

и содержащих в своем составе от 15 до 25 % каолина, водопоглощение составляет 15 – 17 %, плотность – 1730 – 1820 кг/м<sup>3</sup>, пористость – 28 – 35 %, прочность на сжатие – 37 – 54 МПа. Следует отметить, что эксплуатационных характеристик материалов, синтезированных с использованием отечественных каолинов двух месторождений достаточно близки, однако лучшими показателями свойств характеризуются материалы, в состав которых входит каолин месторождения «Ситница», что, скорее всего, объясняется его минералогическим и гранулометрическим составом.

Исследования керамики, проведенные с помощью РФА, свидетельствуют о том, что фазовый состав экспериментальных образцов и заводского материала идентичен, фиксируется наличие таких кристаллических фаз, как низкотемпературный кварц, а также полевые шпаты – микроклин (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) и альбит (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о возможности и целесообразности использования каолинов отечественных месторождений природного происхождения и обогащенного в качестве исходного компонента масс для производства керамических плиток.

УДК 666.65:549.632

### **Синтез термостойких керамических материалов на основе каолинов Республики Беларусь**

Студентка 5 курса, 9 группы Лященко Е.А.

Научный руководитель – Попов Р.Ю.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Термостойкие керамические материалы можно получить на основе различных систем (литийсодержащая керамика, кордиеритсодержащая керамика). Однако каждая из них имеет свои недостатки и специфику получения. Это может быть высокая температура синтеза, сложность технологических операций, дорогостоящее сырье и т.д.

Материалы на основе системы MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> представляют большой интерес для производства термостойких керамических материалов, способных работать в условиях высоких температур, сохраняя свои технические характеристики. Материалы на основе кордиерита обладают низким значением ТКЛР, хорошей стойкостью к термоударам, высоким удельным сопротивлением, достаточной химической стойкостью и имеют хорошие механические свойства. Ввиду наличия ценных свойств данные изделия применяются в различных отраслях науки и техники. Например, кордиеритсодержащая керамика широко используется в электротехнике, машино- и приборостроении, в качестве конструктивных элементов тепловых агрегатов, как материалы для зеркал в лазерной технике и т.д. [1–3].

В промышленности для масштабного производства кордиеритсодержащих изделий используются огнеупорные глины и каолины, магнийсодержащие, глиноземсодержащие сырьевые материалы.

В Республике Беларусь отсутствует качественное глинистое сырье, однако на юге страны имеется несколько месторождений каолинов, представляющие интерес для организации производства термостойких изделий. К таким месторождениям относятся: «Ситница» (Лунинецкий район Брестской области мощностью 2,53 млн.т) и «Дедовка» (Житковичский район Гомельской области, имеющего мощность первичных каолинов 7,02 млн.т и вторичных каолинов 1,23 млн.т). Химический состав природных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка», приведенный в таблице 1, свидетельствует о том, что по содержанию Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в прокаленном состоянии они относятся к группе полуокислого сырья.

Таблица 1 – Химический состав каолинового сырья

Месторождение каолинов	Содержание оксидов, %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ппп
«Ситница»	72,31	16,03	2,12	0,49	0,06	0,43	0,83	0,44	0,33	2,82	4,39
«Дедовка»	70,3	19,0	0,46	0,26	0,06	0,09	–	0,02	0,10	6,02	3,99

Минералогический состав природного каолина обоих месторождений не имеет существенных отличий и представлен в основном каолинитом. Основными примесными минералами, входящими в состав являются кварц, гидрослюда, полевые шпаты.

Основными недостатками каолинов указанных месторождений являются – сильная запесоченность (содержание SiO<sub>2</sub> достигает до 70 %) и значительное содержание соединений железа – до 2,12 %.

В связи с этим возникает потребность в проведении обогатительных работ этого ценного глинистого сырья для производства технической керамики. Ввиду того, что каолины характеризуются значительным содержанием кварца, целесообразно провести первоначально мокрое обогащение с последующей очисткой от соединений железа химическим методом.

При этом химическое обогащение возможно осуществлять несколькими методами:

- 1) восстановлением Fe<sup>3+</sup> → Fe<sup>2+</sup> гидросульфитом натрия в солянокислой среде;
- 2) восстановлением Fe<sup>3+</sup> → Fe<sup>2+</sup> гидросульфитом натрия в сернокислой среде с использованием катионита.

В приготовленную каолиновую суспензию вводили переменное количество соляной или серной кислоты. После тщательного перемешивания в суспензию добавляли гидросульфит натрия (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O). Кроме того, во втором случае в суспензию дополнительно вводили катионит. Суспензию тщательно перемешивали, закрывали пленкой для предотвращения доступа кислорода из воздуха и подвергали выстаиванию для взаимодействия с реагентами. Далее суспензию вновь перемешивали и фильтровали под вакуумом. Отфильтрованный каолин промывали трехкратным объемом воды и вновь отфильтровывали под вакуумом. В обогащенных каолинах определяли содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с помощью сканирующего электронного микроскопа JSV-5610 LV с системой химического анализа EDXJED-2201 JEOL.

Результаты исследований показали, что содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в обработанных каолинах находилось в пределах 0,69 – 0,73 %. Образцы оптимального состава характеризовались следующими показателями, %: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,69; SiO<sub>2</sub> – 58,89; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 28,89. Белизна каолина составляла 64,5 %.

Как показывает эксперимент, удалить полностью красящие оксиды не удастся вследствие того, что соединения железа входят в структуру кристаллической решетки каолинита.

В качестве сырьевых материалов для синтеза термостойких материалов использовались каолин глуховецкий – для эталонного образца (состав 1), каолин месторождения «Дедовка», обогащенный мокрым и химическим способом (составы 2 и 3), тальк онотский, гиббсит.

Синтез материалов проводился на основе состава в трёхкомпонентной системе MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub>, содержащий оксиды MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> в стехиометрическом соотношении 2:2:5. Образцы получались полусухим прессованием, сушились до постоянной массы, обжигались при температуре 1300 °С.

Свойства синтезированных керамических материалов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики образцов, синтезированных при 1300°С

Свойства	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Водопоглощение, %	26,53	15,98	17,88
Плотность, ρ <sub>к</sub> · 10 <sup>-3</sup> , кг/м <sup>3</sup>	1,81	2,01	1,91
Пористость, %	42,61	32,18	34,25
Предел прочности при изгибе, МПа	16,98	21,62	19,84
ТКЛР, α · 10 <sup>6</sup> К <sup>-1</sup>	4,36	4,75	3,12

Проведенные исследования свидетельствуют, что степень спекания изучаемых образцов различна и определяется минеральным и химическим составом исходных компонентов, а также температурой обжига.

Исследования фазового состава опытных образцов позволили сделать вывод о том, что материал представлен преимущественно кордиеритом, в качестве побочных фаз фиксировались кварц, муллит, корунд, энстатит и шпинель.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о возможности использования белорусских каолинов для получения кордиеритсодержащей керамики.

### Литература

1 Авакумов Г.Н. Кордиерит – перспективный керамический материал / Г.Н. Авакумов, А.А. Гусев. – Новосибирск: Наука, 1999. – 167 с.

2 Павлов, В.Ф. Исследование фазовых превращений в глинах различного минерального состава в процессе непрерывного нагрева / В.Ф. Павлов, В.С. Минтрохин // Совершенствование технологии и расширение ассортимента производства керамических изделий: тр. НИИстройкерамики. – М., 1975. – Вып. 40–41. – С. 204–221.

3 Балкевич, В.Л. Техническая керамика / В.Л. Балкевич. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.

УДК 666.295.4:666.75

### Использование отечественного сырья для производства тугоплавкого кирпича

Студентка 5 курса, 9 группы Слабко О.В.

Научный руководитель – Попов Р.Ю.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Тугоплавкие изделия широко используются в машиностроительной, металлургической, стекольной, химической и других отраслях промышленности. Основным назначением тугоплавкого кирпича является защита внешней среды и менее стойких элементов конструкции от воздействия высоких температур, горячих газов, расплавов и т. п.

Наиболее широкое распространение среди огнеупорных и тугоплавких материалов получили алюмосиликатные. Такую популярность алюмосиликатные материалы приобрели вследствие относительной простоты их изготовления, дешевизны, а также благодаря высоким эксплуатационным характеристикам.

Основными сырьевыми материалами для их получения являются огнеупорные глины, каолины, глиноземсодержащие компоненты и различные добавки. Тугоплавкие керамические материалы применяются при более низких температурах (1350 – 1580 °С), чем огнеупорные (1580 – 1750 °С). В связи с этим, требования к данным видам изделий не такие жесткие, как огнеупорным, что позволяет использовать для их производства большое разнообразие сырьевых материалов.

В Республике Беларусь нет производства огнеупорных и тугоплавких материалов, они полностью ввозятся из стран СНГ (Россия, Украина). Учитывая большую потребность в таких изделиях, а также высокую стоимость импортных огнеупоров и сырьевых материалов для их получения, неизбежно возникает проблема организации такого производства в нашей республике. В связи с этим использование имеющейся базы Беларуси (тугоплавкие глины, карбонатные породы) с целью получения тугоплавких материалов технологически оправдано и экономически целесообразно.

Для производства тугоплавких алюмосиликатных изделий необходимы качественные огнеупорные глины и каолины. Республика Беларусь располагает месторождениями каолинов, наиболее перспективными из которых являются «Дедовка» и «Ситница».