

УДК 691.618.93  
DOI 10.18101/2306-2363-2018-4-36-40

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ  
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

© **И. Ю. Соктоева**

аспирант,  
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
6700013, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в  
E-mail: Bairau@yandex.ru

© **Э. А. Оксахоева**

аспирант,  
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
6700013, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в  
E-mail: galdanovae@gmail.com

© **Д. Р. Дамдинова**

доктор технических наук, профессор,  
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
6700013, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в

Изучены и рассмотрены проблемы утилизации золошлаковых отходов. Предложено их рациональное использование как альтернативного источника вторичного сырья для производства пеностекла общестроительного назначения. В результате проведенных исследований установлена принципиальная возможность использования золошлаковых отходов для получения пеностекла. Приведена примерная технологическая схема производства пеностекла.

**Ключевые слова:** золошлаковые отходы, пеностекло, теплоизоляционные материалы, альтернативные источники сырья, рациональное использование отходов предприятий теплоэнергетики.

### **Введение**

Проблема утилизации золошлаковых отходов (ЗШО) возникла не сегодня и не вчера. На данный момент действует государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики» до 2030 г., где прописаны целевые показатели использования ЗШО. Средний показатель использования золошлаковых отходов менее 2,5 млн т в год из 30 млн т образующихся в России ежегодно [1].

На территории г. Улан-Удэ площади золоотвалов стремительно растут, на золоотвалах ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 в год образуется 160 тыс. т отходов, и это не учитывая отходы различных мелких котельных. В 2013 г. на ТЭЦ-1 выход ЗШО составил 139940 т, в 2014 г. — 108549 т, а по ТЭЦ-2 эти показатели составили 37497 т — в 2013 г. и 31006 т — в 2014 г., соответственно. Площади золоотвалов стремительно растут. Основная проблема это несовершенство законодательства и отсутствие целенаправленного подхода к регулированию обращения с отходами. Проблема утилизации ЗШО решается очень медленно, нет государствен-

ной политики в области использования природных инертных и техногенных материалов с целью сохранения экологического равновесия. Еще одна проблема это техническая неподготовленность энергетических предприятий к первичному разделению и сортировке золошлаковых материалов, складированию их и выдаче потребителям. К тому же недостаточно внедряются результаты НИОКР, накопленные в отечественной и мировой практике. Данные вопросы необходимо решать в обозримом будущем.

**Цель работы:** разработка теоретических и технологических основ для производства пеностекла общестроительного и технического назначения с использованием золошлаковых отходов ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 г. Улан-Удэ, исследование их физико-механических и эксплуатационных свойств.

В процессе работы были исследованы золошлаковые отходы, стеклобой и горные породы (перлит, кварцевый песчаник, известняк и др.). Материалы предварительно подверглись сушке, затем приведены в тонкомолотое состояние дроблением в щековой дробилке и измельчены в вибрационном истреителе до удельной поверхности 350-450 м<sup>2</sup>/кг. Компоненты растворяют в водном растворе гидроксида натрия и тщательно перемешивают в лабораторном смесителе принудительного действия. Для получения гранулированного пеностекла порции пенообразующей смеси подвергаются грануляции в виброгрануляторе. Для получения блоков, плит и фасованных изделий пенообразующую смесь подвергают прессованию в пресс-формах. Влажность образцов на уровне формования составляет не более 16-18%. Изготовленные образцы подвергаются нагреву и вспениванию при обжиге в электрокаменной печи с максимальной температурой подъема до 1100°C.

В ходе исследования установлено, что в золошлаковых отходах, стеклобое и горных породах имеются все необходимые для получения пеностекла алюмосиликатного состава стеклообразующие оксиды (табл. 1).

Таблица 1

*Состав золошлаков в отходах по оксидам*

Наименование пород и материалов	Содержание оксидов на сухое вещество, масс. %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	п.п.п.
Золошлак ТЭЦ-1	39,4	17,3	3,62	-	2,23	0,96	0,75	0,45	1,26	-	14,48
Смесь золошлака ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2	40,4	17,9	3,53	-	0,59	1,01	0,85	0,5	1,25	-	15,24
Стеклобой	71,46	2,47	0,40	-	6,74	3,43	-	0,20	0,85	14,45	-
Перлит	68,30	12,75	1,20	0,05	0,98	0,48	0,16	0,03	3,13	3,73	8,58
Кварцевый песчаник	99,3	0,200	0,070	-	0,010	-	0,005	-	-	-	-

Золошлаковые отходы по химическому, гранулометрическому и фазово-минералогическому составам во многом идентичны природному минеральному сырью. В работе были рассмотрены в основном ЗШО попадающие в золошлакоотвалы при мокром удалении зол-уноса и топливных шлаков, образованных в топке котла.

В результате работы были получены различные образцы пеностекол с различной плотностью. Среди полученных образцов имеются с довольно высокими показателями средней плотности от 900 до 1170 кг/м<sup>3</sup> и прочности  $R_{сж}$  от 7,9 до 20,0 МПа. Полученный материал можно использовать при заполнении каркасов вместо кирпича, но при этом он обладает лучшими теплозащитными свойствами, благодаря пористой структуре.

**Перспективы производства.** По классической технологии, разработанной Китайгородским [3], используется специально сваренное стекло (эрклез) с использованием кварцевого песка, известняка, соды и сульфата натрия, что требует возведения стекловаренной печи больших капитальных затрат.

Использование в настоящей работе комплексной шихты, состоящей из золашлаковых отходов, стеклобоя и горных пород, а также технологических добавок интенсификаторов плавления позволит получать пеностекло без использования высокотемпературной варки. Технологию производства по неполной схеме можно представить как процесс, состоящий из двух основных стадий. К первой стадии относятся все подготовительные операции с исходными компонентами, заканчивающиеся гранулированием пенообразующей смеси. Вторая стадия включает все операции, связанные с термическими процессами (нагрев, спекание, вспенивание при обжиге, отжиг), в результате которых достигают необходимых свойств изделий. Приведем примерную технологическую схему производства гранулированных и плитных пеностекол (рис. 1).

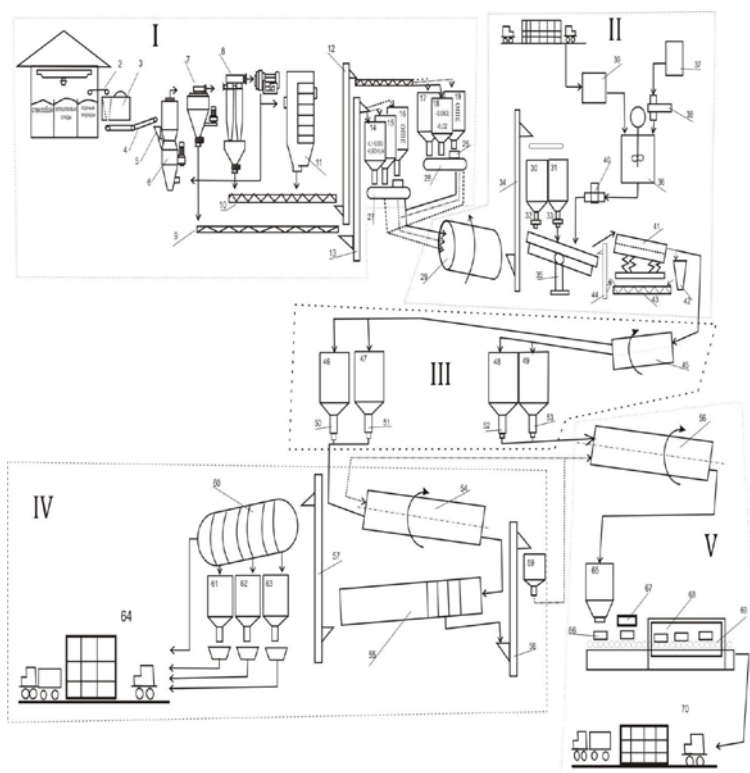


Рис. Технологическая линия по производству гранулированных и плитных пеностекол

В состав разработанной линии производства пеностекла входят:

Участок I. Подготовка компонентов, здесь осуществляются дробление и помол с целью получения тонкодисперсных порошков стеклобоя, горных пород и золошлаковых отходов (золошлаковые отходы могут при необходимости подвергаться электромагнитной сепарации с целью выделения магнитной фракции);

Участок II. Подготовка смеси тонкомолотых компонентов стеклошихты (стеклобоя, горных пород и ЗШО), подготовки сырцовых гранул в грануляторе из смеси с определенной пропорцией тонкомолотых компонентов стеклошихты и технологических добавок — щелочного компонента, газообразователя, воды и др.;

Участок III. Сушка сырцовых гранул и их хранения;

Участок IV. Вспенивание в барабанной печи и охлаждение пеностеклольного гранулята в барабанном холодильнике, выгрузки гранул из холодильника, их сортировки и барабанном грохоте, складирования, упаковки и отгрузки потребителю.

Участок V. Вспенивание в барабанной печи и садки пеностеклольного гранулята в формах в печь отжига, поста доводки пеностеклольных изделий, упаковки, складирования и отгрузки потребителю.

Благодаря комплексному использованию золошлаковых отходов, горных пород и стеклобоя снижается энергия активации плавления и вспенивания пеностеклол при обжиге. Использование золошлаковых отходов позволяет экономить природно-минеральное сырье, поскольку ЗШО это не столько отходы, а вторичное сырье, отвечающее всем необходимым требованиям для производства теплоизоляционных пеностеклол. Также использование ЗШО позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Полученные пеностекла можно использовать для теплозащиты трубопроводов и в других отраслях промышленности.

#### **Литература**

1. Дамдинова Д. Р., Хардаев П. К., Константинова К. К. Эффективные пеностекла на основе эффузивных пород и стеклобоя. — Улан-Удэ, 2007. — 166 с.
2. Кожемяко С. И., Шевцов В. Р. Формирование системы управления побочной продукцией угольных ТЭС // Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование: материалы IV Науч.-практ. семинара, Москва, 19–20 апреля 2012 г. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — С. 48–54.
3. Китайгородский И.И. Кешисян Т. Н. Пеностекло. — М.: Промстройиздат, 1953. — 132 с.
4. Восканян Е. Ценное, но не востребованное сырье // Энергетика и промышленность России. — 2017. — № 6 (314).

---

PROSPECTS FOR THE USE OF ASH AND SLAG WASTE  
FROM POWER ENGINEERING IN THE PRODUCTION  
OF BUILDING INSULATION MATERIALS

*I. Y. Soktoeva*

Post-graduate student

East Siberian State University of Technology and Management

6700013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya, Str., 40 в

E-mail: Baira@yandex.ru

*E. A. Oksakhoeva*

Post-graduate student

East Siberian State University of Technology and Management

6700013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya, Str., 40 в

E-mail: galdanovae@gmail.com

*D. R. Damdinova*

Doctor of Technical Sciences, Professor

East-Siberian State University of Technology and Management

6700013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya, Str., 40 в

Problems of disposal of ash and slag waste were studied and considered. Their rational use as an alternative source of secondary raw materials for the production of general-purpose foam glass is proposed. As a result of the research, the principal possibility of using ash and slag waste to produce foam glass was established. An approximate technological scheme of foam glass production was suggested.

*Keywords:* ash and slag waste, foam glass; thermal insulation materials; alternative sources of raw materials; rational use of thermal power plants waste.