

строго коррелируют с содержанием примеси и определяется: 1) меньшим размером частиц и большей пористостью; 2) повышенной электропроводностью; 3) увеличенным объемом элементарной ячейки.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований

(грант № 18-33-00345). За участие в обсуждении результатов и проведении экспериментов авторы выражают благодарность чл.-корр. С.В. Гнеденкову, д.т.н. В.В. Железнову, д.х.н., доценту С.Л. Синебрюхову, д.ф.-м.н., профессору А.Ю. Устинову, к.х.н. В.Ю. Майорову.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА СПЕКАНИЯ НА СТРУКТУРУ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ И НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

А.С. Орехов, А.А. Дитц

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Погребенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, alex.orekhov94@gmail.com

Процесс спекания относится к одному из важнейших процессов, протекающих при синтезе различных силикатных и других тугоплавких материалов. Температурный режим спекания является определяющим фактором в процессе формирования структуры и свойств спекаемого материала, а также синтеза требуемых фаз. Поэтому при разработке керамических материалов с заданными свойствами требуется исследование различных режимов спекания.

В работе исследовалось влияние температурного режима спекания на структуру керамики на основе нитрида кремния и нитрида алюминия. Шихта состояла из 40 массовых процентов заполнителя в виде нитрида кремния и 60 массовых процентов керамической связки в виде

нитрида алюминия. Для интенсификации процесса спекания вводили оксид иттрия. Образцы получали методом полусухого прессования при удельном давлении прессования 200 МПа. Спрессованные образцы спекали при температурах 1800 и 1880 °С в среде азота с выдержками в 2, 4 и 6 часов. На рисунке 2 представлены микрофотографии образцов, спечённых при температуре 1800 °С с различной продолжительностью выдержки.

После двух часов выдержки (рис. 1а) наблюдается припекание зёрен друг к другу. Граница между зёрнами сохраняется, наблюдаются отдельные агрегаты. После четырёх часов выдержки (рис. 1б) увеличивается площадь контакта между зёрнами, благодаря образованию

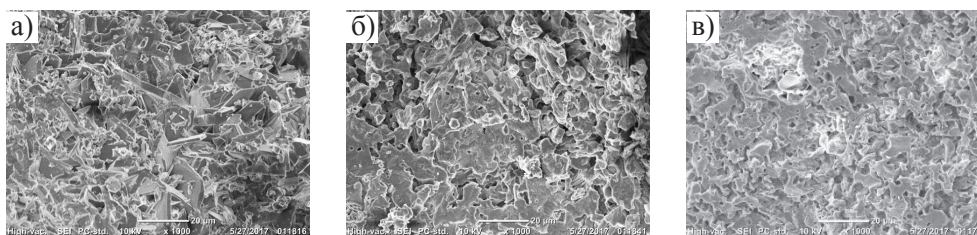


Рис. 1. Микрофотографии образцов после спекания при 1800 °С с выдержкой: 2 часа (а), 4 часа (б), 6 часов (в)

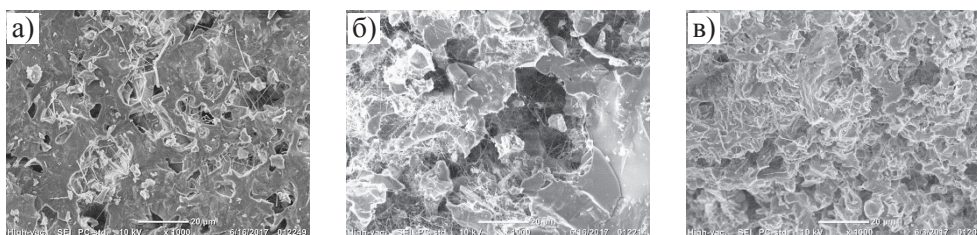


Рис. 2. Микрофотографии образцов после спекания при 1800 °С с выдержкой: 2 часа (а), 4 часа (б), 6 часов (в)

большого количества расплава. Морфология частиц меняется от удлинённой к округлой и оплавленной. В структуре появляется значительное количество сообщающихся пор, вследствие чего происходит падение значения относительной плотности. По нашему мнению, это связано с диссоциацией нитрида кремния, за счёт чего происходит изменение морфологии зёрен и образование пустот. После шести часов выдержки (рис. 1в) происходит равномерное распределение пористости в объёме. Наблюдается увеличение относительной плотности. Это связано с интенсификацией процесса спекания. Жидкая фаза становится менее вязкой, что способствует более свободной перегруппировке частиц. Зерна постепенно сливаются друг с другом, теряя свою индивидуальность.

На рисунке 2 представлены микрофотографии образцов, спечённых при температуре 1880 °С с различной продолжительностью выдержки.

С увеличением температуры при двух часах выдержки (рис. 2а) наблюдается уменьшение пористости структуры. Предположительно это

связано с интенсификацией процесса массопереноса за счёт образования расплава. Так же при данных условиях образуется алюмоиттриевый гранат, и интенсифицируется спекание нитрида алюминия. Появляются замкнутые поры, в которых происходит рост нитевидных кристаллов, так называемых «усов». Элементный анализ показал, что в «усах» содержится кремний, алюминий, кислород и азот. При увеличении выдержки до четырёх часов (рис. 2б) относительная плотность уменьшается, образуются крупные поры. Отмечено увеличение количества нитевидных кристаллов. По нашему мнению, причина снижения плотности схожа с ранее описанной. Образование пор влечёт за собой образование пустот и интенсификацию роста «усов». С увеличением времени выдержки до шести часов (рис. 2в) наблюдается уменьшение количества «усов», вплоть до их полного исчезновения. Замечено появление мелких пор по всему объёму материала, что снижает относительную плотность материала. Вероятнее всего такое разрыхление структуры связано с интенсивной диссоциацией нитрида кремния при данных условиях.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ВАНАДИЯ ИЗ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД ЧИНЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.В. Орлов¹, Р.О. Медведев¹

Научный руководитель – д.х.н., профессор В.И. Сачков

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 36, Vvorlov92@mail.ru

Ванадий – типичный рассеянный элемент, его содержание в земной коре составляет приблизительно $1,6 \cdot 10^{-2}\%$ по массе. Благодаря своим свойствам, ванадий находит широкое применение в таких отраслях промышленности, как металлургия, атомно-водородная энергетика, производство химических источников тока. В литосфере большая его часть встречается в комплексных полиметаллических рудах: титаномагнетитовых, ильменит-магнетитовых, уран-ванадиевых, свинцово-цинковых и др. В некоторых магнетитовых, титаномагнетитовых, осадочных железных рудах и ванадийсодержащих фосфоритах бывает до 2,5–3,0% V_2O_5 . Основные запасы комплексных полиметаллических руд сосредоточены в ЮАР, Китае, России, США. Чинейское месторождение ванадийсодержащих титаномагнетитов, расположенное

в Читинской области, является одним из крупнейших в мире по предположительным запасам руды (около 30 млрд.т) [1–2].

Дробление руды осуществляли на вибрационной конусной мельнице-дробилке ВКМД-10. Извлечение осуществляли водными растворами фторида аммония, концентрации которых варьировались от 0,1 до 4 моль/л. Массы исследуемых образцов составляли 100 г. Соотношение масс твердой и жидкой фаз составляло Т:Ж=1:3. Эксперименты проводились в агитаторах из полиэтилена объемом 1000 мл при постоянном перемешивании в течение 20 часов при комнатной температуре. Разделение твердой и жидкой фракций проводили на нутч-филт্রে. Содержание ванадия в руде и его концентрация в растворе определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре ELAN модель DRC-e № W1520501.