

**СЕКЦИЯ 13. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ.**

**ПОДСЕКЦИЯ 1. ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО  
СЫРЬЯ.**

279

Литература

1. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 305 с.
2. Барамбойн Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений. – М.: Химия, 1971. – 363 с.
3. Иванов А.А. Химические и структурные превращения органических компонентов торфов после механоактивации: Дис. ... канд. хим. наук, – Москва, 2005г. – 154 с.
4. Каплунова А.С., Пичугина К.И. Исследование влияния механоактивации на групповой состав торфа // Химия и химическая технология XXI века. Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулева студ. и молодых ученых. – Томск, 2014. – Т. 2. – С. 40 – 41.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОЛЫ  
ТЭЦ ОАО «ППГХО» (Г.КРАСНОКАМЕНСК)**

**А.П. Полторанина, Н.В. Натаров**

Научные руководители доцент И.В. Фролова, доцент В.В. Тихонов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Ежегодно тепловые электростанции, работающие на торфе, сланце, или угле, дают около 70 миллионов тонн зольных отходов. Но в настоящее время она пока мало востребована. На хранение отвалов тратится не менее 150 миллионов рублей в год. Кроме того, под золоотвалы приходится отводить значительные площади ценных земельных угодий — 300 до 1500 гектар в районе каждой крупной теплоэлектростанции [1].

Научные исследования показали, что золы тепловых электростанций могут быть использованы, как сырье для производства заполнителей или в качестве мелкого заполнителя для бетонов. Работами Юровского А.З., Шпирта М.Я., Иткина Ю.В., Рубана В.А., Мелентьева В.А., Пантелеева В.П., доказано, что зола представляет собой сырье богатое оксидами кремния (40–60 %), железа (6–15 %), алюминия (15–25 %), а так же содержащее, в виде микродобавок около 50 элементов периодической системы [1].

Целью данной работы является комплексное изучение физико-механических свойств исследуемой золы, для дальнейшей ее утилизации.

Объектом исследования в работе явилась зола Краснокаменской ТЭЦ. Пробы исследованной нами золы отобраны из отвалов, непосредственно прилегающих к выводным трубам, через которые зола уносится водой в виде пульпы из котельных установок станции.

Химический состав исследуемой золы, определенный методом химического анализа ,приведен в таблице 1.

**Таблица 1**

**Химический состав золы Краснокаменской ТЭЦ (%)**

Содержание главных оксидов, %											
SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	ппп.
63,1	1,17	13,22	7,99	8,67	0,88	0,09	0,54	2,47	0,37	0,6	10,7

Потери при прокаливании объясняется 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 [3].

Модуль основности (гидросиликатный модуль)  $M_o$ , представляет собой отношение суммы основных оксидов к сумме кислотных оксидов, находится по формуле:

$$M_o = \frac{Na_2O + MgO + K_2O + CaO}{Al_2O_3 + SiO_2} = \frac{8,67 + 0,88 + 2,47 + 0,54}{63,11 + 13,22} = 0,164.$$

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 :

$$M_c = \frac{SiO_2}{Fe_2O_3 + Al_2O_3} = \frac{63,11}{13,22 + 7,99} = 2,975.$$

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

$$K = \frac{Al_2O_3 + CaO + MgO}{TiO_2 + SiO_2} = \frac{8,67 + 13,22 + 0,88}{63,11 + 1,17} = 0,354.$$

Таблица 2

## Классификация топливных отходов от сжигания твердого топлива

Химические свойства		Золошлаковые материалы		
		Активные	Скрыто активные	Инертные
Показатели качества	M <sub>o</sub>	0,5-2,8	0,1-0,5	<0,1
	M <sub>c</sub>	1,5-7,8	1,4-3,6	1,3-3,2
	K	1,0-3,6	0,5-1,3	0,4-0,9
области использования		Местное вяжущее, изделия на его основе, преимущественно автоклавного твердения. Самотвердеющий материал. Дорожное строительство.	Требует интенсификации твердения. Производство изделий, твердеющих при тепловой обработке с активизаторами. Дорожное строительство.	Сырье для производства зольного гравия, кирпича Дорожное строительство. Техногенный грунт.

Физико-механические характеристики золы, определенные по стандартным методикам, представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Физико – механические характеристики золы Краснокаменской ТЭЦ

Класс крупности, мм	Пикнометрическая плотность, г / см <sup>3</sup>	Насыпная плотность, кг / м <sup>3</sup>	Агрегативная плотность, г / см <sup>3</sup>
0,315	1,983	500	1,813
0,25	2,028	588	1,955
0,125	2,135	823	2,47
0,08	2,452	911	2,26
0,063	2,745	970	2,65
0,04	3,200	1058	3,2
> 0,04	3,493	1117	3,493

Как видно из табл. 3, при уменьшении размера частиц агрегативная плотность золы – уноса увеличивается. Данное явление можно объяснить различным химическим составом продуктов сжигания, то есть количественным содержанием магнитных составляющих и угольного недожога. Увеличение агрегативной плотности в тонких фракциях зольных уносов объясняется колебаниями в содержании магнитных фракции. Известно что, чем выше содержание магнитных составляющих, тем выше агрегативная плотность [2].

Важной характеристикой дисперсных материалов является зерновой состав. Зерновой состав золы твердого топлива, поступающего в систему каналов гидрозолоудаления, зависит от многих факторов: эксплуатационных условий работы котлоагрегата, конструкций топок, подачи топлива на сжигание и системы пылеприготовления [1]. В работе зерновой состав определен методом ситового анализа. Результаты приведены на рис. 1.

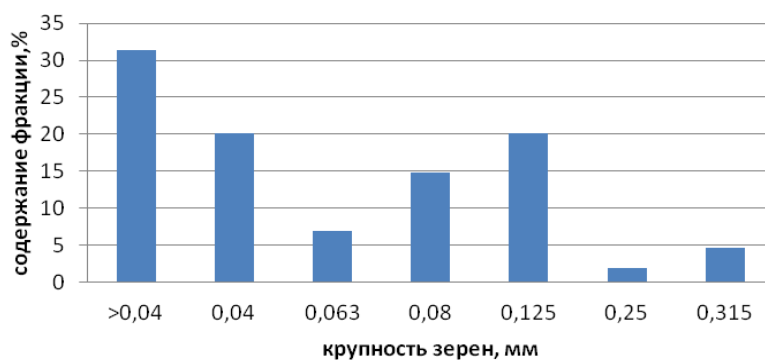


Рис. 1. Зерновой состав золы Краснокаменской ТЭЦ

Результаты полученных данных показали, что исследуемая зола является мелкодисперсным материалом, увеличение агрегативной плотности в тонких фракциях зольных уносов необходимо учитывать при

извлечении отдельных компонентов золошлаковых смесей и выборе переработки. Золу Краснокаменской ТЭЦ по полученным данным можно отнести к группе скрыто активные в связи с чем основным направлением использования золошлаковых материалов является: дорожное строительство, производство изделий, твердеющих при тепловой обработке с активаторами, требует интенсификации твердения. Химический состав золошлаковых отходов показывает, что большая часть состоит из оксидов кремния, алюминия, кальция, и железа. Содержание оксидов железа делает золу ценным химическим сырьем для цветной и черной металлургии, сельского хозяйства в качестве минерального удобрения.

#### Литература

1. Власова В.В. Разработка технологии комплексного извлечения полезных компонентов из золошлаковых отходов ТЭС Иркутской области: Дис. ...канд. техн. наук. – Иркутск, 2005 г. – 182 с.
2. Виноградов Б.Н., Высоцкая О.Б. Методы оценки качества зол ТЭС / Химия твердого топлива. – Москва, 1990. – № 4. – С. 139 – 143.
3. Волженский А.В. и др. Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства). – М.: Стройиздат, 1979.
4. Коробочкин В.В., Крашенинникова Н.С., Эрдман С.В., Фролова И.В. Химическая технология неорганических веществ: Лабораторный практикум. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 172 с.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОГО ОКСИДА КАЛЬЦИЯ В ЗОЛО-ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛАХ СЕВЕРСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ

В.В. Седлецкая, Р.В. Ширей

Научный руководитель доцент Д.А. Горлушко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При сжигании углей минеральные компоненты преобразуются в золу и шлак, которые складываются как отходы энергетического производства в золоотвалах [1]. Химические и минерально-фазовый составы, строение и свойства золо-шлаковых материалов зависят от состава минеральной части топлива, его теплотворной способности, режима сжигания, способности их улавливания и удаления, места отбора из отвалов. Золо- и шлаки ТЭЦ имеют сложный химический и минералогический составы. Химический состав ЗШМ от сжигания углей в России и некоторых зарубежных странах представляет в основном  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Кроме того, в состав входят также  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  и другие.

Уровень утилизации этих отходов в России составляет около 4-5%; в ряде развитых стран - около 50%, во Франции и в Германии – 70%, а в Финляндии – около 90% их текущего выхода. В этих странах применяются в основном сухие золы, и проводится государственная политика, стимулирующая их пользование. Так, в Польше резко повышена цена на землю под золоотвалы, поэтому ТЭЦ доплачивают потребителям с целью снизить собственные затраты на их складирование. В Китае золы доставляются потребителям бесплатно, а в Болгарии сама зола бесплатна. В Великобритании действуют пять региональных центров по сбыту зол [3].

В России выход золо-шлаковых отходов составляет 22,5 млн т/год, а используется 1-3 млн т/год (5-13%). Прогнозируется повысить использование этих отходов к 2020 г. до 30-50%, а к 2030 г. – до 60-80%. Золоотвалы являются источником загрязнения не только водоемов, но и воздушного бассейна, причем значительно более ощутимым, чем дымовые трубы. Сброс воды, используемой для транспортировки золы и шлака, даже после отстаивания загрязняет водоемы, губит рыбу и так далее. Утилизация отходов ТЭС может решить многие вопросы, связанные с дефицитом строительных материалов и возможностью получения продукции с меньшими издержками производства [4].

Зола-унос и золо-шлаковые смеси отвалов ТЭС могут применяться при изготовлении различных строительных материалов: цементов, силикатного и глиняного кирпича, бетонных камней, пористых заполнителей для бетонов, асфальтобетона и др. Топливный шлак может быть использован при производстве тяжелого и легкого бетонов.

Золу и шлак можно использовать как минеральные добавки к глине при производстве кирпича, керамической плитки, черепицы, дренажных труб.

Прежде всего, золо-шлаковые материалы служат заменой песка, применяемого в качестве заполнителя бетонов и строительных растворов. При достаточно высоком содержании извести их можно использовать вместо цемента. По масштабам возможного применения бетоны – главное направление, которое может решить проблему ликвидации золоотвалов путем их полной утилизации [1].

Качественными показателями зол различных видов, согласно [2], являются:

1. Содержание свободного оксида кальция.
2. Содержание оксида магния.
3. Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на  $\text{SO}_3$ .
4. Содержание щелочных оксидов в пересчете на  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Золо- и шлаки в зависимости от качественных показателей подразделяются на 4 вида:

I – для железобетонных конструкций и изделий из тяжелого и легкого бетонов;

II – для бетонных конструкций из тяжелого и легкого бетонов, строительных растворов;

III – для изделий и конструкций из ячеистого бетона;

IV – для бетонных и железобетонных изделий и конструкций, работающих в особо тяжелых условиях (гидротехнические сооружения, дороги, аэродромы и другие).