

зерна. Режим термической обработки, используемый при приемочном контроле, это не учитывает. С этой точки зрения целесообразно в схему термической обработки входного контроля ввести нагрев, имитирующий временные и температурные режимы цементации.

ЗОЛОШЛАКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ – АЛЬТЕРНАТИВА ПРИРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Самусева М.Н., Шишелова Т.И.*

ЗАО «Иркутскзолотпродукт»

**Иркутский государственный технический
университет
Иркутск, Россия*

Уголь — один из древнейших видов топлива. И сейчас, несмотря на активное использование нефти, газа, урана, доля угля в мировом производстве электроэнергии составляет около 40% (Китай — 78%, США — 50%, Россия — 19%). Но уголь не сгорает бесследно. В процессе его сжигания образуется не только энергия, но и побочные продукты - золошлаковые материалы (зола, шлак, золошлаковая смесь).

Свойства золошлаковых материалов (ЗШМ) ТЭЦ зависят в первую очередь от характеристик минеральной части исходного топлива и способов его сжигания. В те годы, когда проектировались ныне действующие в ОАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ (1949-1987 гг), основным топливом были черемховский каменный уголь, азейский бурый уголь (месторождения - Иркутский бассейн) и ирша-бородинский уголь (Канско-Ачинский бассейн). Именно на сжигание этих углей и запроектировано оборудование всех Иркутских ТЭЦ, где установлены котельные агрегаты с пылевидным сжиганием топлива, при котором температура в зоне активного горения превышает температуру плавления золы.

В последние годы расширился перечень углей, поставляемых на ТЭЦ с других разрезов и месторождений: начали сжигание жеронского,

головинского каменных, ирбейского, переясловского, канского бурых углей. Следует отметить, что эти угли близки по своим технологическим характеристикам к проектным.

Золошлаки ТЭС - это твердые продукты сгорания углей, образующиеся в топке в результате термообработки исходной минеральной части топлив, состоящие в основном из породообразующих компонентов, остальные компоненты - углерод, ангидрит CaSO_4 , иногда - оксиды железа и алюмосиликаты кальция. Минеральная часть топлива на 85-95% состоит из глинистых минералов, аргиллитов, алевролитов, т.е. из тех же осадочных пород, которые составляют среду обитания человека. Остальные 5-15 % - соединения главным образом железа, кальция и микроэлементов.

Установлено, что из исходных минеральных компонентов при сжигании углей с кислым составом золы образуются золошлаки, состоящие из компонентов:

- породообразующих минералов ($\text{C}_{\text{ПО}}$) после термической обработки в топке котла;
- алюмосиликатов кальция (C_{CAS});
- оксидов железа (C_{Fe}), образующихся в результате выгорания и термообработки железосодержащих минералов, которые в исходном топливе могут находиться в виде колчедана (FeS_2), пирротина (FeS), сидерита (FeCO_3), лимонита (HFeO_2) и др.;
- CaSO_4 - ангидрита (C_S), который образуется в топочной камере при взаимодействии части кальция, содержащегося в золе, с серой топлива;
- углерода (C_C);
- микроэлементов $\text{C}_{\text{МЭ}}$;
- шлака $\text{C}_{\text{ШЛ}}$ (в котлах с жидким шлакоудалением).

В общем виде компонентный состав золошлаков равен:

$$\text{C}_{\text{ПО}} + \text{C}_S + \text{C}_{\text{CAS}} + \text{C}_C + \text{C}_{\text{Fe}} + \text{C}_{\text{ШЛ}} + \text{C}_{\text{МЭ}} = 100\%$$

В таблице 1 приведен элементный состав почв в районах расположения ТЭС.

Таблица 1. Средние составы и пределы колебания составов почв

Элементы	Торфяно-болотные, валовый состав	Илистая фракция торфяно-бол. почв	Фракции 1-5 мкм торфяных почв	Аллювиальные п. валовый состав	Аллювиальные п. илистая фракция	Мин. и Макс. средние значения
SiO_2	70.4	58.9	65.6	77.2	60.8	58.9-77.2
TiO_2	2.0	2.0	-	0.7	-	0.7-2.0
Al_2O_3	12.5	23.7	20.0	11.2	25.9	11.2-25.9
Fe_2O_3	5.8	9.1	7.2	4.3	9.3	4.3-9.3
CaO	3.9	0.7	0.4	2.4	0.7	0.4-3.9
MgO	1.4	2.4	2.7	0.4	1.6	0.4-2.7
K_2O	2.0	2.0	2.1	2.0	1.4	1.4-2.1
Na_2O	1.8	0.3	0.2	1.5	0.2	0.2-1.8
SO_3	0.9			0.3	-	0.3-0.9

Из сопоставления составов этих почв с составом золошлаков каждой ТЭЦ можно сделать следующие выводы, что содержание SO_3 в золошлаках превышает в некоторых случаях пределы средних содержаний этого элемента в почвах. Известно, что сера в золошлаках как правило присутствует в виде ангидрита $CaSO_4$, поэтому логично отнести всю серу в золошлаках к ангидриту.

При сжигании углей минеральные компоненты преобразуются в золу и шлак, которые складируются как отходы энергетического производства в золоотвалах.

Накопленная к настоящему времени масса золоотвалов огромна.

За годы работы энергосистемы на золоотвалах ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» накоплено около 80 млн. тонн золошлаков. Суммарный годовой выход ЗШО около 1,7 млн. тонн. Территориально золоотвалы располагаются в рамках муниципальных образований: Иркутск, Ангарск, Братск, Усолье-Сибирское, Саянск, Зима, Шелехов, Усть-Илимск.

По своему физико-химическому и агрегатному состоянию золошлаки являются уникальным ресурсом (материалом) для полезного использования в различных отраслях с получением значительных экологических эффектов.

Золошлаковые материалы могут неограниченно использоваться как добавки и наполнители при производстве широкого спектра строительных материалов и полностью обеспечивают требования санитарии, включая радиологический аспект.

В 2004 году в ОАО «Иркутскэнерго» разработана целевая Программа переработки и использования золошлаковых материалов электростанций на 2005 – 2010 годы, в 2005 году - создано дочернее предприятие ЗАО «Иркутскзолопродукт», основной задачей которого является увеличение объемов использования ЗШМ в строительстве, сельском хозяйстве и промышленных отраслях Иркутской области, в том числе для строительства собственных энергетических объектов ОАО «Иркутскэнерго», с целью ресурсо- и энергосбережения, сокращения территорий, отводимых под золоотвалы, и повышения качества и сохранности окружающей среды, снижения издержек на обслуживание и развитие систем гидрозолоудаления. Золоотвалы угольных тепло-

электростанций — классический пример того, что геологи называют техногенным месторождением.

Ежегодно в Европе до 6 млн. тонн только золыной пыли – утилизированного продукта сгорания угля – как альтернатива природным материалам используется в качестве добавки к цементу, при изготовлении цементного клинкера, растворов, бетонов, бетонных блоков. Использование техногенных отходов в стройиндустрии – обычная практика: они широко применяются в производстве кирпича, строительных конструкций, устройстве дорожного полотна.

Золошлаковые материалы служат заменой песка, применяемого в бетонах и строительных растворах. При достаточно высоком содержании извести их можно использовать вместо цемента. Бетоны — главное направление, которое может решить проблему ликвидации золоотвалов путем их полной утилизации. Это подтверждает зарубежный опыт. Ранее нами выполнялись работы по данной теме преимущественно с использованием золы уноса. В настоящее время исследования направлены на решение задачи использования больших объемов техногенного сырья - золошлаковых смесей с золоотвалов для получения вяжущих материалов. В связи с этим представляют интерес отечественные и зарубежные исследования по вяжущим, альтернативным традиционным цементам, и определению перспективы использования золошлаковых смесей для производства композиционных низкомарочных мало-клинкерных вяжущих. Актуальность их производства определяется следующими факторами:

- возможностью существенного увеличения объемов производства цементных вяжущих при том же объеме производства цементного клинкера;

- необходимостью снижения энергозатрат на производство цементных вяжущих и их себестоимости;

- растущим спросом на высокотехнологичные, в том числе специальные, марки цемента с востребованной спецификой строительно-технических свойств;

- необходимостью решения проблемных вопросов экологии, в частности, сокращения разработки карьеров известняка и снижения выбросов CO_2 в атмосферу при обжиге сырьевой смеси, содержащей известняк.