

6. Коробицкий И.А., Шпирт М.Я. Генезис и свойства минеральных компонентов углей. — Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1988. — 227 с.
7. Юровский А.З. Минеральные компоненты твердых горючих ископаемых. — М.: Недра, 1986. — 214 с.
8. Finkelman R.B. Modes of occurrence of trace elements in coal// U.S. Geological Survey Open-File Report. — University of Maryland, 1980. — No. OFR-81-99. — 301 pp.

© Никитенко А.В., Мальченко А.К., 2004

УДК 553.93/96.08(4.77.61/.63)

Докт. геол.-мин. наук ДОБРОГОРСКИЙ Н.А., канд. геол.-мин. наук САФОНОВ И.Л., инж. МИХАЛОЧЕНОК Д.Я., инж ТОЛУБЕЦ Д.В. (НГУ)

ОЦЕНКА ЗОЛОШЛАКОВИХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Современная тепловая электростанция мощностью 1800 МВт ежегодно сжигает 2 млн.т угля, образуя при этом более 400 тыс.т золы-уноса и 70 тыс.т шлака (при зольности угля в среднем 25%) [1,2]. Очевидно, что эти продукты занимают значительные территории земной поверхности и загрязняют окружающую среду.

По структуре зола-уноса угольных тепловых электростанций представлена тонкодисперсными частицами сферической формы (микросферами) аморфного (стекловидного) вещества, образующегося в результате высокотемпературного пылевидного сжигания твердого органического топлива.

Анализ состава золы-уноса Приднепровской ТЭС показал, что в ее составе среди микросфер хаотично рассеяны обломки несгоревшего угля (недожог), содержание которых изменяется от 12,0 до 23,6% и составляет в среднем 17,8%. Общий объем золы-уноса в золошлаковом отвале ТЭС составляет более 20 млн.т [3]

Вследствии высокой температуры в топке котлоагрегата (температура доходит до 1600–1700° С) минеральные частицы, несмотря на весьма большую скорость движения пылегазового потока, успевают переходить в жидкое состояние. Образованию частиц сферической формы способствует сама технология высокотемпературного пылевидного сжигания топлива. Кроме того, высокая скорость движения пылегазового потока препятствует агрегации капель расплава и, естественно, их шлакованию, в результате чего выход шлака составляет в среднем лишь 15% от общего выхода твердых отходов. Формирование аморфной структуры частиц золы-уноса вызвано резким охлаждением их капель. Охлаждение наступало, очевидно, настолько быстро, что структура расплава успевала замораживаться.

Результаты магнитной сепарации золы-уноса, ее отсева и разделения по плотности приведены в таблице 1. Разделение проводилось в смесях бромформа (2,89 г/см³) и этил-спирта (0,789 г/см³). Анализ таблицы 1 показывает, что искусственная сегрегация золы по плотности позволяет выделить из нее четыре фракции:

- 1) тяжелая фракция (более 2 г/см³) составляет 66,85% общей массы исходной пробы, в которой класс отсева менее 0,14 мм превышает 95%.
- 2) легкая фракция (менее 2 г/см³) составляет четвертую часть общей массы пробы (27,46%). Класс отсева менее 0,14 мм в ней колеблется в пределах 60–75%.
- 3) недожог органики концентрируется в легкой фракции, поэтому данную фракцию следует рассматривать как топливосодержащую.

4) магнитная фракция в составе золы-уноса пользуется подчиненным положением (5,69% от общей массы) и концентрируется в классе менее 0,14 мм. Плотность ее более 3,5 г/см³.

Табл. 1. Результаты магнитной сепарации, отсева и разделения золы-уноса по плотности

Фракция, г/см ³	Масса исходной пробы, г/%	Класс крупности, мм			
		+0,5	-0,5...+0,25	-0,25...+0,14	-0,14
Магнитная	8,614/5,69	-	-	-	8,614/5,69
-2,890...+2,405	53,056/35,07	0,411/0,27	0,493/0,33	1,220/0,81	50,932/33,66
-2,405...+2,032	48,121/31,81	0,529/0,35	0,365/0,24	0,840/0,56	46,387/30,66
-2,032...+1,746	19,963/13,20	0,818/0,54	0,142/0,75	0,217/2,13	14,768/9,78
-1,746...+1,525	16,802/11,11	0,285/0,19	0,467/0,31	2,448/1,62	13,602/8,99
-1,525...+1,355	2,062/1,36	0,215/0,14	0,199/0,13	0,466/0,31	1,182/0,78
-1,355	2,436/1,61	0,175/0,12	0,128/0,08	0,550/0,36	1,583/1,05
несмагничивающаяся	0,221/0,15	0,022/0,02	0,015/0,01	0,083/0,05	0,101/0,07
Итого	151,275/100,00	2,455/1,63	2,809/1,85	8,824/5,85	137,187/90,63

Магнитные частицы золы-уноса представлены магнетитом, а образующая по магнетиту каемочка — гематитом (псевдоморфоза). Очевидно, окисление железа в расплаве Fe-S приводит первоначально к образованию магнетита, а затем в виде тонкой пленки по магнетиту — гематита, который ограничивает процесс дальнейшего окисления первого. Подсчитано, что при сжигании среднесернистых углей ($S_+^{\alpha}=1,5-2,0\%$) на электростанциях мощностью типа Приднепровской ТЭС суточный выход этой фракции составляет примерно 200 т.

Несмагничивающаяся (легкая) фракция, которая всплывает на поверхность тяжелой жидкости, составляет всего лишь 0,15% общей массы исходной пробы. Представлена она различными по размеру пустотелыми микросферами аморфного (стекловидного) вещества.

Результаты химического анализа золы-уноса даны в таблице 2, которые свидетельствуют, что химический состав фракций, за исключением магнитной, примерно постоянный. Магнитная фракция отличается высоким содержанием Fe₂O₃ и CaO и незначительным SiO₂, Al₂O₃, K₂O₄, Na₂O.

Табл.2. Химический состав фракций золы-уноса Приднепровской ТЭС

Фракция, г/см ³	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₄	TiO ₂	P ₂ O ₅
+2,405	63.40	21.12	9.24	0.31	0.14	3.12	0.94	0.21	0.73	0.38
-2,405...+2,036	61.32	22.98	8.76	0.31	0.12	3.31	0.98	0.18	0.89	0.22
-2,036	61.38	24.72	7.02	0.32	0.12	3.46	0.98	0.24	0.83	0.20
магнитная	24.80	11.95	60.00	0.86	0.12	0.99	0.44	0.17	0.62	0.25

Таким образом, исследования текущего выхода золы-уноса на ТЭС позволяет сделать следующие выводы:

1) основная масса золы-уноса (~95%) представлена различными по размеру стекловидными микросферами. По структуре они делятся на пустотелые и полнотелые. Последнее обстоятельство возникает, вероятно, в результате дегазации капель расплава при их охлаждении.

2) сегрегация микросфер по плотности обусловлена их элементным составом и структурными особенностями.

3) долевое участие класса рассева менее 0,14 мм обратно пропорционально плотности микросфер.

4) класс рассева менее 0,14 мм доминирует во всех фракциях золы-уноса.

5) магнитная фракция представлена магнетитом, размер частиц которой менее 0,14 мм. Следовательно, магнитная фракция является ценным железорудным сырьем.

Стекловидная фракция может быть эффективно использована в промышленности строительных материалов как вспомогательное сырье. Она, как известно, не снижает качества строительных изделий, так как по своей природе инертна и поэтому не вступает в химические реакции с компонентами смеси.

Исследования показывают, что шлаковые расплавы представляют собой сложные физико-химические системы, изучение динамики процесса кристаллизации которых имеет представляется собой научную основу формирования твердого продукта с заранее заданными потребительскими свойствами.

Результаты исследования топливных шлаков ряда энергетических предприятий в Донбассе и Приднепровье показали, что температурные интервалы кристаллизации технологических минералов могут быть использованы в качестве геологических термометров при разработке технологии охлаждения расплава.

Известно, что основными факторами, контролирующими процесс формирования шлаков с наперед заданным минеральным составом, являются баланс необходимых для этого природных компонентов в исходном расплаве и скорость его охлаждения. Для образования того или иного техногенного минерала необходимо иметь, во-первых, соответственно высококонцентрированный расплав и, во-вторых, оптимальные условия активного роста данного кристалла (температурный интервал и время) [4].

Топливные шлаки донецких углей в существующих ныне технических условиях охлаждения на ТЭС склонны к образованию:

1) муллита ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), единственного соединения в топливных шлаках ТЭС глинозема с кремнеземом, устойчивого при высоких температурах (муллитовый огнеупор);

2) корунда (безводный Al_2O_3); который обладает высокой температурой плавления и большой химической стойкостью, поэтому широко используется как абразив и огнеупор;

3) карбида кремния (SiC) обладающего исключительно высокой твердостью (уступает лишь алмазу и карбиду бора), тугоплавко, устойчив в различных химических средах. Он может быть успешно использован как абразивный материал, а также для изготовления деталей для химической и металлургической аппаратуры и др.;

4) ферросилиция (Fe_mSi_n) применяется для раскисления и легирования сталей, восстановления металлов и т.д.

В таблице 3 количественно-качественный состав топливных шлаков Приднепровской ТЭС при охлаждении их в водной среде.

На основании известных последовательности кристаллизации названных выше техногенных минералов и их температурных интервалов, представляется возможным построение общего геологического термометра кристаллизации топливных шлаков вообще в условиях ТЭС.

Табл. 3. Количественно-качественный состав топливных шлаков Приднепровской ТЭС

Компонент	Содержание, вес, %
Стекло	60-70
Муллит	20-25
Корунд	5-10
Ферросилиций	2-3
Карбид кремния	1-2
Углерод	1-2

Таким образом, оперируя названными выше факторами контролирующими процесс минералообразования, технически возможно им управлять и направлять на преимущественную кристаллизацию в промышленных масштабах того или иного минерала, наиболее необходимого для экономики страны.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о возможности концентрации на определенных ТЭС углей, минеральная часть которых обладала бы наиболее оптимальным химическим составом. Это позволит в итоге материализацию промышленного потенциала минеральной части сжигаемого топлива, защитить природную среду от вредного влияния шлаковых отходов и, наконец, значительно снизить себестоимость основной продукции (топлива и произведенной на его основе электроэнергии).

Библиографический список

1. Лавров Н.В., Розенфельд Э.И., Хаустович Г.П. Процессы горения топлива и защита окружающей среды. — М.: Металлургия, 1981. — 240 с.
2. Нетрадиционные ресурсы минерального сырья / А.А.Арбатов, А.С.Астахов, Н.П.Лавров, М.В.Толкачев. — М.: Недра, 1988. — 253 с.
3. Резниченко П.Т., Чехов А.П. Охрана окружающей среды и использование отходов промышленности: Справочник. — Днепропетровск: Промінь, 1979. — 173 с.
4. Техногенные ресурсы минерального строительного сырья / Туманова Е.С, Цибизов А.Н., Блоха Н.Т. и др. — М.: Недра, 1991. — 208 с.

© Доброгорский Н.А., Сафронов И.Л., Михалоченок Д.Я., Толубец Д.В., 2004

УДК 553.042+553(477)

Докт. геол.-мин. наук ПАНОВ Б.С., канд. геол. наук ПАНОВ Ю.Б. (ДонНТУ)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ НА ПЕРИОД ДО 2020 Г.

Перспективы устойчивого развития Донецкой области на период до 2020 г. определяются минерально-сырьевыми ресурсами региона, полноценное использование которых необходимо как в настоящее время, так и на перспективу. Известно, что экономика Донбасса, как и Украины, а также России является ресурсно-ориентированной [3]. Сложившаяся к настоящему времени ситуация в горно-геологической сфере деятельности в Донбассе, Украине и других государств СНГ объективно оценивается специалистами всех уровней как кризисная [1]. Ее основные признаки связаны с необеспеченностью большинства горнодобывающих предпри-