

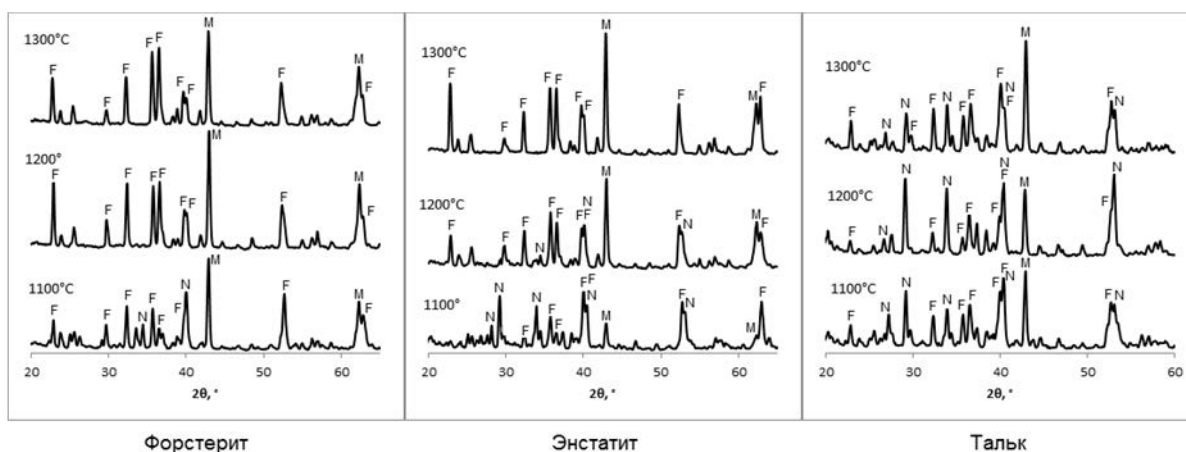


Рис. 2 Рентгенограммы образцов после высокотемпературного обжига
М – оксид магния, F – форстерит, N – норберзит

Результатом взаимодействия минералов с ГФА является слабоупорядоченная дефектная структура неопределенного химического состава, отчасти сохраняющая структурные мотивы исходных минералов. В ходе реакции происходит не только обескремнивание исходных силикатов магния, но и взаимодействие ГФА с магниевой составляющей минерала. В процессе высокотемпературного обжига образовавшийся фторид магния вступает во взаимодействие с образованием островных силикатов группы гумита.

Литература

1. Использование топазового сырья в технологии алюмосиликатных огнеупоров / Т.В. Вакалова, В.И. Верещагин, В.В. Горбатенко и др. // Огнеупоры и техническая керамика. – № 9. – 2007. – С. 42 – 46.
2. Исследование процесса активации упорных урансодержащих руд аммонийно-фторидными растворами / М.А. Гулята, В.А. Андреев, А.С. Буйновский и др. // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324, № 3. – С. 53 – 59.
3. Рациональная переработка кварцсодержащего сырья фторидным способом / Л.П. Демьянова, А.С. Буйновский, В.С. Римкевич, Ю.Н. Маловицкий // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317, № 3. – С. 77 – 81.
4. О фторировании кремнийсодержащих минералов гидродифторидом аммония / Л.Н. Куриленко, Н.М. Лапаш, Е.Б. Меркулов, В.Ю. Глуценко // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2002. – Т.5. – С. 1465 – 1471.
5. Погребенкова В.В. Синтез муллитокорундовых материалов из природного алюмосиликатного сырья по фторидной технологии и получение высокоглиноземистой керамики на их основе: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук // ТПУ. – Томск, 2010. – 194 с.
6. Исследование процессов комплексной переработки небокситовых руд Дальневосточного региона России / В.С. Римкевич, Ю.Н. Маловицкий, Л.П. Демьянова и др. // Тихоокеанская геология. – 2006. – Т. 25, № 3. – С. 66 – 74.
7. Смороков А.А. Фтораммонийный метод переработки циркона // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции. – Томск, 2015. – С. 196 – 197.
8. Исследование процесса сублимации гексафторосиликата аммония / А.С. Федин, Ф.А. Ворошилов, А.С. Кантаев, О.А. Ожерельев // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т.323, № 3. – С. 23 – 27.

КИСЛОТОУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

А. С. Шульженко

Научный руководитель, доцент И. Б. Ревва

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Химически стойкими называют материалы, способные в течение длительного времени противостоять действию жидких или газообразных активных химических веществ. Наиболее распространенными химическими агентами являются кислоты или щелочи, поэтому керамические материалы, хорошо противостоящие этим веществам, называют кислотостойкими и щелочестойкими или в более широком смысле – кислотоупорами.

Керамические кислотоупорные материалы характеризуются способностью в течение длительного времени противостоять воздействию жидких коррозионных сред. Традиционно они используются для строительства трубопроводов, газоходов, футеровки аппаратов на химических предприятиях. Отличительной особенностью таких материалов является – невысокая пористость и низкие значения водопоглощения. В промышленных масштабах выпускаются кислотоупорные плитки, трубы, кирпичи и фасонные изделия.

Для производства керамических кислотоупорных материалов и изделий используют огнеупорные и тугоплавкие глины, различающиеся по гранулометрическому и минералогическому составу.

В данной работе качестве пластичного компонента использовались глины Нижне-Увельского месторождения. В работе приняты следующие сокращения: НУК – нижеуфельская кислая, НУПК – нижеуфельская полуокислая.

Химический состав глин представлен в таблице 1. Согласно ГОСТ 9169-2001 по содержанию Al_2O_3 в прокаленном состоянии (22,20 – 23,87 %) обе исследуемые нижеуфельские глины представляют собой полуокислые глинистые породы. Обе пробы относятся к классу глинистого сырья со средним содержанием красящих оксидов ($Fe_2O_3 + TiO_2$), при этом проба нижеуфельская кислая содержит железистых примесей в 1,5 раза меньше, чем проба нижеуфельская полуокислая [1].

Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов

Сырье	Содержание оксидов, %								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	$\Delta m_{прк.}$
НУПК	63,27	21,23	2,10	1,18	0,09	0,39	0,46	0,21	11,07
	71,14	23,87	2,35	1,33	0,10	0,44	0,52	0,24	-
НУК	67,23	20,07	0,55	1,27	0,10	0,51	0,50	0,16	9,61
	74,38	22,20	0,60	1,41	0,11	0,56	0,55	0,18	-
Покровский фельзит	74,37	16,03	1,54	0,06	0,79	0,04	3,44	2,9	1,83
	75,35	16,17	1,57	0,06	0,8	0,04	3,5	2,96	-

По гранулометрическому составу (таблица 2), согласно ГОСТ 9169-2001 исследуемые глины относятся к группе дисперсного глинистого сырья. В пробах глин практически отсутствуют крупнозернистые песчаные фракции.

Таблица 2

Гранулометрический состав глинистого сырья

Шифр пробы	Содержание, %, фракции размером, мм				
	1-0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001
НУПК	3,69	14,19	15,44	14,40	52,28
НУК	4,36	27,00	8,92	21,12	38,60

Минералогический состав использовавшихся в работе глин оценивался методом рентгенофазового анализа. По результатам расшифровки дифрактограммы установлено, что обе исследуемые нижеуфельские глины представляют собой полиминеральное глинистое сырье, в непластичной части которых присутствует кварц. В тонкодисперсной части обеих проб нижеуфельских глин присутствуют: монтмориллонит, микроклин и лейцит.

К основным технологическим свойствам, характеризующим глинистые материалы, относятся: воздушная усадка, пластичность, коэффициент чувствительности к сушке. Характеристика дообжиговых свойств исследуемых проб представлена в таблице 3.

Таблица 3

Технологические свойства нижеуфельских глин

Свойство	Показатель	
	НУПК	НУК
воздушная усадка, %	7,8	6,6
число пластичности	20,5	14,6
коэффициент чувствительности к сушке, Кч	1,8	1,6

Анализируемые пробы нижеуфельской кислой глины относятся к умереннопластичному глинистому сырью, а нижеуфельская полуокислая – к среднепластичным глинам, что согласуется с данными их гранулометрического и минералогического составов. По полученным значениям воздушной усадки исследуемые пробы относятся к среднепластичным глинам. Величина коэффициента чувствительности к сушке для обеих проб соответствует значениям высокочувствительного к сушке глинистого сырья.

В качестве снижающей температуру спекания добавки использовался природный фельзит. Он представляет собой мелкозернистую основную массу кислых эффузивных пород, состоящую из калиевого полевого шпата и кварца, иногда кислого плагиоклаза и темноцветных минералов (пироксена, биотита и др.). Это светлая микрокристаллическая порода, обычно желтоватого или красноватого цвета.

Фельзит используется в химической промышленности в качестве кислотоупорного материала. В данной работе использовали фельзит Покровского месторождения, которое находится в 100 км от г. Екатеринбург [2]. Определение минералогического состава покровского фельзита проводили рентгеновским методом. Установлено, что фельзит сложен следующими минералами: кварц, микроклин и мусковит. В качестве железистых примесей, обуславливающих желто-розовый цвет пробы после обжига, присутствует лепидокрокит.

Результаты определения химического состава фельзитовой породы приведены в таблице 1. Согласно ГОСТ 9169-2001 на глинистое сырье по содержанию Al_2O_3 в прокаленном состоянии фельзитовую породу можно отнести к кислому сырью с низким содержанием красящих оксидов.

С целью исследования поведения фельзитовой породы при обжиге, исследовали влияние температуры обжига на ее свойства. Образцы формовали пластичным способом, а затем обжигали при температурах 1000 – 1100 °C с шагом 50 °C и выдержкой при максимальной температуре в течение 1 часа. Результаты определения основных обжиговых свойств приведены в таблице 4.

Таблица 4

Свойства обожженных образцов на основе покровского фельзита

Температура обжига, °С	Огневая усадка, %	Общая усадка, %	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа
1000	2,7	5,0	16,7	26,6
1050	5,3	7,6	13,8	41,5
1100	8,8	11,1	6,3	46,8

Установлено, что с увеличением температуры обжига от 1000 до 1100 °С приводит к спеканию образцов на основе покровского фельзита с закономерным увеличением огневой усадки масс и механической прочности с одновременным снижением водопоглощения.

Образцы на основе нижеульских глин формовались по полусухому методу, с давлением прессования 20 МПа. По результатам ранее проведенных исследований установлено оптимальное содержание фельзита на уровне 40 %. С целью равномерного распределения фельзитовой породы в смесях, ее измельчали в конусной дробилке до получения фракции менее 0,063 мм.

Усадочные явления, сопровождающие процесс влаготдачи керамических масс, определяют значения воздушной усадки в пределах 2,4 %. Высушенные до постоянной массы в воздушной среде образцы обжигали при температурах 1000, 1050 и 1100 °С.

Таблица 5

Обжиговые свойства исследуемых масс

Массы на основе	Свойство при температуре обжига, °С					
	Водопоглощение, %		Предел прочности при сжатии, МПа		Общая усадка	
	1100	1200	1100	1200	1100	1200
НУК	11,86	7,13	41,9	46,4	-1,46	0,00
НУПК	12,36	6,31	52,5	46,2	-1,60	0,40

Установлено, что прочность при сжатии всех составов увеличивается с ростом температуры обжига с закономерным снижением водопоглощения. По мере увеличения доли фельзита прочность также повышается, что связано с интенсификацией процессов спекания за счет образования большего количества расплава в смесях.

Оценка минералогического состава масс проводилась методом рентгенофазового анализа. Было выявлено, что после обжига во всех образцах, обожженных при температуре 1200 °С, присутствуют следующие фазы: кварц, альбит и муллит.

Основополагающим свойством кислотоупоров наряду с высокой прочностью и низким водопоглощением является химическая стойкость. Она определяет поведение керамики в агрессивных средах. На практике для определения химической стойкости для кислотоупорной керамики определяют щелочестойкость и кислотостойкость. По ГОСТ 474-90 «Технические условия для кислотоупорного кирпича», предписывается проводить испытания на кислотостойкость по ГОСТ 473. «Изделия химически стойкие и термостойкие. Методика определения кислотостойкости». Метод основывается на измерении потери массы кислотоупора при кипячении в серной кислоте в течение 1 часа.

Кислотостойкость всех исследуемых образцов, обожженных при различных температурах, находится в пределах 97,1-97,3 %. Полученные данные согласно ГОСТ 474-90 кирпич кислотоупорный, являются приемлемыми для кирпича класса В.

Литература

1. Вакалова Т.В., Ревва И.Б., Адыкаева А.В. Исследование природного сырья для производства кислотостойких материалов // Фундаментальные исследования. - 2013 - № 8-3. - С. 556-560
2. Солодкий Н.Ф., Шамриков А.С., Погребенков В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. Справочное пособие / Под ред. проф. Г.Н. Масленниковой. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 332 с.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ПОРОД УЗБЕКИСТАНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИНАСОВЫХ ОГНЕУПОРНЫХ МАСС

А. А. Эминов

Научный руководитель, главный научный сотрудник Р. И. Абдуллаева
Институт общей и неорганической химии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

В настоящее время, одной из актуальных вопросов огнеупорной промышленности многих стран, в том числе и Узбекистана, является разработка эффективных составов огнеупорных масс, изделий и материалов различных назначений на основе природно-минеральных и вторичных сырьевых ресурсов и освоением инновационных технологий их производства. Следовательно, дефицит отечественных высококачественных нерудных природных сырьевых материалов обуславливает необходимость комплексного исследования ранее разведанных месторождений, а также вовлечения в производство нетрадиционных месторождений минерально-сырьевых ресурсов.

При этом следует отметить, что прогресс, в производстве новых видов огнеупорных материалов, особенно неформованных огнеупоров, определяется достижениями фундаментальных и прикладных научно-