

## ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ В ТОВАРНУЮ ПРОДУКЦИЮ

*Е.С. Задавина<sup>1</sup>, магистрант второго года обучения*

*V. S. Popov<sup>2</sup>, First year undergraduate, specialty "Chemical engineering"*

*А.С. Кононова<sup>1</sup>, магистрант первого года обучения*

<sup>1</sup>*Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва, г. Кемерово  
650055, г. Кемерово, ул. Весенняя 28, тел. 8 (3842) 39-69-60*

<sup>2</sup>*Shandong University of Science and Technology, China*

*266590, Qingdao, Huangdao District, 579 Qianwangang Road, tel. 86-532-86057717*

*E-mail: Zlobina94@mail.ru*

**Аннотация:** Альтернативный способ переработки углеродсодержащих высокозольных отходов - метод масляной агломерации. Он позволяет решить проблему накопления промышленных отходов, улучшить экологическую обстановку в городах и регионах, использовать низкокачественное сырьё и получать из него продукт, который в дальнейшем может использоваться в энергетической и металлургической промышленности.

В статье перечислены некоторые методы переработки отработанных резинотехнических изделий (автомобильные покрышки и др.), представлена технологическая схема получения жидкого композиционного топлива на их основе.

**Abstract:** An alternative way of processing carbon-containing high-ash waste is the oil agglomeration method. It allows solving the problem of accumulation of industrial wastes, improving the ecological situation in cities and regions, using low-quality raw materials and obtaining from it a product that can later be used in the energy and metallurgical industries.

The article lists some methods of processing used rubber products (automobile tires, etc.), a technological scheme for obtaining liquid composite fuel on their basis is presented.

Объемы образования и накопления отработанных автошин в мире достигают значительных масштабов. При длительном хранении они выделяют в окружающую среду около сотни различных химических соединений, каждое из которых опасно не только для растений, но и для животных и людей. Наличие их в составе автошин обусловлено каучуковой основой и добавками, которые придают резине требуемые физико-механические свойства (красители, пластификаторы, антиокислители и т.д.). В естественных условиях резиновые изделия разлагаются не менее 100 лет, причём это сопровождается постепенным отравлением почвы и грунтовых вод вредными соединениями, такими как дифениламин, фенантрен, дибутилфталат и др. При вмешательстве человека в процесс переработки отработанных резинотехнических изделий процесс происходит значительно быстрее, с большей пользой от отработанного сырья, а также меньшим негативным воздействием на окружающую среду.

Изношенная шина – это ценное вторичное сырьё, которое содержит 65-70 % резины (каучука), 15-25 % технического углерода, 10-15 % металла [1]. Экономическое значение использования отработанных автопокрышек определяется тем, что позволяет получить товарную продукцию из отходов, которая может стать альтернативой некоторым дефицитным видам топлива.

Существует два основных метода переработки отработанных резинотехнических изделий: физический и химический. Первый подразумевает механическое измельчение резиновых изделий с получением крошки определённого фракционного состава или утилизацию взрывом. Второй включает в себя такие процессы как пиролиз, сжигание и крекинг. Эти процессы являются не особо популярными и не всегда безопасными для окружающей среды, но перспективными ввиду получения широкого спектра продукции.

На сегодняшний день в Кузбассе действует несколько предприятий, осуществляющих переработку отработанных автомобильных шин в резиновую крошку. Например, ООО «СибЭкоПром-Н» (г. Ленинск-Кузнецкий), ООО «Завод по переработке покрышек» (г. Новокузнецк). В г. Кемерово имеется несколько пунктов приёма отработанных автомобильных шин: ООО «Экологический региональный центр», ООО «Экопромсервис», ООО «АТАМА». Цена, которую платит собственник отхода, зависит от размера и особенностей шины: с цельнометаллическим кордом, с текстильным и смешанным кордом.

Помимо отработанных шин на предприятиях имеются отходы конвейерных лент на резиновой основе, которые также, даже после повторного использования в качестве бытового покрытия, являются сырьём для получения новых продуктов.

Переработка покрышек в резиновую крошку является наименее затратным вариантом для переработки данного сырья. Крошка востребована в дорожном строительстве, производстве тротуар-

ной плитки, травмобезопасного покрытия для детских площадок и др. Для утилизации данным методом подходят шины различной степени изношенности, размера и качества. Технология включает многократное измельчение на специальных установках, многоступенчатую сепарацию для отделения частиц текстиля и металлокорда от массы резиновой крошки. Однако у данного метода присутствует существенный недостаток - дорогостоящее оборудование и узкий ассортимент выпускаемой продукции. При химической переработке отработанных шин (пиролизом, например) образуются твёрдые, газообразные, жидкие продукты и металлокорд, которые частично или полностью находят своё применение в дальнейшем.

Методам утилизации шин посвящены работы ряда авторов [2-6]. Пиролиз является наиболее полным, а с появлением новых установок - более экологичным способом утилизации изношенных шин, ключевым преимуществом которого является возможность переработки целых шин, то есть без предварительной обработки (измельчения и удаления металлического и текстильного кордов). В пиролизных газах в низких концентрациях содержатся оксиды азота, оксид углерода и диоксид серы так как процесс ведётся в отсутствии атмосферного воздуха. Продукты пиролиза представлены жидкой фракцией, газом, твердым углеродным остатком в виде кусков и частиц широкого фракционного состава. Последний продукт представляет интерес в отдельных отраслях химической промышленности в качестве вторичного сырья [1].

Жидкие продукты пиролиза, состоящие из смеси дизельного топлива, бензина и мазута, могут без изменений технологического режима использоваться на котельных в качестве топлива. Также они могут выполнять роль пластификаторов, пленкообразующих растворителей, смягчителей для регенерации резин. Пек пиролизной смолы является хорошим смягчителем, который может использоваться в смеси с другими компонентами или самостоятельно. Добавление тяжелой фракции пиролиза к битуму для дорожного строительства повышает его влаго-, морозостойкость, эластичность. Металлокорд отправляется на склад для дальнейшей отгрузки потребителю и используется в качестве сырьевого ресурса (металлолома) [7].

Газ частично возвращается в топку реактора для поддержания процесса. Избыточная часть поступает на котел-утилизатор или сжигается на свече.

Твердый остаток пиролиза – низкокачественный углерод на 85-90 % - остаётся невостребованным, но именно он, с точки зрения пригодности для дальнейшего использования, вызывает наибольший интерес среди продуктов пиролиза автопокрышек. Технический углерод чаще всего имеет неприемлемую для прямого использования зольность (12-15 мас. %), из-за присадок в резине загрязнённых соединениями серы, может быть весьма токсичен и напрямую он не годится ни как сорбент, ни как топливо, ни в электродную промышленность.

Твердый остаток может быть использован в нескольких отраслях промышленности. Например, в производстве активированного угля в качестве исходного сырьевого компонента, в энергетике, как добавка к топливу, сжигаемому в особых топочных устройствах. При условии надлежащей обработки, технический углерод может послужить сырьем для получения углеродных восстановителей. Ввиду того, что во всем мире в настоящее время остро стоит проблема поиска альтернативных эффективных заменителей дорогостоящих металлургических коксов, данное направление переработки является весьма актуальным. Серьезным препятствием этому решению может послужить загрязненность остатка пиролиза серой, наличие которой в металлургических коксах очень строго нормируется. Решение вопроса о дополнительной обработке сырья с его активацией, которая увеличит удельную поверхность, и удалением серы может открыть новую страницу в технологии получения углеродных восстановителей. Одним из возможных и перспективных решений является процесс гидродесульфуризации с использованием катализатора, задачей которого является практически полное гидрирование и удаление серы.

На рис. 1 представлена принципиальная технологическая схема получения высококонцентрированных углеродсодержащих суспензий из твёрдых отходов пиролиза автопокрышек (технического углерода). Твёрдые отходы предварительно необходимо обогатить методом масляной агломерации [8].

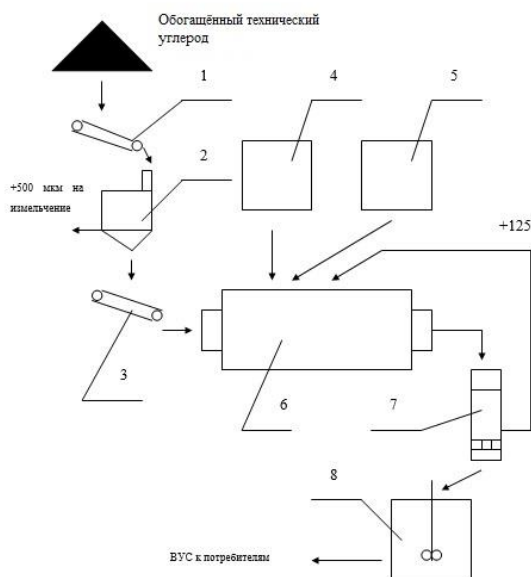


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения суспензий из обогащенных методом масляной агломерации твердых углеродсодержащих отходов:

1, 3 – ленточный конвейер; 2 – классификатор углеродсодержащих отходов; 4 – дозировочный бак воды; 5 – склад реагента-стабилизатора; 6 – шаровая мельница; 7 – классификатор; 8 – сборник-накопитель продукта.

Гранулы углемасляного концентрата поступают в классификатор 2, где происходит разделение гранул по фракциям. Если размер гранулы превышает 500 мкм, её отправляют на доизмельчение и далее вводят в процесс вместе с мелкими частицами. Из классификатора 2 гранулы концентрата направляются в шаровую мельницу 6, куда подают воду (из бака 4) и реагент-стабилизатор со склада 5. За счёт металлических шаров, находящихся в мельнице, при её вращении происходит мокрое измельчение сырья, которое является взрыво-, пожаробезопасным и экологически оправданным процессом. Далее полученная суспензия поступает в классификатор 7, а из него – в сборник готового продукта. Частицы с размером более 125 мкм удаляются из классификатора и направляются в шаровую мельницу для повторного измельчения. В сборнике готового продукта осуществляется непрерывная циркуляция (перемешивание) суспензии для предотвращения её расслаивания, а также «слёживания» частиц концентрата.

В качестве реагента-стабилизатора (1-2 % к массе обогащенного концентрата) использовался гумат натрия. Устойчивость полученной суспензии сохраняется в течение 20-30 суток при вязкости 0,85 Па·с. Полученное композиционное жидкое топливо имеет качественные показатели, указанные в таблице 1 ниже:

Таблица 1

Характеристики полученного жидкого композиционного топлива	
Наименование показателя	Значение
Концентрация технического углерода (обогащённого), % мас.	60,0
Влагосодержание, % мас.	38,0
Теплотворная способность, кДж/кг	31,640
Вязкость, Па с, при 100 с-1	0,8
Зольность, % мас.	5,6

Области применения полученного топлива: угольная, энергетическая и металлургическая отрасли, бытовые котельные, частные потребители.

Данная работа открывает перспективы использования твердого углеродного остатка пиролиза изношенных шин для решения ряда экологических проблем, переработки технического углерода в

жидкое и другие виды топлив. Открывает возможности использования твёрдого остатка пиролиза автошин для производства восстановителей для металлургической промышленности.

Литература.

1. Тарасова Т.Ф. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т.Ф. Тарасова, Д.И. Чапалда // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 2-2. – С. 130-135.
2. Вольфсон С.И. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий / С.И. Вольфсон, Е.А. Фафурина, А.В. Фафурин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 74-79.
3. Хизов А.В. Сбор, переработка и утилизация автомобильных шин / А.В. Хизов, К.Е. Панкин // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Развитие технических наук в современном мире» г. Воронеж, 08 декабря 2014 г. Изд-во: Инновационный центр развития образования и науки. – Воронеж, 2014. – С. 57-59.
4. Валугева А.В. Перспективы переработки автомобильных покрышек в Кузбассе // Сборник научных трудов SWORLD. – 2012. – Т. 7., № 1. – С. 19-20.
5. Беляев В.П. Утилизация резиновой крошки из изношенных шин в контексте решения проблемы повышения качества дорожных покрытий / В.П. Беляев, А.С. Клинков, П.С. Беляев, Д.Л. Полушкин // Глобальный научный потенциал. – 2012. – № 19. – С. 169-171.
6. Демьянова В.С. Перспективы рециклинга автомобильных шин / В.С. Демьянова, А.Д. Гусев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 4. – С. 74-79.
7. Popov V. Composite fuel based on residue from tyre and secondary polymer pyrolysis / V.Popov, A.Papin, A.Ignatova, A. Makarovskikh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 20. Ser. "XX International Scientific Symposium of Students, Postgraduates and Young Scientists on "Problems of Geology and Subsurface Development". - 2016. - С. 012065.
8. Папин А. В. Получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин / А. В. Папин, А. Ю. Игнатова, Е. А. Макаревич, А. В. Неведров // Химические технологии/ – 2015/ – № 2156984 . – С. 107-113.

## ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ФЕРРОСПЛАВНЫХ ШЛАКОВ

*А.И. Шкирина студ. группы 10В41,*

*Научный руководитель: Ибрагимов Е.А. старший преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Томского политехнического университета*

*652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская 26.*

*E-mail: anastasia\_07\_05@mail.ru*

**Аннотация:** В статье рассматривается проблема и решения по переработки и утилизации шлаков, воздействие шлаков на окружающую среду. Рассмотрена утилизация шлака при производстве углеродистого ферромарганца.

Abstract: The article deals with the problem and solutions for processing and utilization of slags, the effect of slags on the environment. The utilization of slag in the production of carbon ferromanganese is considered.

Черная металлургия – одна из отраслей промышленности, потребляющая огромное количество материалов, по массе своей значительно превышающих массу готового продукта. В числе отходов металлургического производства особое место занимают шлаки. Количество образующихся шлаков весьма велико. Металлургические шлаки содержат ряд компонентов, которые могут быть эффективно использованы. Поэтому шлакопереработка и утилизация металлургических шлаков получила в цивилизованном мире широкое распространение, и сегодня на большинстве металлургических заводов Европы и Америки не только утилизируются все образующиеся шлаки, но и разрабатываются старые шлаковые отвалы. В шлаковых отвалах на заводах нашей страны еще хранятся сотни миллионов тонн шлака, отвалы занимают значительные площади. Давно известно, что даже старые, уже выведенные из эксплуатации отвалы плохо влияют на атмосферу, гидросферу и почвенный покров окружающей местности, а через них – на состояние флоры, фауны и здоровье людей. Поэтому ликвидация шлаковых отвалов сегодня стала одной из самых насущных задач охраны окружающей среды. Переработка и использование шлаков (и уловленной плавильной пыли) в настоящее время представляют собой самостоятельную подотрасль металлургического производства.