

ФОРМОВАННОЕ ТОПЛИВО НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОШИН

*Шиканова К. А., студентка 4 курса,
(научные руководители: Игнатова А. Ю., к.б.н., доцент;
Папин А. В., к.т.н., доцент,
Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева)*

Аннотация. Проведено исследование возможности переработки твердого углеродсодержащего остатка, являющегося отходом пиролиза автошин, в качественную продукцию – обогащенный концентрат и формованное топливо на его основе.

Получены данные об эффективности процесса обогащения низкокачественного технического углерода (твердого углеродсодержащего остатка) методом масляной агломерации и, соответственно, возможность получения низкосольного, с низким содержанием серы концентрата, который в дальнейшем может служить сырьём для производства композитных видов топлив. Полученное топливо найдет применение в угольной, металлургической и энергетической отраслях, а также среди частных потребителей.

Ключевые слова: твердый углеродный остаток, масляная агломерация, формованное топливо, обогащенный концентрат, пиролиз автошин.

В процессе производства и после эксплуатации всех видов резиновых изделий возникает большое количество резиносодержащих отходов, основную массу которых составляют вышедшие из эксплуатации автомобильные шины. Резиновые отходы, в отличие от некоторых других видов отходов (древесные, растительные отходы, отходы пищевой промышленности и др.), практически не подвержены разрушению под воздействием климатических факторов и деятельности микроорганизмов. В различных странах прилагаются значительные усилия по разработке экологически чистых технологий и оборудования для переработки резинотехнических отходов.

На территории Кемеровской области большое количество промышленных предприятий, которые заняты в сфере добычи и переработки природных ресурсов, а также во многих других смежных отраслях, использующих автомобильную технику. Для примера: одних БелАЗов в Кемеровской области более 2000 единиц, грузового автотранспорта итого в десятки раз больше. Если говорить о легковом автотранспорте, где по статистике у каждого четвертого жителя Кузбасса имеется легковой автомобиль, становится очевидным, что образование изношенных шин в области колеблется от 60 000 до 80 000 т ежегодно.

Переработка изношенных автомобильных шин, при увеличивающемся парке легковых и грузовых автомобилей – это неизбежный и необходимый процесс для соблюдения баланса устойчивости экологической составляющей при растущем потреблении товаров, и природных ресурсов во всем мире.

В Кузбассе уже несколько лет образуется и складывается новый вид твердых углеродсодержащих отходов – технический углерод, получаемый после пиролиза изношенных автошин. Преимуществом пиролиза является его экономическая эффективность и экологическая безопасность. Однако помимо полез-

ных продуктов при пиролизе получают твердый остаток – низкокачественное углеродсодержащее вещество, которое составляет 85 % от исходной массы шин и практически не может найти своего применения напрямую.

Данный отход (технический углерод) – новый для России, и пока его объемы не велики. Однако, он весьма токсичен и скорость, с какой он образуется, вызывает настороженность экологов. Автомобилей становится все больше – изношенных шин тоже. Особо трудна утилизация шин большегрузных автомобилей (карьерных). К сожалению, предприятий, восстанавливающих покрышки в России очень мало, процесс весьма затруднен организационно-технологически и дорог, поэтому широкое распространение получили мини установки по пиролизу изношенных автошин.

Целью проводимых исследований стала разработка технологии получения товарной продукции (композиционных твердых видов топлив) из твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин.

Новизной данных исследований является разработка новых альтернативных способов подготовки низкокачественного углеродного остатка пиролиза автошин, позволяющих получать низкосольное высококачественное топливо.

В качестве объекта исследования (исходного сырья) был взят твердый углеродный остаток пиролиза автошин ООО «Экошина», крупностью частиц 0,190 мм. Далее был проведен технический анализ углеродсодержащего остатка (таблица 1). Выход летучих веществ определяли по ГОСТ 6382-2001 [1], зольность – по ГОСТ 11022-95 [2], влажность – по ГОСТ 11014-1981 [3]. Исследования проводили с тремя различными пробами. Оценку достоверности результатов проводили методами математической статистики.

Таблица 1
Результаты технического анализа углеродсодержащего
остатка пиролиза автошин

Объект исследований	Определяемый компонент	Содержание компонента, % мас.
Низкокачественный технический углерод	Влажность, W^a	0,38
	Зольность, A^d	10,4
	Выход летучих веществ, V^{daf}	4,8

В результате проведенного технического анализа выяснили, что углеродсодержащий остаток имеет высокое значение зольности.

Твердый остаток пиролиза автошин тонкодисперсный, крупностью менее 1 мм. По количеству зольности твердый углеродный остаток пиролиза автошин относится к среднесольным отходам, что препятствует его использованию.

С целью снижения зольности использован метод обогащения по типу масляной агломерации.

Другие существующие способы обогащения оказались неэффективными ввиду низкой селективности процессов из-за высокой зольности и тонкодисперсности сырья.

Сущность метода масляной агломерации заключается в различной смачиваемости жидкими углеводородами твердых углеродсодержащих частиц в воде. При этом, в результате турбулизации пульпы, происходит селективное образование агрегатов, которые уплотняются, структурно преобразуясь в прочные гранулы сферической формы.

Основные достоинства метода масляной агломерации [6]:

- 1) высокая селективность процесса при разделении частиц менее 100 мкм;
- 2) широкий диапазон зольности обогащаемого сырья;
- 3) практически полное извлечение (более 90 %) в концентрат органической части сырья и углеводородного связующего, что способствует снижению зольности и увеличению теплотворной способности конечного продукта;
- 4) дополнительное обезвоживание концентрата вытеснением воды маслом.

В качестве реагента нами использовано отработанное машинное масло.

На основе углеродсодержащего твердого остатка методом обогащения по типу масляной агломерации получили концентрат.

Для обогащения брали 500 г исходного сырья (технического углерода), 200 мл воды и 50 г отработанного машинного масла и помещали в механическую мешалку для обогащения.

Сначала смешивали твердый остаток пиролиза автошин с технической или питьевой водой в течение 1-2 мин при помощи лопастной мешалки, соединенной с двигателем. Затем добавляли отработанное машинное масло в количестве 8,0-10,0 % к массе углеродного остатка и перемешивали еще в течение 5-8 мин.

Обогащение проводили в 2 этапа:

- сначала обогатили исходный твердый углеродный остаток;
- затем, тот твердый углеродный остаток, который не прореагировал на первом этапе.

В итоге получили углемасляный концентрат, который в дальнейшем исследовали (таблица 2).

Таблица 2
Результаты технического анализа полученного концентрата

A^d , % (зольность)	W^a , % (влажность)	V^{daf} , % (выход летучих веществ)	Q_s^r , ккал/кг (теплота сгорания)	S_t^d , % мас. (сернистость)
5,5-6,2	0,685	8,0-9,0	6800-7000	0,5

Для анализа брали 5 образцов полученного концентрата.

Концентраты имеют более низкую по сравнению с исходным твердым углеродным остатком зольность. Сернистость полученных концентратов – 0,5 % мас., что говорит о приемлемости полученных концентратов для применения в энергетике; высокий выход продукта (до 84 % мас.) и более низкая сернистость концентратов обусловлены полнотой разделения органической и минеральной частей твердого остатка пиролиза автошин в процессе обогащения методом масляной агломерации.

На основе полученного концентрата приготовили формованное топливо.

Взяли 100 г полученного концентрата и 4 г разогретого до 133 °С карбамида, смешали в пресс-форме и прессовали в штемпельном прессе.

Карбамид выступал в качестве связующего вещества. Выбор в качестве связующего карбамида обусловлен его доступностью и невысокой стоимостью. Карбамид легко доступен вследствие больших его производств в промышленности и низкой стоимости на рынке. Расход связующего (карбамида) определяют потребностью для формирования прочного топливного брикета. Карбамид добавляется в количестве 4,0-6,0 % к массе исходного концентрата.

На выходе получили формованное топливо со следующими характеристиками (таблица 3).

Таблица 3
Топливные характеристики полученного формованного топлива

A^d , % (зольность)	Q_s^r , ккал/кг (теплота сгорания)	S_t^d , % мас. (сернистость)
5,5-6,2	6900-7100	0,5

Полученное топливо найдет применение в угольной, металлургической и энергетической отраслях, а также среди частных потребителей.

Список литературы:

1. ГОСТ 6382-2001 Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. – М. : Изд-во стандартов, 2001
2. ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. – М. : Изд-во стандартов, 1995.
3. ГОСТ 11014-1981 Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги. – М. : Изд-во стандартов, 1981.
4. ГОСТ 147-95 Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. – М. : Изд-во стандартов, 1995.
5. ГОСТ 2059-95 Топливо твердое минеральное. Метод определения общей серы сжиганием при высокой температуре. – М. : Изд-во стандартов, 1995.
6. Солодов Г.А., Жбырь Е.В., Папин А.В., Неведров А.В. Технология комплексной переработки шламовых вод предприятий угольной отрасли // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 310. – №1. – С.139-144.