

Здесь для управления системой можно задаться контрольным параметром – величиной напряжения на клеммах аккумулятора-накопителя $U_{\text{накопит}}$, которая определяет степень его зарядки.

При этом за основной генератор можно взять солнечную панель, тогда дополнительный (ветровой или дизель-генераторный) будет подключаться в зависимости от величины $U_{\text{накопит}}$. При снижении $U_{\text{накопит}}$ ниже определенного порогового значения, что представляет для системы аварийный режим, датчик напряжения дает сигнал на отключение нагрузки.

Выводы. В результате физического моделирования системы созданной системы «ветрогенератор-накопитель» получены графики соотношения потребляемой ветрогенератором мощности на разных оборотах, как на холостом ходу, так и под нагрузкой, которой являлся накопитель. Из графиков видно, что зарядная мощность растет не сразу с началом раскрутки ветрогенератора, а начиная с 200 об/мин. Соотношение потребляемой и зарядной мощности определяют к.п.д. ветрогенератора. Преимущество гибридной генерации состоит в меньшей потребности в накопителях энергии. Физическое моделирование определило подходы к управлению автономной гибридной генераторной системой, состоящей из фотоэлектрической системы и ветрогенератора, работающей на шины низкого напряжения, а именно: управление заключается в первоочередной работе фотоэлектрической системы и вторичном подключении ветрогенератора. Сигналом такого переключения должна служить величина напряжения на аккумуляторе-накопителе.

УДК 662.8.05

ПОИСК СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ ТЭС НА ПРИМЕРЕ СЛАНЦЕЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ

М.Ю. Назаренко, Н.К. Кондрашева, С.Н. Салтыкова
Санкт-Петербургский горный университет

E-mail: max.nazarenko@mail.ru, natalia.kondrasheva@mail.ru,
ssn_58@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются важные проблемы использования твердого низкосортного углеводородного сырья для тепловых электростанций, а именно снижение отрицательного воздействия при их переработке на окружающую среду и разработка комплексных и рациональных технологий их переработки.

Ключевые слова: зольные отходы, теплоэлектростанции, утилизация отходов, рациональное природопользование, горючие сланцы.

В настоящее время происходит постоянный рост энергопотребления уменьшение известных запасов легкой нефти, увеличение сернистости и обводненности нефти. В результате чего, большинство стран стремятся диверсифицировать структуру своей энергетики, развивать местные низкосортные виды топлива, например, бурые угли или горючие сланцы [1-7]. Глав-

ной проблемой переработки такого вида сырья, например, бурых углей и горючих сланцев, является образование большого количества зольных отходов, для хранения которых необходимо выделять огромные территории. Учитывая то, что на каждые 50 тыс. т. зольных отходов, складироваемых в отвалах, затрачивается 15-20 млн. рублей в год на экономические платежи, то положение с отходами становится не только экологической, но и экономической проблемой. Использование золы в строительной и сельскохозяйственной промышленности полностью не решает проблему образования большого количества данных отходов, так как большая часть продолжает складироваться в отвалах.

Поскольку Россия имеет большие по объему месторождения горючих сланцев: Прибалтийский (10246,7 млн. т.), Тимано-Печорский (4888 млн. т.), Вычегодский (58105,8 млн. т.), Волжский (25822,4 млн. т.), Оленекский (380000 млн. т.) и др. бассейны, по количеству которых ее опережают только США и Бразилия объектом исследования в данной работе была выбрана сланцевая зола и исходя из выше сказанного, цель данной работы – поиск способов утилизации сланцевой золы, при которых зола будет являться сырьевым объектом многоцелевого назначения.

Ранее в работах [7-9], были изучены составы сланцевой золы, результаты показали экспериментальных исследований по определению химического состава золы показали, что почти все элементы сланцевой золы присутствуют в виде оксидов: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , MgO . В небольшом количестве присутствуют также такие элементы, как Pb (316,9 ppm), Cr (420,3 ppm), Ni (511,9 ppm), Cu (271,6 ppm), Zn (407,7 ppm), Zr (596,0 ppm). Проанализировав полученный химический состав сланцевой золы, сделан вывод, что благодаря большому содержанию следующих оксидов: CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 , SiO_2 , MgO , Al_2O_3 и др. сланцевую золу можно использовать в качестве природных минеральных сорбентов для очистки воды от органических загрязнителей (нефти и нефтепродуктов) и в качестве флюсующей добавки для получения таких металлов, как медь, никель и кобальт в металлургии.

В работе [10] пописано использование сланцевой золы в качестве природного сорбционного материала для очистки воды от органических загрязнителей (нефти и нефтепродуктов). В таблице 1 показаны полученные значения сорбционной емкости сланцевой золы по отношению к различным загрязнителям с различной плотностью и вязкостью. Полученные данные говорят о высокой эффективности использования зольного материала для очистки воды от органических загрязнителей.

Сорбционная емкость различных материалов, мл/см³

Материал	Природный сорбент, фракция 1-2 мм			
	Песок	Цеолит	Горючие сланцы	Сланцевая зола
Сырая легкая нефть	0,39-0,48	0,52-0,79	0,67-0,74	1,07-1,23
Тяжелая высоковязкая нефть	0,78-0,85	0,86-0,94	0,86-0,94	1,89-2,01
Тяжелый газойль КК	0,70-0,78	0,85-0,99	0,87-0,93	1,76-1,99
Легкий газойль КК	0,32-0,40	0,64-0,82	0,64-0,74	1,52- 1,61
Дизельное топливо	0,37-0,42	0,47-0,51	0,53-0,69	1,06-1,16

Флюсующие материалы (флюсы) – это материалы, взаимодействующие в обжиге с глинистыми минералами с образованием более легкоплавких соединений. Поэтому введение в состав массы флюсующих материалов улучшает степень спекания и снижает температуру обжига. В качестве флюсующих материалов используются различные вещества, например, полевые шпаты. Они бывают следующего вида: калиевый полевой шпат (ортоклаз) – $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, натриевый полевой шпат (альбит) – $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, известковый полевой шпат (анортит) – $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Использование доломита ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) и талька ($4SiO \cdot 3MgO \cdot H_2O$) также оказывает положительное влияние на процесс плавки, так, например, добавка талька в фаянсовую массу предотвращает образование трещин в глазурном слое – «пека» – и повышает термостойкость.

В работе [10] дана оценка использования сланцевой золы в качестве флюсующей добавки для получения меди, кобальта и никеля из оксидных и сульфидных соединений. По результатам экспериментальных исследований было установлено, что за счет оксидов кальция, кремния, алюминия и железа в сланцевой золе, понижается температура процесса получения металлов и как следствие снижаются расходы на электроэнергию. В сланцевой золе уже содержатся флюсующие материалы, за счет чего достигается экономия средств идущих, на приобретение флюсующих добавок.

Основное преимущество использования зольных отходов переработки горючих сланцев в рассматриваемых процессах очистки воды от органических загрязнений или в качестве флюсов в металлургической промышленности, является то, что зола не требует дополнительных затрат на ее изготовление, так как она уже является отходом переработки и ее использование в качестве сырьевого материала позволит повысить эффективность использования низкосортных видов углеводородов для получения электроэнергии.

Список использованных источников

1. Рудина М.Г., Серебрянникова Н.Д., Справочник сланцепереработчика. – Л.: Химия, 1988. – 256 с.
2. Стрижакова Ю.А, Усова Т.В., Третьяков В.Ф. Горючие сланцы – потенциальный источник сырья для топливно-энергетической и химической промышленности // «Вестник МИТХТ», Химия и технология органических веществ, 2006. – №4. – С. 76-85.
3. Leimbi-Merike R., Tiina H., Eneli L., Rein K. Composition and properties of oil shale ash concrete. Oil shale, 2014. – Vol. 31. – №2. – Pp. 147-160.
4. Bityukova L., Motler R. Composition of oil shale ashes from pulverized firing and circulating fluidized-bed boiler in Narva thermal power plants. Oil shale, 2010. – Vol. 27. – №4. – Pp. 339-353.
5. Игоева Т.Е., Каминский Ю.Д. Кызылский золоотвал как источник неблагоприятного воздействия на окружающую среду // Сибирский экономический журнал, №6, 2010. – С. 885-892.
6. Юдович Я.Э. Горючие сланцы Республики Коми. Проблемы освоения. – Сыктывкар: Геопринт, 2013. – 90 с.
7. Назаренко М.Ю., Бажин В.Ю., Салтыкова С.Н., Коновалов Г.В. Изучение физико-химических свойств горючих сланцев // Кокс и Химия, 2014. – №3. – С. 44-49.
8. Назаренко М.Ю., Бажин В.Ю., Салтыкова С.Н., Шариков Ф.Ю. Изменение состава и свойств горючих сланцев во время термической обработки // Кокс и Химия, 2014. – №10. – С. 46-49.
9. Назаренко М.Ю., Кондрашева Н.К., Салтыкова С.Н. Перспективы добычи и комплексного использования горючих сланцев России // Горный журнал, 2016. – №2. – С. 36-38.
10. Назаренко М.Ю., Кондрашева Н.К., Салтыкова С.Н. Эффективность применения горючих сланцев и сланцезольных отходов для очистки воды от органических загрязнителей // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – №9.

УДК 628.543.1

ОБРАБОТКА ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД НА СООРУЖЕНИЯХ С НИЗКИМИ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЗАТРАТАМИ

В.Э. Блажук, В.Н. Ануфриев, О.И. Родькин

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется более 200 сооружений биологической очистки городских сточных вод различной производительности, а их суммарная мощность в ближайшей перспективе будет только возрастать. Одной из наиболее сложных проблем, связанных с функционированием очистных сооружений, является управление образующимися осадками, которые являются одним из видов крупнотоннажных отходов. Ежегодно в Республике Беларусь образуется более 50 тыс.