

МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ И НЕПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Кострова З.А.¹, Михеев А.В.¹, к.т.н. Зезюлин Д.В.¹, к.т.н. Макаров В.С.¹,
д.т.н. Беляков В.В.¹, к.т.н. Бушуева М.Е.¹, к.б.н. Стручкова И.В.²
¹НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ²ННГУ им. Н.И. Лобачевского
zzz2015@yandex.ru

Рассмотрены основные причины необходимости утилизации шин, вышедших из употребления. Шина рассмотрена как сложное композитное изделие, которое должно удовлетворять таким требованиям, как устойчивость к повторно-переменным нагрузкам и разрушающему действию внешней среды и т.д. Именно эти свойства шин усложняют процесс утилизации. Для решения этих вопросов приведен среднестатистический состав шины. Показаны различия в обращении с изношенными шинами в различных странах и способы утилизации пневматических и непневматических шин: рассмотрены варианты холодного восстановления и горячего восстановления шины, приведен экономический эффект от восстановления шины по сравнению с заменой шины, приведены методы переработки изношенных шин – с разрушением резиновой составляющей, что приводит к деструкции полимера, и без разрушения резиновой составляющей. Приведено процентное соотношение использования восстановленных шин в общем объеме приобретаемых шин в ряде стран. Проведен анализ вариантов дальнейшей переработки шин – переработка шин в резиновую крошку и дальнейшее ее использование. Описаны общие конструктивные особенности шин без воздуха (непневматических шин) – «спицевых» и «сотовых». Проведено сравнение методов утилизации пневматических и непневматических шин с точки зрения конструкции и материала шины. Предложена обобщенная классификация методов утилизации полиуретановых материалов. Рассмотрены экологические вопросы утилизации шин. Установлены причины упрощения утилизации пневматических шин по сравнению с непневматическими (безвоздушными) шинами. Рассмотрена возможность применения биодеструкции в качестве одного из наиболее экономически и экологически эффективных способов утилизации материалов непневматических (безвоздушных) шин, а именно продуктов из полиуретана.

Ключевые слова: пневматические шины, непневматические (безвоздушные) шины, утилизация полимерных материалов, восстановление шин, переработка изношенных шин, биодеструкция полиуретанов.

Введение

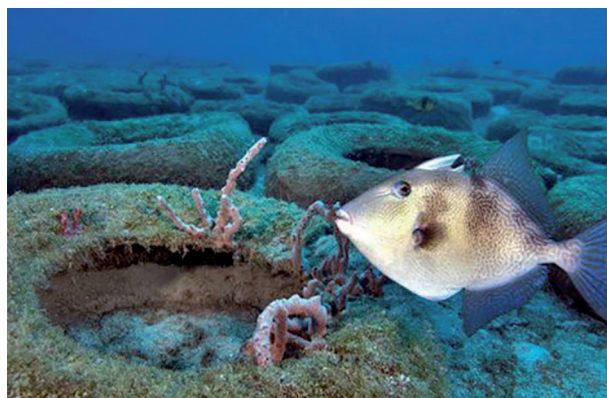
Изношенные шины – источник длительно-го загрязнения окружающей среды. Необходимость утилизации и переработки шин [1] связана с рядом факторов:

- 1) шины не подвергаются биологическому разложению в естественных условиях. Примером может служить разработанный в 1972 г. проект по утилизации старых покрышек путем создания из них искусственного рифа (площадью 150 тыс. м²) у берегов Южной Флориды – Рифа Осборна (рис. 1,а). Последствия – разрушение естественной среды обитания и экосистемы в целом, разрушение естественных рифов, загрязнение береговой полосы (рис. 1,б) и т.д.;
- 2) скопление старых покрышек – это благоприятное место для обитания грызунов и

- насекомых, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний (рис. 1,в);
- 3) свалки шин – это потеря полезных площадей, шины занимают большой объем ;
- 4) около 80% шины – не возобновляемые природные ресурсы;
- 5) шины обладают высокой пожароопасностью и при горении выделяют ядовитые вещества (рис. 1,г).

Здесь приведены только основные причины необходимости утилизации шин.

Жесткая конкурентная борьба за качество и надежность привела к тому, что состав и свойства каучуков, каркасных материалов, а также технология производства этих изделий весьма схожи у разных производителей. В результате современные шины представляют собой сложное композитное изделие из разнородных материалов, обладающее большой устойчиво-



а



б



в



г

Рис. 1. Свалки шин: а – шины Рифа Осборна [1]; б – шины, выброшенные на берег ураганом [1]; в – скопление старых покрышек [2]; г – горение свалки шин [3]

стью к механическим повторно-переменным нагрузкам и разрушающим факторам внешней среды. Эти свойства шин, крайне необходимые для обеспечения безопасной эксплуатации колесной техники, становятся крайне неприятными при решении проблемы их ликвидации после завершения жизненного цикла [4].

В странах ЕС обращение с изношенными шинами контролируется следующим образом [5]:

- 1) установлен запрет на захоронение целых шин;
- 2) утилизации подлежит до 85% общего объема вышедшего из употребления транспортного средства (ТС);
- 3) введен запрет на сжигание шин.

Важно отметить, что утилизация во всех европейских странах платная: тот, кто сдает шины, обязан оплатить так называемый экологический взнос. В зависимости от типа шины экологический взнос может достигать 110 евро.

Шина, которая поступает на утилизацию, состоит из ряда элементов. Все элементы в составе шины можно разделить на резиновые составляющие, металл, текстильные нити армирования и прочие составляющие (на-

пример, клей). Примерный, среднестатистический состав шины: сажа (30%), синтетический каучук (28%), натуральный каучук (12%), смягчающие масла (10%), сталь (10%), другие нефтехимические составляющие (5%), прочие составляющие (5%).

Цель исследования

Целью исследования является выявление методов утилизации и проведение сравнительного анализа способов обращения с пневматическими и непневматическими (безвоздушными) шинами, выведенными из эксплуатации.

Методы утилизации

На сегодняшний день можно выделить два основных пути работы с изношенными шинами: восстановление шин (наложение нового протектора) и переработка шин, не подлежащих использованию по прямому назначению.

Существует два способа восстановления шин [6]: холодное восстановление и горячее восстановление. При холодном восстановлении происходит наложение тонкого слоя не-

вулканизированной резины, а поверх него вулканизированной протекторной ленты, далее проводится вулканизация при температуре 100°C. Физические свойства каркаса остаются неизменными, возможно трехкратное восстановление. При горячем восстановлении проводится вулканизация и формирование рисунка протектора в пресс-форме при температуре более 150°C. При данном способе восстановления происходит ослабление связей между металлокордом и резиной из-за воздействия высоких температур, повреждается структура каркаса шины, восстановление возможно только один раз.

Авторами статьи «Восстановленные шины в России» [7] была проведена оценка относительной стоимости одного километра пробега «новых» и «восстановленных» шин (на примере шин Marangoni), которая показала, что для восстановленных шин эта величина составила: для шин, эксплуатировавшихся на задней оси, около 70% от стоимости новых и 80% для шин, эксплуатировавшихся на передней оси. Таким образом, экономия использования восстановленных шин в приведенном примере составляет 30% и 20%, соответственно.

На рис. 2 приведено потребление восстановленных шин в общем объеме покупаемых шин в ряде стран.

Известны два принципиально различных вида технологических процессов переработки изношенных шин: с разрушением и без разрушения их резиновой составляющей. Методы переработки изношенных шин с разрушением резиновой составляющей основаны на процессах сжигания, термического и каталитического крекинга, пиролиза, разложения резины под действием озона, кислорода и других химических реагентов. Применение этих методов приводит к глубокой деструктуризации полимера, в большинстве случаев – к распаду молекулярной цепи. Получаемые продукты горения или разложения можно рассматривать как возможное сырье для органического и нефтехимического синтеза. Протекание таких процессов требует больших затрат энергии и наличия достаточно сложного оборудования. Поэтому для того, чтобы оправдать все затраты, ценность полученных в результате такой переработки продуктов должна быть очень высокой [2], и на сегодняшний день в основном применяются методы переработки резины, ко-

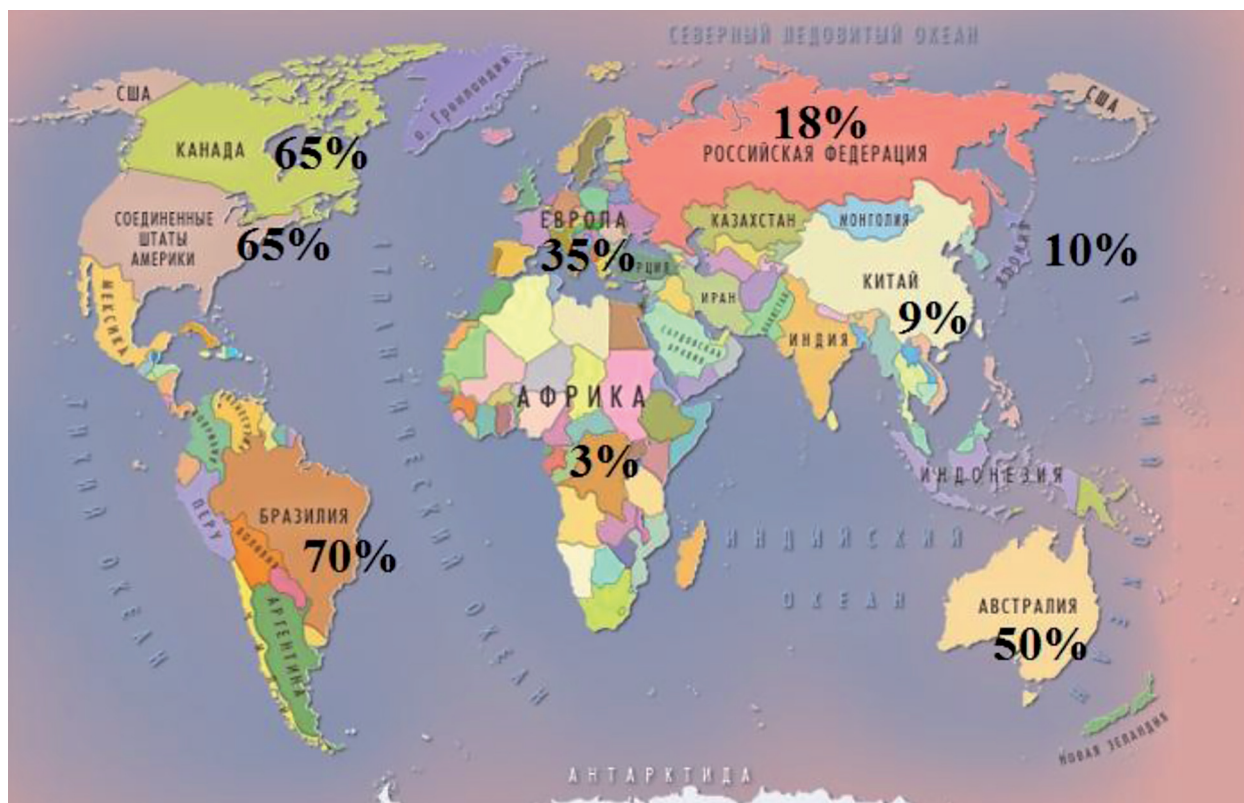


Рис. 2. Потребление восстановленных шин в общем объеме приобретаемых шин

торые обеспечивают максимальное сохранение химической составляющей с целью производства резиносодержащих изделий из восстановленной резины.

ООО «Н.Т.Д ТАМАННО» [8] предлагает технологию растворения автошин в органическом растворителе. Авторы проекта предлагают метод материального рециклинга, в результате которого образуется бензиновая фракция (используется на предприятиях нефтехимии, а также НПЗ при производстве высокооктанового экологически чистого бензина), мазут (по своим показателям соответствует ГОСТ 1058-99 (М-40)) и технический углерод (направляется на облагораживание, в результате чего получают углерод-углеродные материалы или электропроводный техуглерод) [8]. Созданная технологическая линия растворения автопокрышек и облагораживания техуглерода является поточной, то есть непосредственно весь технологический процесс не будет иметь контакта с атмосферой вплоть до вывода готовых продуктов в накопители (резервуары, склады хранения продукции) и перегрузки для дальнейшей транспортировки к потребителю. Растворитель циркулирует в замкнутой системе и не имеет контактов с атмосферой. Для нагрева растворителя применяется трубчатая печь с огневым нагревом. Печь типичная для установок нефти и газопереработки. Нагрев электроэнергией нерентабелен. Дымовые газы образуются при сгорании топлива в печи. В качестве топлива используется углеводородный газ (газ, получаемый в процессе переработки автошин, природный газ) [8].

Ряд авторов [9] предлагают технологии, при которых составляющие извлекаются из покрышки без нарушения физико-химических свойств, чтобы была возможность их повторного использования, например, при производстве новых автомобильных покрышек. Бортовые кольца редко получают повреждения ввиду своей прочности и вполне пригодны для повторного использования. Усилитель борта также является достаточно прочным элементом, число поврежденных в ходе эксплуатации нитей невелико, и их также можно использовать повторно. Брекер подвергается деформации при движении – механические повреждения брекера в процессе его эксплуатации часто приводят к нецелесообразности его повторного использования. К тому же извлечение нитей брекера (доли миллиметра) – достаточно слож-

ная техническая задача. Однако, извлеченный брекер даже в виде пучка стальных нитей нашел применение, например, в строительстве – при производстве фибробетонов. Сталь, используемая в покрышках, имеет высокое качество, поэтому актуальность вторичного использования стальных элементов не вызывает сомнений. Таким образом, на первом этапе из покрышки удаляют бортовые кольца, затем брекера, а затем отделяется беговая дорожка (протектор). Удаление нейлоновых нитей бандажа возможно как в целом, так и измельченном виде [9].

Ряд компаний-производителей [3] предлагают технологическую схему и оборудование для переработки шин в крошку. Резиновая крошка используется во многих областях (рис. 4). Из нее изготавливают новые автомобильные покрышки, РТИ для автомобилей, техпластины, водоотталкивающие покрытия для крыш, ж/д шпалы и подрельсовые прокладки, напольные коврики и подошвы для обуви, колеса для инвалидных колясок и коек. Также этот материал используют для покрытия дорог, футбольных полей, теннисных кортов и детских площадок. Из резиновой крошки изготавливают плитки и добавляют ее в бетон для строительства [3].

Преимущества применения резиновой крошки:

- долговечность: срок службы, изготовленного по всем правилам продукта, может варьироваться от 20 до 40 лет, и основные показатели, которыми обладает резиновая крошка, во многом превосходят аналогичные показатели керамической плитки, асфальта, бетона, песчаной брусчатки, линолеума и других; резиновые покрытия могут поглощать уровень шума до 28 дБ;
- резиновое покрытие является отличным амортизирующим материалом, а также отличным противоскользящим средством;
- не задерживает на себе снег, наледь и другие осадки;
- высокий уровень износостойчивости позволяет резиновым покрытиям препятствовать вредным воздействиям окружающей среды [10].

В 2004 г. компания Michelin продемонстрировала шины без воздуха с упругими деформируемыми спицами из полиуретана Tweel (рис. 3,а) [11]. Конструктивно Tweel – система цельных внутренних ступиц, прикрепленных



Рис. 3. Непневматические (безвоздушные) шины:
а – шины Michelin Tweel [11]; б – шины Bridgestone AirFree [13];
в – шины Polaris [12]; г – шины Hankook iFlex [15]

к полуоси. Вокруг них расположены полиуретановые спицы, соединенные в определенной последовательности. Через спицы проходит растяжной хомут, формируя внешний край шины [12]. Компания Bridgestone представила конструкцию непневматической шины AirFree – колесо состоит из металлического диска и шины, которая представляет собой два кольца, соединенные упругими элементами (рис. 3,б) [12]. Материалы, применяемые в этих шинах, подлежат утилизации и повторной переработке. За счет этого достигается дополнительная экономия на ресурсах (и снижение стоимости для покупателей). Компания Polaris продемонстрировала свое видение безвоздушных шин, заменив систему спиц на систему сот (рис. 3,в). Компания Hankook (рис. 3,г) создала шину, в которой собственно шина и обод – одно целое [12–15].

Таким образом, непневматические шины – «спицевые» или «сотовые» – конструктивно функционируют как единое целое. Среди преимуществ I-Flex корейцы называют упрощенную утилизацию, благодаря особому ма-

териалу, из которого они изготовлены (синтетический полиуретан). 95% I-Flex – это переработанные материалы.

Методы вторичной переработки продуктов из полиуретана [16] включают процессы регенерации энергии, такие как сжигание и использование выделяемого тепла для производства электроэнергии. Другой способ заключается в механической переработке, включая измельчение и повторное использование отходов полиуретана в качестве наполнителя формованной продукции. Третий способ представляет собой химическое разделение полиуретана на его мономерные составляющие с последующим повторным использованием мономеров для производства новой полиуретановой продукции [15]. Одним из возможных экологически безопасных и относительно дешевых способов утилизации полимерных материалов может стать биодеструкция – процесс, связанный с выработкой микроорганизмами ферментов, резко ускоряющих деструкцию макромолекул [17]. В процессе жизнедеятельности микроорганизмов образуются вещества, повышающие

деструктивную активность среды. Биодеструкция может быть рассмотрена как самостоятельный вид разрушения поверхности материалов [18, 19]. В ряде работ [19, 20] рассмотрено деструктивное влияние (химическое и механическое) некоторых видов микромицетов на полимерные материалы. Степень микробиологической стойкости полимеров зависит от химической природы макромолекул самого полимера, его надмолекулярная структура и строение, физическая структура материала. Биологическая стойкость полимерных материалов также зависит от добавок и примесей, которые всегда присутствуют в полимерах (наполнители, модификаторы, стабилизаторы, пластификаторы, противостарители и др.).

Выводы

Таким образом, проведенный анализ показывает, что на сегодняшний день возможны следующие варианты переработки вышедших из употребления шин, классификация которых представлена на рис. 4.

Из предоставленных данных можно также сделать вывод, что утилизация непневматических шин значительно упрощается по сравнению с переработкой пневматических шин за счет изменения конструкции колеса (нет необходимости дополнительного извлечения металлических и других составляющих), а также материала покрышки.

Литература

1. Утилизация и вторичное использование резины. URL: <http://vtorothodi.ru/pererabotka/pererabotka-rezinovux-pokryshek>. Дата доступа 15.05.2016.
2. Ветошкин А.Г. Утилизация резинотехнических изделий. Защита литосферы от отходов. Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. 189 с.
3. Переработка покрышек. URL: <http://mmgazeta.ru/06.07.2012/pererabotka-pokryshek.htm>. Дата доступа 05.05.2016.
4. Пармухина Е.Л. Как склад для изношенных шин превратить в прибыльное предприятие // Экологический вестник России. 2010. № 3. С. 22–24.
5. «Сибур» проанализировал проблему утилизации шин в России. URL: <http://colesa.ru/news/10449>. Дата доступа 18.05.2016.
6. О восстановлении шин. URL: http://www.rktp-trade.ru/?page_id=1719. Дата доступа 18.05.2016.
7. Виколюв М.П., Кушн И.П. Восстановленные шины в России. URL: <http://xn--80aplfch0e.xn--p1ai/tekhnicheskaja-informatsija/>. Дата доступа 15.05.2016.
8. Старков С.В. Технология переработки автошин путем растворения в органическом растворителе, предлагаемая ООО «Н.Т.Д. ТАМАННО» г. Москва. URL: <http://drimer.pro/catalog/kompanii-tamanno>.
9. Куракова П.А., Макаров М.М., Родионов Ю.В. К вопросу о выборе способа переработки автомобильных покрытий // Автотранспортное предприятие. 2008. № 12. С. 23–25.

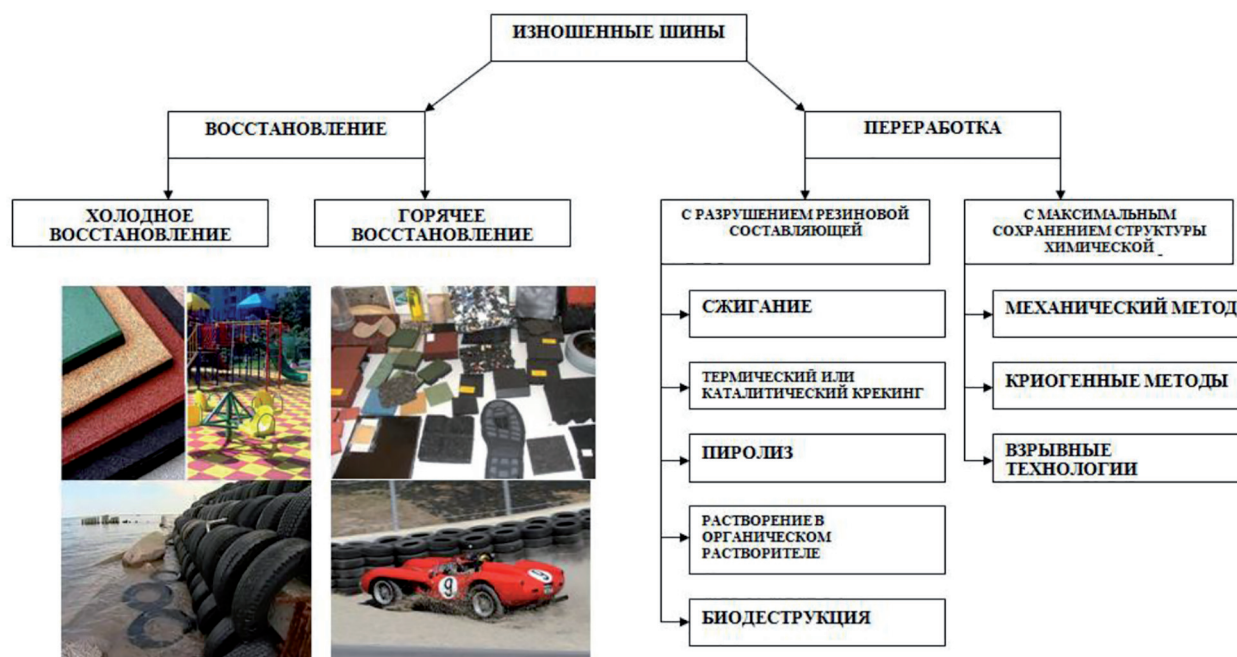


Рис. 4. Классификация способов утилизации шин

10. Новая жизнь старой покрышки. URL: <http://lenoblnews.info/ecology/item/8009-novaya-zhynz-staroy-pokryshki.html>. Дата доступа 30.04.2016.
11. Кострова З.А., Михеев А.В., Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Колотилин В.Е., Бушуева М.Е., Беляков В.В. Эволюция колеса // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2016. № 2(113). С. 121–135.
12. Михеев А.В., Беляков В.В., Макаров В.С., Зезюлин Д.В., З.А. Кострова З.А. Оценка деформации колеса, оснащенного непневматической шиной при компьютерном моделировании вертикального статического нагружения // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2015. № 2(109). С. 162–169.
13. Беляков В.В. и др. Статистическая модель выбора геометрических параметров, массо-инерционных, мощностных и скоростных характеристик многоосных колесных транспортно-технологических машин // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2015. № 4(111). С. 136–147.
14. Беляков В.В., Беляев А.М., Бушуева М.Е. и др. Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 3 (100). С. 145–174.
15. Михеев А.В., Кострова З.А., Беляков В.В., Зезюлин Д.В., Макаров В.С. Анализ возможностей применения безвоздушных шин на автотракторной технике и сельхозмашинах // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 5. С. 21–26.
16. Кострова З.А., Михеев А.В., Зезюлин Д.В. и др. Историческое изменение конструкции колеса как опорно-тяговой системы элементов движителей транспортных средств с позиции применяемых материалов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2016. № 2(113). С. 136–150.
17. Albinas Lugauskas. Micromycetes as deterioration agents of polymeric materials / Albinas Lugauskas, Loreta Levinskaite, Dalia Peciulyte // International Biodeterioration & Biodegradation. 2003. № 52. P. 233–242.
18. Елинсон В.М., Лямин А.Н., Щур П.А., Хазиев Б.С. Повышение стойкости к биодеструкции полимерных материалов и изделий при наноструктурировании их поверхности ионно-плазменными методами // Материалы международной научно-технической конференции INTERMATIC. 2014. С. 78–83.
19. Семичева А.С. Определение микробиологической стойкости полимерных материалов и изыскание путей их защиты. Заключительный отчет по научно-технической работе по теме № 1372. Научно-исследовательский институт химии при Горьковском государственном университете им. Н.И. Лобачевского. Горький, 1985. 85 с.
20. Семичева А.С. Исследование устойчивости к действию грибовкабельных пластикатовна основе ПВХ с целью защиты их от биоповреждений. Заключительный отчет по научно-технической работе по теме № 1760. Научно-исследовательский институт химии при Горьковском государственном университете им. Н.И. Лобачевского. Горький. 1990. 93 с.

References

1. Recycling and reuse of rubber (In Russ.). URL: <http://vtorothodi.ru/pererabotka/pererabotka-rezinovykh-pokryshek> (accessed 15.05.2016).
2. Vetoshkin A.G. *Utilizatsiya rezinotekhnicheskikh izdeliy. Zashchita litosfery ot otkhodov* [Recycling of rubber products. Protection of the lithosphere from the waste.]. Penza: Izd-vo Penz. Gos. Un-ta Publ., 2005. 189 p.
3. Recycling of tires (In Russ.). URL: <http://mmgazeta.ru/06.07.2012/pererabotka-pokryshek.htm> (accessed 05.05.2016).
4. Parmukhina E.L. How to turn storage for used tires into a profitable enterprise. *Ekologicheskij vestnik Rossii*. 2010. No 3. pp. 22-24 (In Russ.).
5. “Sibur” has analyzed waste tire problem in Russia (In Russ.). URL: <http://colesa.ru/news/10449> (accessed 18.05.2016).
6. Recovery of tires (In Russ.). URL: http://www.rkt-trade.ru/?page_id=1719 (accessed 18.05.2016).
7. Vikolov M.P., Kushn I.P. Retreaded tires in Russia (In Russ.). URL: <http://xn--80aplfcfh0e.xn--p1ai/tehnicheskaja-informatsiya/> (accessed 15.05.2016).
8. Starkov S.V. Technology of tire recycling by dissolution in an organic solvent, proposed by LLC “N.T.D. TAMANNO”, Moscow (In Russ.). URL: <http://drimer.pro/catalog/kompaniia-tamanno>.
9. Kurakova P.A., Makarov M.M., Rodionov Yu.V. The choice of method of processing automotive coatings. *Avtotransportnoe predpriyatie*. 2008. No 12. pp. 23-25 (In Russ.).
10. New life of old tire (In Russ.). URL: <http://lenoblnews.info/ecology/item/8009-novaya-zhynz-staroy-pokryshki.html> (accessed 30.04.2016).
11. Kostrova Z.A., Mikheev A.V., Zezyulin D.V., Makarov V.S., Kolotilin V.E., Bushueva M.E., Belyakov V.V. Wheel evolution. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2016. No 2(113). pp. 121-135 (In Russ.).
12. Mikheev A.V., Belyakov V.V., Makarov V.S., Zezyulin D.V., Z.A. Kostrova Z.A. Evaluation of wheel deformation equipped with non-pneumatic tire with a computer simulation of the vertical static load. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2015. No 2(109). pp. 162-169 (In Russ.).
13. Belyakov V.V. i dr. Statistical model of selecting geometrical parameters, weight and inertia, power speed characteristics of multi-wheeled transport and technological machines. *Trudy NGTU im.*

- R.E. Alekseeva. 2015. No 4(111). pp. 136-147 (In Russ.).
14. Belyakov V.V., Belyaev A.M., Bushueva M.E. i dr. Mobility concept of ground transport and technological machines. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2013. No 3(100). pp. 145-174 (In Russ.).
 15. Mikheev A.V., Kostrova Z.A., Belyakov V.V., Zezyulin D.V., Makarov V.S. Analysis of possibilities for the use of airless tires for automotive vehicles and agricultural machinery. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2016. No 5. pp. 21-26 (In Russ.).
 16. Kostrova Z.A., Mikheev A.V., Zezyulin D.V. i dr. Historical changes in the design of wheel as support-traction system of propulsion elements of vehicles from the position of used materials. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2016. No 2(113). pp. 136-150 (In Russ.).
 17. Albinas Lugauskas. Micromycetes as deterioration agents of polymeric materials. Albinas Lugauskas, Loreta Levinskaite, Dalia Peculyte. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2003. № 52. P. 233–242.
 18. Elinson V.M., Lyamin A.N., Shchur P.A., Khaziev B.S. Increasing of resistance to biodegradation of plastic materials and products with nano structuring of its surface by ion-plasma methods. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii INTERMATIC [Proceedings of the international scientific-technical conference INTERMATIC]*. 2014. pp. 78 – 83 (In Russ.).
 19. Semicheva A.S. *Opredelenie mikrobiologicheskoy stoykosti polimernykh materialov i izyskanie putey ikh zashchity*. Zaklyuchitel'nyy otchet po nauchno-tekhnicheskoy rabote po teme № 1372. Nauchno-issledovatel'skiy institut khimii pri Gor'kovskom gosudarstvennom universitete im. N.I. Lobachevskogo [Determination of microbiological resistance of polymeric materials and finding ways to protect them. Final report of the scientific and technical work on theme number 1372. Scientific-Research Institute of Chemistry at the Gorky State University n.a. N. I. Lobachevsky.]. Gor'kiy, 1985. 85 p.
 20. Semicheva A.S. *Issledovanie ustoychivosti k deystviyu gribov kabel'nykh plastikatov na osnove PVKh stsel'nyu zashchity ikh ot biopovrezhdeniy*. Zaklyuchitel'nyy otchet po nauchno-tekhnicheskoy rabote po teme № 1760. Nauchno-issledovatel'skiy institut khimii pri Gor'kovskom gosudarstvennom universitete im. N.I. Lobachevskogo [Study of resistance to the action of fungi of cable compounds based on PVC in order to protect them from biodegradation. Final report of the scientific and technical work on number theme 1760. Scientific-Research Institute of Chemistry at the Gorky State University n.a. N. I. Lobachevsky.]. Gor'kiy. 1990. 93 p.

METHODS OF RECYCLING OF PNEUMATIC AND NON-PNEUMATIC TIRES

Z.A. Kostrova, A.V. Mikheev, Ph.D. Z.V. Zezyulin, Ph.D. V.S. Makarov,
Dr.Eng. V.V. Belyakov, Ph.D. M.E. Bushueva, Ph.D. I.V. Struchkova
 Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,
 Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
 zzz2015@yandex.ru

Paper discusses main reasons for the necessity of tires utilization. The tire is considered as a complex composite part which should satisfy the requirements for resistance to repeating and variable loads and the damaging effects of the environment, etc .; these properties make it difficult to recycle tires; to solve the problem an average composition of the tire is provided. Differences in the treatment of worn tires in different countries and ways of utilization of pneumatic and non-pneumatic tires are shown; variants for cold and hot recovery tires are provided; the economic effect of tire recovery comparing with tire replacement is shown; methods of processing used tires with the destruction of the rubber component that causes polymer degradation and without destruction of the rubber component are provided. The percentage of use of retreaded tires in the total amount of tires purchased in some countries is given. The analysis of options for further processing of tires as processing tires into rubber crumb and its further use was made. The general structural features of the tire without air (non-pneumatic) – “spoke” and “cellular” are described. A comparison of methods for utilization of pneumatic and non-pneumatic tires in terms of structure and the tire material was made. The generalized classification of methods of disposal of polyurethane materials is proposed; environmental issues of tires recycling are shown. The reasons to simplify recycling of pneumatic tires comparing to non-pneumatic (airless) tires are provided. The possibility of using biodegradability as one of the most economically and environmentally effective ways of recycling materials for non-pneumatic (airless) tires, namely polyurethane products was discussed.

Keywords: pneumatic tires, non-pneumatic (airless) tires, recycling of polymer materials, recovery of the tires, recycling of used tires, biodegradation of polyurethanes.