

УДК 544.01

А.Б. КУЗНЕЦОВ, студент гр. ТЭб-221 (КузГТУ)

Е. А. ЕРЕМЕЕВ, студент гр. ТЭб-231 (КузГТУ)

Научный руководитель К.Ю. Ушаков, к.т.н., доцент (КузГТУ)

г. Кемерово

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ КАМЕНОУГОЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ

Уголь является ценнейшим минеральным ресурсом и оказывает большое влияние на экономическое благополучие как отдельных добывающих регионов, так и России в целом. На угледобывающую отрасль приходится более 1% ВВП РФ. При этом в результате добычи, в особенности при подземной добыче, образуется большое количество отходов в виде сточных вод. Так, за 2016 год сброс сточных вод при добыче и переработке угля составил более 437,6 млн м<sup>3</sup>, при этом, 333,2 млн м<sup>3</sup> (76%) сточных вод не получили должной обработки и остались загрязненными [1]. В настоящий момент, сорбционная очистка является наиболее распространенным методом очистки сточных вод промышленных предприятий. Существующие углеродные сорбенты, как правило, получены из углей низкой степени метаморфизма (бурые угли), а также древесных углей. Технологии по промышленному получению сорбентов на основе рядового каменоугольного сырья не существует. Применение собственного сырья в качестве основы для сорбентов позволит компаниям угледобывающей отрасли не только сократить расходы на закупку сорбентов сторонних производителей, но и расширить продуктовую линейку предприятия, что также окажет положительное влияние на экономическую составляющую предприятий.

Цель исследования: оценка перспектив применения каменоугольного сырья для получения сорбентов на основании данных технического анализа.

Технический анализ заключается в определении различных характеристик исследуемого материала, таких как: содержание влаги, зольность, содержание летучих и спекаемости.

*Содержание влаги.* Исходное сырье подготавливается согласно [2]. Отбираются три пробы массой 1±0,1 грамм каждая. Точность измерения – до 0,0001г. Лотки с образцами помещаются в предварительно разогретый сушильный шкаф [3]. Температура сушки 105-110°C, время выдержки – 30 мин. Содержание общей влаги определяется по формуле (1). Результат определяется по среднему значению трёх экспериментов.

$$W^a = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $m_1$  – масса пустого лотка, г;  $m_2$  – масса лотка с образцом до сушки, г;  $m_3$  – масса лотка с образцом после сушки, г.

**Зольность.** Исходное сырьё подготавливается согласно [2]. Отбирается проба массой  $1 \pm 0,1$  грамм. Точность измерения – до  $0,0001$  г. Лоток с образцом помещается в предварительно разогретую до  $815 \pm 10$  °С муфельную печь, где происходит сгорание образцов в воздушной среде с последующим прокаливанием зольного остатка [3]. Зольность определяется по формуле (2). Т.к. перед прокаливанием образец подвергся сушке, необходимо указать индекс «d» – dry – сухое состояние топлива.

$$A^d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где  $m_1$  – масса пустого лотка, г;  $m_2$  – масса лотка с навеской угля, г;  $m_3$  – масса лотка с золой, г.

**Выход летучих веществ.** Исходное сырьё подготавливается согласно [2]. Отбирается проба массой  $1 \pm 0,1$  грамм. Точность измерения – до  $0,0001$  г. Пробу помещают в специальную керамическую ёмкость с притёртой крышкой – тигель. Данная ёмкость используется для предотвращения взаимодействия пробы с кислородом и её последующего сгорания. Затем тигель с пробой помещается предварительно разогретую до  $900 \pm 5$  °С с выдержкой 7 минут. Выход летучих веществ определяется по формуле (3).

$$V^a = \frac{100 \cdot (m_2 - m_3)}{m_2 - m_1} - W^a, \% \quad (3)$$

где  $m_1$  – масса пустого тигля, г;  $m_2$  – масса тигля с пробой до испытания, г;  $m_3$  – масса тигля и нелетучего остатка после испытания, г;  $W^a$  – аналитическая влажность, %.

При определении выхода летучих веществ также можно определить склонность углей к спеканию. Так как процесс производства сорбентов основан на термической обработке угля, то спекание углей при определении летучих будет также наблюдаться и в технологии получения сорбентов. Спекание углей является негативным фактором, поэтому на этапе экспресс анализа перспектив применения каменноугольного сырья для получения сорбентов данная характеристика может быть весьма полезной. В исследовании рассматривались семь образцов зашифрованных под номерами образцов углей различных марок. Полученные результаты анализа образцов сведены в таблице 1.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительным сырьём для получения сорбентов являются образцы 5 и 7. Образцы 1-5, несмотря на относительно высокие показатели выхода летучих подвержены спеканию, что усложняет процесс получения сорбентов.

Таблица 1

Результаты технического анализа образцов

образец	1	2	3	4	5	6	7
спекаемость, да/нет	да	да	да	да	нет	нет	нет
W <sup>A</sup> , %	8,15	4,64	7,32	10,79	19,02	18,59	8,59
V <sup>A</sup> , %	32,66	36,48	31,57	37,96	33,95	27,28	38,49
A <sup>D</sup> , %	12,83	10,34	12,23	4,54	7,62	16,35	5,61

Образец 6 не подвержен спеканию, однако обладает наименьшим из представленных выходом летучих, а также наивысшей зольностью, что может оказаться негативное влияние на характеристики получаемых сорбентов. Стоит отметить, что окончательное заключение о перспективах использования того или иного сырья для промышленного получения сорбентов можно сделать только после полных лабораторных испытаний, включающих в себя определение текстурных характеристик и сорбционной активности по различным методикам, как исходных материалов так и после обработки (согласное технологии получения сорбентов).

#### Список литературы:

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям добыча и обогащение угля ИТС 37-201 [Текст]. – Москва: Бюро НДТ, 2017. – 301 с.
2. ГОСТ 10742 «Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний».
3. ГОСТ Р 52911-2013 «Топливо твёрдое минеральное. Определение общей влаги».
4. Зольность – ГОСТ Р 55661-2013 «Топливо твёрдое минеральное. Определение зольности».
5. Выход летучих – ГОСТ Р 55660-2013 «Топливо твёрдое минеральное. Определение выхода летучих веществ».

#### Информация об авторах:

Кузнецов Артём Борисович, студент гр. ТЭб-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, shpala\_04@mail.ru

**VII Международная молодежная научно-практическая  
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

111-4

**24-26 октября 2024 г.**

---

Еремеев Егор Артемович, студент гр. ТЭб-231, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [erem.eg@mail.ru](mailto:erem.eg@mail.ru)

Ушаков Константин Юрьевич, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [ushakovkju@kuzstu.ru](mailto:ushakovkju@kuzstu.ru)