

ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНАЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И ДЕСУЛЬФУРАЦИЯ УГЛЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОДНО-УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

А.Р. Ризун, Т.Д. Денисюк, Ю.В. Голень, В.Ю. Кононов, А.Н. Рачков

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
пр. Октябрьский, 43–А, г. Николаев, 54018, Украина, dpcd@iipr.com.ua*

Основными потребителями угля в Украине являются тепловые электростанции (ТЭС). Для обеспечения безопасности страны в области энергетики принято решение развивать угольную стратегию топливного снабжения ТЭС [1]. По мнению большинства специалистов именно углю в XXI веке предстоит стать ведущим энергоресурсом топливных электростанций. Это в свою очередь должно привести к широкому внедрению в практику принципиально новых методов подготовки угля к сжиганию на ТЭС. Одним из путей его глубокой переработки является создание водно-угольного топлива (ВУТ). Последнее необходимо прежде всего потому, что по зольности, серности и другим показателям уголь малопригоден в исходном его виде для эффективного сжигания на электростанциях.

Известно, что около 80% добываемого в Украине угля имеет серность более 1,5%, а в некоторых случаях достигает 10%, поэтому решение проблемы его десульфурации требует тщательного изучения, создания новых высокоэффективных технологий, позволяющих получить низкосернистое топливо.

Процесс десульфурации достаточно сложный. Сера содержится в угле в виде пиритов FeS_2 или органической серы S . Избавиться от нее в полном объеме традиционными технологиями обогащения, используемыми в промышленном масштабе (отсадка, тяжелосредные сепараторы, гидроциклоны, противоточная сепарация и др.), практически невозможно. Экологическими нормами установлен уровень присутствия серы – не более 1 %.

Сложность процесса состоит в том, что в угле пирит находится в виде конкреций различной формы и размеров. В наибольшей степени распространены высокодисперсные включения пирита размером менее 100 мкм, тесно связанные в матрице с органическим веществом [2]. Для их отделения необходимо измельчить матрицу на фракцию менее 100 мкм с последующим удалением пирита или частиц серы. Операция измельчения самая трудоемкая, с большими затратами энергии и средств.

Согласно существующим технологиям на измельчение угля до тонких фракций (менее 200 мкм) расходуется до 150 кВт·ч/т [3], при этом процессы измельчения не соответствуют экологическим нормам загрязнения окружающей среды.

Кроме этого, полученную традиционными методами измельчения угля водно-угольную суспензию нельзя использовать как топливо без очистки ее от серы. Для десульфурации суспензии требуются дополнительные затраты, так как на практике обогащение угля по традиционным технологиям, основанным на гравитационных эффектах разделения горючей массы топлива и его неорганических примесей, показывает низкую эффективность десульфурации – не более 15–20%.

Цель настоящей статьи – обобщение результатов наблюдений изменения содержания серы в компонентах ВУТ при их электроразрядной дезинтеграции.

Замена механизмов механического дробления и измельчения угля на электроразрядное обеспечивает [4]:

- тонкую дезинтеграцию угля на фракции ниже 50 мкм со значительно меньшими затратами энергии (до 30 кВт·ч/т);
- снижение содержания серы до норм экологических требований менее 1%;
- активацию твердой и жидкой фаз за счет деструкции и термоллиза воды, образования в межфазной среде молекул H_2O_2 и O_3 , формирование структурно-механического барьера и устойчивости суспензии.

Динамика электроразрядной дезинтеграции угля такова, что разрушение матриц исходного материала происходит по менее прочным границам раздела органических зерен за счет растяжения и сжатия матриц импульсными нагрузками прямых и отраженных волн, генерируемых электроразрядом.

Весь процесс разрушения можно разделить на три стадии (рис. 1):

I стадия – образование трещин по границам раздела зерен и развитие их до критического состояния;

II стадия – освобождение зерен и их округление за счет изломов менее прочных выступов;

III стадия – округление зерен до размеров менее 50 мкм и образование осадка из разрушенных по границам и изломам зерен.



Рис. 1. Постадийная электроразрядная дезинтеграция угля

Динамика электроразрядной дезинтеграции угля и образование конечного продукта в виде мелких округленных частиц подтверждены при микроскопическом анализе готового продукта (рис. 2 и 3).

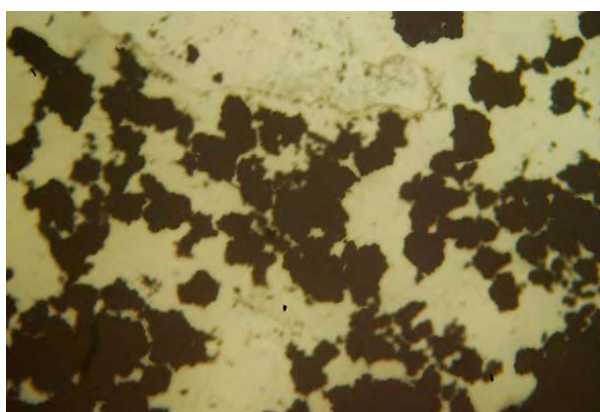


Рис. 2. Оптическая микроскопия частиц (x50)

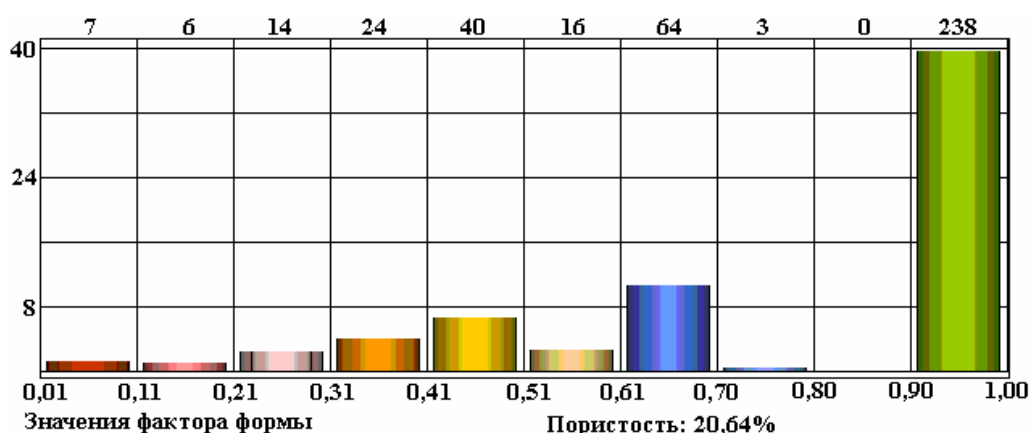


Рис. 3. Распределение частиц угля после обработки по фактору формы

На рис. 3 из распределения частиц по фактору формы (фактор формы – отношение наименьшего к наибольшему размеру частицы) вытекает, что преобладающее количество частиц (238) имеют форму, близкую к сферической, и можно считать, что дальнейшее их измельчение

потребуется значительного количества энергии. Другими словами, фракция измельчения достигла своего оптимального значения.

Электроразрядная дезинтеграция угля происходит в комплексе с процессами его десульфуризации.

Известно, что концентраторами многих зольных микроэлементов в исходном угле являются высокодисперсные частицы, ассоциированные с органическими веществами и неотделяемыми от них при разделении по плотности даже в лабораторных условиях [5]. Десульфурация тонкоизмельченных углей и удаление суммы зольных микроэлементов возможно методом электроразрядной обработки.

В процессе электроразрядной десульфурации часть органической серы выгорает под воздействием высокой температуры плазмы, а часть серы, находящейся в пирите, оседает на дно электроразрядного дезинтегратора и удаляется в виде шлама при изготовлении водно-угольной суспензии. В результате исследований электроразрядной дезинтеграции угля объем серы может быть снижен от 3,5 до 0,5%.

Электроразрядная тонкая дезинтеграция угля возможна за счет управляемости дозирования энергии путем оптимизации параметров и режимов разряда. В таблице представлены результаты пяти опытов комплексного процесса измельчения угля и его десульфурации.

Результаты электроразрядной тонкой дезинтеграции и десульфурации угля марки АШ (0-6)

№ опыта	Исходный материал		Затраты энергии, кВт·ч/т	Готовый продукт	
	Размер, мм	Содержание серы, %		Фракция, мм	Содержание серы, %
1	до 6	3,5	12,0	0,2	2,0
2	до 6	3,5	16,0	0,1	1,8
3	до 6	3,5	20,0	0,08	1,2
4	до 6	3,5	26,2	0,05	0,6
5	до 6	3,5	29,2	0,05	0,5

Поскольку увеличение затрат энергии в опыте 5 по сравнению с опытом 4 не влияет на фракционный состав, а показатель объема серы снижен только на 0,1 %, увеличение затрат энергии становится неэффективным. Поэтому опыт 4 считается наиболее рациональным и обоснованным, а дальнейшее увеличение энергозатрат – неэффективным.

Выводы

Электроразряд обеспечивает дезинтеграцию и десульфурацию угля, изготовление устойчивой водно-угольной суспензии с энергозатратами в 3–5 раз меньшими, чем при механических способах дробления и измельчения.

Процессы дезинтеграции и десульфурации проводятся в комплексе без нарушения экологических норм.

Таким образом, электроразрядная дезинтеграция не только обеспечивает получение дисперсной фазы в водно-угольной суспензии, но и позволит минимизировать выбросы сернистых соединений и большой группы тяжелых металлов в атмосферный воздух.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров С.М. Оценка влияния выброса вредных примесей на окружающую среду при производстве электроэнергии сжиганием угля. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 2001, (3), 53–55.
2. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. *Неорганическое вещество углей*. Екатеринбург, 2002. 422 с.
3. Зайденберг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороших И.Х. *Производство и использование водоугольного топлива*. М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. 176 с.
4. Высоцкий С.П., Мاستика Ю.С. и др. Десульфурация и обогащение углей перед их сжиганием на ТЭС. *Энергетика и электрификация*. 1993, (3), 53–56.
5. Ризун А.Р., Голень Ю.В., Денисюк Т.Д. Разработка и внедрение электроразрядного процесса дезинтеграции компонентов водно-угольного топлива. *Наука та інновації*. 2009, (5), 42–46.

Поступила 15.07.10

Summary

The results of monitoring the sulfur content in the components of water-coal fuel at their disintegration with the use of electric discharges. The scheme of the desulphurization process.