

УДК: 54-169

Канаев А.Т., Баймырзаев К.М., Сатымбеков Р.К., Даулетбаева М.,
Умирбекова Ж.Т., Аманбаева У.И.

*НИИ проблем биотехнологии ЖГУ им. И. Жансугурова,
г. Талдыкорган, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛОШЛАКОВ АЛМАТИНСКОГО ТЭЦ-3

В статье рассматривается комплексное изучение физико-химических свойств исследуемой золы для дальнейшей ее утилизации.

Ключевые слова: зола, золоотвал, химический состав, ТЭЦ-3.

Мақалада изилденип жатқан қылдқ андан ары утилизациялоо үчцін физико-химиялық ёзгёчёліктіёрцін комплестіціз изилдёё каралған.

Негизги сёздёр: қыл, қыл жыйноочу жай, химиялық курам, ТЭЦ – 3.

The article deals with a comprehensive study of the physical and chemical properties of the investigated ashes for its further utilization.

Key words: ash, ash dump, chemical composition, CHP-3.

Одним из проблем, характерных для развития отрасли энергетики г. Алматы, весьма существенными являются проблемы, связанные с выбросами ТЭЦ-3. Уровень этих проблем изменяется от глобального (газовые выбросы) до регионального (жидкие стоки) и локального – для попутной минеральной продукции в виде золы и шлака [1].

Золошлаковые отходы Алматинского ТЭЦ-3 представляет собой крупнотоннажные не классифицированные отходы производственной деятельности с неопределенными характеристиками. Следовательно, зола – это несгорающий остаток, образующийся из минеральных примесей топлива при полном его сгорании и осажденный из дымовых газов, золоулавливающими устройствами. Золошлаковые отходы Алматинского ТЭЦ-3 представляют собой мелкодисперсный минеральный порошок от светло-серого до темно-серого цвета. В зависимости от вида топлива зола подразделяется на антрацитовую, каменноугольную, бурогольную, сланцевую, торфяную и др. По способу удаления различают: золу сухого отбора (зола уноса) и мокрого (зола гидроудаления). Зола уноса получается в результате очистки дымовых газов золоуловителями и представляет собой тонкодисперсный материал с очень мелкими частицами, что позволяет использовать ее без дополнительного помола. Зола мокрого отбора образуется при удалении ее с помощью воды в виде пульпы по золопроводам [2].

Материалы и методы исследований Объектом исследования являлась зола Алматинского ТЭЦ-3, расположенное Илийском районе в п. Отеген, в десяти километрах севернее от г. Алматы (рис.1). Пробы исследованной нами золы отобраны из отвалов, непосредственно прилегающих к выводным трубам, через которые зола уносится водой в виде пульпы из котельных установок станции.

Определение металлов из золы угля (таблица 1) было проведено в соответствии с РД 153-34.0-44.220-2000 атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре фирмы «PYE UNICAM» (типа SP 2900).

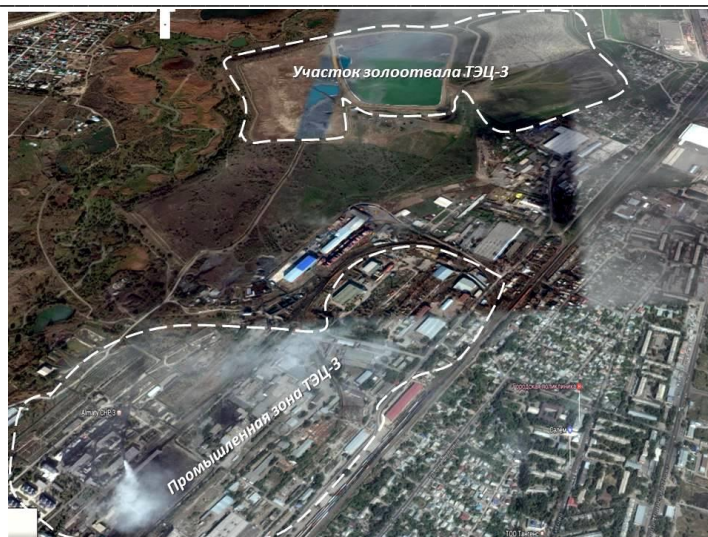


Рисунок 1. Схема расположения карты-золоотвала Алматинского ТЭЦ-3

Химический состав золы угля был определен в соответствии с ГОСТ 10538-87 (табл. 1), следующими методами: SiO_2 гравиметрическим [3], Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO комплексометрическим [4], TiO_2 спектрофотометрическим [5], Na_2O , K_2O пламенно-фотометрическим [6]. Присутствие в золе угля комплексов ценных элементов позволяет рентабельно извлекать их при содержании даже более низких, чем в промышленных рудах.

Результаты исследований. Исследования химического состава золы Алматинского ТЭЦ-3 считается важным фактором для принятия правильного решения при выборе направления их использования и технологии переработки. Состав и свойства золы данного золоотвала определяется количественным соотношением входящих в них минералов, который, в свою очередь, зависит от минералогического состава исходной неозоленной части топлива.

Нами были проведены исследования по изучению химического состава золы Алматинского ТЭЦ-3, с применением определенных методик химического анализа.

Приведенные в таблице 1 данные показывают, что основная часть золы, образующаяся в котельной, состоит из диоксида кремния (SiO_2) и оксида алюминия (Al_2O_3), которые в сумме составляют 85 - 87% масс. Как известно, диоксид кремния (SiO_2) (кремнезем) широко распространен в природе в виде минерала кварца, который входит в состав гранитов и других горных пород. Физические свойства диоксида кремния характеризуются - тугоплавок ($t_{\text{пл}}=1700^\circ\text{C}$), нерастворим в воде, плотность - $2,651 \text{ г/см}^3$, бесцветен, обладает высокой твердостью и прочностью.

Содержание оксида алюминия (Al_2O_3) в составе золоотвалов Алматинского ТЭЦ-3 составляет 15,5%.

По своему химическому свойству диоксид алюминия это бинарное соединение алюминия и кислорода. В природе распространён как основная составляющая часть глинозёма. Также очень важным при оценке золы является содержание различных металлов.

Из таблицы 1. видно, что зола является богатым оксидами сырьем, которое содержит также ряд элементов периодической системы в виде микродобавок.

Таблица 1. Содержание химических элементов в золе Алматинского ТЭЦ-3

Содержание оксидов, %											
SiO_2	NiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3
60,2	1,0	1,0	15,5	4,0	8,67	0,88	0,10	0,60	3,2	1,0	2,3

Потери при прокаливании объясняются наличием несгоревших частиц угля и кокса. Известно, что частицы несгоревшего угля в присутствии влаги окисляются, увеличиваясь при этом в объёме до 15% и более. При повышенном содержании в золе уноса частиц не сгоревшего угля (кокса) вероятность быстрого саморазрушения изделия, поэтому высокое содержание в золе потерь при прокаливании являются нежелательным. Важным этапом при использовании зольного и шлакового сырья является его классификация, в основу которого положены показатели качества материала: модуль основности (гидравлический модуль), силикатный (кремнеземистый) модуль и коэффициент качества (гидравлическая активность). На основании исследований золошлаковых отходов тепловых электростанций, сжигающих топливо различных месторождений, золошлаки в зависимости от состава были разделены на три группы – скрыто активные, активные и инертные. Модуль основности (гидросиликатный модуль) M_o , представляет собой отношение суммы основных оксидов к сумме кислотных оксидов, находится по формуле:

$$M_o = \frac{Na_2O + MgO + K_2O + CaO}{Al_2O_3 + SiO_2} = \frac{0,60 + 0,88 + 3,2 + 8,67}{60,2 + 15,5} = 0,176$$

Миликатный (кремнеземистый) модуль M_c , показывающий отношение оксида кремния, вступающего в реакцию с другими оксидами, к суммарному содержанию оксидов алюминия и железа, находится по формуле:

$$M_c = \frac{SiO_2}{Fe_2O_3 + Al_2O_3} = \frac{60,2}{4,0 + 15,5} = 3,087$$

Коэффициент качества K , показывает отношение оксидов, повышающих гидравлическую активность к оксидам, снижающим ее, находится по формуле:

$$K = \frac{Al_2O_3 + CaO + MgO}{TiO_2 + SiO_2} = \frac{15,5 + 8,67 + 0,88}{1,0 + 60,2} = 0,409$$

Нами были отобраны пробы золы Алматинского ТЭЦ-3 для исследования из точек указанных на рисунке 2. Как видно из рисунка 2, участок золоотвала по сроку эксплуатации делится на высыхающие, полувлажные и с жидкими поверхностями. Отбор проб золы 1 и 2 производился из участка полувлажного, а также зола 3 и 4 из влажного участка.

Нами было определено количество железа (Fe) в золах отвалов Алматинского ТЭЦ-3. Как известно, химически чистое железо при нормальной температуре стойко к окислению на воздухе и в воде. Как видно из таблицы 2, содержание железа в составе золы отобранных из участков 1 и 2 (зола 1 и 2, табл. 2) достигают 20,0 и 13,92 мг/кг соответственно, что составляют примерно на два раза больше, чем количество железа в составе золы из участка 3 и 4 (зола 3 и 4, табл. 2) – 9,11 и 7,59 мг/кг соответственно. В целом среднее количество железа в составе золы участках 1-4 достигает 11,5 мг/кг (рис. 3).



1, 2 – точка отбора проб золы из полувлажного участка западного сектора золоотвала; 3, 4 - точка отбора проб золы из участка с жидкими поверхностями восточного сектора золоотвала

Рисунок 2. Точка отбора проб зол Алматинского ТЭЦ-3

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в составе золы Алматинского ТЭЦ-3

Объект	Элементы (мг/кг)				
	Fe	Pb	Cu	Cd	Zn
Зола 1	20,0	4,57	6,4	0,10	120,0
Зола 2	13,92	5,14	5,47	0,20	41,33
Зола 3	9,11	3,14	4,23	0,08	40,0
Зола 4	7,59	5,42	4,95	0,12	65,33

Следующим элементом определения являлся свинец (Pb). Как известно, свинец мало химически активен. На воздухе свинец довольно быстро покрывается тонкой пленкой оксида, предохраняющей его от дальнейшего окисления. Определение свинца в составе золы Алматинского ТЭЦ-3 показало, что на участке 1 и 2 (зола 1 и 2, табл.2) их количество достигает 4,57 и 5,14 мг/кг, соответственно. Аналогичный результат по содержанию свинца показывает в золе из участка 3 и 4, (зола 3 и 4, табл.2). Содержание свинца в золе этого участка составляет 3,14 и 5,42 мг/кг, соответственно. Среднее количество свинца в золе Алматинского ТЭЦ-3 составляет 4,85 мг/кг (рис. 3).

В составе золы обнаружили медь (Cu). Медь является малоактивным металлом. В нормальных условиях на сухом воздухе её окисления не происходит. На влажном воздухе происходит окисление с образованием карбоната меди (II). Содержание количество меди (Cu) в золе Алматинского ТЭЦ-3 приблизительно такого же количества, что и алюминий, а именно, на участках 1,2,3 и 4 (рис.2), (зола 1,2,3 и 4, табл.2) составляют 6,4; 5,47; 4,23 и 4,95 мг/кг соответственно. В среднем количество меди в Алматинском ТЭЦ-3 доходит до 5,21 мг/кг зола (рис.3).

Изучение состава золы Алматинского ТЭЦ-3 указывает то, что из перечисленных химических элементов в наименьших количествах встречается кадмий (Cd). Химическая характеристика кадмия по своей консистенции представляет собой серебристое твердое вещество с голубоватым блеском на свежей поверхности, мягкий, ковкий, тягучий металл. Содержание кадмия (Cd) в золе Алматинского ТЭЦ-3 на участках 1,2,3 и 4 (рис.2), (зола 1,2,3 и 4, табл.2) составляют 0.10, 0.20, 0.08 и 0.12 мг/кг соответственно. В среднем количество меди в Алматинском ТЭЦ-3 доходит до 1,12 мг/кг (рис.3).



Рисунок 3. Усредненные показатели содержания тяжелых металлов в золе Алматинского ТЭЦ-3

Зола Алматинского ТЭЦ-3 богата цинком (Zn). По своей химической природе металлический цинк обладает характерным голубоватым блеском на свежей поверхности, который он быстро теряет во влажном воздухе. Содержание цинка в золе Алматинского ТЭЦ-3 на участках на участках 1,2,3 и 4 (рис.2), (зола 1,2,3 и 4, табл.2) составляют 120.0, 41.33, 40.0, и 65.33 мг/кг, соответственно.

Выводы: Общее содержание тяжелых металлов в золах отвалов Алматинского ТЭЦ-3 выглядит таким образом: железо – 11,5 мг/кг (7,59-20,0), свинец – 4,85 (3,14-5,42), медь – 5,21 (4,23-6,4), кадмий – 0,12 (0,08-0,20), цинк – 53,3 (40,0-120,0) мг/кг. В данном случае наблюдаем превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) некоторых химических элементов. Например, перенасыщенность золы медью превышает на 1,7 раза, тогда как цинк превосходит ПДК на 2,3 раза больше. Вместе с тем количество свинца и кадмия соответствуют нормам ПДК.

Литература:

1. Делицын Л.М., Власов А.С. Возможности использования золы Черепетской ТЭС // Теплоэнергетика. - 2010. - № 4. -49-52 с.
2. Гаврилов Е.И. Топливоно – транспортное хозяйство и золошлакоудаление на ТЭС: Учеб. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -168 с.
3. ГОСТ 10538-87. Топливо твердое. Методы определения химического состава золы. – Введ. 01.01.88. – М., 1988. -16с.
4. Иванов В.В., Вишня Б.Л., Цылкин Е.Б. Увеличение потребления золошлаков – важнейший фактор снижения вредного воздействия ТЭС на окружающую среду //Энергетик. - 2010. - № 4. – С. 34-36.
5. РД 153-34.0-44.220-2000 Топливо твердое и жидкое определение тяжелых металлов (микроэлементов) методом атомно - абсорбционной спектрофотометрии. – Введ. 01.07.01. – М., 2000. – 13с.
6. Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Путилов В.Я. Получение попутной минеральной продукции на тепловых электростанциях// Энергетик. – 2010. - №5. -С. 7-9.