установки [15].

Основа решения проблемы утилизации отработанных шин – это организация их сбора, и возможностей регионального оператора для этого недостаточно, поэтому целесообразно наладить сотрудничество с местами их накопления, т.е. с автосервисными организациями, оказывающими шиномонтажные услуги. Например, в г. Брянске количество автосервисных организаций достигает 200, из них четверть специализируются на шиномонтажных услугах (рис. 4) и практически около каждого из них накапливается некоторое количество отработанных шин, требующих последующей утилизации (рис. 5). Подобную практику можно было бы распространить и на автосервисы, находящиеся во всех населенных пунктах области.

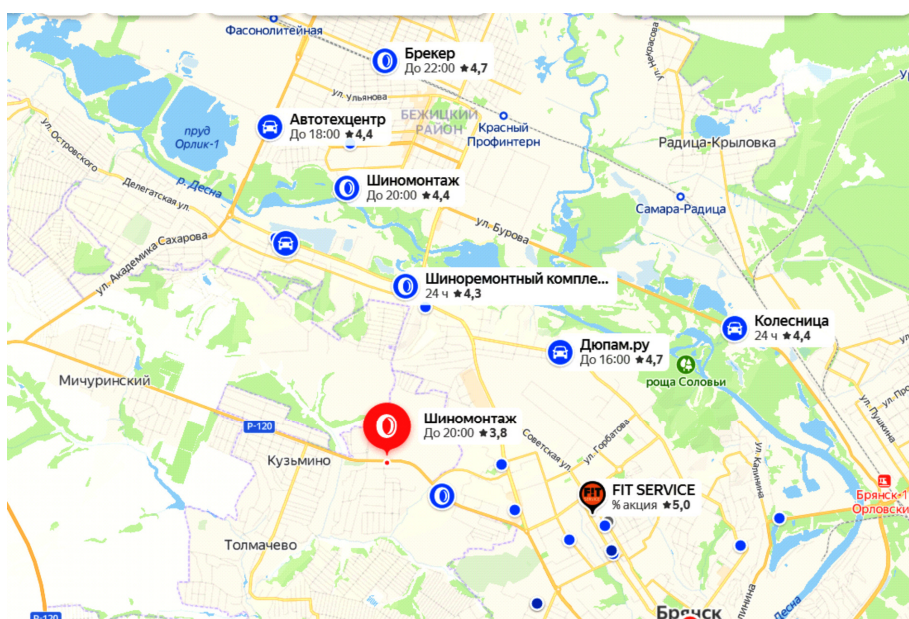


Рис. 4. Расположение автосервисов, специализирующихся на шиномонтажных услугах в г. Брянске



Рис. 5. Шиномонтажный сервис с отработанными шинами

Однако пока возможностей АО «Чистая планета» для переработки всех шин недостаточно, поэтому шины необходимо вывозить на ближайшие заводы по их переработке, которые расположены в г. Вязьма, Чехов, Белгород, а также в г. Гродно Республики Беларусь (рис. 6). В то же время их транспортировка на большие расстояния ведет к росту затрат, что снижает эффективность деятельности.

В Республике Беларусь в 2009–2015 гг., согласно данным государственной программы сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья, ежегодно образовывалось около 64,5 тыс. т изношенных шин. Разработанная программа позволила увеличить их переработку с 17,9 тыс. т (2008) до 26,7 тыс. т (2012). Основные переработчики – «Красносельскстройматериалы» и Белорусский цементный завод (Костюковичи), на которых шины используют в качестве топлива, Гродненское частное предприятие «Экологическая альтернатива». Однако мощностей белорусских предприятий для переработки всех отработанных шин также недостаточно.



Рис. 6. Местоположение ближайших предприятий по утилизации шин

Продление срока службы шин, в первую очередь для грузовых машин, возможно путем восстановления. В г. Брянске в структуре ОАО «Совтрансавто-Брянск-Холдинг» имеется шинный завод [16], занимающийся восстановлением изношенных автомобильных шин грузовых автомобилей как для собственных нужд предприятия (парк подвижного состава включает 300 тягачей импортного производства и 300 тентовых и рефрижераторных полуприцепов), так

и для сторонних грузовых компаний Брянской области и соседних областей. Шиноремонтный завод был создан в 90-е гг. XX в. по лицензии фирмы Bandag и восстанавливает пневматические бескамерные шины способом «холодной» вулканизации. Он укомплектован передовым технологическим и вспомогательным оборудованием. Мощность предприятия достигает 6000 восстанавливаемых шин в год при односменной работе. За последние 10 лет работы восстановлено более 52 000 автомобильных шин импортного производства. Особую актуальность данная задача приобретает в связи с ростом стоимости новых шин, а также санкционным давлением на Россию со стороны западных стран.



Рис. 7. Шиноремонтный завод на ОАО «Совтрансавто-Брянск-Холдинг»

Таким образом, решение задачи по полной утилизации отработанных автомобильных шин можно осуществить двумя способами – созданием новых предприятий (требуются значительные инвестиции в оборудование, землю, подготовку кадров) или расширением производства на существующих предприятиях (например, АО «Чистая планета», организация переработки шин на ОАО «Совтрансавто-Брянск-Холдинг»). Кроме этого, требуется наладить структуру сбора отработанных шин путем сотрудничества с автосервисными организациями.

Список литературы

1. Vehicle mix evaluation in Beijing's passenger-car sector: From air pollution control perspective / Guo, Jianxin & Zeng, Yuan & Zhu, Kaiwei & Tan, Xianchun // Science of The Total Environment. – 2021. – Vol. 785. – P. 147264. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147264.
2. Роль автомобилизации в экологии городской среды / Е.С. Воеводин, К.А. Акулов, С.А. Катаев [и др.] // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2021. – № 3. – С. 5–13. DOI 10.15593/24111678/2021.03.01.
3. Бондаренко Е.В., Филиппов А.А. Оценка использования некоторых видов моторного топлива по критериям экологической безопасности // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2010. – № 4 (52). – С. 31–35.
4. Сиваков В.В., Спиридонов В.Д., Милюкова А.В. Применение альтернативных видов топлива в автомобилях // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2 (57). – С. 119–125.
5. Сиваков В.В. Перспективы использования газа в качестве моторного топлива для автотранспорта в РФ // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2015. – № 21. – С. 90–94.
6. Как крупнейшие автоконцерны переходят на выпуск электромобилей [Электронный ресурс]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60a392c69a7947c6528c732b> (дата обращения: 18.03.2022).
7. Fevzi Feratovich Istablaev, Дустова М.П. Актуальность утилизации автомобильных шин // Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации: сб. статей III Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2021. DOI: 10.13140/RG.2.2.19844.04484.

8. Цифра дня: сколько автомобилей на планете? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.autonews.ru/news/5c9114d69a7947491f827c6e> (дата обращения: 18.03.2022)
9. Сиваков В.В., Гульцев Е.С. Эколого-экономические проблемы утилизации отработанных автомобильных шин // Экономика и эффективность организации производства. – 2015. – № 22. – С. 90–93.
10. Самая большая свалка автомобильных шин [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecoindustry.ru/photo/view/508.html> (дата обращения: 18.03.2022).
11. Мега-свалка использованных автомобильных шин отравляет окрестности испанского городка [Электронный ресурс]. – URL: <https://econet.ru/articles/5504-mega-svalka-ispolzovannyh-avtomobilnyh-shin-otravlyaet-okrestnosti-ispanskogo-gorodka> (дата обращения: 18.03.2022).
12. Крошка моя: как гигантская свалка покрышек в ХМАО может поссорить власти с потенциальным инвестором [Электронный ресурс]. – URL: <https://neft.media/yugra/materials/kak-gigantskaya-svalka-pokryshek-v-hmao-mozhet-possorit-vlasti-s-potencialnym-investorom-longneft> (дата обращения: 18.03.2022).
13. Финская компания Nokian Tyres пообещала расчистить Россию от шинных свалок [Электронный ресурс]. – URL: <https://ivbg.ru/7971346-finskaya-kompaniya-nokian-tyres-poobesh-hala-raschistit-rossiyu-ot-shinnyh-svalok.html> (дата обращения: 18.03.2022).
14. В Подмоскowie стартовала акция «Сдай старые шины на «Мегабак» [Электронный ресурс]. – URL: <https://chrz.ru/v-podmoskove-startovala-aksiya-sdaj-starye-shiny-na-megabak/> (дата обращения: 18.03.2022).
15. Сдай бесплатно шины от своей машины! [Электронный ресурс]. – URL: <https://chplanet.ru/sdaj-besplatno-shiny-ot-svoej-mashiny-3/> (дата обращения: 18.03.2022).
16. Шиноремонтный цех ООО «Ремтрансшина» [Электронный ресурс]. – URL: <https://sta.bryansk.ru/uslugi/shinoremontnyj-czeh/> (дата обращения: 18.03.2022)

References

1. Guo, Jianxin & Zeng, Yuan & Zhu, Kaiwei & Tan, Xianchun. (2021). Vehicle mix evaluation in Beijing's passenger-car sector: From air pollution control perspective. *Science of The Total Environment*. 785. 147264. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147264.
2. Voevodin E.S., Akulov K.A., Kataev S.A., Askhabov A.M., Kashura A.S. Rol' avtomobilizatsii v ekologii gorodskoy sredy [The role of motorization in the ecology of the urban environment]. *Transport. Transportnyye sooruzheniya. Ekologiya*, 2021, no. 3, pp. 5-13. DOI 10.15593/24111678/2021.03.01.
3. Bondarenko E.V., Filippov A.A. Ocenka ispol'zovaniya nekotorykh vidov motornogo topliva po kriteriyam ekologicheskoy bezopasnosti [Assessment of the use of certain types of motor fuel according to environmental safety criteria]. *AvtoGazoZapravochnyy kompleks + Al'ternativnoye toplivo*, 2010, no. 4 (52), pp. 31-35.
4. Sivakov V.V., Spiridonov V.D., Milyukova A.V. Primeneniye al'ternativnykh vidov topliva v avtomobilyakh [Application of alternative fuel types for vehicles]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2017. no. 2 (57), pp. 119-125.
5. Sivakov V.V. Perspektivy ispol'zovaniya gaza v kachestve motornogo topliva dlya avtotransporta v RF [Prospects for the use of gas as a motor fuel for vehicles in the Russian Federation]. *Novyye materialy i tekhnologii v mashinostroyenii*, 2015, no. 21, pp. 90-94.
6. Kak krupneyshiy avtokontserny perekhodyat na vypusk elektromobiley [How the largest automakers are switching to the production of electric vehicles]. available at: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60a392c69a7947c6528c732b> (accessed 18.03.2022).
7. Fevzi Feratovich, Istablaev & M.П. Дусрова. (2021). Aktual'nost' utilizatsii avtomobil'nykh shin [The relevance of car tire recycling]. DOI: 10.13140/RG.2.2.19844.04484.
8. Tsifra dnya: skol'ko avtomobiley na planete? [Number of the day: how many cars are on the planet]. available at: <https://www.autonews.ru/news/5c9114d69a7947491f827c6e> (accessed 18.03.2022)
9. Sivakov V.V., Gultsev E.S. Ekologo-ekonomicheskiye problemy utilizatsii otrabotannykh avtomobil'nykh shin [Ecological and economic problems of recycling used car tires]. *Ekonomika i effektivnost' organizatsii proizvodstva*, 2015, no. 22, pp. 90-93.
10. Samaya bol'shaya svalka avtomobil'nykh shin [The largest car tire dump]. available at: <http://www.ecoindustry.ru/photo/view/508.html> (accessed 18.03.2022).
11. Mega-svalka ispol'zovannykh avtomobil'nykh shin otravlyayet okrestnosti ispanskogo gorodka [Mega-dump of used car tires poisons the neighborhood of a Spanish town]. available at: <https://econet.ru/articles/5504-mega-svalka-ispolzovannyh-avtomobilnyh-shin-otravlyaet-okrestnosti-ispanskogo-gorodka> (accessed 18.03.2022).
12. Kroshka moya: kak gigantskaya svalka pokryshek v HMAO mozhet possorit' vlasti s potentsial'nym investorom [My baby: how a giant dump of tires in Khanty-Mansi Autonomous Okrug can quarrel the authorities with a potential inves-

tor]. available at: <https://neft.media/yugra/materials/kak-gigantskaya-svalka-pokryshek-v-hmao-mozhet-possorit-vlasti-s-potencialnym-investorom-longneft> (accessed 18.03.2022).

13. Finskaya kompaniya Nokian Tyres poobeshchala raschistit' Rossiyu ot shinnykh svalok [The Finnish company Nokian Tires has promised to clear Russia of tire dumps]. available at: <https://ivbg.ru/7971346-finskaya-kompaniya-nokian-tyres-poobeshchala-raschistit-rossiyu-ot-shinnyx-svalok.html> (accessed 18.03.2022).

14. V Podmoskov'ye startovala aktsiya «Sday staryye shiny na «Megabak» [Campaign “Hand over old tires to Megabak” started in the Moscow region]. available at: <https://chrz.ru/v-podmoskove-startovala-aktsiya-sdaj-starye-shiny-na-megabak> (accessed 18.03.2022).

15. Sday besplatno shiny ot svoey mashiny! [Give away tires from your car for free!]. available at: <https://chplanet.ru/sdaj-besplatno-shiny-ot-svoej-mashiny-3/> (accessed 18.03.2022).

16. Shinoremontnyy tsekh ООО “Remtransshina” [Tire repair shop LLC “Remtransshina”]. available at: <https://sta.bryansk.ru/uslugi/shinoremontnyj-czeh/> (accessed 18.03.2022)

Об авторах

Сиваков Владимир Викторович (Брянск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и сервис», заместитель директора по учебной работе Института лесного комплекса, транспорта и экологии, Брянский государственный инженерно-технологический университет (Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3, e-mail: sv@bgtu.ru ORCID: 0000-0002-0175-9030, ResearcherID: R-7264-2019).

Буглаев Анатолий Михайлович (Брянск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры доцент кафедры «Триботехническое материаловедение и технологии материалов» Брянского государственного технического университета (Россия, 241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, 7, e-mail: an.buglaev@yandex.ru ORCID: 0000-0001-6923-4815, ResearcherID: AАН-2776-2021).

Грядун Сергей Семенович (Брянск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры доцент кафедры «Триботехническое материаловедение и технологии материалов» Брянского государственного технического университета (Россия, 241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, 7, e-mail: grydunowcc@mail.ru ORCID: 0000-0003-1141-9969, ResearcherID: AAI-2666-2020).

Деревягин Роман Юрьевич (Брянск, Россия) – магистрант кафедры «Транспортно-технологические машины и сервис» Брянского государственного инженерно-технологического университета (Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3, e-mail: irom4u94@gmail.com).

About the authors

Vladimir V. Sivakov (Bryansk, Russian Federation) – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of «Transport and Technological Machines and Services» Department, Deputy Director for Academic Work in Institute of Forest Complex, Transport and Ecology, Bryansk State University of Engineering and Technology (3, Stanke Dimitrov Av., Bryansk, 241037, Russian Federation, e-mail: sv@bgtu.ru ORCID: 0000-0002-0175-9030, ResearcherID: R-7264-2019).

Anatoly M. Buglaev (Bryansk, Russian Federation) - Doctor of Engineering, Professor, Bryansk State Technical University (7, Boulevard 50 years of October, Bryansk, 241035, Russian Federation, e-mail: an.buglaev@yandex.ru ORCID: 0000-0001-6923-4815, ResearcherID: AАН-2776-2021).

Sergey S. Gryadunov (Bryansk, Russian Federation) – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Bryansk State Technical University (7, Boulevard 50 years of October, Bryansk, 241035, Russian Federation, e-mail: grydunowcc@mail.ru ORCID: 0000-0003-1141-9969, ResearcherID: AAI-2666-2020).

Roman Yu. Derevyagin (Bryansk, Russian Federation) – master's student of the «Transport and Technological Machines and Services» Department, Bryansk State University of Engineering and Technology (3, Stanke Dimitrov ave., Bryansk, 241037, Russian Federation, e-mail: irom4u94@gmail.com).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 25.03.2022

Одобрена: 31.03.2022

Принята к публикации: 26.05.2022

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Утилизация автомобильных шин: проблемы и возможные решения / В.В. Сиваков, А.М. Буглаев, С.С. Грядун, Р.Ю. Деревягин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2022. – № 2. – С. 36–43. DOI: 10.15593/24111678/2022.02.05

Please cite this article in English as: Sivakov V.V., Buglaev A.M., Gryadunov S.S., Derevyagin R.Yu. Tyre recycling: problems and possible solutions. *Transport. Transport facilities. Ecology*, 2022, no. 2, pp. 36-43. DOI: 10.15593/24111678/2022.02.05