

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·H₂O), 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).

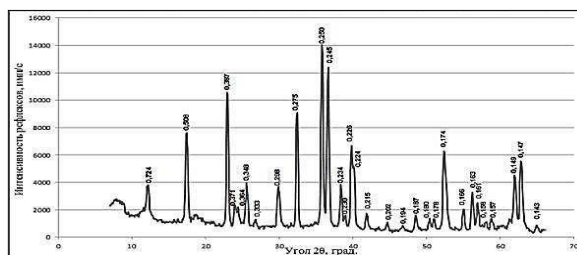
В ходе исследования было установлено, что по химическому составу (таблица) проба дунита Иовского месторождения характеризуется низким значение потерь массы при прокаливании. Это свидетельствует о том, что иовский дунит сложен преимущественно оливином с низкой степенью серпентинизации. Значение магнезиально-силикатного 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 _{ПК}
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).



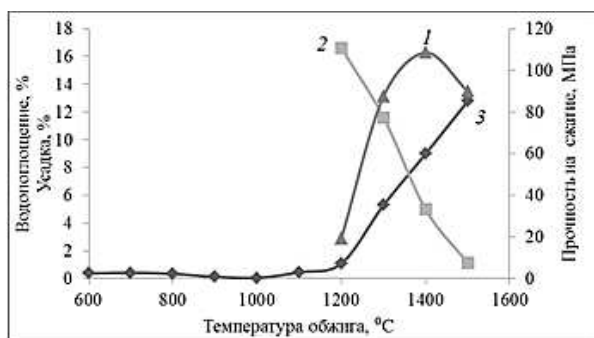


Рис. 2 Кривые спекания дунита Ивовского (Кытлымского месторождения): 1 – прочность на сжатие (МПа), 2 – водопоглощение (%), 3 – усадка

(рисунок 2). Анализ кривых спекания указывает на то, что в спеченном состоянии изделия полусухого прессования из пробы ивовского дунита характеризуются прочностью на уровне 108 МПа.

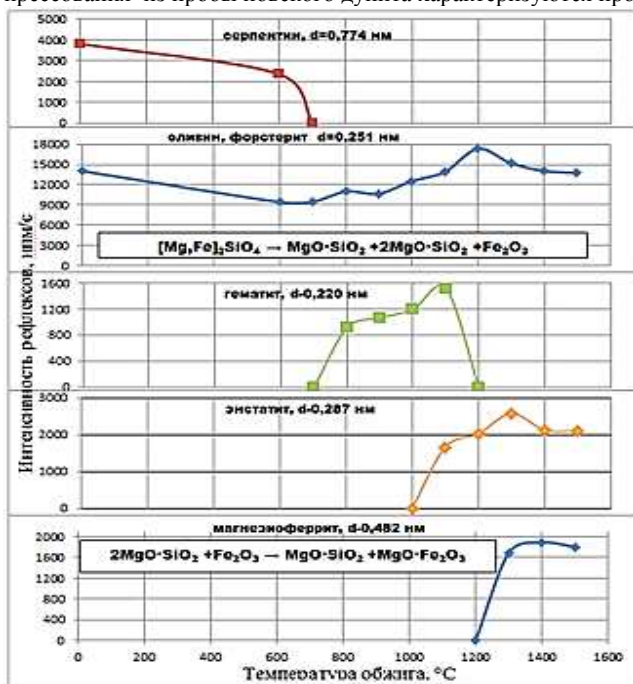


Рис. 3 Интенсивность рентгеновских рефлексов основных кристаллических фаз синтезируемых при обжиге ивовского дунита

магнезиальносиликатного сырья не нуждается в предварительной термодобработке, так как его потери массы при прокаливании составляют всего 3,66%. Эта особенность ивовского дунита позволит исключить из производственного цикла одну из стадий, что повлечет за собой сокращение производственных затрат. В качестве возможных минерализующих добавок могут быть использованы химически чистый оксид магния (MgO) и прошедшие предварительную термодобработку тальк ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), магнезит ($MgCO_3$) и брусит ($Mg(OH)_2$).

Анализ результатов обработки полученной дифрактограммы пробы дунита Ивовского месторождения свидетельствует о том, что его основными породообразующими минералами являются оливин ($(Mg,Fe)_2SiO_4$), о чем свидетельствуют характеристические рефлексы с межплоскостным расстоянием 0,387; 0,275; 0,245 и 0,226 нм, а также форстерит (Mg_2SiO_4) (0,508; 0,348; 0,298 нм).

Кроме того, в данной породе в небольших количествах присутствует магнетит (Fe_3O_4), на что указывают рефлексы с межплоскостным расстоянием 0,298; 0,250 и 0,174 нм. В пробе также присутствует серпентинит.

Химико-минералогический состав исследуемого дунита определяет его поведение при обжиге: данное сырье спекается в температурном интервале от 1200 до 1500°C

Оценка фазового состава продуктов обжига исследуемого дунита проводилась рентгеновским методом. Как показали исследования, при обжиге образцов из ивовского дунита в качестве основной фазы образуется форстерит (рисунок 3), о чем свидетельствуют его рентгеновские рефлексы с d_{hkl} – 0,388; 0,251 и 0,245 нм. Причем при повышении температуры обжига возрастает интенсивность рефлексов форстерита за счет терморазложения оливина. Кроме того, в процессе обжига из структуры оливина выделяются гематит (Fe_2O_3) и энстатит ($2MgO \cdot SiO_2$). В результате взаимодействия этих двух фаз при температуре выше 1200°C образуется магнезиоферрит (d_{hkl} – 0,482 нм). Поэтому для получения керамики форстеритового состава из исследуемого дунита необходимо перевести образующиеся энстатит и гематит в форстерит и магнезиоферрит.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что дуниты Ивовского месторождения могут найти применение в качестве основного сырья для производства пропантов - гранулированных материалов, применяемых в качестве расклинивающего агента в операции гидроразрыва пласта. Причем данный вид

Литература

1. Солодкий Н.Ф., Шамриков А.С., Погребенков В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекльной промышленности. Справочное пособие / Под ред. проф. Масленникова Г.Н. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 332 с.