

УТИЛИЗАЦИЯ (ПЕРЕРАБОТКА) УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ МЕТОДОМ БРИКЕТИРОВАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗУЮЩЕГО РЕАГЕНТА

²Чурина С.С.

Научный руководитель старший преподаватель кафедры экологии и оценки ЧУ Д. Е. Выдрин¹,
заместитель руководителя Е. К. Тайшибекова¹

¹EcoProf KZ (ТОО «EcoProf KZ»), Караганда, Казахстан

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Разработка, добыча и использование угля значительно загрязняют окружающую среду и причиняют вред здоровью людей, причем не только тем, кто проживает в непосредственной близости, поскольку угольная пыль разносится воздушными потоками на значительные расстояния и осаждается хаотично. Выбросы угольных электростанций также вредят нашему здоровью и способствуют изменению климата. Несмотря на это уголь по-прежнему считается недорогим видом топлива, а модернизация электростанций и систем отопления в частных домохозяйствах требует больших затрат, поэтому количество добываемого угля не снижается и более того, существует потребность в недорогом и более эффективном варианте данного вида топлива.

В связи с продолжающейся активной разработкой большого количества угольных месторождений необходимо использовать полезные ископаемые экономно, максимально снижая потери при добыче и транспортировке. Кроме того, на угледобывающих предприятиях и обогатительных фабриках остается большое количество угольных отходов, которые не используются, но при этом они пригодны к дальнейшей переработке с получением горючего твердого топлива. В этой связи остается актуальным вопрос переработки угольной мелочи, отсева, шлама обогатительных фабрик. В данной работе рассматривается метод получения гидрофобных брикетов из угольной мелочи с применением связующего реагента, отвечающего технологическим, экологическим и санитарным требованиям.

Наличие угольной пыли в шламоотстойниках различных горнодобывающих предприятий и обогатительных фабрик исчисляется миллионами тонн. При этом данная пыль не представляет никакой сырьевой ценности, а накопление отходов приводит к высокой карбонизации атмосферы, загрязнению воздуха, грунтовых вод, изменению ландшафта местности, деградации почв и уменьшению площади плодородных земель, а также ухудшению здоровья людей [7, 8]. Поэтому проблемой утилизации угольной пыли сегодня озадачены многие горнодобывающие предприятия, желающие разработать и внедрить в производство инновационный продукт либо модернизировать текущий [6]. Производство брикетов из угольной пыли является одним из основных способов использования мелкодисперсного угля и практикуется уже давно. Однако получить прочные брикеты из твердой шихты весьма затруднительно без использования должного связующего реагента.

В настоящее время основной причиной, тормозящей развитие брикетирования каменных и бурых углей, является отсутствие доступного и дешевого связующего реагента. По этой причине повсеместно и постоянно ведутся поиски различных вариантов индивидуальных или комбинированных связующих реагентов для получения топливных брикетов, расширяется их ассортимент, совершенствуется технологическое оборудование [3, 5].

В рамках данного исследования проведен ряд испытательных работ по подбору оптимальных параметров для получения угольных брикетов с высокой прочностью и теплотой сгорания. В качестве связующего компонента был использован аддукт водно-полимерной битумной эмульсии [2] с добавлением 5%-го водного раствора крахмала.

Используемая в качестве связующего реагента водно-полимерная битумная эмульсия подверглась ряду лабораторных испытаний, в том числе, на определение токсических свойств. Для получения достоверных результатов по токсикологическим показателям образец эмульсии был направлен в исследовательский центр филиала Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Национальный центр экспертизы» города Астана. Результаты анализа показали наличие формальдегида в концентрации 0,00370 мг/м³ при допустимом уровне в 0,001 мг/м³ [1] и фенола в концентрации 0,00081 мг/м³ при допустимом уровне в 0,003 мг/м³ [4], токсикологические показатели (действие на слизистые оболочки, кожно-раздражающее действие) выявлены в нулевом значении.

Изначально для формирования угольных брикетов были использованы измельченная и неизмельченная фракции угля. Угольная мелочь малыми порциями засыпалась в металлическую тару. Далее последовательно добавляли водно-полимерную битумную эмульсию, предварительно нагретую до температуры 60–70 °С с последующим перемешиванием при высоких оборотах. В процессе изготовления угольных брикетов из неизмельченного сырья (фракция 0–25мм) были выявлены недостатки, которые влияли на дальнейший результат при выпрессовывании. Фракция угля 0–25 мм плохо смачивалась с адгезионными добавками, что давало слабую сцепляемость. Помимо этого, наличие крупных фрагментов угля мешало формообразованию (брикет рассыпался), из-за ухудшения устойчивости к механическому воздействию ломкость при сбрасывании с 2 м увеличивалась. Поэтому всю имеющуюся угольную массу в последующем измельчали с помощью дробилки до размеров от 0 мм до 5 мм, на 3 категории по фракциям: 0–1 мм, 0–3 мм, 0–5 мм с целью выявления наиболее оптимальной фракции для дальнейшего прессования брикетов.

С использованием каждой из просеянных фракций были изготовлены брикеты. Брикет, изготовленный с использованием фракции 0–5 мм, показал неудовлетворительный результат по крепости и рассыпался при сбросе с высоты 2-х метров. Брикеты, изготовленные из фракций 0–1 мм и 0–3 мм, показали хорошие результаты по крепости и выдерживали сбрасывания с высоты 2-х метров. Было принято решение изготовить брикет с использованием фракции 0–3 мм.

Для формирования угольных брикетов применялась пресс-форма, состоящая из цилиндра высотой 100 мм, диаметром 55 мм, цилиндра-болванки и металлической пробки. Смесь помещали в пресс-форму, затем прессовали при помощи гидравлического пресса с рабочим давлением до 800 кг/м². Полученные угольные брикеты подвергались далее термической сушке при температуре 50–60 °С в течение 12–24 часов. При добавлении 10 % от массы угля водно-полимерной битумной эмульсии к фракции 0–3 мм угольные брикеты получались с плотной текстурой. С целью увеличения механической крепости и гидрофобности угольных брикетов к измельченному углю фракции 0–3 мм помимо водно-полимерной битумной эмульсии добавили 5%-й водный раствор крахмала. Связующий реагент, обладающий гидрофобными свойствами, по мере перемешивания покрывал угольные частицы тонким слоем, происходило поверхностное распределение вязкой массы мелкодисперсного угля. Полученная смесь прессовалась с образованием угольных брикетов, которые подвергались сушке при температуре 50–60 °С, время сушки составило 24 часа. Соединение пленок битума обеспечило необходимое сцепление частиц, цементируя их в массу угольного брикета.

В результате исследования состава угольной шихты были подобраны количество компонентов и температурный режим смеси, которые наилучшим образом подошли для изготовления брикетов.

При сжигании полученных угольных брикетов в естественных условиях без дополнительного нагнетания кислородом происходило спокойное, равномерное горение с сохранением постоянной температуры на протяжении более 4 часов. В печи, оснащенной поддувалом, пламя угольных брикетов было более интенсивное за счет наличия воздушной тяги. В процессе горения угольные брикеты не распадались, пламя было равномерное по всем направлениям. В ходе полного сгорания угольных брикетов оставалось незначительное количество отходов: показатель зольности составил 2,38 %. Зола представила собой легковесную массу, которую удобно в дальнейшем утилизировать.

Результаты испытаний, проведенных в аккредитованной лаборатории Товарищества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр «Уголь» в городе Караганде, показали механическую прочность при сжатии 0,48 кг/см², механическую прочность при испытании сбрасыванием – 77 %, водопоглощение – 0,13 %. То есть, комплексное использование водно-полимерной битумной эмульсии с крахмалом повысило гидрофобность угольных брикетов, при погружении в воду они не разрыхлялись, сохранялась их целостность.

Следовательно, разработанная технология с использованием в качестве связующего реагента водно-полимерной битумной эмульсии дает возможность производить влагостойкие, малотоксичные брикеты с оптимальной механической прочностью, что позволяет более эффективно использовать угольную пыль, сократить количество отходов, и, соответственно, загрязнений, а также предложить рынку аналог естественного кускового угольного топлива, обладающий меньшей зольностью, но большей продолжительностью горения.

Литература

1. ГОСТ 22648–77. Пластмассы. Методы определения гигиенических показателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200020867>.
2. Мустафин Е. С., Ташмагамбетов К.К., Касенов Р.З. Способ получения битумной дорожной эмульсии с использованием каменноугольного битума. Патент РК № 29267 от 15.12.2014.
3. Наумов К. И. Малолетнева А. С., Мазнева О. А. Перспективные процессы получения окускованного топлива из мелких классов углей [Текст] // Химия твердого топлива. – 2013. – № 1. – С.48–56.
4. РД 52.24.488–2006. Массовая концентрация летучих фенолов в водах. Методика выполнения измерений экстракционно-фотометрическим методом после отгонки с паром показателей [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
5. Силка Д. Н. Нужная вещь: подходы к использованию отходов добычи угля в строительстве [Электронный ресурс] // Энергетическая политика. Общественно-деловой научный журнал. – Режим доступа: <https://energypolicy.ru/d-n-silka-v-v-anikeev-nuzhnaya-veshh-podho/ugol/2020/12/10/>.
6. Сухомлинов Д.В., Кусков Е.Б., Кускова Я.В. Получение каменноугольных брикетов с низкой температурой воспламенения [Текст] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – М.: Издательство «Горная книга», 2013. – № 5. – 20 с.
7. Федеральная служба надзора в сфере защиты прав потребителей и благополучия (Роспотребнадзор). Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году», размещен 2 июня 2020 года. С. 11, https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=14933.
8. Europe's dark cloud. Climate Action Network (CAN) Europe. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/dark_cloud_report.pdf.