

УДК 504.06

## **ТВЁРДОЕ ТОПЛИВО ИЗ ОТХОДОВ ПИРОЛИЗА ШИН И ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Попов В.С., студент гр. ХП<sub>6</sub>-131, IV курс  
Научные руководители: Папин А.В., к.т.н., доцент,  
Игнатова А.Ю., к.б.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

В современном мире одной из самых острых проблем является рост образования твёрдых бытовых отходов, а конкретно – изношенных шин и полимерных отходов. Ежегодно количество транспорта на душу населения увеличивается, соответственно это приводит к увеличению объёмов образования изношенных шин. В России ежегодно выходит из эксплуатации около 1,5 млн. тонн шин [1, 2].

Отходы в виде шин крайне огнеопасны, при возгорании их выделяют огромное количество тепла, сопоставимое с теплом выделяемым при горении каменного угля. Во время горения выделяют множество вредных веществ, в том числе канцерогены. Отработанные шины очень специфичны, не подвержены гниению и саморазрушению, занимают полезные площади, загрязняют почву и грунтовые воды.

В тоже время изношенные шины представляют огромную ценность, как источник ценного вторичного. На сегодняшний день, в мире применяют множество различных методов переработки данных отходов: сжигание, переработка в крошку, захоронение, восстановление, пиролиз [3].

Одним из наиболее перспективных методов переработки шин является термическое разложение углеводородного сырья – пиролиз [4]. В ходе которого образуются: газ, мазут, углеродосодержащий остаток и металлокорд. Данным методом можно перерабатывать целые шины. Наибольший интерес из продуктов пиролиза представляет твердый остаток – низкокачественный углерод. Он имеет повышенную зольность, низкое усиливающее действие и загрязнен серой. В работах Папина А.В. и др. предлагается получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин. Доказано, что твердый остаток пиролиза после специализированных методов очистки можно использовать для получения брикетированного топлива [5].

Результаты анализа технического углерода приведены в табл. 1. Данные выхода летучих веществ (ГОСТ 6382-2001), зольности (ГОСТ 11022-95 (метод медленного озоления) и влажности (ГОСТ 11014-2001) были определены по изменению массы навески. Из-за присутствия присадок в резине технический углерод довольно токсичен, поэтому без переработки он

не применяется ни как сорбент, ни как топливо, но исходя из данных работы, его можно применять для создания брикетированного топлива.

Таблица 1  
 Результаты анализа углеродосодержащего остатка пиролиза автошин

Объект испытания	Определяемый компонент	Содержание компонента, % мас.
Низкокачественный технический углерод	Содержание влаги ( $W^a$ , % мас.)	0,68-2,2
	Зольность ( $A^d$ , % мас.)	25,0
	Выход летучих веществ ( $V^{daf}$ , % мас.)	10,8-15,0

В целях улучшения свойств технический углерод измельчался до крупности частиц 0,3 мм, обогащался на установке методом масляной агломерации характеристики концентрата представлены в табл. 2.

Таблица 2  
 Характеристики концентрата на основе твердого остатка пиролиза автошин

Определяемый компонент	Содержание компонента
Содержание влаги ( $W^a$ , % мас.)	4,0-5,5
Зольность ( $A^d$ , % мас.)	5,5-6,5
Выход летучих веществ ( $V^{daf}$ , % мас.)	10,0-15,0
$Q_s^r$ , ккал/кг (теплота сгорания)	4650-5500
$S_t^d$ , % мас. (сернистость)	0,4

Затем обогащённый концентрат перемешивали со связующим вторичным полимером в соотношении 1 к 10, и брикетировали методом термопрессования.



Рис. Образец брикетированного топлива.

Был проведён технический анализ полученного брикета. Результаты технического анализа приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты технического анализа брикета

Определяемый компонент	Содержание компонента
Содержание влаги ( $W^a$ , % мас.)	2,5-3
Зольность ( $A^d$ , % мас.)	4,5-7
Выход летучих веществ ( $V^{daf}$ , % мас.)	10,0-15,0
$Q_s^r$ , ккал/кг (теплота сгорания)	5800-6000
$S_t^d$ , % мас. (сернистость)	0,4

Полученные результаты подтверждают перспективность данного топлива, его конкурентоспособность относительно аналогов и целесообразность проведения дальнейших работ по развитию данной теме.

**Список литературы:**

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. Максимов, М.А. Создание системы сбора, переработки и утилизации изношенных шин и других резинотехнических изделий в Российской Федерации // Автотранспортное предприятие, 2003. – № 12. – С. 39-41.
4. Лисовский В.А. Переработка утилизированных шин – энергоэффективное мероприятие // Проблемы сбора, переработка и утилизация отходов: Сб. научн.статей. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. – С.150–154.
5. Папин А.В. Получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин / А.В. Папин, А.Ю. Игнатова, Е.А. Макаревич, А.В. Неведров // Вестник КузГТУ. – № 2. – 2015. – С. 107-113.