

**УДК 66:504.064.47**

Торопова Надежда Вячеславовна, студент гр. ХТб-131, IV курс  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Tоропова Nadezhda, student gr. КНТб-131, IV course  
(KuzSTU, Kemerovo)

**УГЛЕКОКСОВЫЙ КОНЦЕНТРАТ КАК ОСНОВА ДЛЯ  
ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ**

**COKING COAL CONCENTRATE AS A BASIS FOR SOLID  
BRIQUETTES**

**Аннотация**

Приведен обзор существующих методов и способов переработки тонкодисперсных отходов угольной и коксохимической отраслей - коксовой и угольной пыли. Описаны преимущества создания обогащенных концентратов на основе коксовой и угольной пыли методом масляной агломерации. Так, данный метод является эффективным и комплексным процессом, при котором выход углекоксового концентрата составляет до 85 %. Представлены характеристики углекоксового концентрата. На основе концентрата получены образцы твердотопливных брикетов, представлены их технические характеристики и описаны преимущества.

**Annotation**

A review of existing methods and ways of processing the waste fine coal and coke industries - coke and coal dust. The advantages of creating enriched concentrates on the basis of coke and pulverized coal by oil agglomeration. Thus, this method is effective and complex process in which the output Coking coal concentrate is 85%. The characteristics coking coal concentrate. On the basis of samples of solid concentrate pellets obtained, presented their technical characteristics and advantages described.

Вопросы энергоснабжения и энергосбережения волнуют все мировые сообщества. Во всем мире идет повсеместная экономия сырьевых ресурсов. Ученые многих стран пытаются решить эту проблему различными методами, в том числе путем внедрения инновационных технологий, рационального и эффективного использования вторичных энергоресурсов предприятий, с помощью применения альтернативных источников энергии.

Так, производство тепловой энергии на источниках теплоснабжения (ТЭЦ и котельных) имеет побочный эффект в виде выброса загрязняющих веществ в атмосферу. Это твёрдые частицы золы, вылетевшие из топи

кусочки топлива вследствие недогорания (сажа), оксиды серы, азота, угарный и углекислый газ, бенз(а)пирен. Применение альтернативных источников топлива (например, топливных брикетов, композитных топлив) позволит снизить количество вредных выбросов в окружающую среду.

Поэтому становится все более актуальным создание новых энергосберегающих технологий, использующих в качестве сырья всевозможные отходы производств. К тому же, такие технологии положительно сказываются на состоянии окружающей природной среды.

Проблема образования углеродсодержащих тонкодисперсных отходов на коксохимических и угледобывающих предприятиях является одной из актуальных для Кузбасса. Одними из таких отходов размером до 1 мм являются коксовая и угольная пыль. Данные отходы оказывают отрицательное воздействие на атмосферу, водоемы, недра земли, флору и фауну. Наличие огромного количества углеродсодержащих отходов толкает ученых Кузбасса к поиску направлений их переработки.

Объемы образования коксовой пыли весьма велики, в среднем на одном коксохимическом предприятии в год образуется около 18-20 тыс. тонн коксовой пыли [1]. Улавливается коксовая пыль в аспирационных системах бункеров и станции перегрузки кокса на коксосортировках, содержит 12-15 % воды [2]; как топливо не используется из-за низкой тепловой отдачи [3].

Угледобывающее производство технологически сопровождается образованием значительного количества различных отходов, достигающих до 30% от добычи угля. После добычи уголь подвергается обогащению и сортировке. Перед разделением угля на фракции из угольного объема вымывается пыль и фракция менее 0,5 мм. Образование угольной пыли происходит при следующих производственных операциях: отбойке угля комбайнами и взрывных работах; погрузке угля погрузочными машинами, транспортировке угля конвейерами; при обогащении угля [4].

В настоящее время существуют различные методы и способы переработки коксовой и угольной пыли.

Известен метод «горячего» брикетирования угольной мелочи и пыли с использованием связующих компонентов. Процесс происходит при температуре 400-520 °С и давлении 20-80 МПа. В качестве связующих веществ используется патока, портландцемент, глина, гипс. Угольная мелочь попадает в дробилку, после достаточного измельчения она проходит по шнековому транспортеру в смеситель, где при добавлении связующих образуется однородная масса. После этого готовая смесь проходит по конвейеру под электромагнитом. Затем смесь попадает в бункер и из него ее везут в станок – пресс, после чего готовая продукция сушится и отправляется на склад, либо транспортируется потребителю [5].

Угольные брикеты обладают рядом преимуществ: не токсичны; являются удобным, эргономичным в употреблении экологически безопасным видом топлива; бездымны.

В Европе уже оценили достоинства брикетированного топлива. В Англии, США, Германии, Чехии, Польше, Турции, Австралии и других странах по разнообразным технологиям производят брикеты на базе угольной мелочи в огромных объемах. Это определено тем, что при сжигании угольных брикетов, по сравнению со сжиганием рядового угля, повышается на 25-35% КПД топочных устройств, снижаются на 15-20% выбросы сернистого газа, более чем вдвое уменьшаются выбросы твердых веществ с бытовыми газами, а также на 15-20% снижается недожег горючих компонентов [6].

Основной недостаток брикетирования – затраты на осуществление процесса и стоимость реагентов - связующих.

Предлагаемое решение проблемы - обогащение углеродсодержащих тонкодисперсных отходов методом масляной агломерации.

На базе лаборатории термодинамики многофазных систем ведутся исследования по получению низкозольного концентрата на основе тонкодисперсных отходов - коксовой и угольной пыли.

В качестве исходного сырья были взяты образцы коксовой и угольной пыли, являющихся производственными отходами ОАО «Кокс» (г. Кемерово). Далее был проведен технический анализ образцов. Выход летучих веществ определяли по ГОСТ 6382-2001 [7], зольность – по ГОСТ 11022-95 [8], влажность – по ГОСТ 11014-1981 [9].

В экспериментах в ёмкость наливали воду объемом 500 мл, загружали смесь коксовой и угольной пыли в соотношении 1:1 (250 г угольной пыли + 250 г коксовой пыли). Такая смесь коксовой и угольной пыли позволяет достичь приемлемой теплоты сгорания готового концентрата, так как коксовая пыль – высококалорийный отход и поэтому введение отошающей добавки – угольной пыли – позволяет использовать углекоксовый концентрат для прямого сжигания в бытовых топках без прогорания колосниковых решеток.

До визуального перемешивания в течение 1-2 мин. проводили интенсивное смешивание смеси коксовой и угольной пыли и воды при помощи лопастной мешалки, соединенной с двигателем. Перемешивание более 3 мин. нецелесообразно. Во избежание образования «воронки», снижающей интенсивность перемешивания, в ёмкость устанавливали специальные преградители. Затем добавляли углеводородный реагент – отработанное эксгаустерное масло, являющееся отходом коксохимического производства, в количестве 4,0-6,0 % к массе воды, используемой для обогащения, и перемешивают еще в течение 5-8 мин. Перемешивание менее 5 мин. не приводит к образованию масляных агломератов, так как углеводородный реагент не успевает полностью

смочить поверхность пылевых частиц. Увеличение времени перемешивания свыше 8 мин. нецелесообразно, так как расходуется дополнительная энергия [10].

В результате турбулизации пульпы (смеси воды, коксовой и угольной пыли и углеводородного реагента) происходит селективное образование масляных агрегатов, которые уплотняются, структурно преобразуясь в прочные гранулы сферической формы, при этом топливо избавляется от балласта – минеральных примесей. Полученный концентрат с гранулами 2-3 мм отделяли на сите с ячейками 0,5 мм от воды и минеральных примесей.

На выходе с установки получили новый продукт – углекоксовый концентрат.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты технического анализа коксовой и угольной пыли, а в таблице 3 – углекоксового концентрата.

Таблица 1

Лабораторные исследования коксовой пыли

$A^d$ , % (зольность)	$W^a$ , % (влажность)	$V^{daf}$ , % (выход летучих веществ)	$Q_s^r$ , ккал/кг, (теплота сгорания)	$S_t^d$ , % мас. (сернистость)
14,6	1,7	2,2	7500	0,4

Таблица 2

Лабораторные исследования угольной пыли

$A^d$ , % (зольность)	$W^a$ , % (влажность)	$V^{daf}$ , % (выход летучих веществ)	$Q_s^r$ , ккал/кг (теплота сгорания)	$S_t^d$ , % мас. (сернистость)
23,4	1,8	20,9	6350	0,4

Таблица 3

Характеристики углекоксового концентрата

$A^d$ , % (зольность)	$W^a$ , % (влажность)	$V^{daf}$ , % (выход летучих веществ)	$Q_s^r$ , ккал/кг (теплота сгорания)	$S_t^d$ , мас. % (сернистость)
5,0	9,5	18,3	8550	0,2

На основе концентрата были изготовлены образцы топливных брикетов.

Углекоксовый концентрат смешивали со связующим до однородной массы. В качестве связующего использовали карбамид в количестве 6-10 % к массе исходного сырья. Карбамид перед введением в исходный концентрат разогревают до 100-133 °С, а брикетирование смеси под

давлением производят ступенчато, для чего сначала устанавливали нагрузку 5-6 атм., с выдержкой 3-5 мин и далее до 15 атм. с выдержкой при максимальной нагрузке 3-5 мин.

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 [11,12].

Расход связующего определяли потребностью для формирования прочного топливного брикета.

На выходе получали твердотопливные брикеты.

При брикетировании углекоксового концентрата со связующим (карбамидом) получили твердое топливо со следующими техническими характеристиками (таблица 4).

Таблица 4  
Технические характеристики полученных топливных брикетов

Физические испытания			Топливные характеристики		
сжати е, кг/см <sup>2</sup>	истирание, % содержание кусков размером >25 мм	Сбрасывани е, % содержание кусков размером >25 мм	A <sup>d</sup> , мас. % (зольность)	Q <sub>s</sub> <sup>r</sup> , ккал/кг (теплота сгорания)	S <sub>t</sub> <sup>d</sup> , мас. % (сернисто сть)
70	94	94	5,0	8600	0,25

Прочность брикетов на истирание была оптимальна при добавлении связующего также от 8,0 до 10,0 % мас.

Рекомендуемый состав позволяют формировать прочные брикеты с низкой себестоимостью, низкой зольностью и сернистостью из тонкодисперсных отходов (коксовой пыли и угольной пыли). Полученные топливные брикеты могут использоваться в качестве горючего вещества для бытовых и производственных целей, утилизация производственных отходов позволит улучшить экологическую обстановку в углеперерабатывающих регионах.

#### Список литературы

1. Химическая технология горючих ископаемых / Макаров Г. Н., Харлампович Г. Д., Королев Ю. Г. И др.; под ред. Макарова Г. Н. и Харламповича Г.Д. – М.: Химия, 1986 – 496 с.
2. Лотош В.Е. Л 804 Переработка отходов природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – С. 265.

3. Брикетирование угля: технология, особенности и устройства для домашнего изготовления [Электронный ресурс]. <http://teplowood.ru/briketirovanie-uglya.html>

4. Головин Г. С. Переработка углей – стратегическое направление повышения качества и расширения сфер их использования / Г. С. Головин, С. С. Крапчин. – М.: НТК «Трек», 2006. – 396 с.

5. Оборудование для брикетирования бурого и каменного угля [Электронный ресурс]. <http://topbrik.ru>.

6. Технология брикетирования мелкодисперсных отходов. Переработка отходов в сырье [Электронный ресурс]. [http://www.acanmachine.com/BROCHURE/ACAN\\_Pererabotka\\_Ugolnih\\_Othodov.pdf](http://www.acanmachine.com/BROCHURE/ACAN_Pererabotka_Ugolnih_Othodov.pdf).

7. ГОСТ 6382-2001 Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 2001

8. ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. – М.: Изд-во стандартов, 1995.

9. ГОСТ 11014-1981 Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги. – М.: Изд-во стандартов, 1981.

10. Разработка технологии утилизации коксовой пыли коксохимических производств в виде брикетов повышенной прочности / В.С. Солодов, А.В. Папин А.В., А.Ю. Игнатова, Т. Г. Черкасова / Ползуновский вестник. – № 4-2. – 2011. – 159-164.

11. Пат. РФ № 2468071 Способ брикетирования коксовой пыли / А.В. Папин, В.С. Солодов, А.Ю. Игнатова А.Ю. // КузГТУ. Заявл. 26.10.2011, опубл. 27.11.2012.

12. Злобина Е.С. Экологические и технологические аспекты утилизации твердых углеводородных отходов / Е.С. Злобина, А.В. Папин, Игнатова // Вестник КузГТУ. - 2015. - №3. - С. 92-101.