

Литература

1. Бишимбаев В.К., Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Руснак В.В., Егоров В.В. Минерально-сырьевая и технологическая база Южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов / Монография. – Алматы: Раритет, 2009. – 270 с.
2. Будников П.П., Харитонов Ф.Я. Керамические материалы для агрессивных сред. – М.: Стройиздат, 1971. – 272с.
3. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. – М., 1986. – 688 с.

**ГРАНУЛИРОВАННЫЙ
ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА**

А.Ю. Волкова¹, У.В. Азаренко¹, О.Е. Волкова²

Научный руководитель профессор В.И. Верещагин

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

²*Братский государственный университет, г.Братск, Россия*

В работе исследованы процессы получения гранулированного пеностекла из стеклогранулята на основе микрокремнезема, без варки стекла при температурах 1400-1500 °С.

Используем 2 вида микрокремнезема: - МК ООО «Братский завод ферросплавов»;
- МК ОАО «Кузнецкие ферросплавы».

Микрокремнезем – техногенное сырье, и выбор этого материала обусловлен большими объемами отходов (в среднем около 15 тыс. т/год.)

Химический состав и физико-химические свойства микрокремнезема приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав дисперсных отходов [1]

	Содержание оксидов, мас.%						
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	SO ₃
Братский МК	91,7	0,4	0,5	1,2	-	-	2,0
Новокузнецкий МК	90,1	2,0	1,7	2,3	0,8	1,9	0,6

Таблица 2

Физико-химические характеристики дисперсных отходов [1]

	Содержание SiO ₂ , %		Средний размер частиц, мкм	Насыпная плотность, т/м ³	Истинная плотность, т/м ³	Гидравлическая активность, мг СаО/г	Водопотребность, %
	В сплавах	В отходах					
Братский МК	97...98	92/92	0,2	0,15	2,16	102	42
Новокузнецкий МК	74...98	90/90	0,25	0,26	2,22	102	40

На первой стадии компоненты шихты тщательно перемешивались в турболапостном смесителе ТЛ-020. Компонентные составы шихт двух видов микрокремнезема приведены в таблице 3.

Таблица 3

Компонентный состав шихт

Сырьевые материалы	МК завода кремния (Братск)	МК завода ферросплавов (Новокузнецк)
Микрокремнезем	61	64
Сода	23	16
Доломит	21	15



Рис. 1 Технологическая схема получения стеклогранулята

Шихты брикетировались на гидравлическом прессе под давлением $P=2$ МПа, при добавлении в качестве связующего – жидкого стекла. Полученные брикеты сушились и подвергались термической обработке в печи при температуре 900° .

Технологическая схема получения стеклогранулята представлена на рис. 1.

В результате исследований количество стеклофазы в стеклогрануляте составляет более 70 %, что является достаточным для организации пиропластического состояния на стадии вспенивания (см. табл.4 и рис.2).

Таблица 4

Фазовый состав стеклогранулята

Исходная шихта	Фазовый состав стеклогранулята, масс %	
	Кристаллическая фаза	Стеклофаза
Братский МК	15,7	84,3
Новокузнецкий МК	18,3	81,7

Технологическая схема получения пеностеклокристаллического материала включает два основных этапа, один из которых относится к стадии синтеза гранулята.

Термообработка брикетов шихты осуществлялась в конвейерной электрической печи.

Для получения стеклогранулята выбран следующий режим работы печи: скорость ленты $0,35$ мм/с; температуры по зонам $T_1=560^{\circ}\text{C}$, $T_2=750^{\circ}\text{C}$, $T_3=900^{\circ}\text{C}$, $T_4=900^{\circ}\text{C}$, $T_5=900^{\circ}\text{C}$, $T_6=800^{\circ}\text{C}$, $T_7=600^{\circ}\text{C}$, $T_8=450^{\circ}\text{C}$; время выдержки в зоне максимальных температур – 30 мин; общее время термообработки 110 мин.

В работе был проведен рентгенофазовый анализ стеклогранулята на установке ДРОН-3М. Расшифровку полученных данных проводили по картотеке ICDD, программой Crystallographica.

По данным рентгенофазового анализа (табл.4, рис.2) оба вида стеклогранулята характеризуются высоким содержанием аморфной фазы и небольшим содержанием кристаллических фаз, представленными кварцем и карбонатом натрия (содой). Это показывает незавершенность процессов силикатообразования при синтезе стеклогранулята.

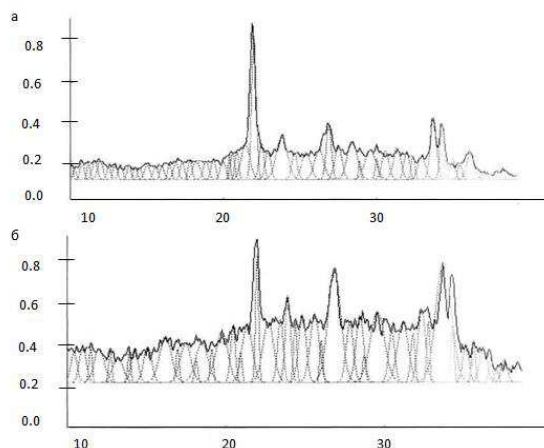


Рис. 2 Диффрактограммы стеклогранулята, полученного из шихты:
а - Братский МК, б - Новокузнецкий МК.

Количественное содержание фаз в стеклогрануляте по данным РФА определяли с помощью графического редактора и анализатора дифрактограммы – программы «Repex» (табл.4). Полученный гранулят измельчали на щековой конусной дробилке, а затем в шаровой мельнице до удельной поверхности более 5500 $\text{см}^2/\text{г}$.

При измельчении стеклогранулята готовилась пенообразующую смесь, для чего добавлялся газообразователь (сажа) в шаровую мельницу с целью более равномерного распределения газообразователя, что в конечном итоге влияет на однородность структуры пеностеклокристаллического материала. Полученную пенообразующую смесь гранулировали. Гранулы вспенивали при температуре 840°C .

Полученное гранулированное пеностекло характеризуется следующими свойствами:

- водопоглощение от 3 до 5 %;
- средняя плотность от 260 до 280 кг/м^3 ;
- прочность гранул составляет от 3,3 до $5,2 \text{ МПа}$;
- теплопроводность $0,083 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$.

Литература

- Каприелов С.С. Шейнфельд А.В., Газизулин В.М., Воронов Ю.Н. Эффективный путь утилизации ультрадисперсных продуктов газоочистки печей // Сталь, 1992. – № 5. – С.83–85.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПОВЕДЕНИЯ ПРИ
НАГРЕВАНИИ ДУНИТА ИОВСКОГО (КЫТЛЫМСКОГО) МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Л.П. Говорова, А.Ю. Токарева

Научный руководитель профессор Т.В. Вакалова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Силикаты магния являются одним из важнейших видов керамического сырья. Месторождения силикатов магния распространены очень широко, при этом их запасы составляют миллиарды тонн. Оксид магния (MgO) образует с диоксидом кремния (SiO₂) два безводных силиката: метасиликат и ортосиликат (форстерит). В природе форстерит, чаще всего, встречается в виде твердого раствора ортосиликата железа (фаялита) в форстерите. Такие твердые растворы носят название оливины ((Mg,Fe)₂SiO₄), которые слагают мономинеральную горную породу – оливинит. При переходе части кристаллов оливина в водный силикат магния образуются серпентин, брусит и карбонат магния. Метасиликат магния MgSiO₃ в виде клиноэнстатита и энстатита в природном виде представляет собой твердые растворы с FeSiO₃, CaSiO₃, MnSiO₃ и другими силикатами, которые носят общее название – пироксены [1].

Среди многочисленных водных силикатов магния наиболее важными являются тальк (3 MgO·4SiO₂·nH₂O), антофиллит (7MgO·8 SiO₂·2H₂O) и серпентин (3MgO·2 SiO₂·2H₂O). Породы, занимающие промежуточное положение по составу между оливинитом и серпентинитом, называются дунитами. Они сложены на 45–60% из оливинита и на 40–55% из серпентинита. Дуниты, с точки зрения использования их в производстве огнеупоров, отвечают все требованиям, предъявляемым к магнезиальносиликатному сырью. Они характеризуются высокими значениями магнезиально-силикатного и магнезиально-железистого модулей. При этом дуниты обладают низкими значениями потерь массы при прокаливании, что указывает на низкую усадку изделий на основе данного сырья при обжиге [1].

Месторождения магнезиальносиликатного сырья на Урале являются практически неисчерпаемыми: дунито-серпентинитовый пояс имеет протяженность от Полярного до Южного Урала. Одним из самых крупных месторождений данного региона является Иовское (Кытлымское) месторождение дунитов, расположенное в труднодоступном районе северо-западнее поселка Кытлым. Данное месторождение включает в себя огромные запасы высококачественных дунитов: до глубины 100 метров они составляют 50 миллионов тонн, а прогнозируемые запасы превышают 1 миллиард тонн. Дунит Кытлымского месторождения имеет незначительную степень серпентинизации и низкие значения потерь массы при прокаливании. Это позволяет применять его в производстве теплоизоляционных материалов и форстеритовых огнеупоров [1].

Цель данной работы заключалась в комплексном исследовании дунита Иовского (Кытлымского) месторождения магнезиальносиликатного сырья и в определении возможности его использования в технологии форстеритовых пропантов (материалов, применяющихся в качестве расклинивающих агентов в операции гидроразрыва пласта при разработке трудноизвлекаемых запасов нефти и природного газа).

В ходе исследования было установлено, что по химическому составу (таблица) проба дунита Иовского месторождения характеризуется низким значением потерь массы при прокаливании. Это свидетельствует о том, что иовский дунит сложен преимущественно оливином с низкой степенью серпентинизации. Значение магнезиально-силикатного модуля (MgO/SiO₂) иовского дунита составляет 1,27, а магнезиально-железистого (MgO/(FeO + Fe₂O₃)) – 6,44. Полученные в результате исследования данные хорошо согласуются с литературными [1].

Таблица

Химический состав исследуемого дунита

Порода	Содержание оксидов, мас. %									
	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	m _{пирк}
дунит	38,50	48,91	7,59	0,21	0,41	0,39	0,25	0,09	0,10	3,55

Полученные данные химического анализа хорошо согласуются с данными рентгенофазового анализа (рисунок 1).

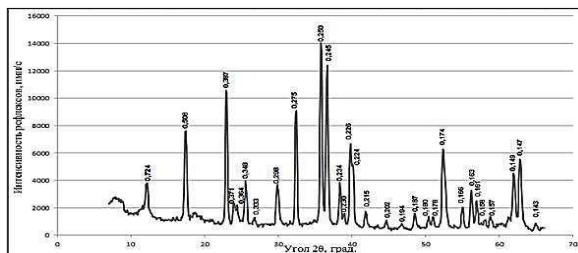


Рис. 1 Рентгеновская дифрактограмма иовского дунита