

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗОЛЫ ТЕПЛОВЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**В.В. Ширей-Седлецкая, Р.В. Ширей-Седлецкий**

*Научный руководитель доцент Д.А. Горлушко*

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

Развитие топливно-энергетического комплекса, строительной индустрии, строительство городов и новых населенных пунктов, экологические и связанные с ними социальные проблемы прямо или косвенно зависят от утилизации твердых продуктов сгорания углей – зол уноса и шлаков. В Советском Союзе их не разделяли и отправляли вместе гидротранспортом в золоотвалы, порождая золошлаковые отходы в огромном количестве в городской черте или в непосредственной близости. Эта проблема приобретает особую остроту в России в связи с суровыми климатическими условиями, а также рассогласованием в сроках производства и потенциального потребления твердых продуктов от сгорания углей.

В настоящее время в целом по стране утилизируется не более 5–10 % золошлакового материала в различных отраслях строительства и промышленности [5]. Золошлаковые материалы по химическому и минералогическому составу во многом идентичны природному минеральному сырью. Использование их в промышленности, строительной индустрии и сельском хозяйстве – один из стратегических путей решения экологической проблемы в зоне работы тепловых электростанций. Для определения направления использования золошлаковых материалов необходимо исследовать их следующие качественные показатели: гранулометрический состав, удельную поверхность, насыпную плотность, содержание сернистых соединений, содержание оксидов кальция, магния, алюминия, кремния и железа.

Золы-уноса в зависимости от качественных показателей делят на четыре вида: I – для железобетонных конструкций и изделий из тяжелого и легкого бетона; II – для бетонных конструкций и изделий из тяжелого и легкого бетона, строительных растворов; III – для изделий и конструкций из ячеистого бетона; IV – для бетонных и железобетонных конструкций, применяемых при строительстве гидротехнических сооружений, дорог, аэродромов и другие. При изготовлении тяжелых и легких бетонов, строительных растворов золы-уноса применяют для снижения расхода цемента и заполнителей, улучшения технологических свойств бетонных и растворных смесей, повышения качества бетона и растворов. При изготовлении ячеистых бетонов кислые золы следует использовать в качестве кремнеземистого компонента смеси, а также с целью экономии цемента в неавтоклавных бетонах. Основные золы с содержанием СаО не менее 30% рекомендуются применять в качестве минеральной добавки в цементе или компонента другого вяжущего при изготовлении строительных бетонов и растворов, в качестве вяжущего для частичной замены извести или цемента в ячеистых бетонах автоклавного и неавтоклавного твердения. В конструкционно-теплоизоляционных бетонах кислую золу следует использовать для частичной или полной замены пористых песков и снижения плотности бетона. Для конструкций подводных и внутренних зон гидротехнических сооружений следует применять кислую золу IV вида [1].

Оптимальное содержание золы в тяжелых, легких, ячеистых бетонах и строительных растворах устанавливают в результате подбора составов на конкретных материалах при условии обеспечения требуемых показателей качества бетона и раствора в изделиях, конструкциях и коррозионной стойкости арматуры. В целях обеспечения коррозионной стойкости ненапрягаемой арматуры в железобетонных конструкциях, эксплуатируемых в неагрессивных средах, содержание кислой среды в бетоне не должно превышать по массе расход портландцемента. Возможность увеличения содержания золошлакового материала в бетонах устанавливают после проведения исследований по коррозионной стойкости арматуры, деформативным свойствам и долговечности бетонов, выполненных на конкретных материалах. Качественные показатели золы-уноса для строительных бетонов и растворов должны соответствовать требованиям. Влажность золы должна быть не более 1%. Золы-уноса в смеси с портландцементом должны обеспечивать равномерность изменения объема при кипячении в воде, основные золы III вида – в автоклаве. При производстве ячеистого бетона золу-уноса используют в качестве вяжущего вещества и кремнеземистого компонента бетонной смеси. Для производства ячеистого бетона в качестве вяжущего вещества может применяться основная зола, содержащая общего СаО не менее 40%, в том числе свободного СаО – не менее 16%,  $SO_3$  – не более 6%, сумма оксидов  $K_2O$  и  $Na_2O$  – не более 3,5%. При использовании золошлакового материала в качестве кремнеземистого компонента бетонной смеси она должна содержать не менее 45%  $SiO_2$ , не более 10%  $K_2O + Na_2O$  не более 3%  $SO_3$ . Ранее в инструкции [3] по изготовлению изделий из ячеистого бетона СН 277-80 к золам тепловых электростанций предъявляли следующие требования. Основные золы от сжигания горючих сланцев и бурых углей должны иметь химический состав: содержание общего СаО – не менее 30%; в том числе свободного СаО – 15...25%; содержание  $SiO_2$  – 20...30%,  $SO_3$  – не более 6%, сумма оксидов  $K_2O$  и  $Na_2O$  не более 3%. Удельная поверхность золы-уноса должна быть в пределах от 300 до 350 м<sup>2</sup>/кг.

При проведении экспериментов в качестве объекта исследований был использован золошлаковый материал Северской теплоэлектростанции, который был отобран в районе труб гидроудаления. Определен гранулометрический состав золошлакового материала. Результаты которого представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, фракция (-0,25+0,1) мм преобладает, ее содержание составило 35,47%.

На основании [1] были проведены эксперименты по определению содержания свободного кальция в золошлаковом материале. Результаты, которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание свободного оксида кальция в различных фракциях

Размер фракции, мм	Содержание фракции в объекте, %	Содержание свободного оксида кальция, %
+2	1,17	2,804
-2+1	15	4,18
-1+0,5	11,5	3,785
-0,5+0,315	7,6	3,08
-0,315+0,25	5,07	2,52
-0,25+0,1	35,47	3,01
-0,1+0,08	5,27	3,64
-0,08+0,063	6,15	3,625
-0,063+0,04	7,35	3,92
-0,04+0	5,39	3,045

В ходе экспериментов было выявлено, что наибольшее содержание свободного оксида кальция 4,18% содержится во фракции (-2+1) мм. Наименьшее содержание свободного оксида кальция 2,52% - (-0,315+0,25) мм.

Фракция (-0,25+0,1) мм была прокалена при температурах: 500 °С, 600 °С, 700 °С. Экспериментальные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание свободного оксида кальция при прокаливании при различных температурах

Размер фракции, мм	Температура прокаливания, °С	Содержание свободного оксида кальция, % мас.
-0,25+0,1	500	2,52
	600	2,804
	700	3,08

Как видно из таблицы 2, прокаливание оказывает влияние на содержание свободного оксида кальция. При температуре 700 °С содержание свободного оксида кальция увеличивается на 16,6%.

Определено содержание оксида железа (III) комплексонометрическим методом. Метод [2] основан на образовании яркоокрашенного комплекса трехвалентного железа с сульфосалициловой кислотой в кислой среде, разрушении этого комплекса при титровании ди- $\text{Na}$ -ЭДТА и образовании слабоокрашенного комплексного соединения трехвалентного железа с ди- $\text{Na}$ -ЭДТА. Содержание оксида железа в исследуемом материале составило 0,89 %.

Таким образом, можно констатировать, что золошлаковые материалы являются весьма перспективной сферой для инноваций и инвестиций, имеющих многоцелевую направленность, и их переработка позволяет оказать существенное влияние на эколого-социально-экономическое развитие любого региона по следующим направлениям:

1. Социально-экологический аспект: устранение потенциального загрязнения, возникающего в результате накопления золошлаковых материалов и как следствие устранение его негативного воздействия на население и окружающую среду. Основное направление деятельности по этому аспекту – переработка золошлаковых отходов, позволяющее уменьшить накопленный объем данного вида отходов;

2. Социально-экономический аспект: создание инфраструктуры по производству товаров народного потребления и извлечения минерального сырья, что позволяет создать новые рабочие места, обеспечить рациональное использование вторичных ресурсов, увеличить налоговые поступления в бюджеты всех уровней и как следствие обеспечить рост экономического потенциала региона. Основное направление деятельности по этому аспекту – применение экономически эффективной технологии переработки золошлаковых отходов, позволяющей получать полезную продукцию и вторичное (минеральное) сырье [4].

Литература

- ГОСТ 25818-91. Зола-уноса тепловых электростанций для бетонов. Введ. 01.07.1991. М.: Изд-во стандартов 2003.
- ГОСТ 10538-87. Топливо твердое. Методы определения химического состава золы. Введ. 01.01.1988. М.: ИП Изд-во стандартов, 1988.
- ГОСТ 25485-89. Бетоны ячеистые. Введ. 01.01.1990. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1993.
- Корнеев А.В. Технические предложения к организации безотходного производства на основе инновационной технологии утилизации золошлаковых отходов. <http://mydocx.ru/8-43636.html>
- Футорянский Л.Д. Геоэкологические критерии оптимального размещения золошлакоотвалов в природных условиях Среднего Урала: Диссертация ... канд. геол.-минер. наук : 25.00.36 – Екатеринбург, 2008. – 195 с.