

УДК 66:504.064.47

Н.В. ТОРОПОВА, студент гр. ХТб-131 (КузГТУ)
Научные руководители: А.Ю. ИГНАТОВА, к.б.н., доцент (КузГТУ),
А.В. ПАПИН, к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

УГЛЕКОКСОВЫЙ КОНЦЕНТРАТ И ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ БРИКЕТЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

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, эргonomичным 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 отощающей 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 экстгаустерное 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.

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 табл. 1 и 2 представлены результаты технического анализа коксовой и угольной пыли, а в табл. 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 ^d _t , % 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)	$S_{t,d}^d$, % 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)	$S_{t,d}^d$, мас. %(сернистос ть)
4,8	3,1	34,8	7500	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 °C, 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.

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 (табл. 4).

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).

Таблица 4

Технические характеристики полученных топливных брикетов

Физические испытания			Топливные характеристики		
сжатие, кг/см ²	истирание, % содержание кусков размером >25 мм	Сбрасывание, % содержание кусков размером >25 мм	A ^d , мас. % (зольность)	Q _s ^r , ккал/кг (теплота сгорания)	S ^d _t , мас. % (сернистость)
70	94	94	5,0	7600	0,25

Полученные топливные брикеты могут использоваться в качестве горючего вещества для бытовых и производственных целей, утилизация производственных отходов позволит улучшить экологическую обстановку в углеперрабатывающих регионах.

Список литературы:

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