© Н.В. Федорова, К.Н. Чибинёв, М.Е. Шматько, Е.В. Пикина, А.И. Садовничий, Ю.В.Щеглов, 2016

УДК 662.613.12.081: 621.311.22

Н.В. Федорова, К.Н. Чибинёв, М.Е. Шматько, Е.В. Пикина, А.И. Садовничий, Ю.В. Щеглов

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТЭС

Рассмотрена проблема утилизации золошлаковых отходов, так как в связи с высокой зольностью углей, сжигаемых на ТЭС в России, возникает проблема складирования и утилизации золошлаковых материалов.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, ТЭС, абсорбенты, утилизация, зольность, адсорбционные методы, регенерация, азотная кислота.

В связи с высокой зольностью углей, сжигаемых на ТЭС в России, возникает проблема складирования и утилизации золошлаковых материалов (ЗШМ). На ОАО «Новочеркасская ГРЭС», где основным видом топлива является уголь Донецкий АШ, проектная зольность сжигаемого угля составляет 18–22%, фактическая доходит до 30–50%. По данным на 1999 г., на золоотвалах НчГРЭС общей площадью 183 га хранилось 39,8 млн т отходов. Для сравнения, в странах Западной Европы, в частности, в Германии, допускается к сжиганию уголь зольностью до 2%. Тем не менее, прирост захоронений твердых отходов в мире составляет 300 млн т в год.

Отрицательными факторами влияния золошлакоотвалов на окружающую среду являются различные виды загрязнений, появляющиеся в результате их образования.

В настоящее время разрабатываются и широко используются в России и за границей различные методы применения золошлаковых отходов.

В последние годы проводятся исследования сорбционных свойств золошлаковых материалов .

Адсорбционные методы очистки основаны на избирательном извлечении из парогазовой смеси определенных компонентов при помощи адсорбентов — твердых высокопористых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью.

Общие достоинства адсорбционных методов очистки газов:

• глубокая очистка газов от токсичных примесей;

• сравнительная легкость регенерации этих примесей с превращением их в товарный продукт или возвратом в производство; таким образом осуществляется принцип безотходной технологии.

Недостатки большинства адсорбционных установок – периодичность процесса и связанная с этим малая интенсивность реакторов, высокая стоимость периодической регенерации адсорбентов.

Сотрудники кафедры «Тепловые электрические станции» ЮРГТУ (НПИ) совместно со специалистами ФГНУ «РосНИИПМ» проводят исследования сорбирующих свойств золошлаковых материалов ТЭС по отношению к парам различных вредных веществ, и в частности, парам азотной кислоты.

Методика эксперимента

Опыты проводились по двум направлениям:

• с целью выявления зависимости степени поглощения паров азотной кислоты от длительности контакта сорбентов с парами;

• с целью выявления степени поглощения паров азотной кислоты от первоначальной температуры сорбента;

• с целью выявления особенностей контакта и поглощения кислой воды золошлаковыми материалами.

Предварительно были проведены контрольные опыты при комнатной температуре и определение количества недожега углерода в ЗШМ.

Опыт 1

Цель опыта: определение доли недожега в ЗШМ путем прокаливания проб.

Сушка и прокаливание проб ЗШМ

Проба	Вес пробы нетто, до сушки, гр	Вес пробы нетто, после сушки, гр	Убыль массы, по сравнению с начальной, %	Вес пробы нетто, после прокаливания, гр	Убыль массы, по сравнению с массой после сушки, %	Убыль массы, по сравнению с начальной , %
1	3	5	6	8	9	10
Зола 1	5,45	4,65	14,7	4,20	9,7	22,9
Зола 2	6,32	6,27	0,8	5,90	5,9	6,6
Шлак	5,65	5,67	0	5,53	2,1	2,1

Описание опыта. В три плошки поместили по 5 г проб ЗШМ, предварительно просушенных при 105 °С в течение 2 ч для удаления паров воды. Затем пробы ЗШМ прокаливали в муфельной печи при 550 °С в течение 4 ч.

Результаты опыта представлены в таблице. Обозначения в таблице и далее: зола 1 – зола после электрофильтра; зола 2 – зола из системы золошлакоудаления; шлак – шлак из системы золошлакоудаления, дробленый, фракция до 2 мм.

Выводы по опыту 1.

Наибольший процент углерода содержится в золе 1. Значительная часть (более 50%) этого углерода удаляется уже при сушке, при температуре около 100 °С. Шлак практически не содержит влаги. Увеличение массы при сушке – в пределах погрешности измерений. Содержание углерода в шлаке сопоставимо с его содержанием в золе. Низкая отдача углерода при прокаливании связана со стекловидной структурой шлака.

Опыт 2

Цель опыта: поглощение паров азотной кислоты ЗШМ при комнатной температуре.

Описание опыта. Опыт 2 состоял из двух этапов.

1 этап. В три стаканчика разложили по 5 г проб ЗШМ, добавили по 25 мл дистиллированной воды, измерили уровень pH ионометром. Погрешность ионометра по паспорту прибора 0,05 pH.

Результаты измерений:

зола 1 – pH = 8,8

зола 2 – pH = 9,97

шлак – pH = 7,73

Выводы. Слабощелочная среда. Зола 1 содержит недожег углерода, из золы 2 углерод вымыт, поэтому для золы 2 щелочность выше. Шлак в силу своей стекловидной структуры меньше растворим, уровень pH близок к нейтральному. Для чистой дистиллированной воды pH = 5,5 ÷ 7,0 вследствие поглощения углекислого газа из воздуха.

2 этап. В три плошки разложили по 5 г проб ЗШМ, плошки поместили на средний уровень в эксикатор, на дно эксикатора поместили открытый сосуд с большой поверхностью испарения, в который налили 30 мл HNO_3 $\omega = 60\%$. Эксикатор закрыли крышкой и оставили на 8 ч. После этого извлекли пробы, переложили каждую пробу в отдельный стаканчик, в каждый стаканчик долили по 25 мл H_2O и измерили уровень pH.

Результаты измерений:
зола 1 – pH = 2,0
зола 2 – pH = 1,67
шлак – pH = 1,71
Выводы по опыту 2.

Все показатели pH близки по числовым значениям. Зола и шлак сорбируют на своей поверхности пары кислот, которые затем переходят в водный раствор. Несмотря на различия структур (шлак обладает стекловидной структурой, структура золы близка к кристаллической), дробленый шлак по своим сорбционным свойствам не уступает золе. Традиционно хорошим сорбентом считается активированный уголь. Но в данном опыте зола 1, содержащая наибольшее количество углерода, к тому же менее связанного чем в шлаке, показала наиболее высокий уровень pH.

Опыт 3

Цель опыта: выявление особенностей контакта и поглощения кислой воды золошлаковыми материалами.

Описание опыта.

Образцы проб ЗШМ массой по 200 г в стеклянных банках заливаются кислой водой в количестве 500 мл (кислая вода набрана в природном источнике, находящимся в Ремонтненском районе Ростовской области. Обладает своеобразными свойствами), затем быстро перемешивается и ставится на неделю в темное место при комнатной температуре.

Результаты опыта.

При рассмотрении данных проб наблюдается появление мутно-белой взвеси в водной среде. На поверхности контакта кислой воды и ЗШМ образовались шарообразные вкрапления.

Выводы по опыту 3.

Данные факты свидетельствуют о активном взаимодействии реагентов и протекании определенных реакций. Это связано с особыми кислотными свойствами кислой воды. Данные реакции свидетельствуют об образовании нерастворимых кислотных оксидов.

Более того, при определенном повышении температуры сорбционные свойства ЗШМ усиливаются. С точки зрения длительности службы без изменения структуры и свойств поверхности наиболее перспективным представляется дробленый шлак со стекловидной структурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Федорова Н. В.*, *Рогатина Ю. Н.* Способы утилизации отходов сжигания угля. – Экология промышленного производства. – 2004. – Вып. 4. – С. 35–37.

2. *Озерский А. Ю., Озерский Д. А.* Складирование золошлаковых отходов Берёзовской ГРЭС – 1 в выработанном пространстве разреза Берёзовского–1 – перспективное направление охраны окружающей среды региона. – Электрические станции. – 2003. – № 7. – С. 22.

3. http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2871&cat_id=24&page_id=3

4. *Дарманская Т. А.* Очистка металлосодержащих сточных вод сорбционными материалами из отходов производства. – Автореф. диссерт. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Томск, 2008.

5. *Мухленов И. П., Горштейн А. Е., Тумаркина Е. С.* Основы химической технологии: Учебник для студентов хим.-технол.спец. вузов / Под ред. И. П. Мухленова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1991. – 463 с.

6. *Глинка Н. Л.* Общая химия. Изд. 17-е, испр. – Л.: Химия, 1975. – 728 с.

7. *Кузнецов В. В.*, *Усть-Качкинцов В. Ф.* Физическая и коллоидная химия. Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1976. – 277 с.

8. *Федорова Н. В., Рогатина Ю. Н.*. Сравнительный анализ состава и структур угольных золы и шлака с учетом условий их формирования. – Современные проблемы органического синтеза, электрохимии и катализа: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. Кирилюса И.В. – Караганда: Изд-во КГУ, 2006. – С. 252–255. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Федорова Наталья Васильевна – кандидат технических наук, доцент,
Чибинёв Константин Николаевич – магистр,
Шматько Максим Евгеньевич – студент,
Щеглов Юрий Васильевич – аспирант,
Пикина Екатерина Васильевна – студентка,
Садовничий Александр Игоревич – студент,
Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И.Платова,
e-mail: lesya.shamsieva@yandex.ru.

UDC 662.613.
12.081:
621.311.22

N.V. Fedorova, K.N. Chibinev, M.E. Shmat'ko, E.V. Pikina, A.I. Sadovnichiy, Yu.V. Shcheglov

STUDY SORBED PROPERTIES ASH AND SLAG MATERIALS OF TPP

The article discusses the utilization problem of ash and slag waste, since due to the high ash content of coal burned in thermal power plants in Russia, there is problem of storage and disposal of ash and slag materials.

Key words: ash and slag waste, thermal power plants (TPP), adsorbents, waste, ash content, adsorption methods, regeneration, nitric acid.

AUTHORS

Fedorova N.V.[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Chibinev K.N.[1], Magister,
Shmat'ko M.E.[1], Student,
Shcheglov Yu.V.[1], Graduate Student,
Pikina E.V.[1], Student,
Sadovnichiy A.I.[1], Student,
[1] M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
346428, Novocherkassk, Russia,
e-mail: lesya.shamsieva@yandex.ru.

REFERENCES

1. Fedorova N.V., Rogatina Yu.N. *Sposoby utilizatsii otkhodov szhiganiya uglya. Ekologiya promyshlennogo proizvodstva,* vyp. 4 (Methods of coal combustion waste disposal. Production ecology, issue 4), 2004, pp. 35–37.

2. Ozerskiy A.Yu., Ozerskiy D.A. *Elektricheskie stantsii*. 2003, no 7, pp. 22.

3. http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2871&cat_id=24&page_id=3

4. Darmanskaya T.A. *Ochistka metallosoderzhashchikh stochnykh vod sorbtsionnymi materialami iz otkhodov proizvodstva* (Metal-containing wastewater treatment by sorptive materials manufactured from production waste), Candidate's thesis, Tomsk, 2008.

5. Mukhlenov I.P., Gorshteyn A.E., Tumarkina E.S. *Osnovy khimicheskoy tekhnologii*: Uchebnik dlya studentov vuzov. Pod red. I.P. Mukhlenova. 4-e izd. (Principles of chemical technology. Textbook for high schools. Mukhlenov I.P. (Ed.), 4th edition), Moscow, Vysshaya shkola, 1991, 463 p.

6. Glinka N.L. *Obshchaya khimiya*. Izd. 17-e (General chemistry. 17th edition), Leningrad, Khimiya, 1975, 728 p.

7. Kuznetsov V.V., Ust'-Kachkintsov V.F. *Fizicheskaya i kolloidnaya khimiya*. Uchebnoe posobie dlya vuzov (Physical and colloid chemistry. Higher educational aid), Moscow, Vysshaya shkola, 1976, 277 p.

8. Fedorova N.V., Rogatina Yu.N. *Sovremennye problemy organicheskogo sinteza, elektrokhimii i kataliza: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu prof. Kirilyusa I.V.* (Current Problems of the Organic Synthesis, Electrochemistry and Catalysis: Proceedings of International Scientific–Practical Conference Dedicated to the 80th Anniversary of Professor I.V. Kiryulis), Karaganda, Izd-vo KGU, 2006, pp. 252–255.

НАУКА ВМЕНЯЕМАЯ И НЕВМЕНЯЕМАЯ

ЗНАНИЯ ДОРОЖЕ ИНФОРМАЦИИ

Мозг, наполненный знаниями, ценнее для науки, чем мозг всезнайки, полный бесполезной информации. Особо ценен мозг хорошо структурированный, с развитыми аналитическими функциями.