

СЕКЦИЯ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ УГОЛЬНОГО ШЛАКА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ УТИЛИЗАЦИИ

Ж. Болатова¹, А.В. Филимоненко², А.Я. Пак³
Томский политехнический университет^{1,2,3}
ИШЭ^{2,3}, группа 5А93²
ИШИТР, группа А0-08¹

Угольные шлаки – это разновидность твёрдых отходов, образующихся в результате сжигания угля. Размеры частиц широко варьируются от менее 0,1 мкм до более нескольких десятков сантиметров – в зависимости от режима работы котла. Основными компонентами угольных шлаков являются диоксид кремния (SiO_2), оксид алюминия (Al_2O_3), оксид железа (Fe_2O_3), оксид кальция (CaO) и оксид магния (MgO) [1]. Также в угольных шлаках присутствует множество химических соединений в малых количествах (порядка 1 % и менее).

В течение многих лет зола и шлак широко использовалась в качестве минеральной добавки при производстве цемента, многокомпонентных вяжущих веществ и бетона [2]. Эти отходы также могут использоваться для строительства дорог, мелиорации земель и подземных горных работ [3]. Возможность обращения с золой в первую очередь определяется их химическим составом. Присутствие в золе ряда металлов было продемонстрировано во многих исследованиях [4]. Особый интерес представляют включения редкоземельных элементов [5].

Разделение золошлаковых компонентов по гранулометрическому и морфологическому составу, по химическому составу и другим признакам является важной частью перспективных технологий глубокой переработки отходов. Одним из направлений переработки золошлаковых отходов может быть извлечение магнитных материалов. Основными компонентами магнитной фракции золошлаковых отходов являются магнетит и гематит [7].

При процессе горения угля количество кислорода в камере сгорания определяет степень окисления железа. Поскольку оксид железа Fe_2O_3 (гематит) – это слабомагнитное соединение, для извлечения магнитной фракции процесс сжигания в котле должен осуществляться таким образом, чтобы получить более высокое содержание Fe_3O_4 (магнетит). Согласно литературным данным, самое высокое содержание магнитных соединений железа (около 10 %) содержится в золе силикатного типа, меньшее – в золе с высоким содержанием алюминия и самое низкое – в золе, богатой кальцием [8].

В данной работе для извлечения магнитной фракции из золошлаковых отходов проводилась магнитная сепарация материалов с использованием статического магнитного поля.

Угольный шлак был собран после процесса газификации угля. Исходный материал измельчался и просеивался в сите с размером ячеек не более 160 мкм, затем просеянный шлак перемалывался в шаровой мельнице в течение 45 минут

(MixerMill8000M). Перемолотый шлак подвергся магнитной сепарации под действием статического магнитного поля. Ферромагнитные соединения, присутствующие в золошлаковых отходах под действием магнита статического магнитного поля выделялись из общей массы. Исходный материал и очищенный магнитной сепарацией шлаки анализировались методом рентгенофазового анализа (XRD 7000s, CuK α -излучение; Shimadzu, Япония).

По результатам рентгенофазового анализа можно увидеть (рис. 1), что исходный шлак и очищенный от ферромагнитных фракций содержат оксидные кристаллические фазы $Al_xSi_yO_z$, SiO_2 , Fe_2O_3 . При этом на картине рентгеновской дифракции материала после процесса магнитной сепарации относительная интенсивность дифракционных максимумов Fe_2O_3 снизилась на дифрактограмме.

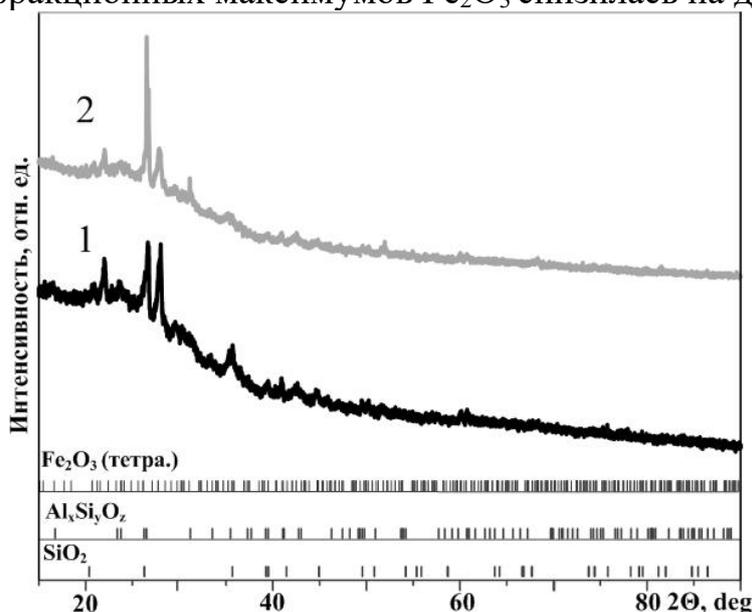


Рис. 1. Типичные рентгеновские дифрактограммы: исходного угольного шлака (1) и шлака после магнитной сепарации (2)

Таким образом, статическое магнитное поле может быть использовано на одном из этапов технологий глубокой переработки золошлаковых отходов. В дальнейшем выделенная из шлака магнитная фракция планируется для использования в других исследованиях. Очищенная от магнитной фракции часть материала будет переработана с применением плазменных электродуговых технологий.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке программы Государственного задания ВУЗам (проект № FSWW-2020-0022).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Giergiczny Z., Garbacik A., Ostrowski M. Pozzolanic and hydraulic activity of calcareous fly ash // Roads and Bridges—Drogi i Mosty. – 2013.— V. 12. – P. 71-81.
2. Vassilev S.V., Vassileva C.G. Geochemistry of coals, coal ashes and combustion wastes from coal-fired power stations // Fuel Processing Technology. –1997. – V. 51 (1–2). – P. 19-45.

3. Cao Sh., Zhou Ch., Pan J., Liu C., Tang M., Ji W., Hu T., Zhang N. Study on Influence Factors of Leaching of Rare Earth Elements from Coal Fly Ash // *Energy Fuels*. – 2018. – V. 32 (7). – P. 8000–8005.
4. Kolker A., Scott C., Hower J.C., Vazquez J.A., Lopano C.L., Dai S. Distribution of rare earth elements in coal combustion fly ash, determined by SHRIMP-RG ion microprobe // *International Journal of Coal Geology*. – 2017. – V. 184 (1). – P. 1-10.
5. Wei Y., Mei X., Shi D., Liu G., Li L., Shimaoka T. Separation and characterization of magnetic fractions from waste-to-energy bottom ash with an emphasis on the leachability of heavy metals // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2017. – V. 17. – P. 14970-14979.
6. Hycnar J.J., Kochański B., Tora B. Manufacture and properties of magnetite dust from by-products of carbon combustion // *Inżynieria Materiałowa Journal of the Polish Mineral Engineering Society*. – 2012. – V.2. – P. 1-10.
7. Lee S., Park S., Kim T. Review on investment direction of green technology R&D in Korea // *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. – 2015. – V. 50. – P. 186-193.

Научный руководитель: Г.Я. Мамонтов, д.ф.-м.н., профессор ИШИТР ТПУ.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТРИЛЕММЫ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

М.Н. Велитченко

Белорусский национальный технический университет

Термин «энергетическая безопасность» подразумевает бесперебойное обеспечение потребителей энергетическими ресурсами по приемлемым ценам. Она является составляющей экономической и, следовательно, национальной безопасности. Поэтому поддержание энергетической безопасности на высоком уровне является одним из приоритетных направлений государства.

Существуют различные методы оценки энергетической безопасности. В данной работе будет описано применение индекса энергетической трилеммы как на предприятии энергетики, так и в сфере в целом.

Энергетическая трилемма подразумевает создание и поддержание баланса между тремя основными направлениями работы энергосистемы: безопасность, доступность и экологическая устойчивость [1].

Показатели группы безопасности подразумевают под собой эффективную организацию поставок топливных ресурсов, надежность передачи и распределения энергии, постоянное бесперебойное удовлетворение спроса как самой энергосистемы в топливе, так и потребителей в энергетических ресурсах. Энергетическая доступность (равенство) характеризует наличие топливно-энергетических ресурсов для потребителей по приемлемой цене. Экологическая устойчивость оценивает безопасность процессов генерации, процесс диверсификации