

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КИСЛЫХ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ В СИЛИКАТНЫЙ КИРПИЧ\*

*Д.И. Гильмияров, А.А. Михайленко, Г.И. Овчаренко*

Предложена новая технология переработки кислых золошлаковых отходов ТЭЦ с высоким содержанием окисленного угля в качественное минеральное сырье. Технологическая схема включает дожигание предварительно гранулированных отходов в котлах кипящего слоя с получением дополнительного тепла, качественного минерального сырья и силикатного кирпича на его основе.

*Ключевые слова:* зола, золошлаковые отходы, окисленный уголь, грануляция, обработка в котлах кипящего слоя.

Использование зол и золошлаковых отходов (ЗШО) ТЭЦ во многих странах мира превышает 40–60 % от их выхода. В России объем перерабатываемых золошлаковых материалов не превышает 10 %. Причины такого положения дел в России – многочисленны. Одна из главных заключается в широком распространении ТЭЦ малой и средней мощности с системой улавливания золы в скрубберах (мокрые циклоны), после которых можно отбирать из систем гидрозолоудаления (ГЗУ) либо золошлаковую пульпу с коэффициентом разбавления водой до 100, либо золошлаковую смесь из отвала с влажностью более 40 %.

Другая основная причина заключается в большом содержании недогоревшего угля (механический недожог или потери при прокаливании) в таких ЗШО, доля которого достигает 30 % от общей массы, в среднем составляя 15–20 %. Применение такого рода сырья проблематично из-за высокого содержания органики. Если рассматривать данную проблему с экономической точки зрения, то ТЭЦ несут огромные издержки по удалению, хранению данного

вида отходов, а также «экологическим» выплатам и т. п. Только на воду для ГЗУ средняя ТЭЦ затрачивает более 100 млн руб. в год. Обратное водоснабжение у таких ТЭЦ, как правило, отсутствует. С учетом развивающихся рыночных отношений это крайне нецелесообразно и поэтому использование ЗШО ТЭЦ в России сегодня становится все более актуальной задачей.

Цель настоящей работы – предложить технологическую схему переработки золошлаковых отходов, обеспечивающую снижение издержек ТЭЦ и получение качественного минерального сырья для производства силикатного кирпича.

Оценку состава и свойств ЗШО осуществляли для отходов ТЭЦ Барнаула, Бийска, Рубцовска, сжигающих кузнецкий каменный уголь марки СС и в целом характеризующих сложившуюся ситуацию в Сибири. В золоотвале Барнаульской ТЭЦ-2 находятся отходы с потерями при прокаливании (ППП) от 3,8 до 26,9 % со среднегодовым количеством мехнедожога в 19,5 % по отчету ТЭЦ-2 за 2009 г. (см. таблицу). Аналогичная картина наблюдается и

**Химический состав использованных зол и золошлаков ТЭЦ-2**

Наименование материала	Потери при прокаливании (ППП)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Сумма
1. ЗШО ТЭЦ-2 проба 1	3,83	43,15	12,86	32,10	5,55	2,31	0,09	99,89
2. ЗШО ТЭЦ-2 проба 2	26,87	44,43	18,38	1,81	4,64	1,29	0,57	96,87
3. ЗШО ТЭЦ-2 проба 2 после прокаливании	–	54,38	26,28	6,87	5,16	1,36	0,57	95,16
4. ЗШО ТЭЦ-2 проба 3	25,12	46,28	18,97	1,18	2,94	0,73	0,41	95,63
5. ЗШО ТЭЦ-2 проба 3 после прокаливании	–	58,07	26,89	6,71	4,25	0,27	0,16	96,35
6. КУЗ ТЭЦ-2	8,32	56,10	21,16	6,06	4,38	0,90	0,98	97,90
7. Шлак ТЭЦ-2	0,30	62,12	23,21	9,28	3,53	1,06	0,30	99,80

Примечание. КУЗ – каменноугольная зола, отобранная после скруббера.

\* Рекомендовано к опубликованию по результатам конкурса докладов молодых ученых на международной научно-технической конференции «Перспективы развития строительного материаловедения», проходившей в Южно-Уральском государственном университете 24–26 сентября 2013 г. при участии фирмы «КНАУФ».

для ТЭЦ Бийска и Рубцовска. Количество шлаковой составляющей в этих отходах не превышает 5 % и это не влияет на содержание ППП в материале.

Оценка влияния мехнедожога на характеристики минерального сырья производилась по свойствам полученного силикатного кирпича. Зольная составляющая разбавлялась молотым шлаком ТЭЦ-2 для получения кислого компонента с разным содержанием ППП. Использование ЗШО с содержанием ооксованного угля уже в 5 % приводит к падению прочности в 2 раза в сравнении с сырьем без ППП, а при 25 % – в 10 раз (рис. 1).

Таким образом, было принято решение о дожигании ЗШО при температуре котла кипящего слоя в 800 °С до полного выгорания ооксованного угля, а также помола полученного минерального сырья после обжига.

Как видно из рис. 2, прокаливание и помол благоприятно влияют на прочностные характери-

стики полученного материала. Также были проведены испытания на морозостойкость полученного материала. Из рис. 3 видно, что уже при 50 % затрат энергии на помол прочность составов повышается практически в 2 раза. При этом даже после 35 циклов морозостойкости не отмечается снижения прочности.

Для того, чтобы передел прокаливания не был затратным, нами рассмотрен вариант дожигания золошлаков ТЭЦ в котлах кипящего слоя с получением дополнительной тепловой энергии, которую можно вернуть на ТЭЦ, либо использовать в технологии получения строительных материалов.

Для устойчивой работы котла необходима калорийность отхода в пределах 1,5–1,8 ккал/кг (6,3–7,5 кДж/кг) и формирование его в виде гранул до 5–7 мм в диаметре. Часто в ЗШО содержание ППП достаточно для устойчивой работы котла. В случае низкого содержания мехнедожога в отходе, в схеме

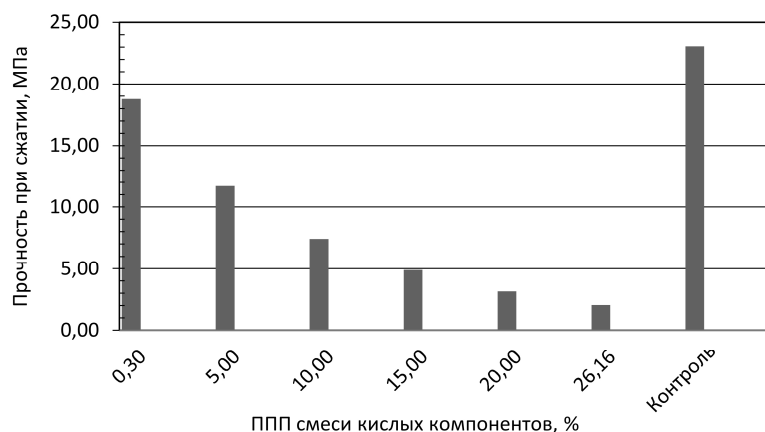


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии составов от ППП кислого компонента

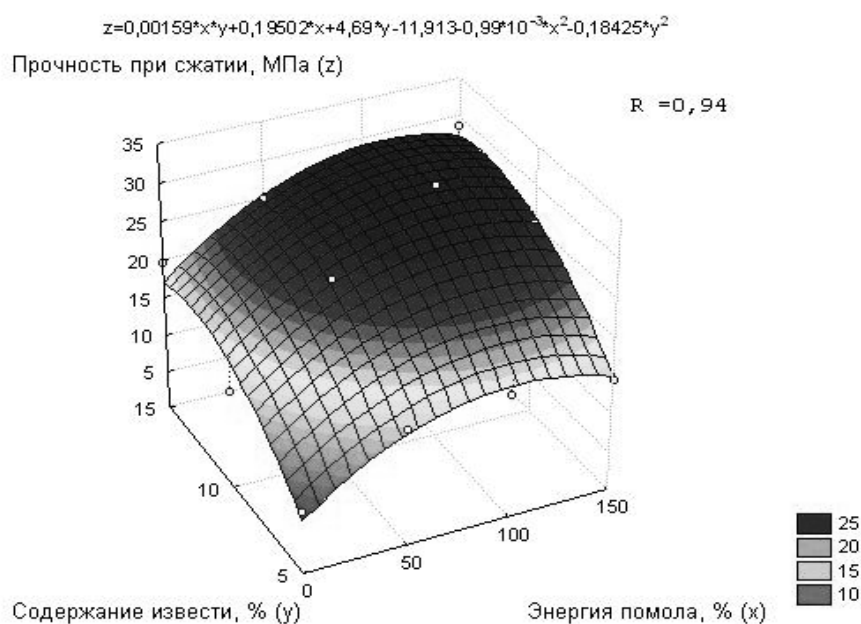


Рис. 2. Зависимость прочности составов из прокаленной пробы ЗШО с начальным содержанием ППП = 26,87 % от энергии помола сырья и содержания извести (за 100 % приняты затраты энергии на помол смеси клинкера и гипса до тонкости выпускаемого заводом цемента)

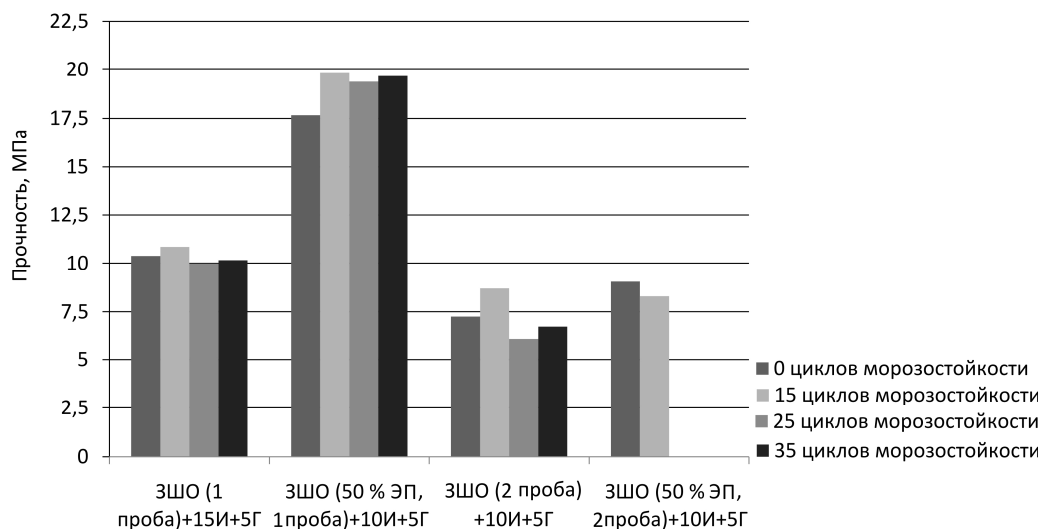


Рис. 3. Зависимость прочности составов с разными содержанием извести и энергией помола (ЭП) циклов морозостойкости

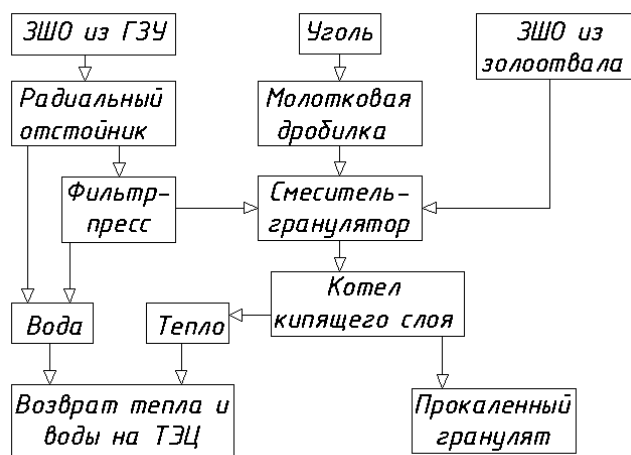


Рис. 4. Технологическая схема переработки кислых золошлаковых отходов ТЭЦ в качественное минеральное сырьё

предусматривается дополнительное введение молотого угля в пределах 10–15 %. Особенность работы котла кипящего слоя заключается в том, что в нем температура горения не превышает 800 °С и топливо выгорает до содержания не более 0,5 %.

Для работы кипящего слоя необходимо гранулировать ЗШО. Сами по себе отходы плохо поддаются грануляции из-за отсутствия связующего компонента, и во время прокаливания гранулы будут разрушаться. Нами исследовался ряд связей для грануляции ЗШО. Лучшие результаты были получены с применением извести. Рекомендуемое количество составляет порядка 9 %. При этом такое же количество извести необходимо для получения силикатного кирпича с хорошими физико-механическими характеристиками. Также для грануляции возможно применение глины и жидкого стекла [1]. Полученный прокаленный гранулят имеет приятный бежевый цвет. Таким образом, была предложена технологическая схема (рис. 4).

## Выводы

1. Предложена технологическая схема по переработке золошлаковых отходов ТЭЦ из ГЗУ и золоотвалов с их обезвоживанием и дожиганием мехнедожега в котлах кипящего слоя, а также их эффективным дальнейшим использованием в качестве сырья для производства стройматериалов.

2. Переработка кислых зол и золошлаков на силикатный кирпич требует обязательного их дожигания и помола. Это позволяет получить стеновой материал с высокими строительно-техническими характеристиками.

## Литература

1. Фок, Н.А. Исследование различных видов связей на процесс грануляции золошлаков / Н.А. Фок, Д.И. Гильмияров, А.А. Михайленко // Ползуновский вестник. – 2012. – № 1/2. – С. 109–113.

Гильмияров Данил Игоревич, аспирант кафедры «Строительные материалы», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул), dan7658@yandex.ru.

Михайленко Андрей Андреевич, аспирант кафедры «Строительные материалы», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул).

Овчаренко Геннадий Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, (Барнаул), egogo1980@mail.ru.

Поступила в редакцию 1 октября 2013 г.

---

**Bulletin of the South Ural State University**  
**Series "Construction Engineering and Architecture"**  
**2014, vol. 14, no. 1, pp. 42–45**

---

## **NEW TECHNOLOGY OF PROCESSING ASH AND SLAG WASTE FROM HEAT AND POWER PLANT INTO SILICA BRICKS**

*D.I. Gilmiyarov, Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, dan7658@yandex.ru.*

*A.A. Mikhailenko, Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation.*

*G.I. Ovcharenko, Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, egogo1980@mail.ru.*

**A new technology of processing acid ash and slag waste high in cindery coal into qualitative mineral raw materials is proposed. A process scheme includes afterburning of previously granulated waste in fluidized bed boilers, obtaining additional heat, qualitative mineral raw materials and silica bricks on its basis.**

*Keywords: ashes, ash and slag waste, cindery coal, granulation, processing in fluidized bed boilers.*

### **References**

1. Fok N.A., Gil'mijarov D.I., Mihajlenko A.A. Issledovanie razlichnyh vidov svjazok na process granuljaccii zoloshlakov [The study of different kinds of ligaments in the process of ash and slag granulation]. *Polzunovskij vestnik* [Founder of Russia], 2012, no. 1/2, pp. 109–113.

*Received 1 October 2013*