

Комплексная переработка золошлаков Северской ТЭЦ позволит решить ряд важных народохозяйственных и экологических проблем как для г. Северска, так и для региона в целом. Среди них:

- Улучшение экологической обстановки
- Применение инноваций в строительной индустрии
- Появление высокопроизводительных рабочих мест
- Доступ к большим объемам дешевого минерального сырья для дорожного строительства и строительной индустрии в целом.

Современное состояние и развитие технологических способов обогащения и извлечения элементов из вторичного минерального сырья позволяет оптимистично оценивать перспективы переработки накопленных и образующихся минеральных отходов, содержащих ценные благородные, редкие и редкоземельные компоненты. Золошлаковые материалы, накопленные на Северской ТЭЦ, содержащие редкие элементы, могут быть использованы для создания соответствующей сырьевой базы в Томском регионе.

#### Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А.А., Рихванов Л.П. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. – Кемерово, 1999. – 248 с.
2. Леонов С.Б., Федотов К.В., Сенченко А.Е. Промышленная добыча золота из золошлаковых отвалов тепловых электростанций // Горный журнал, 1998, №5. – С. 67-68
3. Нифантов Б.Ф., Артемьев В.Б., Ясюченя С.В., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В. Геохимическое и геотехнологическое обоснование новых направлений освоения угольных месторождений Кузбасса. Т.1. Геология. – Кемерово: Издательство Горное дело, 2014. – 536 с.
4. Поцелуев А.А., Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Микроэлементы в золах каменных углей и перспективы их комплексного извлечения. // Природный комплекс Томской области. Т.1. Геология и экология. – Томск: Издательство ТГУ, 1995. – С. 260-268.

### ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО КРЕМНЕЗЕМИСТОГО СЫРЬЯ

**А. Ю. Волкова**

Научный руководитель, профессор О. В. Казьмина

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

В настоящее время, Российская промышленность выпускает теплоизоляционные материалы и изделия в большом объеме, причем разнообразного ассортимента – в зависимости от вида используемых сырьевых материалов и эксплуатационного назначения изделий. Одним из эффективных теплоизоляционных материалов, обладающим рядом преимуществ перед другими видами теплоизоляции, является гранулированное пеностекло. Пеностекло представляет собой пористый силикатный материал, который обладает не только низкой теплоизоляционной способностью, но и отличается негорючестью и экологической безопасностью. На сегодняшний день наиболее известным мировым производителем гранулированного пеностекла является немецкая компания Dennert Poraver. Производство пеностекла Poraver основано на использовании в качестве исходного сырья вторичного стеклобоя. Такая технология в России имеет ограничения, так как имеется дефицит стеклобоя, из-за отсутствия централизованного сбора отходов стекла у населения. Дополнительная варка стекла специального состава только увеличит стоимость и так недешевого материала. Поэтому одним из актуальных вопросов производства пеностекла, является расширение его сырьевой базы за счет доступных распространённых материалов природного и техногенного происхождения. При этом технология получения пеностекла должна разрабатываться с учетом снижения энергозатрат.

Задача данного исследования – получение гранулированного теплоизоляционного материала по технологии низкотемпературного вспенивания, без предварительной варки стекла и использования стеклобоя. В качестве исходного сырья выбраны кремнеземистые материалы. Природное кремнистое сырье рассматривается, на примере: трепела Потанинского месторождения, техногенное кремнистое сырье – микрокремнезем Братского завода ферросплавов. Характеристика материалов приведена в таблице 1 и 2, химический состав в таблице 3.

**Таблица 1**

**Гранулометрический состав и физико-химические характеристики микрокремнезема**

Гранулометрический состав								
Размер частиц, мкм	менее 0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-1,0	1,0-10	10-50	50-100	более 100
Содержание, масс. %	8,5	34,5	30,0	8,0	2,5	1,0	5,0	11,0
Физико-химические характеристики								
Содержание SiO <sub>2</sub> , %		Средний размер частиц, мкм	Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	Истинная плотность, т/м <sup>3</sup>	Гидравлическая активность, мг CaO/г	Водопотребность, %		
В сплавах	В отходах							
97...98	92...93	0,2	0,15	2,16	102	42		

Дополнительным компонентом шихты, выбран гидроксид натрия, что обусловлено необходимостью снижения температуры вспенивания до 800°C – 850 °C. Технология получения пеностекла на основе, выбранных

Материалов, является одностадийной и исключает энергозатратную стадию варки стекла, сокращает процесс получения пеностеклокристаллического материала. Технология получения гранулированного пеностекла включает стадию гранулирования шихты, сушки гранул и их последующего вспенивания.

Производство пеностекла основано на направленном синтезе гидратированных полисиликатов из кремнеземистого сырья, с последующей термической обработкой полуфабриката. Концентрационную область составов определяли исходя из следующих требований:

- количество стеклообразователей ограничено интервалом 60 – 75 масс. %, что позволяет составам быть высокоустойчивыми к стеклообразованию; количество оксида щелочного металла ограничено интервалом 13 – 22 масс. %;
- количество расплава должно быть не менее 70 %, а его вязкость достаточной для формирования пены; граничная температура не должна превышать 900 °С.

Таблица 2

Гранулометрический состав и физико-химические характеристики трепела, % (масс)

Гранулометрический состав						
№ п/п	№ пробы	Содержание фракций, %				
		>0,063мм	0,063-0,01мм	0,01-0,005мм	0,005-0,001мм	<0,001мм
1	трепел неактивированный	3,85	19,79	10,12	27,00	39,24
2	трепел активированный	0,85	18,35	6,64	26,40	47,76
Физико-химические характеристики						
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Воздушная усадка, %	Огневая усадка, %	Коэффициент разрыхления	Огнеупорность, °С	
1400-1600	800-1000	5-7	3-7	1,6	1380-1510	

Составы шихт, отвечающие данным требованиям, приведены в таблице 4.

Саморазогрев увлажненной шихты до 80 °С, обеспечивает протекание физико-химических процессов уже на стадии приготовления шихты и ее гранулирования, за счет взаимодействия щелочного компонента с аморфной кремнеземистой составляющей с образованием гелеобразных гидросиликатов натрия. Процессы силикатообразования, протекающие при гранулировании, соответствуют следующей реакции.

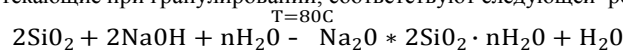


Таблица 3

Химический состав материалов

Наименование материала	Содержание оксидов, масс.%							
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	ппп
Братский микрокремнезем	91,7	0,4	0,5	1,2	-	-	-	2,0
Трепел Потанинский	76,16	4,1	7,52	1,05	0,75	-	-	8,73
Едкий натр	-	-	-	-	-	46	-	54

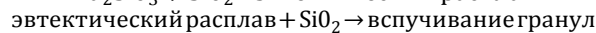
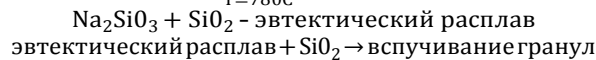
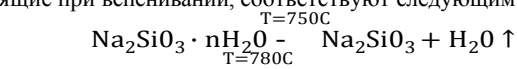
На стадии вспенивания повышение температуры нагрева гранулированного материала до 750 °С, приводит к процессам силикатообразования дисиликата натрия, за счет дегидратации кристаллогидратов дисиликата натрия, образующихся из коллоидных гидросиликатов натрия на стадии сушки до (200 °С) сформированных гранул. Стадия стеклообразования при вспенивании гранулированного материала протекает постадийно: сначала за счет плавления эвтектики происходит образование первичного расплава в количестве 55 %; затем, на втором этапе, при температуре вспенивания, происходит растворение в первичном расплаве остаточного аморфного кремнезема. Это обуславливает образование натрийсиликатного расплава в количестве 85 %, который при охлаждении гранулы затвердевает в виде стеклофазы.

Таблица 4

Состав шихт

Обозначение шихты	Содержание компонентов шихты, масс. %			
	микрокремнезем	щелочь	трепел	вода
ПС1		23,08	76,92	6,26
ПС2	7,69	23,08	69,23	4,61
ПС3	15,38	23,08	61,54	4,61
ПС4	23,07	23,08	53,85	2,31
ПС5	30,77	23,08	46,15	2,31
ПС6	38,46	23,08	38,46	2,31

Процессы, проходящие при вспенивании, соответствуют следующим реакциям.



При вспенивании происходит формирование в поровом пространстве и в межпоровых перегородках армирующего каркаса. Основные физико-механические характеристики материала, полученного из

разработанных составов, приведены в таблице 5. Согласно полученным результатам видно, что материал отличается повышенной механической прочностью и относительно невысоким значением водопоглощения.

Таблица 5

*Основные физико-механические свойства материала, полученного из стеклогранулята*

Образец	Фракция, мм	режим вспенивания		предел прочности на сжатие, МПа	плотность, кг/м <sup>3</sup>	водопоглощение, %
		температура, °С	выдержка, мин			
ПС1	5-10	870	10	0,9	420	7,19
	2,5-5			1,3		
	1-2,5			1,9		
ПС2	5-10	870	10	1,91	415	8,12
	2,5-5			2,34		
	1-2,5			2,95		
ПС3	5-10	850	10	1,91	400	8,10
	2,5-5			2,65		
	1-2,5			3,29		
ПС4	5-10	830	10	2,22	385	8,21
	2,5-5			2,91		
	1-2,5			3,98		
ПС5	5-10	830	10	1,91	382	8,17
	2,5-5			2,68		
	1-2,5			3,29		
ПС6	5-10	830	10	1,91	380	8,54
	2,5-5			2,68		
	1-2,5			3,29		

Таким образом, предложенная одностадийная технология получения пеностеклового материала и разработанные составы, позволяют снизить энергозатраты производства и расширить сырьевую базу.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУСУХАРНОГО БОРОВИЧСКО-ЛЮБЫТИНСКОГО КАОЛИНА В ТЕХНОЛОГИИ ПЛОТНОСПЕЧЕННОЙ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКИ

Л. П. Говорова, Н. П. Потапова, М. А. Бурыхина, А. С. Киснер

Научный руководитель, профессор Т. В. Вакалова

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

В настоящее время, в технологиях алюмосиликатных керамических материалов актуален вопрос использования отечественного огнеупорного глинистого сырья.

Одним из наиболее распространенных и потребляемых глинистых материалов, в керамической промышленности, считается каолин и каолиновые огнеупорные глины, используемые при производстве огнеупоров, электротехнического и бытового фарфора и других керамических изделий с белым или светлоокрашенным черепком.

Хотя, каолины лучших сортов отвечают предъявляемым требованиям керамической промышленности, однако их выпуск, к сожалению, весьма незначителен и не удовлетворяет потребностям отечественной керамической промышленности в полном объеме. Это обуславливает необходимость дополнительного исследования свойств известного отечественного огнеупорного глинистого сырья, с целью установления путей и способов их улучшения.

Целью настоящей работы являлось комплексное исследование каолинов Боровичско-Любытинского месторождения (Новгородская обл.).

В качестве объектов исследования использовались три пробы каолина - КБЛП-1, КБЛП-2 и КБЛП-3.

Макроскопический анализ свидетельствует о некоторой степени сухарности данного глинистого сырья, которая в перспективе будет осложнять процесс спекания такого глинистого сырья [1].

Исследование гранулометрического состава исследуемых проб пипеточным методом, свидетельствует о том, что по содержанию тонкодисперсной фракции (размером менее 1 мкм) более 60%, они относятся к группе высокодисперсного глинистого сырья [2].

Данные химического анализа (таблица 1), свидетельствуют о том, что в зависимости от содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в прокаленном состоянии, согласно ГОСТ 9169 -75, исследуемая проба КБЛПС-1 по химическому составу, представляет собой, промежуточный тип между высокоглиноземистым и высокоосновным глинистым сырьем со средним содержанием красящих оксидов (более 4%) и невысоким содержанием щелочных (менее 0,5 масс. %) и щелочно-земельных (менее 1 масс. %) оксидов.

Специфика зернового и химико-минералогического составов определяет технологические свойства исследуемого каолина: мало и умеренную пластичность (число пластичности по Аттербергу – 5,7 – 9,3), низкую чувствительность к сушке (коэффициент чувствительности к сушке по Носовой – 0,3 – 0,5).