

УДК 658.65.011.8

А.М. Кадырбеков

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

### Использование золошлаковых отходов ТЭЦ Павлодарской области

**Аннотация.** В данной статье рассматривается использование золошлаковых отходов, в частности золы или шлака, в котельных и теплоэлектростанциях Павлодарской области. Описан основной источник энергии на сегодняшний день. Произведен лабораторный анализ состава золы. Предложена принципиальная установка по переработке золы. Представлена возможность использования золы в промышленности, в частности в составе строительных материалов.

**Ключевые слова:** уголь, зола, топливо, принципиальная установка, заготовка.

Уголь – один из древнейших видов топлива, вплоть до середины XX века был основным источником энергии. И сейчас, несмотря на активное использование нефти, газа, урана, доля угля в мировом производстве электроэнергии составляет около 40 % (в Китае – 78 %, в США – 50 %, в России – 19 %, в Казахстане – 11 %). Однако уголь не сгорает бесследно. В процессе его сжигания образуется не только энергия, но и отходы. Внесём ясность: речь пойдёт о том, что остаётся на земле после того, как уголь использован по своему главному назначению – для генерации тепловой и электрической энергии. Угольная энергетика оставляет очень заметный след и в атмосфере, но это отдельная тема.

Уголь состоит из органического и минерального вещества. Богатая углеродом органическая составляющая – носитель тех полезных свойств, благодаря которым уголь относится к полезным ископаемым. А вот минеральные компоненты только ухудшают качество угля как топлива. Ведь чем больше минерального вещества, тем, естественно, меньше органического и, следовательно, тем меньше теплотворная способность. Если зольность – масса минерального остатка после сжигания угля, выраженная в процентах к массе сожжённого, – больше определённого предела, уголь становится уже «бесполезным ископаемым», непригодным для промышленного использования. Пределы зольности для разных направлений использования углей и для углей разных угольных месторождений различны. Для энергетики это обычно не более 40–45 % [1, с. 8].

Некоторые минеральные компоненты снижают качество угля даже при допустимой зольности. Например, содержащийся в углях минерал пирит ( $\text{FeS}_2$ ), разлагаясь при высоких температурах, образует газообразный оксид серы, при взаимодействии которого с парами воды возникает сернистая кислота, разрушающая оборудование тепловых электростанций. Та часть оксидов серы, которая с дымовыми газами выбрасывается в атмосферу, становится одним из самых серьёзных загрязнителей природной среды. Карбонаты кальция влияют на температуру плавления золы и шлака, что приходится учитывать при конструировании котлов. Всё это далеко не полный перечень «негативных» свойств минеральных компонентов углей. Остановимся на одном из них [2, с. 33].

При сжигании углей минеральные компоненты преобразуются в золу и шлак, которые складываются как отходы энергетического производства в золоотвалах. Накопленная к настоящему времени масса золоотвалов огромна. По оценкам на конец 2010 года, на золоотвалах угольных теплоэлектростанций страны было складировано более 2,5 млрд т золы и шлака, а общая площадь земель, занятых золоотвалами, составляла многие десятки тысяч гектаров. Если посмотреть на эти рукотворные горы минерального материала с позиций экологии, то картина представится весьма тревожная. Несмотря на обычно принимаемые меры, золоотвалы пылят со всеми вытекающими из этого последствиями для населения и природной среды. Просачивающиеся сквозь них атмосферные осадки и технические воды растворяют минеральные соединения, загрязняя подземные воды.

Золоотвалы угольных теплоэлектростанций – классический пример того, что геологи называют техногенным месторождением. Это скопления минерального вещества на поверхности земли, образовавшиеся в результате переработки полезных ископаемых (в нашем случае – сжигания угля) и пригодные по количеству и качеству для экономически эффективного промышленного применения.

Жизнь сделала необходимым использование ископаемого угля как источника энергии, в результате образовались техногенные месторождения на основе отходов. Посмотрим теперь, как наука рекомендует использовать эти отходы.

На Павлодарских ТЭЦ (теплоэлектроцентралях) сжигается экибастузский уголь марки СС (слабоспекающийся), а зольность его составляет 40 %.

Усредненный химический состав золошлаковых отходов обследованных ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 г. Павлодара приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы среднего содержания основных компонентов ЗШО (золото-шлаковые отходы)

Компонент	Среднее содержание, %		Компонент	Средние содержания, %	
	От – до	Среднее		От – до	Среднее
SiO <sub>2</sub>	51 – 60	54,5	CaO	3,0 – 7,3	4,3
TiO <sub>2</sub>	0,5 – 0,9	0,75	Na <sub>2</sub> O	0,2 – 0,6	0,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16 – 22	19,4	K <sub>2</sub> O	0,7 – 2,2	1,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5 – 8	6,6	SO <sub>3</sub>	0,09 – 0,2	0,14
MnO	0,1 – 0,3	0,14	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1 – 0,4	0,24
MgO	1,1 – 2,1	1,64	п.п.п.	5,8 – 18,8	10,6

На обследованных ТЭЦ сжигание углей происходит при температуре 1100–1600<sup>0</sup> С. При сгорании органической части углей образуются летучие соединения в виде дыма и пара, а негорючая минеральная часть топлива выделяется в виде твердых очаговых остатков, образуя пылевидную массу (зола), а также кусковые шлаки. Количество твердых остатков для каменных и бурых углей колеблется от 15 до 40 %. Уголь перед сжиганием измельчается и в него, для лучшего сгорания, часто добавляют в небольшом количестве (0,1–2 %) мазут.

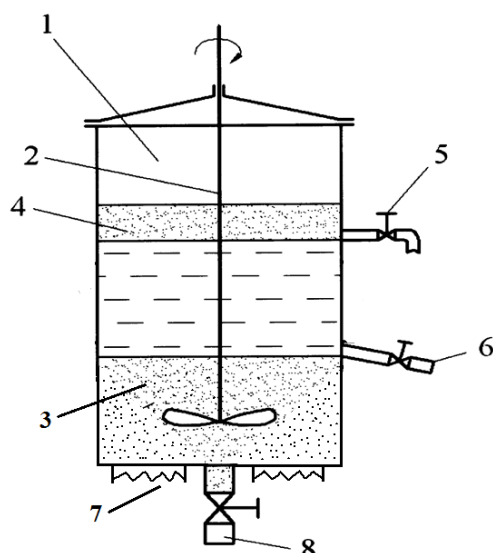
При сгорании измельченного топлива мелкие и легкие частицы золы уносятся дымовыми газами, и они носят название золы уноса. Размер частиц золы уноса колеблется от 3–5 до 100–150 мкм. Количество более крупных частиц обычно не превышает 10–15 % [3, с. 37]. Улавливается зола уноса золоуловителями. На ТЭЦ–1 и ТЭЦ–3 г. Павлодара золоулавливание происходит на скруберах с трубами Вентури, на ТЭЦ–2 г. Павлодара – в сухих батарейных эмульгаторах второго поколения. Более тяжелые частицы золы оседают на подтопки и сплавляются в кусковые шлаки, представляющие собой агрегированные и сплавившиеся частицы золы размером от 0,15 до 30 мм. Шлаки размельчаются и удаляются водой. Зола уноса и размельченный шлак удаляются вначале отдельно, потом смешиваются, образуя золошлаковую смесь.

В составе золошлаковой смеси кроме золы и шлака постоянно присутствуют частицы негоревшего топлива (недожог), количество которого составляет 10–25 %. Количество золы уноса, в зависимости от типа котлов, вида топлива и режима его сжигания может составлять 70–85 % от массы смеси, шлака 10–20 %. Золошлаковая пульпа удаляется на золоотвал по трубопроводам. Зола и шлак при гидротранспорте и на золошлакоотвале взаимодействуют с водой и углекислотой воздуха. В них происходят процессы, сходные с диагенезом и литификацией. Они быстро поддаются выветриванию и при осушении при скорости ветра 3 м/сек начинают пылить. Цвет ЗШО темносерый, в разрезе слоистый, обусловленный чередованием разнозернистых слоев, а также осаждением белой пены, состоящей из алюмосиликатных полых микросфер. Отходы от сжигания высокозольных углей, составляют многие миллионы тонн ежегодно.

Это говорит, что огромные массы отходов накапливаются непосредственно вблизи городов, отчуждая дорогую пригородную землю с тенденцией нелинейного роста и существенно снижая рыночную ценность близлежащей земли и строений. Из-за высокого содержания щелочи и водорастворимых сульфатов давление на окружающую среду очень велико.

Предлагаемый способ использования золошлаковых отходов относится к способам переработки твердых промышленных отходов, в частности золы или шлака котельных и теплоэлектростанций Павлодарской области, и может быть использовано в промышленности строительных материалов. Способ переработки золы или шлака котельных и ТЭС (теплоэлектростанция) представлен на рисунке 1.

Предлагаемое изобретение направлено на более безотходную переработку ТЭС с получением полезных продуктов, могущих служить товаром и приносящим экономический эффект. При этом создаются условия для исключения золоотвалов, что способствует улучшению экологической обстановки и сокращению расходов на содержание золоотвалов. Способ включает флотацию и удаление легких и тяжелых частиц из водной суспензии золы или шлака. В реактор загружают золу-унос ТЭС или размолотый котельный шлак, заливают их водой и размешивают, получая водную суспензию. Затем удаляют из реактора всплывшие легкие частицы, а после удаляют твердый остаток. Оставшееся содержимое промывают водой. Водную смесь содержащую легкие частицы выпускают из реактора через отведенный слив. Конечным продуктом является тяжелая фракция золы, которая является сырьем для строительных камней, бетонов и растворов. Данная установка модернизирована от своего аналога: увеличен объем реактора, что позволяет перерабатывать больше золы за один цикл, установлен электропривод с частотой 50 Гц это ускоряет длительность процесса в 2–3 раза, а также сводит к нулю добавление поверхностно-активных веществ для изменения плотности воды.



1 – реактор; 2 – миксер; 3 – зола или шлак; 4 – слой легких частиц; 5 – слив для суспензии с легкими частицами; 6 – слив для водной смеси; 7 – нагреватели; 8 – отверстие для выгрузки нерастворенного твердого остатка.

Рисунок 1 – Схема принципиальной установки по переработке золы

Таким образом, предложенный способ дает возможность использовать золу Павлодарских станций для дальнейшего применения, в том числе и в строительной отрасли.

Экспериментальным путем были отлиты заготовки из раствора бетона с использованием золы, в частности ТЭЦ–3 г. Павлодара. Технические характеристики заготовок указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики отлитых заготовок

Образцы	0	1	2	3	4
Состав	1:3:0	1:2,75:0,25	1:2,5:0,5	1:2:1	1:1:2
Зола %	0	6	14	25	50
Объем м <sup>3</sup>	$3,22 \cdot 10^{-4}$	$3,22 \cdot 10^{-4}$	$3,22 \cdot 10^{-4}$	$3,22 \cdot 10^{-4}$	$3,22 \cdot 10^{-4}$
Масса кг	547,8	544,1	485,75	457,8	407,2
Плотность кг/м <sup>3</sup>	1701,2	1689,7	1508,5	1421,7	1264,6

Также построен график зависимости процентного соотношения золы в заготовке от плотности.

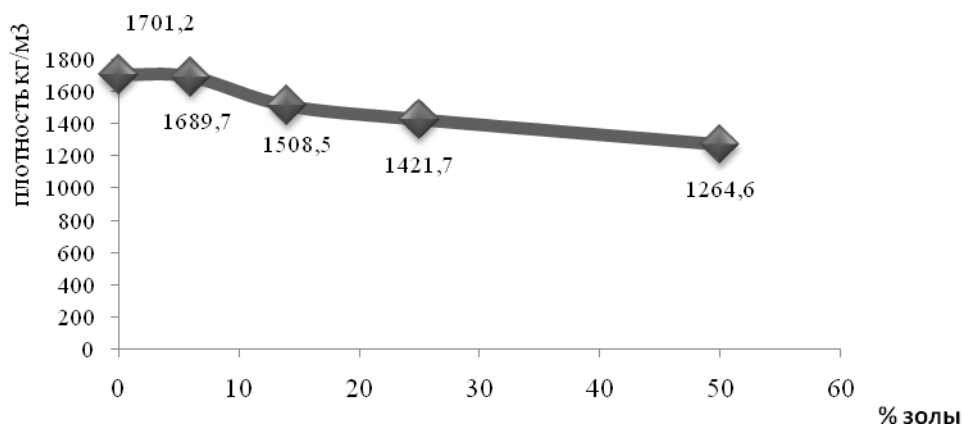


Рисунок 2 – График зависимости процентного соотношения золы в заготовке от плотности.

Следует отметить, чем больше соотношения золы в заготовке, тем меньше становится плотность заготовки. Отсюда следует, что золу возможно использовать в строительной отрасли, но с малым процентным содержанием.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Состав и свойства золы и шлаков ТЭС: справочное пособие / Под ред. Мелентьева В.А. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 185 с.
- 2 Кизильштейн Л.Я., Дубов И.В., Шпицгауз А.П., Парада С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 176 с.
- 3 Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей среды: учебное пособие. – Львов: Афиша, 2001.

**REFERENCES**

- 1 Sostav i svoystva zoly i schlakov TES: spravochnoe posobie / Pod red. Melenteva V.A. – L.: Energoatomizdat, 1985. – 185 s.
- 2 Kizilschteyn L.Ya., Du,ov I.V., Schpicgauz A.P., Parada S.G. Komponenty zol i schlakov TES. – M.: Energoatomizdat, 1995. – 176 s.
- 3 Batluk V.A. Osnovy ekologii i ohrana okruzayuschey sredy: uchebnoe posobie. – Lvov: Afischa, 2001.

**ТҮЙІН**

***А.М. Кадырбеков***

*Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)*

***Күл және қож қалдықтар ЖЭО Павлодар облысының пайдалану***

*Бұл мақала осындай күл немесе қож қазандықтар мен Павлодар облысының жылу электр станциялары сияқты күл және қож қалдықтарын пайдалануды талқылайды. Біз бүгін энергияның негізгі көзі сипаттайды. Күлдің құрамы зертханалық талдау өндірді. Күл өңдеу үшін базалық орнату. Ол құрылыс материалдары өнеркәсібінде күлде пайдалану мүмкіндігін ұсынады.*

***Түйін сөздер:*** көмір, күл, отын, негізгі зауыты, егін жинау.

**RESUME**

***A.M. Kadyrbekov***

*Innovative University of Eurasia (Pavlodar)*

***The use of ash and slag waste CHP Pavlodar region***

*This article discusses the use of ash and slag waste such as ash or slag boilers and thermal power plants of Pavlodar region. We describe the main source of energy today. Produced by laboratory analysis of the composition of the ash. A basic installation for the processing of the ash. It presents the possibility of using fly ash in building materials industry.*

***Keywords:*** coal, ash, fuel, principal plant, harvesting.