

УДК 662.749.2

Е.А. ЕРЕМЕЕВ, студент гр. ТЭБ-231 (КузГТУ)
Научный руководитель К. Ю. УШАКОВ, к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

БРИКЕТИРОВАНИЕ КОКСОВОЙ ПЫЛИ

Экологическая проблема на территориях, где идёт добыча твердого топлива, особенно угля, остается актуальной. В последнее время угольные предприятия предпочитают использовать открытый способ добычи полезных ископаемых, так как он является более безопасным по сравнению с подземным. Однако данный метод приводит к образованию мелкой угольной пыли, которая в дальнейшем разлетается в окрестностях местах добычи угля и наносит вред окружающей среде. Кроме того, на промышленных заводах, где в качестве сырья используется уголь или кокс, накапливаются большие объемы мелкой пыли, которая в последующем не используется, из-за несоответствия её размеров к требованиям к топливу для топок или установок. Это создаёт проблему накопления отходов, несмотря на потенциал использования этой пыли в качестве сырья. К тому же мелкая угольная (коксовая) пыль вызывает негативные воздействия на здоровье человека. При продолжительном контакте могут возникнуть заболевания, раздражение, зуд, дерматит [1].

Исходя из вышесказанного, цель данного исследования заключается в разработке оптимальной рецептуре брикетов на основе коксовой пыли с учетом технических и эксплуатационных характеристик их дальнейшего использования.

Для проведения данного исследования была использована коксовая пыль одного из металлургических предприятий, находящегося на территории Кемеровской области – Кузбасса. Результаты фракционного и технического анализа исходной коксовой пыли приведены в таблицах 1 и 2. За основу изготовления коксовых брикетов была применена технология, описанная в патенте № RU2665044 С1 «Способ брикетирования мелких классов кокса» [2]. Выбор связующего вещества основывался на исследовании Сухомлинова Д.В., Кускова В.Б. и Кускова Я.В., в котором показано, что жидкое стекло является наиболее прочным связующим веществом чем другие. На основании этого факта было принято решение об использовании жидкого стекла в качестве связующего вещества [3].

Первоначально при брикетировании использовались три основных компонента: коксовая пыль, вода и связующее вещество. Компоненты смешивались до создания концентрации пасты (для обеспечения равномерного распределения связующего по поверхности пыли), смесь такой

концентрации при прессовании вытекала из формы, поэтому было принято решение добавить к смеси сосновые опилки, которые должны были впитывать в себя лишнюю влагу и предотвратить вытекание смеси из формы. Так было изготовлено 6 брикетов (позиции 3-8 табл.3). В последующем было принято решение отказаться от использования сосновых опилок из-за стремления упростить рецептуру и удовлетворения требований заказчика исследования к брикетам.

Таблица 1

Фракционный состав

| Размер сита, мм | Процентное соотношение |
|-----------------|------------------------|
| 0,5 | — |
| 0,2 | — |
| 0,1 | 0,48 % |
| 0,05 | 3,62 % |
| Менее 0,05 | 94,41 % |

Таблица 2

Технические характеристики коксовой пыли

| Характеристика | Значение |
|---------------------------|------------|
| Влажность, W | 0,65% |
| Выход летучих, V | 1,10 % |
| Зольность, A | 15,44 % |
| Теплота сгорания, Q_p^B | 6608 кал/г |

Исходя из полученных данных по фракционному анализу можно сделать вывод, о том, что данная пыль имеет класс крупности менее 0,05 мм.

На основе первоначальных компонентов было сделано 3 брикета с увеличенным содержанием коксовой пыли (поз. 9-11 табл. 3). Рецептура брикетов и их технические характеристики представлены в таблице 3.

По результатам технического анализа можно сделать вывод, что добавление связующего увеличивает зольность, влажность и выход летучих брикетов, по отношению к исходной коксовой пыли, при этом теплота сгорания снижается. Добавление древесных опилок также приводит к увеличению выхода летучих и снижению теплоты сгорания. В целом брикет с рецептурой №10 (табл. 3) имеет наиболее приближенные к исходной коксовой пыли значения технических характеристик и соответствует требованиям к топливным брикетам. Низкие (по сравнению с углями) значения выхода летучих могут способствовать снижению вредных выбросов дымовых газов в атмосферу при сжигании брикетов.

Таблица 3

**Процентные соотношения состава брикетов и технические
характеристики**

| № | Коксовая пыль, % | Жидкое стекло, % | Вода, % | Опилки, % | W, % | A, % | V, % | Q_p^B , кал/г |
|----|---------------------|---------------------|------------|--------------|------|------|------|--------------------|
| 1 | 56,81 | 34,65 | 1,5 | — | — | — | — | 4643 |
| 2 | 69,65 | 20,68 | 9,65 | — | 7,2 | 22,5 | 2,1 | 5512 |
| 3 | 41,56 | 39,45 | 12,40 | 6,58 | 9,4 | 21,6 | 9,7 | 5120 |
| 4 | 43,56 | 43,56 | 9,77 | 3,09 | — | — | — | 5300 |
| 5 | 58,05 | 28,06 | 10,89 | 2,98 | — | — | — | 5119 |
| 6 | 35,67 | 46,61 | 8,80 | 8,89 | — | — | — | 5124 |
| 7 | 39,50 | 42,70 | 8,66 | 9,12 | — | — | — | 5098 |
| 8 | 43,50 | 43,50 | 8 | 5 | 9,7 | 25,2 | 7,9 | 5220 |
| 9 | 64,99 | 30,71 | 4,27 | — | 5,3 | 24,8 | 2,9 | 5321 |
| 10 | 75 | 20 | 5 | — | 3,7 | 22,4 | 2,4 | 5684 |
| 11 | 72 | 25 | 3 | — | 4,1 | 26,6 | 2,6 | 5423 |

После набора прочности было проведено испытание на прессе ТП-1-100 по определению прочности на сжатие, результаты представлены на рисунке 1. Для брикета с рецептурой №10 (табл.3) испытания на сжатие проводилось после 24 и 48 ч. сушки на воздухе в условиях лаборатории.

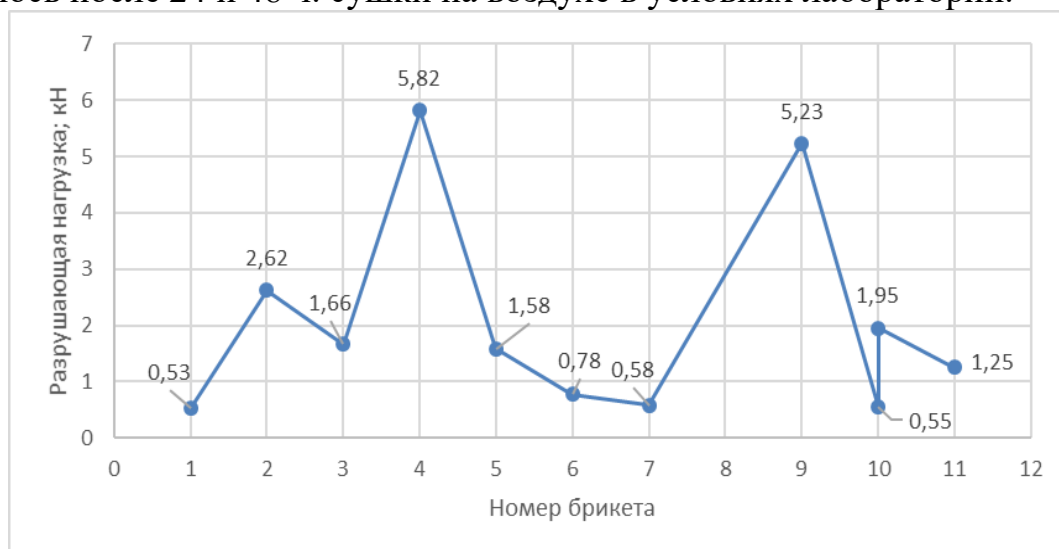


Рис.1. Разрушающая нагрузка на сжатие

По результатам которого было выявлено, что брикеты за 24 ч. сушки набирают прочность. При этом увеличение времени сушки до 48 ч. позво-

ляет набрать полную прочность. Наиболее прочными оказались образцы под номером 4 и 9, они характеризуются повышенным содержанием связующего. Выявлено, что увеличение содержания опилок снижает прочность брикетов. Также установлено, что созданные брикеты имеют достаточную прочность для его транспортировки и хранения.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. В ходе исследования были разработаны ряд вариантов рецептов брикетов. Экспериментальные данные показали, что брикет номер 10 является наиболее подходящим для использования по своим техническим свойствам;

2. Эксперименты показали, что брикеты приобретают прочность после сушки в течении более 24 часов, при этом максимальная прочность достигается при 48 ч. сушки;

3. Применение разработанных брикетов позволяет перерабатывать отходы угледобывающих и промышленных заводов, что способствует снижению их накопления и уменьшению экологического воздействия. Кроме того, бездымные брикеты могут быть использованы как на промышленных предприятиях, так и в бытовых условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта № 075-03-2024-082/2 от 15.02.2024 г. (FZES-2024-0001).

Список литературы:

1. Бородачев, Н. М. Угольная пыль и полиарены как загрязняющие компоненты промышленных предприятий / Н. М. Бородачев, В. А. Портола – Текст: электронный // Региональная научно-практическая конференция студентов и школьников «Экология и безопасность жизнедеятельности». – 2022. – URL: <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Other/2022/ebgd/ebgd2021/pages/Articles/05.pdf> (дата обращения 21.08.2024).

2. Патент № 2665044 Российская Федерация, МПК C10L 5/02 (2006.01), C10L 5/06 (2006.01). C10L 5/10 (2006.01), C10L 5/12 (2006.01), C10L 5/14 (2006.01). Способ брикетирования мелких классов кокса : № 2018119637 : заявл. 28.05.2018 : опубл. 27.08.2018 / Темникова Е. Ю., Горбунков А. И., Горбунков И.А., Богомолов А.Р., Григорьева Е.А., Лапин А.А. ; заявитель КузГТУ. – 5 с. : Текст : непосредственный.

3. Сухомлинов, Д. В. Получение каменноугольных брикетов с низкой температурой воспламенения / Д. В. Сухомлинов, В. Б. Кусков, Я. В. Кускова. – Текст : электронный // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). –

Москва, 2013. – С. 20. – ISSN 0236-1493. URL: https://giab-online.ru/files/Data/2013/7/SUHOMLINOV_-preprint.pdf (дата обращения 21.08.2024).

Информация об авторах:

Еремеев Егор Артемович, студент гр. ТЭБ-231, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, erem.eg@mail.ru

Ушаков Константин Юрьевич, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, ushakovkju@kuzstu.ru