

Разработка технологии получения высококачественного топлива на основе техногенных углеродсодержащих отходов

Торопова Надежда Вячеславовна

E-mail: nadya.toropova.95@mail.ru

1. Обзор существующих подходов к переработке тонкодисперсных отходов

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. Глина, гипс и известь в качестве связующего увеличивают зольность и снижают удельную теплоемкость топлива [3]. Существует способ брикетирования влажных мелких классов угля. Он включает перемешивание связующего вещества с мелким классом угля, брикетирование шихты и сушку брикетов. Дополнительно в смесь связующего вещества с мелким классом угля вводят угольные шламы. В качестве связующего вещества, в зависимости от технологических требований, к брикетам используют водный раствор латекса СКМС-30 АРК, водный раствор бустилата, водный раствор клея ПВА, водный раствор клея КМЦ-55 или КМЦ-75, а частичная сушка брикетов совершается за счет тепла, выделяемого при брикетировании прессованием [6]. Возможно получение топливных брикетов для плавки чугуна в вагранках, для получения карбида кальция, карбида кремния, минеральных волокон и других материалов. Так, существует способ получения топливных брикетов, включающий смешение измельченного твердого топлива со связующим в количестве 8-9 % от массы измельченного твердого топлива, брикетирование смеси и последующую термообработку брикетов. В качестве измельченного твердого топлива используют коксовую мелочь с размерами частиц 0,05-16,0 мм в количестве 50-80 мас. %, термоантрацитовую мелочь с размерами частиц 0,05-6,0 мм в количестве 20-50 мас.%. В качестве связующего используют лигносульфонат, модифицированный 3-5 мас. % нефти или нефтепродуктов. Брикетирование смеси осуществляют под давлением 25 МПа [7]. 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 недожог горючих компонентов [8]. Основной недостаток брикетирования - затраты на осуществление процесса и стоимость реагентов - связующих. Тонкодисперсные углеродсодержащие отходы перспективно утилизировать в виде водоугольного топлива. Водоугольное топливо представляет собой высококонцентрированную дисперсную систему, состоящую из высокодисперсных фракций угля (90 % мас.) в углеконцентрат органической части твердого углеводородного сырья [21].

2. Обогащение смеси угольной и коксовой пыли

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 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. 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.

3. Брикетирование углекоксового концентрата

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.

4. Результаты исследований

В ходе выполнения научно-исследовательской работы были выявлены возможности переработки тонкодисперсных углеродсодержащих отходов в инновационные продукты - углекоксовый концентрат и твердотопливные брикеты на его основе. Применение метода масляной агломерации для обогащения позволило значительно снизить зольность и сернистость исходного сырья, при этом размер частиц коксовой и угольной пыли не влияет на селективность процесса. Зольность обогащенного концентрата составляет 4,8 %, тогда как зольность исходного сырья - коксовой и угольной пыли составляла 14,6 % и 23,4 % соответственно. Содержание серы в исходном сырье равно 0,4 %, а в углекоксовом концентрате - 0,2 %. Эти факты подтверждают эффективность метода для обогащения данного вида отходов. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что углекоксовый концентрат перспективно использовать в энергетике. Была рассмотрена возможность изготовления твердотопливных брикетов на основе углекоксового концентрата. Прочность брикетов на истирание была оптимальна при добавлении связующего от 8,0 до 10,0 % мас. Более перспективным связующим выглядит карбамид в виду низких затрат на его применение в

технологии, хорошими показателями качества брикетов и экологической безопасности. Рекомендуемый состав позволяют формировать прочные брикеты с низкой себестоимостью, низкой зольностью и сернистостью из мелкодисперсных 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.

Заключение

В проведенных исследованиях были выявлены возможности переработки угольной и коксовой пыли путем обогащения в новые инновационные продукты - углекоксовый концентрат и твердотопливные брикеты на его основе. Наиболее эффективным и комплексным методом обогащения является метод масляной агломерации. Метод позволяет значительно снизить зольность исходного сырья, при этом размер частиц коксовой и угольной пыли не влияет на селективность процесса.

Результатом исследований является разработка технологического процесса получения гранулированного концентрата на основе углеродсодержащих отходов для дальнейшего промышленного масштабирования.

Потребители готовой продукции: предприятия энергетической, металлургической и коксохимической отраслей.

Список источников

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. Пат. № 2330062 Способ брикетирования мелких классов угля и шламов / Марченко В. А., Фомичев С. Г., Сенкус В. В., Стефанюк Б. М., Сенкус В. В., Полубояров В. А., Коротаева З. А., Булгаков В. В., Заречнев М. С. // НФ КемГУ, Россия. Оpubл. 29.01.2007.
7. Пат. №2298028 Способ получения топливных брикетов / Головичев А. И., Никишанин М. С. // АлтГТУ, Россия. Оpubл. 16.01.2006.
8. Технология брикетирования мелкодисперсных отходов. Переработка отходов в сырье [Электронный ресурс]. http://www.acanmachine.com/BROCHURE/ACAN_Pererabotka_Ugolnih_Othodov.pdf.
9. Водоугольное топливо на основе отходов обогащения угля коксохимических предприятий / Макаров А. С., Савицкий Д. П. // Журнал «Уголь» № 7 (999) - 2009. С. 42-45.
10. Пат № 2173817 Топливная суспензия / Виноградов В. А., Доброхотов В. И., Мурко В. И., Нехороший И. Х., Своров В. А, Слепцов В. В. // Россия, опубл.: 25.12.2000.
11. ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. - М.: Изд-во стандартов, 1995.
12. ГОСТ 6382-2001 Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. - М.: Изд-во стандартов, 2001.

13. ГОСТ 147-95 Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. - М.: Изд-во стандартов, 1995.
14. ГОСТ 2059-95 Топливо твердое минеральное. Метод определения общей серы сжиганием при высокой температуре. - М.: Изд-во стандартов, 1995.
15. ГОСТ 18132-72 Брикетты и полубрикетты торфяные. Метод определения механической прочности. - М.: Изд-во стандартов, 1972.
16. ГОСТ 21289-75 Брикетты угольные. Методы определения механической прочности. - М.: Изд-во стандартов, 1975.
17. Клейн М.С., Байченко А.А., Почевалова Е.В. Обогащение и обезвоживание тонких угольных шламов с использованием метода масляной грануляции // Горный инф.-аналит. бюллетень. 2002. № 4. С. 237 - 239.
18. Клейн М.С. Кинетическая модель процесса масляной агломерации // Вестник КузГТУ. 2003. № 6. С. 74-80.
19. Бабенко С.А., Семакина О.К., Миронов В.М., Чернов А.Е. Гранулирование дисперсных материалов в жидких средах. - Томск.: Издательство Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. 346 с.
20. Заостровский А.Н., Мурко В.И., Клейн М.С., Папина Т.А. Применение масляной агломерации для глубокого обогащения угля // Горный инф.-аналит. бюллетень. 2003. № 12. С. 187 - 189.
21. Заостровский А.Н., Клейн М.С., Папина Т.А., Папин А.В., Чалая М.В. Установка для повышения качества углей методом масляной агломерации к использованию в водоугольных суспензиях // Молодежь и пути России к устойчивому развитию. Тез. докл. трет. Респуб. школы-конф. Красноярск.2003. С. 74-76.