

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
125-1
18-20 ноября 2021 года**

УДК 662.8

АГАРКОВ И.В., МАССОЛЬД М.И., студенты гр. ТЭб-181 (КузГТУ)

Научный руководитель: УШАКОВ К.Ю., старший преподаватель
(КузГТУ)

г. Кемерово

**БРИКЕТИРОВАНИЕ ТВЕРДОГО ОСТАТКА ПРОЦЕССА
ОЖИЖЕНИЯ БАРЗАССКИХ УГЛЕЙ**

Согласно отчету Росприроднадзора в России насчитываются 48 городов с высоким или очень высоким уровнем загрязнения воздуха, в число которых входят и города Кемеровской области- Кузбасса. На территории региона существует практика введения режима «черного неба» или режима неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Этому способствует высокая концентрация различных производств на сравнительно небольшой территории и неблагоприятные природные особенности региона [1]. Основной вклад в экономику региона и, соответственно, в загрязнение природной среды Кузбасса вносят металлургическая, угольная, энергетическая и химическая промышленность, предприятия жилищно-коммунального хозяйства, транспорт и сельское хозяйство. При этом в структуре выбросов преобладают выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников имеющую долю более 80% [2]. Наряду с промышленными предприятиями свой вклад вносят и частные домохозяйства с печным отоплением. Поэтому одним из вариантов для снижения вредных выбросов в атмосферу от автономных источников тепловой энергии видится в применении бездымных топливных брикетов из углей неэнергетических углей и отходов переработки угольного сырья для отопления частного сектора [3 – 7]. Одной из перспективных технологий для внедрения в скором будущем является ожигание углей низкой степени метаморфизма с целью производства моторных топлив и ценных химических соединений [8]. В результате термической обработки углей наряду с целевыми жидкими продуктами образуются твердые продукты, содержащие углерод, но при этом лишенные основной части компонентов, входящих в состав летучих веществ углей [9]. Одним из направлений использования этого твердого остатка может являться использование его в качестве исходного сырья для брикетирования с получением топливных брикетов. Целью

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
125-2
18-20 ноября 2021 года**

настоящей работы является изучение возможности изготовления брикетов из твёрдого остатка процесса ожигания углей.

Методика получения топливных брикетов состоит из следующих основных этапов: дробление, сушка, смешивание со связующим веществом и прессование. Так как исходным сырьём является твёрдый продукт ожигания углей, то этапы дробления и сушки можно исключить из технологии изготовления брикета. В качестве исходного сырья для прессования были использованы образцы после ожигания углей барзасского месторождения смешанные между собой, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав органической массы твёрдых остатков ожигания углей.

Смесь	H, %	N, %	C, %	S, %
БК12 (после ожигания)	4,53	0,87	63,27	1,55
БК15 (до экстракции)	4,4	0,5	62,5	1,3
БК15 (после экстракции)	3,1	0,6	56,5	1,5

Для полученной смеси были определены влажность и зольность, выход летучих и теплота сгорания. Результаты определения технических характеристик представлены ниже.

Определение зольности по ГОСТ Р – 55661 – 2013 [10]

- 1) $M_1 = 9,503$ г (масса тигля)
- 2) $M_2 = 10,448$ г (масса тигля с навеской)
- 3) $M_3 = 9,843$ г (масса тигля с высушенней навеской)

$$A = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \cdot 100\% = \frac{9,843 - 9,503}{10,448 - 9,503} \cdot 100 = 36\%$$

Определение влажности по ГОСТ Р – 52911 – 2013 [11]:

- 1) $M_1 = 9,880$ г (масса тигля)
- 2) $M_2 = 10,925$ г (масса тигля с навеской)
- 3) $M_3 = 10,911$ г (масса тигля с высушенней навеской)

$$W = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \cdot 100\% = \frac{10,925 - 10,911}{10,925 - 9,880} \cdot 100 = 1,33\%$$

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
125-3
18-20 ноября 2021 года**

Определение выхода летучих веществ по ГОСТ Р – 55660 – 2013 [12]

- 1) $M_1 = 15,828$ г (масса тигля)
- 2) $M_2 = 16,849$ г (масса тигля с навеской)
- 3) $M_3 = 16,641$ г (масса тигля с высушенной навеской)

$$V^a = \frac{100 \cdot (M_2 - M_3)}{M_2 - M_1} - w = \frac{100 \cdot (16,849 - 16,641)}{16,849 - 15,828} - 1,33\% = 19\%$$

Низшая теплота сгорания топлива по уравнению Д.И. Менделеева, рассчитанная по составу образца БК15 (после экстракции) как по наименее содержащему углерод в ОМУ:

$$\begin{aligned} Q_H^p &= 339C^p + 1030H^p - 109(O^p - S^p) - 25W^p \\ &= 339 \cdot 56,5 + 1030 \cdot 3,1 - 109 \cdot (38,3 - 1,5) - 25 \cdot 1,33 \\ &= 19153,5 + 3193 - 4011,2 - 33,25 = 18302,05 \text{ КДж/кг} \end{aligned}$$

Результаты технического анализа показали, что исходная смесь обладает высокой зольностью ($A = 36\%$), низкой влажностью ($W = 1,33\%$), меньшим содержанием летучих ($V = 19\%$) по сравнению с данным показателем для исходных барзасских сапромикситов (42%). Теплота сгорания полученной смеси сопоставима с теплотой сгорания бурых углей и может быть повышена за счет использования в качестве связующего вещества жидкости полученной при пиролизе резиновой крошки.

В процессах изготовления брикетов дробленая смесь смешивается со связующим веществом с добавлением воды или связующего. Смесь растирается, чтобы униформизировать распределение вяжущей добавки и повысить вязкость для достижения состояния, в котором легко придается форма. Потом смесь помещается в форму для прессования, чтобы получить брикет. Брикеты высушиваются и охлаждаются. В настоящей работе для получения брикетов было проведено 4 опыта, из которых первые два – это прессование угольной смеси без смешивания с водой. В форму для прессования засыпалось 2 грамма угольной смеси, которые спрессовались гидравлическим прессом. В результате чего смесь на выходе были получены брикеты, которые при малой нагрузке сразу же рассыпались в пыль. Далее в каждые 2 грамма угольной смеси добавляли по 3 капли воды и подвергали прессованию. Результатом являлись полученные твердые брикеты цилиндрической формы небольшого размера (рисунок 1), которые не рассыпались после извлечения с формы для прессования и высушивания на воздухе в течении 24 часов.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

125-4



Рисунок 1. Результат прессования твердого остатка процесса оживления углей с добавлением воды.

В дальнейшим авторами запланированы испытания на механическую прочность и водопоглощение брикетов по ГОСТ, а так же изготовление брикетов с использованием связующих, в том числе жидкости от пиролиза резинотехнических отходов.

Работа выполнена при финансовой поддержке в соответствии с дополнительным соглашением №075-03-2021-138/3 о предоставлении субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (внутренний номер 075-ГЗ/Х4141/687/3).

Список литературы:

1. Хорошилова, Л. С. Проблемы антропогенной экологической опасности и их решение / Л. С. Хорошилова, А. В. Хорошилов // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2009. – № 4(40). – С. 107-110.
2. Попов, А. А. Влияние негативных факторов на экосистему Кузбасса / А. А. Попов, Л. С. Хорошилова // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2011. – № 1. – С. 162-169.
3. Монгуш, Г. Р. Топливные брикеты для улучшения экологической ситуации в городе Кызыле / Г. Р. Монгуш, В. И. Котельников, А. В. Баринов // Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая : Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 20-летнему юбилею Тувинского государственного университета, Году народных традиций в Республике Тыва,

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

125-5

Кызыл, 26–30 июня 2015 года / Тувинский государственный университет. – Кызыл: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тувинский государственный университет", 2015. – С. 210-212.

4. Кузьмина, Т. И. Направления решения экологических проблем добычи и использования углей / Т. И. Кузьмина // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2010. – № 9. – С. 31-34.
5. Предпосылки реализации технологии получения бездымных брикетов из низкосортных углей Кыргызстана / А. А. Асанов, Т. С. Абдыкадыров, М. Дуйшев, А. Мусабаев // Известия ВУЗов (Кыргызстан). – 2014. – № 4-1. – С. 125-128.
6. Гринев, А. О. Альтернативные виды топлива, как один из способов экологизации Донбасса / А. О. Гринев, Д. И. Измайлова // Современное инновационное общество: от стагнации к развитию: экономические, социальные, философские, политические, правовые, общенаучные закономерности : Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Новосибирск-Тихорецк-Саратов-Краснодар, 27 июня 2017 года / Ответственные редакторы Н.Н. Понарина, С.С. Чернов. – Новосибирск-Тихорецк-Саратов-Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "Академия управления", 2017. – С. 70-72.
7. Папин, А. В. Экологические и технологические аспекты утилизации коксовой пыли в виде топливных брикетов / А. В. Папин, А. Ю. Игнатова, В. С. Солодов // Безопасность в техносфере. – 2013. – Т. 2. – № 2. – С. 66-70.
8. Каталитическое ожижение углей - перспективный способ производства моторных топлив и ценных химических соединений. Часть 1. основные методы ожижения углей / И. Я. Петров, К. Ю. Ушаков, А. Р. Богомолов, Б. Г. Трясунов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2020. – № 5(141). – С. 20-32. – DOI 10.26730/1999-4125-2020-5-20-32.
9. Ушаков, К. Ю. Влияние технологических параметров на термические превращения барзасских углей в различных средах / К. Ю. Ушаков, И. Я. Петров, А. Р. Богомолов // Известия

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

125-6

- Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 9. – С. 196-209.
10. ГОСТ Р – 55660 – 2013 Топливо твердое минеральное: определение выхода летучих веществ.
- 11.ГОСТ Р – 55661 – 2913 Топливо твердое минеральное: определение зольности
- 12.ГОСТ Р – 52911 – 2013 Топливо твердое минеральное: определение общей влаги

Информация об авторах:

Агарков Иван Владимирович, студент гр. ТЭб – 181, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, ivan.agarkov.2017@mail.ru

Массольд Максим Игоревич, студент гр. ТЭб – 181, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, maks_massold@mail.ru

Ушаков Константин Юрьевич, старший преподаватель кафедры теплоэнергетики, КузГТУ, 650000, ул. Весенняя, д. 28, as1sa2@mail.ru