

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-6-24>

УДК 678.029.46

## РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ (ОБЗОР)

Р. М. ДОЛИНСКАЯ<sup>+</sup>, Н. Р. ПРОКОПЧУК

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Беларусь

*Описаны виды отходов резинотехнических изделий и показана возможность их использования. Наиболее крупными по габаритам, многотоннажными и сложными по составу отходами резины являются автомобильные шины. Производство шин для автотехники, мототехники, транспортёрных лент, шлангов, дорожных и строительных машин, колесных тракторов постоянно растёт, а, следовательно, непрерывно увеличиваются и отходы их потребления. Проблема их утилизации остро стоит во всех индустриально развитых странах. Несмотря на существование множества способов переработки шин и использование продуктов их утилизации, объём переработки покрышек в настоящее время не превышает 30%. В основном это связано со значительными материальными затратами, организацией дополнительных производств и недостаточной эффективностью известных процессов. Независимо от способов утилизации автомобильных шин и различных резинотехнических изделий всегда стремятся получить ту продукцию, которая успешно реализуется на рынке. В настоящее время к такой продукции относятся: регенерат; резиновая крошка; жидкие углеводородные смеси; пиролизный газ. Наибольшее внимание уделяется первым двум видам отходов. Регенерат — пластичный материал, способный подвергаться технологической обработке, вулканизоваться при введении в него вулканизирующих агентов. Добавление регенерата в резиновые смеси позволяет экономить каучук, наполнители, пластификаторы. Регенерат способствует увеличению стойкости к атмосферному старению и окислению, к повышенной температуре, сопротивлению к разрастанию трещин. Резиновую крошку получают путем измельчения вулканизованных резиновых отходов. Применяют крошку с диаметрами частиц от 0,2 до 3 мм. Используют в качестве эластичного наполнителя, что позволяет производить покрытия для пола спортивных и промышленных сооружений, различные виды резинотехнических изделий, асфальтобитумные смеси.*

**Ключевые слова:** отходы резин, рециклинг, резиновая крошка, регенерат, методы утилизации резинотехнических изделий, тонкоизмельченный резиновый порошок, пластифицированный измельченный вулканизат.

## RECYCLING OF WASTE OF RUBBER PRODUCTS (REVIEW)

R. M. DOLINSKAYA<sup>+</sup>, N. R. PROKOPCHUK

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University, Sverdlov St., 13a, 220006, Minsk, Belarus

*The types of waste are described and the possibility of their use is shown. The largest in size, large-tonnage and complex in composition rubber waste are car tires. The production of tires for vehicles, motorcycles, conveyor belts, hoses, road and construction machines, wheeled tractors is constantly growing, and, therefore, their consumption waste is constantly increasing. The problem of their disposal is acute in all industrialized countries. Despite the existence of many ways to recycle tires and use the products of their disposal, the volume of tire recycling does not currently exceed 30%. This is mainly associated with significant material costs, the organization of additional production and insufficient efficiency of the known processes.*

<sup>+</sup> Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: raisa\_dolinskaya@mail.ru

Regardless of how to dispose of car tires and various rubber products, products always strive to get the one that is successfully sold on the market. Currently they include: regenerate; rubber crumb; liquid hydrocarbon mixtures; pyrolysis gas. The greatest attention is paid to the first two names. Regenerate is a plastic material capable of undergoing technological treatment, vulcanized with the introduction of vulcanizing agents. Adding regenerate to rubber compounds allows saving rubber, fillers, plasticizers. Regenerate helps to increase resistance to atmospheric aging and oxidation, to elevated temperature, resistance to the growth of cracks. Crumb rubber — produced by grinding vulcanized rubber waste. Apply crumb with particle diameters from 0.2 to 3 mm. Used as an elastic filler that allows you to produce floor coverings for sports and industrial facilities, various types of rubber products, asphalt bitumen mixtures.

**Keywords:** ubber waste, recycling, crumb rubber, regenerate, rubber products recycling methods, overground rubber powders, plasticized crushed vulcanizates.

Поступила в редакцию 15.07.2019

© Р. М. Долинская, Н. Р. Прокопчук, 2020

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)  
Full text of articles can be purchased from the editorial office

**Адрес редакции:** ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь  
**Телефон/факс:** +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

**Address:** Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus  
**Phone:** +375 (232) 34 06 36. **Fax:** +375 (232) 34 17 11

**E-mail:** [polmattex@gmail.com](mailto:polmattex@gmail.com)  
**Web:** <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

#### Образец цитирования:

Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р. Рециклинг отходов резинотехнических изделий (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 1. С. 6–24. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-6-24>

#### Citation sample:

Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. Retsikling otkhodov rezinotekhnicheskikh izdeliy (obzor) [Recycling of waste of rubber equipment (review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 1, pp. 6–24. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-6-24>

#### Литература

1. Технология утилизации автомобильных шин, а также их восстановление // ЭкоРезина: сайт компании [Электронный ресурс] URL: <http://www.ecorezina.ru/information> (дата обращения: 14.04.2019).
2. Самойленко А. Ю., Тужиков О. И. Получение сульфидрильных катионитов на основе измельченной протекторной резины // Поволжский экономический вестник. 2000. Вып. 7. С. 69–71.
3. Ахметханов Р. М., Кадыров Р. Г., Минскер К. С. Вторичная переработка поливинилхлорида с использованием метода упруго-деформационного диспергирования // Пластические массы. 2002. № 4. С. 45–46.
4. Дроздовский В. Ф., Разгон Д. Р. Переработка и использование изношенных шин (направления, экономика, экология) // Каучук и резина. 1995. № 2. С. 2–8.
5. Носков Л. В., Овчинникова Г. П., Артеменко С. Е. Оценка пригодности к рециклингу вторичных полимеров. // Пластические массы. 2002. № 8. С. 45–46.
6. Никулина Н. С., Седых В. А. Отход сернокислотного производства вулканизирующий агент резиновых смесей на основе бутадиенстирольного каучука // Материалы V Межрегиональной научно-практической конференции «Промышленность и наука» (21–23 марта 2009 г.). Воронеж, 2009. С. 96–98.
7. Семенов Г. В., Ананьев В. В., Кириш И. А., Герасимов А. И., Старостин Н. П. Переработка полимерных отходов при влиянии ультразвука // Пластические массы. 2008. № 10. С. 41–44.
8. Шаповалов А. Б. Рециклинг отходов нанодеструкцией в товарные продукты // Справочник эколога. 2015. № 3. С. 82–90.
9. Никулина Н. С., Вережников В. Н., Никулин С. С., Провоторова М. А., Пугачева И. Н. Перспектива применения отхода свеклосахарного производства – мелассы в технологии выделения каучука из латекса // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2018. Т. 61, № 11. С. 109–115.
10. Володина Д. А., Азарова С. В., Перегудина Е. В. Рециклинг отходов пластмасс // Молодой ученый. 2015. № 11. С. 535–537.

11. Давидюк А. А., Иващенко А. С., Одноров Е. П. Исследование применения материалов, полученных путем вторичной переработки сырья // Научное обозрение. 2017. № 18. С. 19–21.
12. Трофименко Ю. В., Воронцов Ю. М., Трофименко К. Ю. Переработка и использование изношенных шин // Твердые бытовые отходы. 2014. № 3 (93). С. 42–49.
13. Переработка и использование полимерных, шинных и резинотехнических отходов в мировой практике. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2002. 160 с.
14. Долинская Р. М. Не в отходы, а в доходы или как разработки белорусских химиков неожиданно решили застарелые проблемы // Химия и бизнес. 2008. № 4. С. 52–53.
15. Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. Т. 11, № 4. С. 923–930.
16. Ruikun Dong, Mengzhen Zhao. Research on the pyrolysis process of crumb tire rubber in waste cooking oil // Renewable Energy, 2018, vol. 125, pp. 557–567. doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.133
17. Пугачева И. Н., Черных О. Н., Никулин С. С. Влияние природы коагулирующих агентов и волокнистого наполнителя на свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2. С. 153–155.
18. Пономарева В. Т., Лихачева Н. Н., Ткачик З. А. Использование пластмассовых отходов за рубежом // Пластические массы. 2002. № 5. С. 44–48.
19. Фомин В. А., Гузев В. В. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования // Пластические массы. 2001. № 2. С. 42–48.
20. Серенко О. А., Мурадова У. А., Мешков И. Б., Оболонкова Е. С., Зеленецкий С. Н., Музафаров А. М. Измельчение отходов силиконовой резины методом упругодеформационного воздействия // Каучук и резина. 2008. № 3. С. 24–27.
21. Сви́дская Т. Д., Долинская Р. М., Щербина Е. И. Использование вторичных эластомерных материалов для изготовления изделий // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы X Международной научно-технической конференции (Гродно, 15–16 октября 2013 г.). Минск. Беларуская навука, 2014. С. 344 – 347.
22. Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2012. № S(39). С. 184–189.
23. Битумнорезиновое композиционное вяжущее Битрэк, его свойства и особенности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bitrack.ru> (дата обращения: 14.04.2019).
24. Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р. Изучение совместимости компонентов в композиции эластомер–регенерат // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2017. № 199. С. 55–59.
25. Прокопчук Н. Р., Щербина Е. И., Долинская Р. М., Сви́дская Т. Д. Разработка технологии использования отходов резиновой промышленности с целью получения новых изделий // Труды БГТУ. Серия 4. Химия и технология органических веществ, материалов и изделий. 2007. Т. 1, № 4. С. 121–123.
26. Фролов И. А., Зверева У. Г., Дударева Т. В., Красоткина И. А., Никольский В. Г., Люсова Л. Р., Наумова Ю. А. Использование многотоннажных техногенных отходов для создания битумных композитов с улучшенными показателями долговечности // Тонкие химические технологии. 2018. Т. 13, № 2. С. 64–71.
27. Гузь Р. В., Кудрявцева Ю. С., Ермакова Л. С. Теоретические аспекты использования резиновой крошки в качестве связующего компонента в битумных эмульсиях для дорожного строительства // Новая наука в интерпретации современного образовательного процесса: сборник научных трудов / под ред. С. В. Кузьмина. Казань, 2017. С. 275–277.
28. Амаева Ф. Ш., Алигаджиев М. М., Абдурахманов А. А. О размещении искусственного рифа в Каспийском море // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22, № 2. С. 87–92.
29. Yang Li, Shuai Zhang, Ruijun Wang, Fanning Dang. Potential use of waste tire rubber as aggregate in cement concrete – A comprehensive review // Construction and Building Materials, 2019, vol. 225, pp. 1183–1201.
30. Dobrotá Dan, Dobrotá Gabriela. An innovative method in the regeneration of waste rubber and the sustainable development // Journal of Cleaner Production, 2018, vol. 172, pp. 3591–3599.
31. Кушкимбаева И. Н., Кунавина Е. А. Исследование возможности применения отходов резины для изготовления шумоизолирующего материала. // Актуальные вопросы в науке и практике: сборник статей по материалам XIV Международной научно-практической конференции, Самара, 04 февраля 2019. Часть 1 (3). Уфа: Дендра, 2019. С. 9–12.
32. Кушкимбаева И. Н., Кунавина Е. А. Физико-химическое обоснование возможности использования отходов резины с древесным наполнителем для изготовления шумоизолирующего материала. // Современные научные исследования: теория, методология, практика: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 35–38.
33. Абрамова Н. Л., Зобина М. В., Акопян Л. А. Релаксационные свойства гидрированных бутадиен-нитрильных эластомеров // Каучук и резина. 2006. № 6. С. 5–9.
34. Ильясов Р. С., Дорожкин В. П., Минигалиев Т. Е. Влияние мягчителя РО на релаксационные и термомеханические характеристики резиновых смесей и резин // Каучук и резина. 2006. № 3. С. 27–30.
35. Шишляников В. М., Корчагин П. А., Танков Д. Ю., Пи-чхидзе С. Я. Резиновые смеси для шлангов с пониженной топливопроницаемостью // Сборник докладов XI международной научно-практической конференции «Шины, РТИ и каучуки» (20–24 мая 2008 г.). М., 2008. С. 38–39.
36. Лаптиева В. С., Пугачева И. Н. Создание перспективных эластомерных композиций на основе вторичных полимерных материалов // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 4-2. С. 145–148.
37. Порфирьева С. В., Петров В. Г., Павлова Н. В., Кольцов Н. И. Утилизация отходов поликапроамида при получении полиуретанов // Пластические массы. 2008. № 4. С. 55–56.
38. Gang Liu, Yangshi Liang, Hao Chen, Hao Wang, Xin Gu. Influence of the chemical composition and the morphology of crumb rubbers on the rheological and self-healing properties of bitumen // Construction and Building Materials, 2019, vol. 210, pp. 555–563.
39. Ayman Abdelmonem, M. S. El-Feky, El-Sayed A. R. Nasr, Mohamed Kohail. Performance of high strength concrete containing recycled rubber // Construction and Building Materials, 2019, vol. 227, article 116660.
40. Farhad Aslani, Guowei Ma, Dominic Law Yim Wan, Vinh Xuan Tran Le. Experimental investigation into rubber granules and their effects on the fresh and hardened properties of self-compacting concrete // Journal of Cleaner Production, 2018, vol. 172, pp. 1835–1847.
41. Ачкасов М. А., Немахов И. В., Гончарова М. А. Исследование стойкости резиновой крошки к набуханию в различных средах // Молодежный научный вестник: электронный научно-практический журнал. 2017. № 2 (14). С. 114–116. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mvnauka.ru/2017/02/Achakosov.pdf> (дата обращения: 15.05.2019).
42. Beirach L. Ya. Crucial outbreak in the field of recycling of rubber wastes // Каучук и Резина. 2016. № 4. С. 52–55.
43. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I. Utilization of Fine-Dispersion Phosphoanhydrite in Rubber-Technical Products Manufacturing // Paper

- of 3-rd World Congress on Desalination and Water Reuse. France, 1987, pp. 234–236.
44. Гиршик Р. Л. Низкотемпературная экологически чистая установка для переработки изношенных шин. Нижнекамск, 2000. 50 с.
  45. Макаров В. М., Дроздовский В. Ф. Использование амортизированных шин и отходов резиновых изделий. Л.: Химия, 1986. 248 с.
  46. Ващенко Ю. Н., Голуб Л. С., Захаров Ю. И., Мануилова С. А., Савельев В. В., Чепурный В. В. Применение модифицированного измельченного вулканизата в резинах для шин и РТИ // Вопросы химии и химической технологии. 2004. № 5. С. 73–80.
  47. Новаков И. А., Новопольцева О. М., Кракшин М. А. Методы оценки и регулирования пластоэластических и вулканизационных свойств эластомеров и композиций на их основе. М.: Химия, 2000. 239 с.
  48. Дроздовский В. Ф. Применение модифицированных и немодифицированных измельченных вулканизатов // Каучук и резина. 1997. № 2. С. 48–50.
  49. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. New Rubber Products made on the Basis of Recycled scrap Tires // Materials of the 6 Russian Rubber Conference «Materials Rubber 2016: Traditions and Innovations». Moscow, 2016, pp. 99–100.
  50. А. с. 925920 СССР, МКИ С04 В 45/12, С08 L 95/00. Состав для получения рулонного изоляционного материала / Р. М. Долинская, Е. И. Щербина, Л. М. Виноградова, Я. И. Трипутина. N 2996413/23-05; заявл. 17.09.80; опубл. 07.05.82, Бюл. N 17.
  51. А. с. 925921 СССР, МКИ С04 В 45/12, С08 L 95/00. Состав для получения рулонного изоляционного материала / Р. М. Долинская, Е. И. Щербина, Л. М. Виноградова, Я. И. Трипутина. N 2996414/23-05; заявл. 17.09.80; опубл. 07.05.82, Бюл. N 16.
  52. Гордеева И. В., Лусова Л. Р., Наумова Ю. А., Никольский В. Г., Зверева У. Г. Бинарный модификатор асфальтобетонов серии «ПОЛИЭПОР–РП», получаемый методом высокотемпературного сдвигового соизмельчения резиновой крошки и термоэластопласта // Каучук и резина. 2016: традиции и инновации. Материалы VI Всероссийской конференции. Москва: КиР, 2016. С. 65–66.
  53. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д., Щербина Е. И. Модифицированные эластомерные композиции – энергосберегающий композиционный материал // Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии» (29–30 октября 2009 г.): в 2 ч. Ч. 1. Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2010. С. 292–299.
  54. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д., Щербина Е. И. Энергосберегающий материал для изготовления шприцованных изделий // Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии» (29–30 октября 2009 г.): в 2 ч. Ч. 1. Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2010. С. 284–292.
  55. Долинская Р. М., Щербина Е. И., Крутько Э. Т., Галиева Ж. Н. Использование отходов производства в составе эластомерных композиций // Вопросы химии и химической технологии. 2008. Т. 13, № 6. С. 59–60.
  56. Свицерская Т. Д., Долинская Р. М., Щербина Е. И., Марусова С. Н., Русецкий В. В., Прокопчук Н. Р. Утилизация отходов резиновой промышленности // Материалы Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (24–26 ноября 2010 г.): в 2 ч. Ч. 1. Минск: БГТУ, 2010. С. 42–44.
  57. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д., Щербина Е. И. Ресурсосберегающая технология переработки отходов резиновых производств с целью получения новых материалов // Материалы I Международной конференции Российского химического общества имени Д. И. Менделеева «Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической и нефтехимической промышленности». (29–30 сентября 2009 г.). М., 2009. С. 114.
  58. Rusetsky V. V., Shcherbina E. I., Dolinskaya R. M. Progressive technologies recycling wastes rubber in qualitative industrial goods // Materials of International Conference sustainable waste management and recycling: Challenges and opportunities (14–15 September 2004). London: Kingston University, 2004, pp. 98–103.
  59. Долинская Р. М., Бомбер О. В., Прокопчук Н. Р. Использование отходов химической промышленности в производстве резинотехнических изделий // Сборник научных трудов 27-го международного симпозиума «Проблемы шин, РТИ и эластомерных композиций» (10–14 октября 2016 г.). М., 2016. С. 122–131.
  60. А. с. 812808 СССР, МКИ С08 L 95/00, С08 K 5/01. Композиция для рулонного гидроизоляционного материала / Р. М. Долинская, Е. И. Щербина, А. И. Зеленский, В. Г. Сузанский, В. П. Ковалерчик, В. Ф. Воронкова. N 2632627/23-05; заявл. 19.06.78; опубл. 15.03.81, Бюл. N 10.
  61. Kosior E., Forrest A. Durable Pipe Compounds from High Density Polyethylene Milk Bottles // EcoRecycle Victoria, Melbourne, Australia, 2000 [Электронный ресурс]. URL: www.ecorecycle.vic.gov.au (дата обращения: 23.04.2019)
  62. А. с. 857191 СССР, МКИ С08 L 95/00. Состав для получения рулонного изоляционного материала / Р. М. Долинская, Е. И. Щербина, Н. Г. Алексеев. N 2807215/23-05; заявл. 06.08.79; опубл. 23.08.81, Бюл. N 31. 4 с.
  63. Пат. 2705 РБ, МПК 6 С08 L 23/34, E04 B 1/62, E08 D 5/00. Рулонный гидроизоляционный материал / Долинская Р. М., Качан В. А.; заявитель и патентообладатель Долинская Р. М., Качан В. А. N 960403; заявл. 01.08.1996; опубл. 30.03.1998, Бюл. № 2. 3 с.
  64. Долинская Р. М., Кудинова Г. Д., Щербина Е. И. Использование отходов химической промышленности Белоруссии в производстве резинотехнических изделий. Минск, 1990. 36 с.
  65. Введенский П. С. Изучение механических свойств дистракционного регенерата // Фундаментальные исследования. 2013. № 9-6. С. 1172–1178.
  66. Христофорова А. А., Филиппов С. Э., Лебедев А. В., Гоголев И. Н., Соколова М. Д., Заровняев Б. Н. Перспективы применения резиновой крошки в составе дорожных покрытий глубоких карьеров // Научный журнал КубГА. 2011. № 74 (10). С. 12–22.
  67. Яцун А. В., Коновалов Н. П., Ефименко И. С. Жидкие продукты пиролиза отработанных автомобильных шин под воздействием СВЧ // Химия твердого топлива. 2013. № 4. С. 60–62.
  68. Ривин Э. М. Новые направления использования отходов нефтехимии: вып. 3. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1994. 16 с. (Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность. Обзорная информация. Серия: промышленность синтетического каучука).
  69. Бабаш С. Е., Мухина Т. Н. Возможные направления развития технологии и конструктивного оформления процесса пиролиза углеводородного сырья // Химическая промышленность сегодня. 1998. № 11. С. 12–14.
  70. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д., Щербина Е. И., Прокопчук Н. Р., Цыбульская Е. И. Использование отходов резиновой промышленности для создания новых резинотехнических изделий // Труды БГТУ. Серия IV. Химия и химическая технология органических веществ. 2008. Вып. XVI. С. 100–102.
  71. Ямпольский В. Б., Сечина Г. Ю. Способ переработки отходов производства литьевых полиуретанов в клеевые композиции // Пластические массы. 2001. № 5. С. 41–42.
  72. Шаховец С. Е., Богданов В. В. Комплексная регенерация шин. Санкт-Петербург: Проспект науки, 2008. 191 с.
  73. Шаховец С. Е., Смирнов Б. Л. Интенсивная технология регенерации резин // Каучук и резина. 2006. № 1. С. 34–36.
  74. Касаткин М. М. Переработка амортизированных автомобильных (авиационных) шин и отходов резины. М.: СигналЪ, 2000. 29 с.
  75. Корнев А. Е., Буканов А. М., Швердяев О. М. Технология эластомерных материалов. М.: Химия, 2000. 288 с.
  76. А. с. 956297 СССР, МКИ В 29 Н 19/00, С08 L 9/00. Способ измельчения резин / М. Е. Соловьев, Н. Д. Захаров, Е. М. Соловьев, К. Ф. Колкир, В. А. Сапронов, А. Г. Шварц, В. Ф. Дроздовский. N 3267090/23-05; заявл. 27.03.81; опубл. 07.09.82, Бюл. N 33.
  77. Белобородова Т. Г., Панов А. К., Минскер К. С. Универсальная установка измельчения «мягких» полимерных отходов // Пластические массы. 2002. № 7. С. 46–48.
  78. Шаховец С. Е., Бузид Х., Богданов В. В. Малозатратная регенерация отходов резинотехнического и шинного производств // Каучук и резина. 2006. № 2. С. 30–31.

79. Пат. 70659 РФ, МПК C10G 1/10, C10J 3/02. Установка для переработки резиносодержащих отходов / Шаповалов А. Б.; заявитель и патентообладатель Шаповалов А. Б. N 2007142728/22; заявл. 21.11.2007; опубл. 10.02.2008, Бюл. № 4. 3 с.
80. Aoudia K., Azem S., Ait Hocine N., Gratton M., Pettarin V., Seghar S. Recycling of waste tire rubber: microwave devulcanization and incorporation in a thermoset resin // *Waste Management*, 2017, vol. 60, pp. 471–481.
81. Zhenzhen Cheng, Mengwen Yan, Liming Cao, Jiarong Huang, Xianwu Cao, Daosheng Yuan, Yukun Chen. Design of nitrile rubber with high strength and recycling ability based on  $Fe^{3+}$ -catechol group coordination // *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2019, vol. 58, no. 9, pp. 3912–3920. doi:10.1021/acs.iecr.8b05993
82. Meng Chen, Wei Chen, Hui Zhong, Dong Chi, Yuhan Wang, Mingzhong Zhang. Experimental study on dynamic compressive behaviour of recycled tyre polymer fibre reinforced concrete // *Cement and Concrete Composites*, 2019, vol. 98, pp. 95–112.
83. Шутилин Ю. Ф. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров. Воронеж: Воронеж. гос. техн. акад., 2003. 871 с.
84. Голуб Л. С., Солдатова Т. А., Ващенко Т. В., Сирченко И. А., Захаров Ю. И., Ващенко Ю. Н. Аспекты применения измельченных вулканизатов в составе композиционных эластомерных материалов // Тезисы докладов Международной конференции по каучуку и резине (1–4 июня 2004 г.). М., 2004. С. 77–78.
85. Адов М. В., Краснов П. Л., Пичхидзе С. Я., Панова Л. Г. Применение мелкодисперсного порошка резины на основе этиленпропиленового каучука в рецептуре резиновых смесей на основе этого каучука // *Каучук и резина*. 2009. № 6. С. 32–34.
86. Семенов Г. В., Ананьев В. В., Кириш И. А., Козьмин Д. В., Губанова М. И. Переработка полимерных отходов при влиянии на них ультразвука // *Пластические массы*. 2008. № 10. С. 41–44.
87. Савченко Б. М., Гриненко В. М., Пахаренко А. В., Кострицкий В. В., Пахаренко В. А. Влияние отходов резины на свойства полипропиленовых композиций // *Пластические массы*. 2007. № 1. С. 30–33.
88. Адов М. В., Зуев А. В., Пичхидзе С. Я., Юровский В. С. Применение мелкодисперсного порошка резины на основе хлоропренового каучука в рецептуре резиновых смесей на основе этого каучука // *Каучук и Резина*. 2010. № 4. С. 25–27.
89. Петухова Н. А., Гусев А. Д., Карпунин Г. А., Зайцев И. И. Сравнительный анализ качества травмобезопасных покрытий в зависимости от метода переработки резинотехнических изделий // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. С. 382.
90. Усачев С. В., Соловьев О. Ю., Воронов В. Н., Гальбин Г. М., Сергеева Н. Л. Особенности вторичной переработки амортизированных вторичных камер и диафрагм // *Каучук и резина*. 2005. № 1. С. 24–31.
91. Пат. 22966780 РФ, МПК C08 J 5/10, C08 J 11/08. Способ активации измельченных отходов вулканизированной резины и материал на их основе / Серенко О. А., Музафаров А. М., Мешков И. Б., Баженов С. Л.; заявитель и патентообладатель институт синтетических полимерных материалов имени Н. С. Ениколопова РАН, Казань. N 2005138338/01; заявл. 09.12.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. N 10. 9 с.
92. Шаповалов А. Б. Рециклинг изношенных шин нанодеструкцией // *Экологический вестник*. 2011. № 11. С. 108–115.
93. Самойленко А. Ю., Тужиков О. И. Сорбирование газообразного сероводорода измельченной протекторной резины // *Проблемы освоения прикаспийской впадины: сборник статей*. Вып. 60. Волгоград, 2002. С. 199–205.
94. Матвеев К. С., Солтовец Г. Н., Буркин А. Н. Рециклинг интегральных полиуретановых композиций // *Пластические массы*. 2002. № 10. С. 46–48.
95. Миронович Л. М., Павленко А. А. Интерполимерная композиция на основе отходов зонтичной ткани, содержащих поликапроамид и полиэтилентерефталат // *Пластические массы*. 2007. № 9. С. 48–49.
96. Болдырев В. С. Способы разрушения изношенных резиновых изделий // *Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Наука–производство–технологии–экология» (21–24 марта 2004 г.)*. Киров, 2004. С. 161–162.
97. Долинская Р. М., Кудинова Г. Д., Щербина Е. И. Использование отходов переработки торфа в резинах. // *Производство и использование эластомеров*. 1992. Вып. 1. С. 37–39.
98. Долинская Р. М., Кудинова Г. Д., Щербина Е. И. Исследование цинксодержащего отхода в качестве вулканизирующего агента хлоропренового каучука // *Труды Белорусского технологического института. Серия IV. Химия и технология органических веществ*. 1993. Вып. 1. С. 3–8.
99. Карманова О. В., Попова Л. В., Тарасова А. А., Осошник И. А. Новые технологические добавки к резиновым смесям // Тезисы докладов X научно-практической конференции «Шины, РТИ и каучуки» (13–14 марта 2007 г.). М., 2007. С. 54–57.
100. Жураев А. Б., Адиллов Р. И., Алимухамедов М. Г., Магруппов Ф. А. Пути утилизации отходов полиэтилентерефталата // *Пластические массы*. 2005. № 3. С. 47–51.
101. Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р. Влияние размера резиновой крошки на свойства эластомерных композиций // *Технология органических веществ: тезисы докладов 82-ой научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (1–14 февраля 2018 г.)*. Минск: БГТУ, 2018. С. 74–76.
102. Polyester: Fifty Years of Achievement: Tomorrow's Ideas and Profits / eds.: Brunndchweiler D. and Hearle J. UK: The Textile Institute, 1993. 368 p.
103. Долинская Р. М., Щербина Е. И., Виноградова Л. М. Изучение свойств мелкодисперсного фосфоангидрита как наполнителя резиновых смесей // *Производство и использование эластомеров*. 1991. Вып. 5. С. 30–32.
104. Долинская Р. М., Евсей А. В., Щербина Е. И., Прокопчук Н. Р. Новое – это хорошо переработанное старое. Композиционные материалы на основе отходов полимеров // *Химия и бизнес*. 2008. № 6–7. С. 30–41.
105. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д., Щербина Е. И., Прокопчук Н. Р., Марусова С. Н., Русецкий Д. В. Отходы резиновых производств – перспективный материал для создания новых изделий // *Труды БГТУ*. № 4. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2013. № 160. С. 45–47.
106. А. с. 1219549 СССР, МКИ C04 B 18/04, C08 B 25/00. Состав для получения шумопоглощающего материала / Р. М. Долинская, Е. И. Щербина, И. Я. Качур, В. Ф. Воронкова, Л. Д. Архипенко. N 36238/29-33; заявл. 15.07.83; опубл. 23.03.86, Бюл. N 11.
107. Вольфсон С. А., Никольский В. Г. Твердофазное деформационное разрушение и измельчение полимерных материалов. Порошковые технологии // *Высокомолекулярные соединения*. 1994. № 6. С. 1040–1056.
108. Филоньчев А. А., Акшинская В. В. Использование глубокого охлаждения для повышения энергоэффективности технологии переработки изношенных автомобильных шин // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. С. 139–140.
109. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д. Возможность использования отходов для получения изделий конструкционного назначения. // *Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы IX-ой Международной научно-практической конференции (21–23 ноября 2012 г.)*. Гродно, 2012. С. 357–364.
110. Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р., Свицерская Т. Д., Русецкий В. В. Использование полимерных отходов как вторичного сырья // Тезисы докладов IX-ой Международной научно-технической конференции «Эластомеры: материалы, технология, оборудование, изделия» (24–28 сентября 2012 г.). Днепрпетровск, 2012. С. 155–156.
111. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R., Rusetskiy D. V., Marusova S. N., Shcherbina Y. I., Sviderskaya T. D. The Development of new Products using Recycled Materials Belorussian // *Belarusian-German “Scientific and Technical cooperation and Technology transfer in the sphere of power efficiency and waste processing” (10–12 December 2012)*. Minsk: Belorussian National Technical University, 2012, pp. 47.
112. Долинская Р. М., Свицерская Т. Д., Прокопчук Н. Р., Русецкий Д. В. Использование полимерных отходов как вторичного сырья // *Вопросы*

- химии и химической технологии. 2013. № 1. С. 81–83.
113. Gent A. N. *Engineering with Rubber. How to Design Rubber Components*. Munich: Carl Hanser Verlag, 2016. 447 p.
  114. Кострыкина Г. И., Цветков М. В., Карвонен С. Н. Влияние модифицированного измельченного вулканизата на прочностные свойства резин // *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2009. Т. 52, № 10. С. 131–133.
  115. Бордунов, В. В., Бордунов С. В., Леоненко В. В. Получение волокнистых материалов из отходов термопластов // *Пластические массы*. 2005. №9. С. 38–39.
  116. Донцов А. А. Процессы структурирования эластомеров. М.: Химия, 1978. 288 с.
  117. Христофорова А. А., Соколова М. Д. Механохимическая активация резиновой крошки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2009. № 6. С. 30–33.
  118. Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р. Модификация поверхности измельченного вулканизата для его использования в составе эластомерных материалов / *Материалы LVII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2018 г.: в 3 ч. Ч. 1. Воронеж, 2019. С. 143*
  119. Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р. Изучение совместимости композиции эластомер–регенерат–модификатор / *Тезисы докладов 81 научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (1–12 февраля 2017 г.)*. Минск, 2017. С. 64–66.
  120. Fang Y., Zhan M., Wang Y. The status of recycling of waste rubber // *Material and Design*, 2000, no. 22, pp. 123–127.
  121. Fukumori K., Matsushita M. Material Recycling Technology of Crosslinked Rubber Waste // *Recycle and Design Review of Toyota CRDL*, 2003, vol. 38, no. 1, pp. 39–47.
  122. Sombatsomporn N., Kumnuantip C. Rheology, Cure Characteristics, Physical and Mechanical Properties, Properties of Tire Tread Reclaimed Rubber/Natural Rubber Compounds // *Journal of Applied Polymer Science*, 2003, vol. 87, pp. 1723–1731.
  123. Пат. 2096180 РФ, МПК 6 В 60С 9/06. Покрышка пневматической шины диагональной конструкции / Грошков В. В., Носов В. И., Глазков В. А., Франков Н. А., Торхунов В. В., Воронина Г. В.; заявитель и патентообладатель ТОО «Ярославский шинный завод». N 95119145/11; заявл. 09.11.1995г.; опубл. 20.11.1997, Бюл. N12. 7с.
  124. Попова Л. В., Карманова О. В., Тихомиров С. Г., Корыстин С. И. Использование сопутствующих продуктов масложировой промышленности в рецептурах резиновых смесей // *Каучук и резина*. 2008. № 4. С. 45–46.
  125. Корыстин С. И., Попова Л. В., Тарасевич Т. В. Исследование состава отходов производства растительных масел // *Материалы XLIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2005 год. Ч. 1. Воронеж: ВГТА, 2006. С. 192*.
  126. Ayrilmis N., Buyuksari U. Umit, Avci E. Utilization of waste tire rubber in manufacture of oriented strandboard // *Waste Management*, 2009, vol. 29, pp. 2553–2557.
  127. Scheirs J. *Polymer Recycling: Science, Technology and Applications*. UK: John Wiley & Sons, 1999, pp. 187–189.
  128. Долинская Р. М., Щербина Е. И., Гугович С. А. Использование полимерных отходов для производства изоляционных материалов // *Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы IX-ой Международной научно-практической конференции (21–23 ноября 2012 г.)*. Гродно, 2012. С. 353–357.
  129. Пат. 17991 РБ, МПК C08 L 23/16, C08 K 13/02. Способ изготовления полимерной композиции для производства резинотехнических изделий / Долинская Р. М., Свицкая Т. Д., Гугович С. А., Прокопчук Н. Р.; заявитель и патентообладатель БГТУ, Минск. N a20111572; заявл. 23.11.2011г.; опубл. 30.06.2013. Бюл. N 4. 5 с.
  130. Пат. 17992 РБ, МПК C08 L 9/06, C08 L 17/00. Способ изготовления резиновой смеси / Долинская Р. М., Щербина Е. И. Свицкая Т. Д., Русецкий Д. В., Марусова С. Н., Прокопчук Н. Р.; заявитель и патентообладатель БГТУ, Минск. № a20111573; заявл. 23.11.2011; опубл. 30.06.2013. Бюл. N 5. 4 с.
  131. Яцун А. В., Коновалов П. Н., Коновалов Н. П. Газообразные продукты пиролиза автомобильных покрышек под действием сверхвысоких частот // *Химия твердого топлива*. 2008. № 3. С. 70–75.
  132. Пат. 2383562 РФ, МПК C08J11 / 04, C08J13/ 20. Способ получения резиновой крошки / Соколова М. Д., Христофорова А. А., Морозова Л. Я., Рубанов П. А.; заявитель и патентообладатель Институт проблем нефти и газа СО РАН. Заявл. 31.03.2008; опубл. 10.03.2010. Бюл. N 1. 3 с.
  133. Мазубай Л. В., Амерханов Т. Б. Расчет и проектирование оснастки оборудования для экструзии труб из композиции «полиэтилен–резиновая крошка» // *Наука и Техника Казахстана*. 2019. № 2. С. 86–94.
  134. Серенко О. А., Гончарук Г. П., Ракитянский А. Л., Караева А. А., Оболонков Е. С., Баженов С. Л. Влияние температуры на деформационное поведение композита на основе полипропилена и частиц резины // *Высокомолекулярные соединения*. 2007. Т. 49, № 1. С. 71–78.
  135. Долинская Р. М., Щербина Е. И., Прокопчук Н. Р., Русецкий В. В. Применение переработанных изношенных шин в новых резинотехнических изделиях // *Мир шин*. 2008. № 10. С. 43–45.
  136. Горбань Т. В., Журавлев В. А., Онорина Л. Э., Кожина Т. В., Рак И. А. Утилизация и вторичная переработка отходов производства полиуретанов // *Пластические массы*. 2001. № 4. С. 39–40.
  137. Пат.18380 РБ, МПК C04 В 14/46, C04 В 18/16, C04 В 28/26. Сырьевая смесь на основе отходов базальтовой ваты для получения теплоизоляционного материала / Леонич С. Н., Свиридов Д. В., Шукин Г. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П., Карпушенков С. А.; заявитель и патентообладатель БГУ, Минск. N a20120926; заявл. 14.06.2012; опубл. 30.06.2014. Бюл. N 3. 5 с.
  138. Фролов В. А., Меркулов С. А., Селезнев К. А. Влияние условий обработки резиновой крошки на степень ее девулканизации // *Молодой ученый*. 2014. № 3. С. 362–364.

## References

1. Tehnologija utilizacii avtomobil'nyh shin, a takzhe ih vosstanovlenie [Technology for the disposal of car tires, as well as their restoration]. *JekoRezina*, 2013. Available at: <http://www.ecorezina.ru/information> (accessed 14.04.2019).
2. Samojlenko A. Ju., Tuzhikov O. I. Poluchenie sulfidril'nyh kationitov na osnove izmel'chennoj protektoznoj reziny [Getting Sulfhydryl Cation Exchangers Based on Ground Protective Rubber]. *Povolzhskij jekonomicheskij vestnik [Volga Economic Journal]*, 2000, vol. 7, pp. 69–71.
3. Ahmethanov R. M., Kadyrov R. G., Minsker K. S. Vtorichnaja pererabotka polivinilhlorida s ispol'zovaniem metoda uprugodeformacionnogo dispergirirovaniya [Recycling of polyvinyl chloride using the method of elastic-strain dispersion]. *Plasticheskie massy [Plastics]*, 2002, no. 4, pp. 45–46.
4. Drozdovskij V. F., Razgon D. R. Pererabotka i ispol'zovanie iznoshennykh shin (napravleniya, ekonomika, ekologiya) [Recycling and use of used tires (directions, economics, ecology)]. *Kauchuk i rezina [Rubber and rubber]*, 1995, no. 2, pp. 2–8.
5. Noskov, L. V., Ovchinnikova G. P., Artemenko S. E. Ocenka prigodnosti k reciklingu vtorichnyh polimerov [Evaluation of recyclability of secondary polymers]. *Plasticheskie massy [Plastics]*, 2002, no. 8, pp. 45–46.
6. Nikulina N. S., Sedyh V. A. Othod semokislотного производства вулканизующих agent резинovyh smesey na osnove butadien-stirol'nogo

- kauchuka [Waste sulfuric acid production vulcanizing agent of rubber mixtures based on styrene-butadiene rubber]. *Materialy V Mezhhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Promyshlennost' i nauka»* [Proceedings of the V Interregional Scientific and Practical Conference "Industry and Science"]. Voronezh, 2009, pp. 96–98.
7. Semenov G. V., Anan'ev V. V., Kirsh I. A., Gerasimov A. I., Starostin N. P. Pererabotka polimernykh otkhodov pri vliyaniy na nikh ul'trazvuka. [Recycling of polymer waste under the influence of ultrasound]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2008, no. 10, pp. 41–44.
  8. Shapovalov A. B. Recikling otkhodov nanodestruktsiej v tovarnye produkty [Waste recycling by nanodestruction into commercial products]. *Spravochnik jekologa* [Handbook of ecologist], 2015, no. 3, pp. 82–90.
  9. Nikulina N. S., Verezhnikov V. N., Nikulin S. S. Perspektiva primeneniya otkhoda sveklosakharnogo proizvodstva – melassy v tekhnologii vydeleniya kauchuka iz lateksa [The prospect of using beet sugar production waste – molasses in the technology of rubber isolation from latex]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Series: Chemistry and Chemical Technology], 2018, vol. 61, no. 11, pp. 109–115.
  10. Volodina D. A., Azarova S. V., Peregudina E. V. Recikling otkhodov plastmass [Recycling plastic waste]. *Molodoj uchenyj* [Young scientist], 2015, no. 11, pp. 535–537.
  11. Davidjuk A. A., Ivashenko A. S., Odnorovov E. P. Issledovanie primeneniya materialov, poluchennykh putem vtorichnoj pererabotki syr'ya [Study of the use of materials obtained by recycling of raw materials]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific review], 2017, no. 18, pp. 19–21.
  12. Trofimenko Yu. V., Vorontsov Yu. M., Trofimenko K. Yu. Pe-rerabotka i ispol'zovanie iznoshennykh shin [Recycling and use of worn tires]. *Tverdye bytovye otkhody* [Municipal solid waste], 2014, no. 3 (93), pp. 42–49.
  13. Pererabotka i ispol'zovanie polimernykh, shinnykh i rezi-notekhnicheskikh otkhodov v mirovoy praktike [Recycling and use of polymer, tire and rubber waste in world practice] Moscow: CNIITJenftehim Publ., 2002. 160 p.
  14. Dolinskaya R. M. Ne v otkhody, a v dokhody ili kak razrabotka belorusskikh khimikov neozhidanno reshili zastarelye problemy [Not to waste, but to income or as the development of Belarusian chemists unexpectedly solved old problems]. *Khimiya i biznes* [Chemistry and Business], 2008, no. 4, pp. 52–53.
  15. Belyaev P. S., Zabavnikov M. V., Malikov O. G., Volkov D. S. Issledovanie vliyaniya rezinovoy kroszki na fiziko-mekhanicheskie pokazateli nefyanogo bituma v protsesse ego modifikatsii [Investigation of the effect of crumb rubber on the physicomechanical indicators of petroleum bitumen in the process of its modification]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik TSTU], 2005, vol. 11, no. 4, pp. 923–930.
  16. Ruikun Dong, Mengzhen Zhao. Research on the pyrolysis process of crumb tire rubber in waste cooking oil. *Renewable Energy*, 2018, vol. 125, pp. 557–567. doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.133
  17. Pugacheva I. N., Chernykh O. N., Nikulin S. S. Vliyanie prirody koaguliruyushchikh agentov i voloknistogo napolnitelya na svoystva rezinovykh smesey i vulkanizatorov na osnove kauchuka SKS-30 ARK [The influence of the nature of coagulating agents and fibrous filler on the properties of rubber mixtures and vulcanizates based on SKS-30 ARK rubber]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Vestnik VSUIT], 2013, no. 2, pp. 153–155.
  18. Ponomareva V. T., Likhacheva N. N., Tkachik Z. A. Ispol'zovanie plastmassovykh otkhodov za rubezhom [The use of plastic waste abroad]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2002, no. 5, pp. 44–48.
  19. Fomin V. A., Guzeev V. V. Biorazlagaemye polimery, sostoyaniye i perspektivy ispol'zovaniya [Biodegradable polymers, state and prospects of use]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2001, no. 2, pp. 42–48.
  20. Serenko O. A., Muradova U. A., Meshkov I. B., Obolonkova E. S., Zelenetskiy S. N., Muzafarov A. M. Izmel'chenie otkhodov siloksanovoy reziny metodom uprugodeformatsionnogo vozdeystviya [Grinding of siloxane rubber wastes by the method of elastic deformation action]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2008, no. 3, pp. 24–27.
  21. Sviderskaya T. D., Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I. Ispol'zovanie vtorichnykh elastomernykh materialov dlya izgotovleniya izdeliy [Use of secondary elastomeric materials for the manufacture of products]. *Materialy X mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Energ- i materialosberegayushchie ekologicheski chistyye tekhnologii»* [Materials of the X International Scientific and Technical Conference "Energy- and material-saving environmentally friendly technologies"]. Minsk: Belaruskaja navuka, 2014, pp. 344–347.
  22. Belyaev P. S., Malikov O. G., Merkulov S. A., Polushkin D. L., Belyaev V. P. K voprosu o kompleksnom reshenii problem ekologii i kachestva dorozhnykh pokrytiy [On the issue of a comprehensive solution to the problems of ecology and quality of road surfaces]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Issues of modern science and practice. V.I. Vernadsky University], 2012, no. S(39), pp. 184–189.
  23. Bitumnozresinovie kompozitsionnoe vyazhushchee Bitrek, ego svoystva i osobennosti [Bitumen-rubber composite binder Bitrek, its properties and features]. Available at: <http://www.bitrack.ru> (accessed 14.04.2019).
  24. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. Izuchenie sovmestimosti komponentov v kompozitsii elastomer–regenerat [Studying the compatibility of components in an elastomer–regenerate composition]. *Trudy BGTU. Seriya 2: Khimicheskie tekhnologii, biotekhnologiya, geoekologiya* [Proceedings of BSTU. 2: Chemical technologies. Biotechnology. Geoecology], 2017, no. 199, pp. 55–59.
  25. Prokopchuk N. R., Shcherbina E. I., Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D. Razrabotka tekhnologii ispol'zovaniya otkhodov rezinovoy promyshlennosti s tsel'yu polucheniya novykh izdeliy [Development of technology for the use of waste rubber industry in order to obtain new products]. *Trudy BGTU. Seriya 4. Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv, materialov i izdeliy* [Proceedings of BSTU. Ser. 4], 2007, vol. 1, no. 4, pp. 121–123.
  26. Frolov I. A., Zvereva U. G., Dudareva T. V., Krasotkina I. A., Nikol'skiy V. G., Lyusova L. R., Naumova Yu. A. Ispol'zovanie mnogotonnazhnykh tekhnogennykh otkhodov dlya sozdaniya bitumnykh kompozitov s uluchshennymi pokazatelyami dolgovechnosti [The use of large tonnage industrial waste to create bitumen composites with improved durability]. *Tonkie khimicheskie tekhnologii* [Thin chemical technology], 2018, vol. 13, no. 2, pp. 64–71.
  27. Guz' R. V., Kudryavtseva Yu. S., Ermakova L. S. Teoreticheskie aspekty ispol'zovaniya rezinovoy kroszki v kachestve svyazu-yushchego komponenta v bitumnykh emul'siyakh dlya dorozhnogo stroitel'stva [Theoretical aspects of using crumb rubber as a binder in bitumen emulsions for road construction]. *Novaya nauka v interpretatsii sovremennoy obrazovatel'nogo protsesssa* [A new science in the interpretation of the modern educational process]. Kazan', 2017, pp. 275–277.
  28. Amaeva F. Sh., Aligadzhiyev M. M., Abdurakhmanov A. A. O razmeshchenii iskusstvennogo rifa v Kaspiyskom more [On the placement of an artificial reef in the Caspian Sea]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2016, vol. 22, no. 2, pp. 87–92.
  29. Yang Li, Shuai Zhang, Ruijun Wang, Faning Dang. Potential use of waste tire rubber as aggregate in cement concrete – A comprehensive review. *Construction and Building Materials*, 2019, vol. 225, pp. 1183–1201.
  30. Dobrotá Dan, Dobrotá Gabriela. An innovative method in the regeneration of waste rubber and the sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 172, pp. 3591–3599.
  31. Kushkimbaeva I. N., Kunavina E. A. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya otkhodov reziny dlya izgotovleniya shumozoliruyushchego materiala [The study of the possibility of using rubber waste for the manufacture of soundproofing material]. *Aktual'nye voprosy v nauke i praktike. Chast' 1(3)* [Actual issues in science and practice. Part 1(3)]. Ufa: Dendra Publ., 2019, pp. 9–12.
  32. Kushkimbaeva I. N., Kunavina E. A. Fiziko-khimicheskoe obosnovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya otkhodov reziny s drevesnym napolnitelem dlya izgotovleniya shumozoliruyushchego materiala [Physico-chemical substantiation of the possibility of using rubber waste

- with wood filler for the manufacture of soundproofing material]. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika* [Modern scientific research: Theory, methodology, practice]. Ufa, 2019, pp. 35–38.
33. Abramova N. L., Zobina M. V., Akopyan L. A. Relaksatsionnyye svoystva gidrirovannykh butadien-nitril'nykh elastomerov [Relaxation properties of hydrogenated butadiene-nitrile elastomers]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2006, no. 6, pp. 5–9.
  34. Il'yasov R. S., Dorozhkin V. P., Minigaliev T. E. Vliyaniye myagchitel'ya RO na relaksatsionnyye i termomekhanicheskiye kha-rakteristiki rezinovykh smesyey i rezin [The influence of the softener RO on the relaxation and thermomechanical characteristics of rubber mixtures and rubber]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2006, no. 3, pp. 27–30.
  35. Shishlyannikov V. M., Korchagin P. A., Tankov D. Yu., Pi-chkhidze S. Ya. Rezinovyye smesi dlya shlangov s ponizhennoy toplivopronitsaemost'yu [Rubber compounds for hoses with low fuel permeability]. *Sbornik dokladov XI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Shiny, RTI i kauchuki»* [Collection of reports of the XI international scientific-practical conference “Tires, rubber and rubber”]. Moscow, 2008, pp. 38–39.
  36. Laptieva V. S., Pugacheva I. N. Sozdaniye perspektivnykh elastomernykh kompozitsiy na osnove vtorichnykh polimer-nykh materialov [The creation of promising elastomeric compositions based on secondary p polymeric materials]. *Mezhdunarodnyy studentcheskiy nauchnyy vestnik* [International Student Science Journal], 2017, no. 4-2, pp. 145–148.
  37. Porfir'eva S. V., Petrov V. G., Pavlova N. V., Kol'tsov N. I. Utilizatsiya otkhodov polikaproamida pri poluchenii poliuretanov [Utilization of polycapramide wastes upon receipt of polyurethanes]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2008, no. 4, pp. 55–56.
  38. Gang Liu, Yangshi Liang, Hao Chen, Hao Wang, Xin Gu. Influence of the chemica composition and the morphology of crumb rubbers on the rheological and self-healing properties of bitumen. *Construction and Building Materials*, 2019, vol. 210, pp. 555–563.
  39. Ayman Abdelmonem, M. S. El-Feky, El-Sayed A. R. Nasr, Mohamed Kohail. Performance of high strength concrete containing recycled rubber. *Construction and Building Materials*, 2019, vol. 227, article 116660.
  40. Farhad Aslani, Guowei Ma, Dominic Law Yim Wan, Vinh Xuan Tran Le. Experimental investigation into rubber granules and their effects on the fresh and hardened properties of self-compacting concrete. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 172, pp. 1835–1847.
  41. Achkasov M. A., Nemahov I. V., Goncharova M. A. Issledovaniye stoykosti rezinovoy kroshki k nabukhaniyu v razlichnykh sredakh [Investigation of the resistance of crumb rubber to swelling in various environments]. *Molodezhnyy nauchnyy vestnik* [Youth Scientific Herald], 2017, no. 2 (14), pp. 114–116.
  42. Beirach L. Ya. Crucial outbreak in the field of recycling of rubber wastes. *Kauchuk i Rezina* [Rubber and rubber], 2016, no. 4, pp. 52–55.
  43. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I. Utilization of Fine-Dispersion Phosphoanhydrite in Rubber-Technical Products Manufacturing. *Paper of 3-rd World Congress on Desalination and Water Reuse*. France, 1987, pp. 234–236.
  44. Girshik R. L. *Nizkotemperaturnaya ekologicheskii chistaya ustanovka dlya pererabotki iznoshennykh shin* [Low-temperature environmentally friendly installation for the processing of worn tires]. Nizhnekamsk, 2000. 50 p.
  45. Makarov V. M., Drozdovskiy V. F. *Ispol'zovanie amortizirovannykh shin i otkhodov rezinovykh izdeliy* [The use of depreciated tires and waste rubber products]. Leningrad: Khimiya Publ., 1986. 248 p.
  46. Vashchenko Yu. N., Golub L. S., Zakharov Yu. I., Manuilova S. A., Savel'ev V. V., Chepurnyy V. V. Primeneniye modi-fitsirovannogo izmel'chennogo vulkanizata v rezinakh dlya shin i RTI [Application of modified crushed vulcanizate in rubber for tires and rubber goods]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Issues of Chemistry and Chemical Technology], 2004, no. 5, pp. 73–80.
  47. Novakov I. A., Novopol'tseva O. M., Krakshin M. A. *Metody otsenki i regulirovaniya plastoelasticheskikh i vulkaniza-tsiyonnykh svoystv elastomerov i kompozitsiy na ikh osnove* [Methods for assessing and regulating the plastoelastic and vulcanization properties of elastomers and compositions based on them]. Moscow: Khimiya Publ., 2000. 239 p.
  48. Drozdovskiy V. F. Primeneniye modifitsirovannykh i nemo-difitsirovannykh izmel'chennykh vulkanizatorov [The use of modified and unmodified crushed vulcanizates]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 1997, no. 2, pp. 48–50.
  49. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. New Rubber Products made on the Basis of Recycled scrap Tires. *Materials of the 6th Russian Rubber Conference “Materials Rubber 2016: Traditions and Innovations”*. Moscow, 2016, pp. 99–100.
  50. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Vinogradova L. M., Triputina Ya. I. Sostav dlya polucheniya rulonnogo izolyatsionnogo materiala [Composition to obtain a roll of insulating material]. Patent SSSR, no. 925920, 1982.
  51. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Vinogradova L. M., Triputina Ya. I. Sostav dlya polucheniya rulonnogo izolyatsionnogo materiala [Composition to obtain a roll of insulating material]. Patent SSSR, no. 925921, 1982.
  52. Gordeeva I. V., Lyusova L. R., Naumova Yu. A., Nikol'skiy V. G., Zvereva U. G. Binarnyy modifikator asfal'tobetonov serii «POLIEPOR–RP», poluchaemyy metodom vysokotemperaturnogo sdvigovogo soizmel'cheniya rezinovoy kroshki i termoelastoplasta [Binary modifier of asphalt concrete of the POLIEPOR–RP series, obtained by high-temperature shear co-grinding of crumb rubber and thermoplastic elastomer]. *Materialy VI Vserossiyskoy konferentsii «Kauchuk i rezina. 2016: traditsii i innovatsii»* [Materials of the VI All-Russian Conference “Rubber and Rubber-2016: traditions and innovations”]. Moscow: KiR Publ., 2016, pp. 65–66.
  53. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Shcherbina E. I. Modifi-tsirovannyye elastomernyye kompozitsii – energosberegayushchiy kompozitsionnyy material [Modified elastomeric compositions - energy-saving composite material]. *Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Energo- i materialosberegayushchie ekologicheski chistyye tekhnologii»* [Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference “Energy and materials saving environmentally friendly technologies”], Grodno, 2010, vol. 1, pp. 292–299.
  54. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Shcherbina E. I. Energo-sberegayushchiy material dlya izgotovleniya shpritsovannykh izdeliy [Energy-saving material for the manufacture of extruded products]. *Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Energo- i materialosberegayushchie ekologicheski chistyye tekhnologii»* [Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference “Energy and materials saving environmentally friendly technologies”], Grodno, 2010, vol. 1, pp. 284–292.
  55. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Krut'ko E. T., Galieva Zh. N. Ispol'zovanie otkhodov proizvodstva v sostave elastomernykh kompozitsiy [Use of production wastes in the composition of elastomer compositions]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Issues of Chemistry and Chemical Technology], 2008, vol. 13, no. 6, pp. 59–60.
  56. Sviderskaya T. D., Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Marusova S. N., Rusetskiy V. V., Prokopchuk N. R. Utilizatsiya otkhodov rezinovoy promyshlennosti [Disposal of rubber industry waste]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Resurso- i energosberegayushchie tekhnologii i oborudovaniye, ekologicheski bezopasnyye tekhnologii»* [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Resource and energy saving technologies and equipment, environmentally friendly technologies”]. Minsk: BGTUS Publ., 2010, vol. 1, pp. 42–44.
  57. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Shcherbina E. I. Resurso-sberegayushchaya tekhnologiya pererabotki otkhodov rezinovykh proizvodstv s tsel'yu polucheniya novykh materialov [Resource-saving technology for processing rubber waste to produce new materials]. *Materialy I Mezhdunarodnoy konferentsii Rossiyskogo khimicheskogo obshchestva imeni D. I. Mendeleeva «Resurso- i energo-sberegayushchie tekhnologii v khimicheskoy i neftekhimicheskoy promyshlennosti»* [Materials of the First International Conference of the Russian Chemical Society named after D. I. Mendeleev “Resource- and energy-saving technology in the chemical and petrochemical industries”]. Moscow, 2009. pp. 114.
  58. Rusetskiy V. V., Shcherbina E. I., Dolinskaya R. M. Progressive technolgy recycling wastes rubber in qualitative industrial goods. *Materials of International Conference sustainable waste management and recycling: Challenges and opportunities (14–15 September 2004)*. London: Kingston University, 2004, pp. 98–103.



59. Dolinskaya R. M., Bomber O. V., Prokopchuk N. R. Ispol'zova-nie otkhodov khimicheskoy promyshlennosti v proizvodstve rezinotekhnicheskikh izdeliy [Use of chemical industry waste in the production of rubber products]. *Sbornik nauchnykh trudov 27-go mezhdunarodnogo simpoziuma «Problemy shin, RTI i elastomernykh kompozitsiy»* [Collection of scientific papers of the 27th international symposium "Problems of tires, rubber goods and elastomeric compositions"]. Moscow, 2016, pp. 122–131.
60. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Zelenskiy A. I., Suzanskiy V. G., Kovalerchik V. P., Voronkova V. F. Kompozitsiya dlya rulonnogo gidroizolyatsionnogo materiala [Composition for rolled waterproofing material]. Patent SSSR, no. 812808, 1981.
61. Kosior E., Forrest A. Durable Pipe Compounds from High Density Polyethylene. Available at: [www.ecorecycle.vic.gov.au](http://www.ecorecycle.vic.gov.au) (accessed 23.04.2019)
62. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Alekseev N. G. Sostav dlya polucheniya rulonnogo izolyatsionnogo materiala [Composition to obtain a roll of insulating material]. Patent SSSR, no. 857191, 1981.
63. Dolinskaya R. M., Kachan V. A. Rulonnny gidroizolyatsionnyy material [Rolled waterproofing material]. Patent RB, no. 2705, 1998.
64. Dolinskaya R. M., Kudinova G. D., Shcherbina E. I. Ispol'zo-vanie otkhodov khimicheskoy promyshlennosti Belorussii v proizvodstve rezinotekhnicheskikh izdeliy [Waste from the chemical industry of Belarus in the manufacture of rubber products]. Minsk, 1990. 36p.
65. Vvedenskiy P. S. Izuchenie mekhanicheskikh svoystv distrak-tsiionnogo regenerata [The study of the mechanical properties of distraction regenerate]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], 2013, no. 9-6, pp. 1172–1178.
66. Khrisoforova A. A., Filippov S. E., Lebedev A. V., Gogo-lev I. N., Sokolova M. D., Zarovnyaev B. N. Perspektivy primeneniya rezinovy kroschki v sostave dorozhnykh pokrytiy glubokikh kar'erov [Prospects for the use of crumb rubber in the composition of paving deep quarries]. *Nauchnyy zhurnal KubGA* [Scientific journal KubGA], 2011, no. 74(10), pp. 12–22.
67. Yatsun A. V., Konovalov N. P., Efimenko I. S. Zhidkie pro-dukty piroliza otrabotannykh avtomobil'nykh shin pod vozdeystviem SVCh [Liquid pyrolysis products of used car tires under the influence of microwave]. *Khimiya tverdogo topliva* [Synthetic rubber industry], 2013, no. 4, pp. 60–62.
68. Rivin E. M. *Novye napravleniya ispol'zovaniya otkhodov neftekhimii* [New directions in the use of petrochemical waste]. Moscow: TsNIITEneftekhim Publ., 1994. 16 p.
69. Babash S. E., Mukhina T. N. Vozmozhnye napravleniya razvi-tiya tekhnologii i konstruktivnogo oformleniya protsessa piroliza uglevo-dородного syr'ya [Possible directions of technology development and design of the process of pyrolysis of hydrocarbons]. *Khimicheskaya promyshlennost' segodnya* [Chemical industry today], 1998, no. 11, pp. 12–14.
70. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Shcherbina E. I., Prokop-chuk N. R., Tsybul'skaya E. I. Ispol'zovanie otkhodov rezinovy promyshlennosti dlya sozdaniya novykh rezinotekhnicheskikh izdeliy [Using waste rubber industry to create rubber products]. *Trudy BGTU. Seriya IV. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya organicheskikh veshchestv* [Proceedings of BSTU. Series IV. Chemistry and chemical technology of organic substances], 2008, is. XVI, pp. 100–102.
71. Yampol'skiy V. B., Sechina G. Yu. Sposob pererabotki otkho-dov proizvodstva lit'evykh poliuretanov v kleevye kompozitsii [A method of processing waste production of molded polyurethanes in adhesive compositions]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2001, no. 5, pp. 41–42.
72. Shakhovets S. E., Bogdanov V. V. *Kompleksnaya regeneratsiya shin* [Integrated tire regeneration]. Saint-Petersburg: Prospekt nauki Publ., 2008. 191 p.
73. Shakhovets S. E., Smirnov B. L. Intensivnaya tekhnologiya rege-neratsii rezin [Intensive technology of rubber regeneration]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2006, no. 1, pp. 34–36.
74. Kasatkin M. M. *Pererabotka amortizirovannykh avtomobil'nykh (aviatsionnykh) shin i otkhodov reziny* [Recycling of depreciated automobile (aircraft) tires and rubber waste]. Moscow: Signal"" Publ., 2000. 29 p.
75. Kornev A. E., Bukanov A. M., Sheverdyayev O. M. *Tekhnologiya elastomernykh materialov* [Technology elastomeric materials]. Moscow: Khimiya Publ., 2000. 288 p.
76. Solov'ev M. E., Zakharov N. D., Solov'ev E. M., Kolkir K. F., Sapronov V. A., Shvarts A. G., Drozdovskiy V. F. Sposob izmel'cheniya rezin [The method of grinding rubber]. Patent SSSR, no. 956297, 1982.
77. Beloborodova T. G., Panov A. K., Minsker K. S. Universal'naya ustanovka izmel'cheniya «myagkikh» polimernykh otkhodov [Universal installation for grinding "soft" polymeric waste]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2002, no. 7, pp. 46–48.
78. Shakhovets S. E., Buzid Kh., Bogdanov V. V. Malozatratnaya regeneratsiya otkhodov rezinotekhnicheskogo i shinnogo proiz-vodstv [Low-cost regeneration of waste rubber and tire production]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2006, no. 2, pp. 30–31.
79. Shapovalov A. B. Ustanovka dlya pererabotki rezinosoderzhashchikh otkhodov [Installation for processing rubber waste]. Patent RF, no. 70659, 2008.
80. Aoudia K., Azem S., Ait Hocine N., Gratton M., Pettarin V., Seghar S. Recycling of waste tire rubber: microwave devulcanization and incorporation in a thermoset resin. *Waste Management*, 2017, vol. 60, pp. 471–481.
81. Zhenzhen Cheng, Mengwen Yan, Liming Cao, Jiarong Huang, Xianwu Cao, Daosheng Yuan, Yukun Chen. Design of nitrile rubber with high strength and recycling ability based on  $Fe^{3+}$ -catechol group coordination. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2019, vol. 58, no. 9, pp. 3912–3920. doi:10.1021/acs.iecr.8b05993
82. Meng Chen, Wei Chen, Hui Zhong, Dong Chi, Yuhuan Wang, Mingzhong Zhang. Experimental study on dynamic compressive behaviour of recycled tyre polymer fibre reinforced concrete. *Cement and Concrete Composites*, 2019, vol. 98, pp. 95–112.
83. Shutilin Yu. F. *Spravochnoe posobie po svoystvam i prime-neniyu elastomerov* [Reference manual on the properties and use of elastomers]. Voronezh: Voronezhskaya gosudarstvennaya tekhnicheskaya akademiya Publ., 2003. 871 p.
84. Golub L. S., Soldatova T. A., Vashchenko T. V., Sirchenko I. A., Zakharov Yu. I., Vashchenko Yu. N. Aspekty primeneniya izmel'chen-nykh vulkanizatsiy v sostave kompozitsionnykh elasto-mernykh materialov [Aspects of the use of crushed vulcanizates in the composition of composite elastomeric materials]. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii po kauchuku i rezine* [Abstracts of the International Conference on Rubber and Rubber]. Moscow, 2004, pp. 77–78.
85. Adov M. V., Krasnov P. L., Pichkhidze S. Ya., Panova L. G. Pri-menenie melkodispersnogo poroshka reziny na osnove etilenpropilenovogo kauchuka v retsepture rezinovykh smesey na osnove etogo kauchuka [The use of fine rubber ethylene propylene powder in the composition of rubber compounds based on ethylene propylene rubbers]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2009, no. 6, pp. 32–34.
86. Semenov G. V., Anan'ev V. V., Kirsh I. A., Koz'min D. V., Gu-banova M. I. Pererabotka polimernykh otkhodov pri vliya-nii na nikh ul'trazvuka [Polymer waste recycling with the influence of ultrasound on them]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2008, no. 10, pp. 41–44.
87. Savchenko B. M., Grinen'ko V. M., Pakharenko A. V., Kostriks-kiy V. V., Pakharenko V. A. Vliyanie otkhodov reziny na svoystva polipropilenovykh kompozitsiy [The effect of rubber waste on the properties of polypropylene compositions]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2007, no. 1, pp. 31–33.
88. Adov M. V., Zuev A. V., Pichkhidze S. Ya., Yurovskiy V. S. Primenenie melkodispersnogo poroshka reziny na osnove khlo-roprenovogo kauchuka v retsepture rezinovykh smesey na os-nove etogo kauchuka [Application of fine rubber powder based on chloroprene rubber in the formulation of rubber compounds based on this rubber]. *Kauchuk i Rezina* [Rubber and Rubber], 2010, no. 4, pp. 25–27.
89. Petukhova N. A., Gusev A. D., Karpukhin G. A., Zaytsev I. I. Sravnitel'nyy analiz kachestva travmbezopasnykh pokrytiy v zavisimosti ot metoda pererabotki rezinotekhnicheskikh izdeliy [A comparative analysis of the quality of safety coatings depending on the method of pro-

- cessing rubber products]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2015, no. 1-1, pp. 583–586.
90. Usachev S. V., Solov'ev O. Yu., Voronov V. N., Galybin G.M., Sergeeva N.L. Osobennosti vtorichnoy pererabotki amorti-zirovannykh vtorichnykh kamer i diafragm [Features of the recycling of shock-absorbed secondary chambers and diaphragms]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2005, no. 1, pp. 24–31.
  91. Serenko O. A., Muzafarov A. M., Meshkov I. B., Bazhenov S. L. Sposob aktivatsii izmel'chennykh otkhodov vulkanizovannoy reziny i material na ikh osnove [The method of activation of crushed waste vulcanized rubber and material based on them]. Patent RF, no. 22966780, 2007.
  92. Shapovalov A. B. Retsikling iznoshennykh shin nanodestruk-tsiei [Recycling of worn tires by nanodestruction]. *Ekologicheskiy vestnik* [Ecological Bulletin], 2011, no. 11, pp. 108–115.
  93. Samoylenko A. Yu., Tuzhikov O. I. Sorbirovaniye gazoobraz-nogo serovodoroda izmel'chennoy protektornoy reziny [Sorption of gaseous hydrogen sulfide crushed tread rubber]. *Problemy osvoeniya prikaspiyskoy vpadiny* [Problems of development of the Caspian basin]. Volgograd, 2002, vol. 60, pp. 199–205.
  94. Matveev K. S., Soltovets G. N., Burkin A. N. Retsikling inte-gral'nykh poliuretanovykh kompozitsiy [Recycling of integral polyurethane compositions]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2002, no. 10, pp. 46–48.
  95. Mironovich L. M., Pavlenko A. A. Interpolimernaya kompo-zitsiya na osnove otkhodov zontichnoy tkani, soderzhashchikh po-likaproamid i poli-tilentereftalat [Composition Based on Umbrella Fabric Waste Containing Polycapromide and Polyethylene Terephthalate]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2007, no. 9, pp. 48–49.
  96. Boldyrev B. S. Sposoby razrusheniya iznoshennykh rezinovykh izdeliy [Ways of destruction of worn-out rubber products]. *Materialy Vse-rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Nauka–produktivno–tehnologiya–ekologiya»* [Materials of the All-Russian scientific and technical conference “Science-production-technology-ecology”]. Kirov, 2004, pp. 161–162.
  97. Dolinskaya R. M., Kudinova G. D., Shcherbina E. I. Ispol'zo-vanie otkhodov pererabotki torfa v rezinakh [The use of waste peat processing in rubber]. *Proizvodstvo i ispol'zovanie elastomerov* [Production and use of elastomers], 1992. vol. 1, pp. 37–39.
  98. Dolinskaya R. M., Kudinova G. D., Shcherbina E. I. Issledovaniye nie tsinskoderzhashchego otkhoda v kachestve vulkanizuyushchego agenta khloroprenovogo kauchuka [Study of zinc-containing waste as a vulcanizing agent of chloroprene rubber]. *Trudy Belorusskogo tekhnologicheskogo instituta. Seriya IV. Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv* [Proceedings of the Belarusian Technological Institute. Series IV. Chemistry and technology of organic substances], 1993, vol. 1, pp. 3–8.
  99. Karmanova O. V., Popova L. V., Tarasova A. A., Ososhnik I. A. Novyye tekhnologicheskie dobavki k rezinovykh smesyam [New technological additives to rubber compounds]. *Tezisy dokladov X nauchno-prakticheskoy konferentsii «Shiny, RTI i kauchuki»* [Abstracts of the X scientific and practical conference “Tires, RTIs and rubbers”]. Moscow, 2007, pp. 54–57.
  100. Zhuraev A. B., Adilov R. I., Alimukhamedov M. G., Magrupov F. A. Puti utilizatsii otkhodov polietilentereftalata [Ways of recycling polyethylene terephthalate waste]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2005, no. 3, pp. 47–51.
  101. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. Vliyaniye razmera rezino-voy kroshki na svoystva elastomernykh kompozitsiy [Influence of crumb rubber size on the properties of elastomer compositions]. *Tezisy dokladov 82 nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov «Tekhnologiya organicheskikh veshchestv»* [Abstracts of the 82 scientific and technical conference of the faculty, researchers and graduate students “Organic matter technology”]. Minsk, 2018, pp. 74–76.
  102. *Polyester: Fifty Years of Achievement: Tomorrow's Ideas and Profits*. Eds.: Brundschweiler D. and Hearle J. UK: The Textile Institute, 1993. 368 p.
  103. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Vinogradova L. M. Izuche-niye svoystv melkodispersnogo fosfoangidrita kak napol-nitelya rezinovykh smesey [The study of the properties of fine phosphoanhydrite as a filler for rubber compounds]. *Proizvodstvo i ispol'zovanie elastomerov* [Production and use of elastomers], 1991, vol. 5, pp. 30–32.
  104. Dolinskaya R. M., Evsey A. V., Shcherbina E. I., Prokopchuk N. R. Novoye – eto khorosho pererabotannoye staroye. Kompozitsionnyye materialy na osnove otkhodov polimerov [New is a well-processed old. Composite materials based on waste polymers]. *Khimiya i biznes* [Chemistry and business], 2008, no. 6–7, pp. 30–41.
  105. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Shcherbina E. I., Prokopchuk N. R., Marusova S. N., Rusetskiy D. V. Otkhody rezinovykh proizvodstv – perspektivnyy material dlya sozdaniya novykh izdeliy [Waste rubber production – a promising material for the creation of new products]. *Trudy BGTU. Seriya 4. Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya* [Proceedings of BSTU. 4: Chemistry, technology of organic substances and biotechnology.], 2013, no. 4, pp. 45–47.
  106. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Kachur I. Ya., Voronkova V. F., Arkhipenko L. D. Sostav dlya polucheniya shumopogloshchayushchego materiala [Composition to obtain noise absorbing material]. Patent SSSR, no. 1219549, 1986.
  107. Vol'fon S. A., Nikol'skiy V. G. Tverdogaznoye deformatsi-onnoye razrusheniye i izmel'cheniye polimernykh materialov. Poroshkovyye tekhnologii [Solid-phase deformation destruction and grinding of polymeric materials. Powder technology]. *Vysokomolekulyarnyye soedineniya* [Polymer Science], 1994, no. 6, pp. 1040–1056.
  108. Filonychev A. A., Akshinskaya V. V. Ispol'zovaniye glubokogo okhlazhdeniya dlya povysheniya energoeffektivnosti tekhnologiy pererabotki iznoshennykh avtomobil'nykh shin [The use of deep cooling to improve energy efficiency of technology for processing used tires]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2014, pp. 139–140.
  109. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D. Vozmozhnost' ispol'zo-vaniya otkhodov dlya polucheniya izdeliy konstruktivnogo naznacheniya [The possibility of using waste to obtain products for structural purposes]. *Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Energ- i materialosberegayushchie ekologicheski chistyye tekhnologii»* [Materials of the IX International Scientific and Practical Conference “Energy and Material Saving Environmentally Clean Technologies”]. Grodno, 2012, pp. 357–364.
  110. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R., Sviderskaya T. D., Rusetskiy V. V. Ispol'zovaniye polimernykh otkhodov kak vtorichno-go syr'ya [Use of polymer waste as a secondary raw material]. *Tezisy dokladov IX Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Elastomery: materialy, tekhnologiya, oborudovaniye, izdeliya»* [Abstracts of the IX International Scientific and Technical Conference “Elastomers: Materials, Technology, equipment, products”]. Dnepropetrovsk, 2012, pp. 155–156.
  111. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R., Rusetskiy D. V., Marusova S. N., Shcherbina Y. I., Sviderskaya T. D. The Development of new Products using Recycled Materials Belorussian. *Belarusian-German “Scientific and Technical cooperation and Technology transfer in the sphere of power efficiency and waste processing”*. Minsk: Belorussian National Technical University Publ., 2012, pp. 47.
  112. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Prokopchuk N. R., Rusetskiy D. V. Ispol'zovaniye polimernykh otkhodov kak vtorichnogo syr'ya [Use of polymer waste as a secondary raw material]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Issues of Chemistry and Chemical Technology], 2013, no. 1, pp. 81–83.
  113. Gent A. N. Engineering with Rubber. How to Design Rubber Components. Munich: Carl Hanser Verlag, 2016. 447 p.
  114. Kostyukina G. I., Tsvetkov M. V., Karvonen S. N. Vliyaniye modifitsirovannogo izmel'chennogo vulkanizata na proch-nostnyye svoystva rezin [The effect of modified crushed vulcanizate on the strength properties of rubber]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Proceedings of higher educational institutions. Chemistry and chemical technology], 2009, vol. 52, no. 10, pp. 131–133.

115. Bordunov, V. V., Bordunov C. B., Leonenko V. V. Poluchenie voloknistykh materialov iz otkhodov termoplastov [Obtaining fibrous materials from waste thermoplastics]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2005, no. 9, pp. 38–39.
116. Dontsov A. A. *Protsessy strukturirovaniya elastomerov* [Structuring processes of elastomers]. Moscow: Khimiya Publ., 1978. 288p
117. Khristoforova A. A., Sokolova M. D. Mekhanokhimicheskaya aktivatsiya rezinovoy kroschki [Mechanochemical activation of crumb rubber]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of the humanities and natural sciences], 2009, no. 6, pp. 30–33.
118. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. Modifikatsiya poverkhno-sti izmel'chennogo vulkanizata dlya ego ispol'zovaniya v so-stave elastomernykh materialov [Modification of the surface of crushed vulcanizate for its use as part of elastomeric materials]. *Materialy LVII otchetnoy nauchnoy konferentsii prepodavateley i nauchnykh sotrudnikov VGUIT za 2018 g.* [Materials of the LVII report of the scientific conference of teachers and researchers of VGUIT for 2018]. Voronezh, 2019, vol. 1, pp. 143.
119. Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R. Izuchenie sovmestimosti kompozitsii elastomer–regenerat–modifikator [Study of the compatibility of the composition of elastomer–regenerate–modifier]. *Tezisy dokladov 81 nauchno-tehnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov* [Abstracts of the 81 scientific and technical conference of faculty, research staff and graduate students]. Minsk, 2017, pp. 64–66.
120. Fang Y., Zhan M., Wang Y. The status of recycling of waste rubber. *Material and Design*, 2000, no. 22, pp. 123–127.
121. Fukumori K., Matsushita M. Material Recycling Technology of Crosslinked Rubber Waste. *Recycle and Design Review of Toyota CRDL*, 2003, vol. 38, no. 1, pp. 39–47.
122. Sombatsompop N., Kumnuantip C. Rheology, Cure Characteristics, Physical and Mechanical Properties, Properties of Tire Tread Reclaimed Rubber/Natural Rubber Compounds. *Journal of Applied Polymer Science*, 2003, vol. 87, pp. 1723–1731.
123. Groshkov V. V., Nosov V. I., Glazkov V. A., Frankov N. A., Torkhunov V. V., Voronina G. V. Pokryshka pnevmaticheskoy shiny diagonal'noy konstruktssii [Tire Pneumatic Tire]. Patent RF, no. 2096180, 1997.
124. Popova L. V., Karmanova O. V., Tikhomirov S. G., Korystin S. I. Ispol'zovanie soputstvuyushchikh produktov mas-lozhirovoy promyshlennosti v retsepturakh rezinovykh smesey [The use of by products of the fat-and-oil industry in compounding rubber compounds]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber], 2008, no. 4, pp. 45–46.
125. Korystin S. I., Popova L. V., Tarasevich T. V. Issledovanie sostava otkhodov proizvodstva rastitel'nykh masel [Study of the composition of vegetable oil production wastes]. *Materialy XLIV otchetnoy nauchnoy konferentsii prepodavateley i nauchnykh sotrudnikov VGUIT za 2005 god* [Materials of the XLIV reporting scientific conference for 2005]. Voronezh: VGTA Publ., 2006, vol. 1, pp. 192.
126. Ayrilmis N., Buyuksiti U. Umit, Avci E. Utilization of waste tire rubber in manufacture of oriented strandboard. *Waste Management*, 2009, vol. 29, pp. 2553–2557.
127. Scheirs J. *Polymer Recycling: Science, Technology and Applications*. UK: John Wiley & Sons, 1999, pp. 187–189.
128. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Gugovich S. A. Ispol'zovanie polimernykh otkhodov dlya proizvodstva izolatsionnykh materialov [The use of plastic waste for the production of insulation materials]. *Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Energ- i materialosberegayushchie ekologicheski chistye tekhnologii»* [Materials of the IX International Scientific and Practical Conference “Energy and Material Saving Environmentally Clean Technologies”]. Grodno, 2012, pp. 353–357.
129. Dolinskaya R. M., Sviderskaya T. D., Gugovich S. A., Prokopchuk N. R. Sposob izgotovleniya polimernoy kompozitsii dlya proizvodstva rezino-tehnicheskikh izdeliy [A method of manufacturing a polymer composition for the manufacture of rubber products]. Patent RB, no. 17991, 2013.
130. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Sviderskaya T. D., Rusetskiy D. V., Marusova S. N., Prokopchuk N. R. Sposob izgotovleniya rezinovykh smesi [A method of manufacturing a rubber mixture]. Patent RB, no. 17992, 2013.
131. Yatsun A. V., Konovalov P. N., Konovalov N. P. Gazoobraznye produkty piroliza avtomobil'nykh pokryshek pod deystviem sverkhvysokikh chastot [Gaseous products of pyrolysis of car tires under the action of microwave frequencies]. *Khimiya tverdogo topliva* [Solid fuel chemistry], 2008, no. 3, pp. 70–75.
132. Sokolova M. D., Khristoforova A. A., Morova L. Ya., Rubanov P. A. Sposob polucheniya rezinovykh kroschki [The method of obtaining rubber crumb]. Patent RF, no. 2383562, 2010.
133. Mazubay L. V., Amerkhanov T. B. Raschet i proektirovanie osnastki oborudovaniya dlya ekstruzii trub iz kompozitsii «polietilen–rezinovaya kroschka» [Calculation and design of equipment for pipe extrusion from the composition “polyethylene–rubber crumb”]. *Nauka i Tekhnika Kazakhstana* [Science and Technology of Kazakhstan], 2019, no. 2, pp. 86–94.
134. Serenko O. A., Goncharuk G. P., Rakityanskiy A. L., Karaeva A. A., Obolonkov E. S., Bazhenov S. L. Vliyanie temperatury na deformatsionnoe povedenie kompozita na osnove polipropilena i chastits reziny [The effect of temperature on the deformation behavior of a composite based on polypropylene and rubber particles]. *Vysokomolekulyarnye soedineniya* [Polymer Science], 2007, vol. 49, no. 1, pp. 71–78.
135. Dolinskaya R. M., Shcherbina E. I., Prokopchuk N. R., Rusetskiy V. V. Primenenie pererabotannykh iznoshennykh shin v novykh rezinotekhnicheskikh izdeliyakh [The use of recycled used tires in new rubber products]. *Mir shin* [World of tires], 2008, no. 10, pp. 43–45.
136. Gorban' T. V., Zhuravlev V. A., Onorina L. E., Kozhinova T. V., Rakk I. A. Utilizatsiya i vtorichnaya pererabotka ot-khodov proizvodstva poliuretanov [Utilization and recycling of polyurethane production waste]. *Plasticheskie massy* [Plastics], 2001, no. 4, pp. 39–40.
137. Leonovich S. N., Sviridov D. V., Shchukin G. L., Belanovich A. L., Savenko V. P., Karpushenkov S. A. Syr'evaya smes' na osnove otkhodov bazal'tovoy vaty dlya polucheniya teploizolyatsionnogo materiala [The raw material mixture based on waste basalt wool for obtaining insulating material]. Patent RB, no. 18380, 2014.
138. Frolov V. A., Merkulov S. A., Seleznev K. A. Vliyanie usloviy obrabotki rezinovykh kroschki na stepen' ee devulkanizatsii [The effect of rubber crumb processing conditions on the degree of its devulcanization]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2014, no. 3, pp. 362–364.