

УДК 504.064.47:629.3.027.5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Александр Сергеевич Обьедков

студент

mamas228rt@gmail.com

Мария Николаевна Мишина

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Mascha2308@yandex.ru

Михаил Михайлович Мишин

кандидат технических наук, доцент

meikl2@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной статье приводится сравнительная оценка некоторых способов переработки автомобильных покрышек. Рассматриваются механическое измельчение шин в крошку, пиролиз, криогенная технология, обработка шин озоном, дается их краткая характеристика, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: автопокрышки, шины, отходы, переработка.

В настоящее время с ростом численности автотранспорта увеличивается и количество изношенных автопокрышек. Ежегодно в России в качестве отходов образуется около 1 млн тонн автопокрышек. При этом утилизируется 40–50% отходов, или около 500 тыс. тонн ежегодно [7, 8].

Отработанные покрышки от сельскохозяйственной техники так же достигают больших объемов. В структуре продаж сельскохозяйственные шины занимают около 10% [9].

Таким образом, в процессе эксплуатации как сельскохозяйственной техники, так и других видов автотранспорта образуется значительное количество отходов в виде автопокрышек.

Следует отметить, что автомобильные покрышки относятся к отходам IV класса опасности [2].

В соответствии со статьей 51 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [10] «сброс отходов производства и потребления...в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву», а так же размещение отходов I - IV классов опасности на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, рекреационных зонах и других местах, указанных в данном ФЗ запрещается.

Несоблюдение требований данного закона влечет административное наказание: для граждан – штраф от 2 до 3 тысяч рублей, для должностных лиц – до 30 тысяч рублей, юридических лиц – до 250 тысяч рублей с возможным приостановлением деятельности на срок до 90 суток [1].

Неконтролируемое складирование автопокрышек приводит к долгосрочному загрязнению территорий. Они занимают достаточно большие площади и сохраняются в окружающей среде в течение длительного времени (100-150 лет). Несмотря на это, некоторые компоненты шин являются загрязнителями окружающей среды.

Наряду с этим, автопокрышки являются легковоспламеняемым материалом. При их горении выделяются токсичные вещества, представляющие значительный риск для здоровья человека и окружающей среды.

Еще одним негативным фактором скопления большого количества отработанных покрышек является интенсивное размножение комаров. Во внутренней части покрышек нередко скапливается вода. При этом создаются благоприятные условия для размножения этих насекомых, что повышает риск распространения некоторых заболеваний человека.

Из вышеизложенного следует, что даже оформление клумб и детских площадок отработанными автомобильными шинами несет опасность для окружающей среды и влечет административное наказание. А для юридических лиц, особенно деятельность которых связана с использованием транспорта, утилизация автопокрышек становится настоящей проблемой.

В настоящее время для сохранения окружающей среды необходимо использовать безотходные или малоотходные технологии, осуществлять поиск способов вторичного использования отходов и побочных продуктов производств. Переработка и утилизация автомобильных шин является одним из видов такой деятельности. Автопокрышки являются ценным сырьем, из которого можно получить различные продукты и использовать их повторно. Одновременно с этим, привлекает их невысокая стоимость. Некоторые компании, например, транспортные, готовы даже заплатить за утилизацию, что экономически для них более целесообразно, чем административные взыскания.

Таким образом, складирование отработанных автопокрышек может наносить вред окружающей среде и противоречит природоохранному законодательству Российской Федерации, поэтому изучение вопросов переработки данного вида отходов является актуальной проблемой.

В связи с этим нами были изучены основные способы переработки отработанных покрышек и проведена их сравнительная оценка.

Нами изучались следующие способы переработки автомобильных покрышек:

- механическое измельчение в крошку;
- пиролиз;
- криогенная технология;
- метод «озонного ножа».

Кроме этого, существует способ восстановления изношенных покрышек, при котором заменяют изношенный протектор на новый путем наварки сырой резиновой смеси. Восстановить можно до 50 % автопокрышек, снимаемых с автомобилей. Эта технология позволяет продлить срок эксплуатации шин и является более экономичной (по сравнению с производством новой автопокрышки). Основными недостатками данной технологии является энергоемкость, потребность в новом сырье для наварки резиновой смеси и наличии отходов в виде снимаемого изношенного протектора. Самое главное то, что в конечном итоге восстановленные покрышки отработав вторично свой ресурс превратятся в отходы и вновь возникнет проблема их утилизации. Однако, продлив таким образом срок эксплуатации шин, возможно сократить объемы производства новых автопокрышек, что будет способствовать ресурсосбережению, а вместе с тем снижению количества отходов.

Для сравнительной оценки способов переработки автопокрышек следует их кратко охарактеризовать, выделить их основные достоинства и недостатки.

Механическое измельчение отработанных шин в крошку осуществляется специальными низкооборотными валами для резки сырья (шредерами). При этом из сырья извлекается стальной корд и текстиль (стекловолокно), которые также используются вторично. Полученная крошка сортируется по фракциям [3].

При пиролизе покрышек каучуковую составляющую шин нагревают до температуры свыше $+400^{\circ}\text{C}$ при недостатке или полном отсутствии кислорода. Не следует отождествлять данную технологию со сжиганием. Пиролиз

представляет собой сложный процесс термической деструкции, разложения резины на простейшие углеводородные соединения.

На выходе образуются следующие продукты:

- жидкие фракции (синтетическая нефть);
- твёрдые фракции с высоким содержанием углерода;
- металлокорд в первоначальном виде (проволока);
- горючий газ (используется для энергетического обеспечения самого

процесса пиролиза, а в перспективе, по мнению ряда специалистов, его можно будет использовать как аналог природного газа) [4].

Особенность криогенной технологии заключается в том, что автопокрышки охлаждают при помощи жидкого азота (при температуре минус 60 – минус 90°С) до хрупкого состояния, после чего его измельчают в специальных барабанных установках. При этом процессы измельчения, извлечения металлокорда и текстиля осуществляются гораздо проще.

При использовании метода «озонного ножа» применяется обработка автопокрышек озоном. Это приводит к рассыпанию их в мелкую крошку с отделением от текстильного и металлического корда [5, 6].

Основные достоинства и недостатки вышеуказанных способов переработки изношенных автомобильных шин мы приводим в таблице 1.

Все рассмотренные нами способы переработки автомобильных шин способны приносить прибыль, но имеют свои достоинства и недостатки.

Принципиально различающимися по характеру получаемой продукции на выходе и применяемой технологии являются методы пиролиза шин и методы измельчения шин в крошку.

Методы криогенной обработки шин и метод «озонного ножа» в конечном итоге приводят к механическому измельчению шин. Однако, в отличие от простого механического измельчения, вышеуказанные методы подразумевают предварительную обработку сырья жидким азотом или озоном, что облегчает процесс измельчения, улучшает качество конечного продукта, но увеличивает

его себестоимость. Выбор того или иного метода зависит от назначения готовой продукции, имеющегося оборудования и желания производителя.

Таблица 1

Сравнительная оценка различных способов переработки автомобильных покрышек.

Способ переработки	Достоинства способа	Недостатки способа
Механическое измельчение покрышек в крошку	• простота как самого метода, так и применяемого оборудования; • минимальное количество вредных выбросов в атмосферу; • сохранение химического состава материала; • невысокая стоимость оборудования и его быстрая окупаемость; • широкие возможности применения полученной крошки.	• значительное энергопотребление (до 1000 кВт на 1 тонну); • металлический корд очищается не полностью и его нельзя вторично использовать в виде проволоки, поэтому он утилизируется как металлический лом; • получение крошки с «лохматой» поверхностью уменьшает период ее эксплуатации.
Пиролиз шин	• ценные продукты на выходе и широкие возможности их использования; • низкое количество токсичных выбросов, а при использовании газоочистителей количество выбросов вовсе сводится к минимуму; • относительная энергетическая автономность (система пиролизной переработки сама себя снабжает топливом – горючий газ).	• высокая стоимость и громоздкость оборудования; • необходимость в специалистах с определенными знаниями и навыками.
Криогенная технология	• получение крошки с заданными параметрами и гладкой поверхностью; • снижение энергозатрат на измельчение.	• необходимость в жидком азоте; • для увеличения площади охлаждения покрывка предварительно разрезается, что усложняет технологию; • увеличение себестоимости получаемой продукции.
Метод «озонного ножа»	• снижение энергетических затрат на измельчение; • сокращение этапов процесса переработки;	• необходимость в озоне (в больших концентрациях); • повышение себестоимости конечного продукта.

	• малое количество выбросов в атмосферу; • универсальность технологии для различного вида резиновых изделий.	
--	--	--

Наиболее простым, недорогим, часто используемым на данный момент и относительно экологичным способом переработки автошин является механической переработки шин в крошку. В литературе имеется большое количество сведений относительно опыта применения данного метода, его экономической эффективности и быстрой окупаемости затрат. Однако, после износа изделий из крошки вновь возникает проблема их утилизации. Так как при механическом измельчении покрышек не изменяется их химический состав, то можно предположить, что впоследствии метод пиролизного разложения станет так же весьма востребованным. Хотя в настоящее время он применяется весьма ограниченно из-за сложности процесса и дорогостоящего оборудования. А возможно, появятся новые, более перспективные способы переработки автопокрышек.

В заключении следует отметить, что для улучшения экологического состояния окружающей среды и предотвращения загрязнения ее отходами в виде автопокрышек необходимо приложить усилия всего общества. Подлинная забота об охране окружающей среды требует ответственного отношения к вопросу утилизации шин не только руководителей соответствующих предприятий, но и каждого автовладельца.

Список литературы:

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 03.02.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) // КонсультантПлюс – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/43d2b6416a74a097f53f54a4766eea13670142b5/

2. Федеральный классификационный каталог отходов: приказ Росприроднадзора РФ от 22.05.2017 № 242 (ред. от 20.12.2024) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – URL: <http://rpn.gov.ru/fkko/?states=%D0%92%D1%81%D0%B5&hazardClass%5B%5D=4>

3. Утилизация и вторичная переработка полимерных отходов / Выдержки из учебного пособия «Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов» Клинков А.С., Беляев П.С., Соколов М.В. // Отраслевой портал Отходы.Ру – URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=134&ysclid=m8sn0wn07v831354868>

4. Пиролиз шин: переработка автомобильных покрышек в топливо своими руками с помощью пиролизных установок, цена оборудования для утилизации резины // RCYCLE.NET – URL: <https://rcycle.net/rezina/shiny/pererabotka-pokryshek-metodom-piroliza>

5. Суцня Р.В. Современные способы утилизации автомобильных покрышек и их особенности // Вестник науки №6 (63) том 2. С. 838 - 847. 2023 г. ISSN 2712-8849 // Вестник науки РФ– URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/8894>

6. Всё про утилизацию шин. Способы переработки и опасность для экологии // ОТХОДОВод – URL: <https://othodovod.ru/utilizaciya/shin>

7. РЭО: в России утилизируется около полумиллиона тонн шин ежегодно // РЕО: Российский экологический оператор – URL: <https://reo.ru/tpost/tcg4sg1b01-reo-v-rossii-utiliziruetsya-okolo-polumi>

8. Проблема с колёс: как утилизируют автомобильные покрышки / Деловой Петербург // Деловой Петербург – URL: <https://www.dp.ru/a/2023/06/20/problema-s-koljos-kak-utilizirujut>

9. Как меняется рынок сельхозшин в РФ — кризис или развитие? // РустОрг – URL: <https://tdrustorg.com/news/kak-izmenitsa-ryinok-selhozshin-2023/>

10. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=m8phqs2ait435420769

UDC 504.064.47:629.3.027.5

COMPARATIVE ASSESSMENT OF VARIOUS TIRE RECYCLING METHODS

Alexander S. Obedkov

student

mamas228rt@gmail.com

Mikhail M. Mishin

candidate of technical sciences, associate professor

meikl2@yandex.ru

Maria N. Mishina

candidate of agricultural sciences, associate professor

mascha2308@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. This article provides a comparative assessment of some tire recycling methods. Mechanical crushing of tires into crumbs, pyrolysis, cryogenic technology, ozone treatment of tires are considered, their brief characteristics, advantages and disadvantages are given.

Keywords: car tires, tires, waste, recycling.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.