

УДК 622.648.24:622.51

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ШИН КРУПНОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКИ УГЛЕДОБИВАЮЩЕЙ ПРО- МЫШЛЕННОСТИ В ЖИДКОЕ ТОПЛИВО**

А.С. Кононова, студентка гр. ХТб-131, IV курс

Научные руководители: А.В. Папин, к.т.н., доцент, А.Ю.Игнатова,  
к.б.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева  
г. Кемерово

Трудно представить жизнь современного человека без топлива и энергии. Без энергии невозможно развитие кибернетики, средств автоматизации, вычислительной и космической техники.

Примерно половина всей энергии, потребленной человечеством на протяжении 2 тысяч лет, приходится на последнее столетие. Ежегодное энергопотребление увеличивается быстрее, чем растет население Земли, и составляет в настоящее время в среднем 2,5-3,0 т на человека. Основными источниками энергии в течение многих лет были и остаются природные ископаемые и нефть [1].

Нефть играет огромную роль в снабжении человечества энергией. Кроме того, она является ценнейшем источником сырья для нефтехимического синтеза, а также производства продуктов различного назначения. Однако ряд причин (усиление конкуренции, изменение затрат на транспортировку, локальные конфликты в нефтеперерабатывающих регионах, появление альтернативных источников энергии) может вызвать существенные колебания цен на нефть. Поэтому в последнее время все большее значение приобретает разработка новых альтернативных источников энергии [2].

Одним из таких источников являются водоугольные суспензии (ВУС). Для их приготовления обычно применяют высококачественные энергетические угли с низким содержанием серы и золы. Но производство ВУТ связано с многочисленными недостатками, что в итоге приводит к снижению экономической эффективности технологии получения.

В наших исследованиях предлагается получение углеродомаслянных концентратов из твердого углеродного остатка пиролиза использованных автошин, которые являются отходом, распространенным повсеместно.

Одним из экологичных способов утилизации изношенных шин является пиролиз. Преимущества пиролиза автомобильных шин просто очевидны невооруженным взглядом:

- Данный процесс утилизации является безопасным с экологической точки зрения, а в продуктах переработки отсутствуют высокотоксичные вещества;

- Отсутствие отходов при производстве – абсолютно все, что образуется в процессе переработки покрышек, является ликвидным продуктом;
- Данная переработка ТБО не требует серьезных энергозатрат, и в целом, она очень экономична;
- Имеется возможность использования получаемого от переработки резины топлива, для внутренних технологических процессов.

Наибольший интерес из продуктов пиролиза, пригодных к дальнейшему использованию, вызывает технический углерод. Однако большинство из существующих методов пиролиза не дает высококачественного технического углерода [7]. Пиролизная сажа характеризуется высокой зольностью, низким усиливающим действием и загрязнена серой (таб.1).

Таблица 1.

Результаты технического анализа твердого углеродного остатка пиролиза автошин

Объект исследования	Определяемый показатель	Содержание, % мас.
Низкокачественный технический углерод (углеродсодержащий остаток пиролиза автошин)	Содержание влаги: $W^a$	0,68-2,1
	Зольность: $A^d$	10-18
	Выход летучих веществ, $V^{daf}$	8,8-12
	Сернистость: $S^d_t$ ,	4-8
	Теплота сгорания: $Q_s^r$ , ккал/кг	4800-6000

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

Твердый углеродсодержащий остаток пиролиза автошин является тонкодисперсным, крупностью его частиц составляет менее 1 мм. По зольности твердый углеродсодержащий остаток пиролиза автошин относится к среднезольным отходам, высокая зольность препятствует его использованию.

Химическое обогащение - неотъемлемая часть проблемы рациональной переработки промышленных и бытовых отходов. Применение химических методов в обогащении тесно связано с экологическими проблемами и решением конкретных задач по рациональному использованию и обезвреживанию жидких, твердых и газообразных отходов.

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 [8]:

- 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.

Кроме того способы обогащения должны быть технически приемлемы и экономически целесообразны. Поэтому завершающим этапом сопоставления различных способов обогащения с целью экономической эффективности является выбор связующего.

В качестве связующих компонентов возможно использование термогазойля, топочного мазута, поглотительного и антраценового масел, дизельного топлива, машинных масел и т.д.

Для выявления наиболее эффективного реагента для обогащения были проведены эксперименты обогащения твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин отработанным эксгаустерным маслом, топочным мазутом и газойлем. Экспериментальные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Обогащение твердого углеродсодержащего остатка  
пиролиза автошин различными реагентами

Название реагента	$A^d$ , %	$W^a$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_s^r$ , ккал/кг
Отработанное эксгаустерное масло	4,2-6,0	8,3-10,5	8,3-10,3	5200-6500
Газойль	7,3-8,4	12,2-15,5	8,2-11,0	4900-6150
Топочный мазут	6,5-7,5	10,5-14,5	8,5-10,2	5000-6200

Наиболее приемлемым реагентом по содержанию зольности, а также по теплоте сгорания является отработанное машинное масло с эксгаустеров коксохимических производств. Следует отметить, что данный реагент является отходом, в связи с этим перспективно его использование в процессе обогащения.

В дальнейших исследованиях в качестве реагента для обогащения твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин нами использовано отработанное машинное масло.

На основе углеродсодержащего твердого остатка методом обогащения по типу масляной агломерации получили концентрат со следующими характеристиками(таб.3):

Таблица 3.

Результаты технического анализа полученного концентрата

$A^d$ , % (зольность)	$W^a$ , % (влажность)	$V^{daf}$ , % (выход летучих веществ)	$Q_s^r$ , ккал/кг (теплота сгорания)	$S^d$ , % мас. (сернистость)
4,0-5,5	8,5-10,5	8,0-8,5	5000-6500	0,5

Полученные концентраты имеют более низкую зольность по сравнению с исходным твердым углеродным остатком. Сернистость полученных концентратов составляет 0,5 % мас. Такой продукт пригоден для применения в энергетике.

Кроме того, на основе полученных концентратов возможно получение жидкого топлива, а так же топливных брикетов применение которых не создаст дополнительных затрат при сжигании на котельных металлургической и энергетической промышленностях.

Список литературы:

1. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: Учебное пособие / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман; Под.ред. С.А. Ахметова. – СПб.: Недра, 2009.-832с.
2. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. К20 Первичная переработки нефти. Под ред. О.Ф. Глагольевой – М.: КолосС, 2012. – 456с.
3. Пат. РФ № 2167189 Россия Способ получения водоугольного топлива / Сост. Артемьев В.К., Данченков Н.И., Титов А.И.// Заявл. 11.04.2000, опубл. 20.05.2001.

4. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство и использование водоугольного топлива. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001. - 176 с.
5. Клейн М.С., Байченко А.А., Почевалова Е.В. Масляная грануляция угольных шламов Кузбасса // Вестн. КузГТУ. 1999. № 6. С. 59 - 62.
6. Пат. РФ № 2439131 Россия Способ получения водоугольного топлива / Скворцов Л.Б., Грачева Р.С., Якубсон Г.С. и др. // Заявл. 13.07.2010, опубл. [10.01.2012](#).
7. Папин А.В., Макаревич Е.А., Неведров А.В., Игнатова А.Ю., Солодов В.С. Утилизация углеродного остатка пиролиза изношенных автошин в виде высококонцентрированных водоугольных суспензий / Сборник трудов XV международной научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности». – Кемерово. – 2013. – С. 188-190.
8. Папин А.В., Макаревич Е.А., Неведров А.В., Игнатова А.Ю., Солодов В.С. Утилизация углеродного остатка пиролиза изношенных автошин в виде высококонцентрированных водоугольных суспензий / Сборник трудов XV международной научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности». – Кемерово. – 2013. – С. 188-190.
9. Заменители нефти: актуальность и перспективы /[http://news-mining.ru/analitika/zameniteli\\_nefti\\_aktualnost\\_i\\_perspektivy/](http://news-mining.ru/analitika/zameniteli_nefti_aktualnost_i_perspektivy/).
10. Папин А.В., Игнатова А.Ю., Злобина Е.С. Переработка тонкодисперсных твердых углеводородных отходов в композиционное топливо / Научно-технические проблемы разработки и использования минеральных ресурсов. – 2016. - № 3. – С. 468-473.