

А – степень извлечения цинка в газовую фазу, Б – Концентрация железа в ферросплаве
1) n=41 C от массы руд; 2) n=44 C от массы руд; 3) n=47 C от массы руд; 4) n=50 C от массы руд

Рис. 2 Влияние температуры на степень перехода цинка в возгоны концентрации железа в ферросплаве, в системе руда Ачисай - Жайрем – Fe - C при 0,1Мпа.

Из рисунка 2 следует что образования $Zn_{(газ)}$ отмечается при $T \geq 800^{\circ}C$. На степень перехода цинка в возгоны влияние количества углерода незначительно. В температурном интервале 1700 - 2500°C наблюдается максимальный переход цинка в возгоны (более 97%). Концентрация железа в ферросплаве уменьшается от 52,5 до 50,6% с повышением количества углерода в температурном интервале 2100 - 2500°C.

На основании проведенной работы, можно сделать следующие выводы, о том что: из смеси руд Ачисайского и Жайремского месторождения возможно получение карбида кальция (с переходом в него 58, 47%Ca), ферросплавы (с переходом в него 92.9%Si), и практически полного извлечения цинка в возгоны, в температурном интервале более 2000°C. Восстановление и возгонка цинка в газовую фазу не сдерживает процесс комплексной переработки руд. Полученные данные, могут быть использованы для проведения укрупненно-лабораторных испытаний по комплексной переработке цинк содержащих руд Ачисайского и Жайремского месторождения.

Литература

1. Абдеев М.А., Колесников А.В., Ушаков Н.Н. Вельцевание цинк свинец содержащих материалов. – М: Металлургия. 1985. - 120с.
2. Roine A. Outpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium software with Extensive Thermochemical Database. Pori: Outokumpu Research OY, 2002.

АКТИВИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ КОРДИЕРИТА ДОБАВКАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

А. И. Черепанова

Научный руководитель, профессор Т. А. Хабас

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Совмещение в одном керамическом материале двух сложных оксидных соединений - кордиерита ($2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$) и муллита ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) дает ряд преимуществ, в плане улучшения эксплуатационных свойств. Кордиерит, имея небольшой коэффициент линейного расширения при нагревании, увеличивает стойкость керамики к температурным перепадам. Муллит, благодаря призматической структуре кристаллов и большому содержанию оксида алюминия, повышает механическую прочность и термическую стойкость керамики [3]. Кордиерит и муллит синтезируются в разных температурных интервалах: 1150 -1300 и 1400 -1600 °C, соответственно [2]. Поэтому объединение их в одном составе представляет некоторые технологические

трудности. Однако, в смесях оксидов, особенно природных, которые отличаются сложным составом, синтез этих соединений может происходить одновременно, но, как правило, нерегулируемо. Для повышения полноты синтеза применяют различные методы: механическое активирование, введение добавок. Кроме того, в кордиеритовых составах с повышением температуры очень быстро нарастает количество жидкой фазы, поэтому кордиерит имеет короткий интервал обжига (15-20°C) [1]. Для увеличения интервала спекания целесообразен выбор составов, обогащенных оксидом алюминия, в частности, создание кордиерито-муллитовой композиции.

Целью данной работы было исследование возможности активирования синтеза сложных соединений добавками, полученными при проведении самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в смесях природных веществ и наноразмерного порошка алюминия [4]. Изучено влияние состава шихты и последующей термообработки на состав спеченных материалов. Под термином «прекурсор» в данном случае понимается порошковая смесь, которая получена химико-термической обработкой, сжиганием и имеет достаточное количество зародышей новых синтезируемых фаз, чтобы при последующей термообработке давать керамическое тело, в том числе и реакционным спеканием. Прекурсор может использоваться непосредственно для изготовления керамики или как активирующая добавка на стадии синтеза керамических материалов. Активирующую добавку (прекурсор) получали сжиганием шихтовых смесей измельченных силикатных минералов с нанодисперсным порошком алюминия в свободно насыпанном состоянии. Нанодисперсный порошок (НПА) алюминия представляет собой сверхтонкий порошок темно-серого цвета, состоящий из сферических частиц диаметром 80 - 220 нм. Среднеповерхностный диаметр частиц порошка - 100 нм, удельная площадь поверхности 10-16 м²/г. В отличие от обычного порошка металлического алюминия микронной дисперсности, нанопорошок при горении на воздухе реагирует не только с кислородом, но и непосредственно с азотом, образуя нитрид и оксинитрид алюминия. Состав минеральной части композиции был рассчитан с учетом получения 100% фазы кордиерита. Вариант 1 включал 28,3 масс. % серпентинитовой породы (поставщик оксида магния и кремнезема), 66,0 % глины (оксид алюминия и кремнезем) и 5,7% глинозема. Вариант 2 - 26,7 % серпентинитов, 57,3 % глины и 16,0 % боксита (для введения недостающего количества Al₂O₃). Для синтеза соединений активирующих добавок проводилось сжигание смеси второго варианта и 30% нанопорошка алюминия (активирующий состав 2,0) и 40 масс.% НПА (активирующий состав 2.1). Сравнение результатов РФА показывает, что без активирующих добавок синтез кордиерита менее эффективно проходит в составе по первому варианту. Поэтому в данном исследовании именно этот состав выбран для оценки активирующего действия добавок. В процессе горения получены материалы сложного состава, содержащие продукты твердофазового синтеза и взаимодействия алюминия с компонентами воздушной среды (оксид и нитрид алюминия). Введение в состав керамики кордиерита (2MgO·2Al₂O₃·5SiO₂), муллита (3Al₂O₃·2SiO₂) и, по возможности, нитрида алюминия (AlN) перспективно для увеличения механической прочности, термостойкости и сопротивления материала разрушению при резких перепадах температуры вследствие большой теплопроводности AlN. После сжигания спеки измельчались и в качестве активирующей добавки вводились в исходные шихты.

Максимальная температура горения чистого нанопорошка, фиксируемая в эксперименте около 2250 °С, минерально-металлических смесей – около 1550°C. Поэтому, при горении составов, для подготовки активирующей добавки возможен не только синтез, но и плавление образующихся продуктов (рис.1).

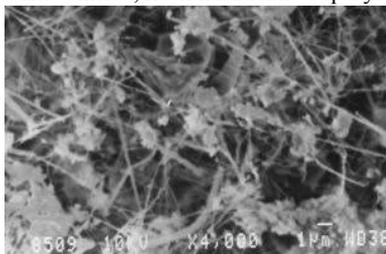


Рис.1 Микроструктура продуктов горения минерально-металлической смеси серпентинит-глина-боксит-40 % масс. НПА

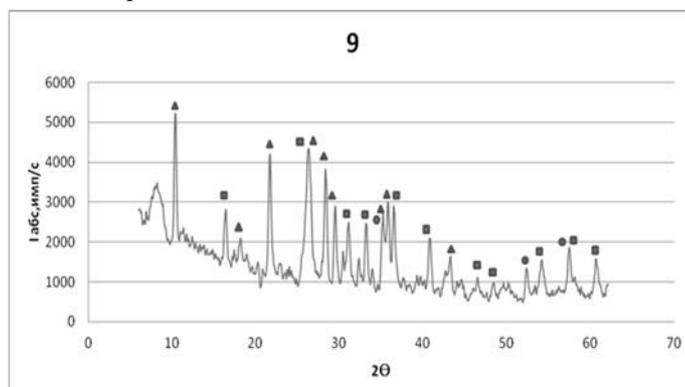


Рис.2 Рентгенограмма состава №9 (бокситсодержащая смесь В2 + 0,5 масс.% активирующей добавки) Тобж. =1200 °С: ▲- кордиерит, ●-корунд, ■-муллит

На снимке видны нитевидные кристаллы (это нитрид алюминия) и отчетливо фиксируется некоторая часть стекловидных образований (прозрачные пленки между частицами). Энергодисперсионный анализ этих областей показывает, что состав стекла близок к кордиеритовому, обогащенному глиноземом. При последующей термообработке активированных шихт, в которые введены сожженные смеси, эти метастабильные фазы кристаллизуются сами и являются центрами кристаллизации вновь синтезируемого кристобалита. Уже после обжига при температуре 1200 °С рефлексы кристобалита на рентгенограмме образца с 0,5 масс.% добавки становятся доминирующими. Одновременно синтезируется муллит (рис.2).

Добавки, полученные при горении металломинеральных смесей, вводились в количестве 0,5; 1 и 1,5 масс.% в исходные минеральные смеси. Как показано на графиках рисунка 3, введение добавок СВ синтеза реально активирует синтез кордиерита.

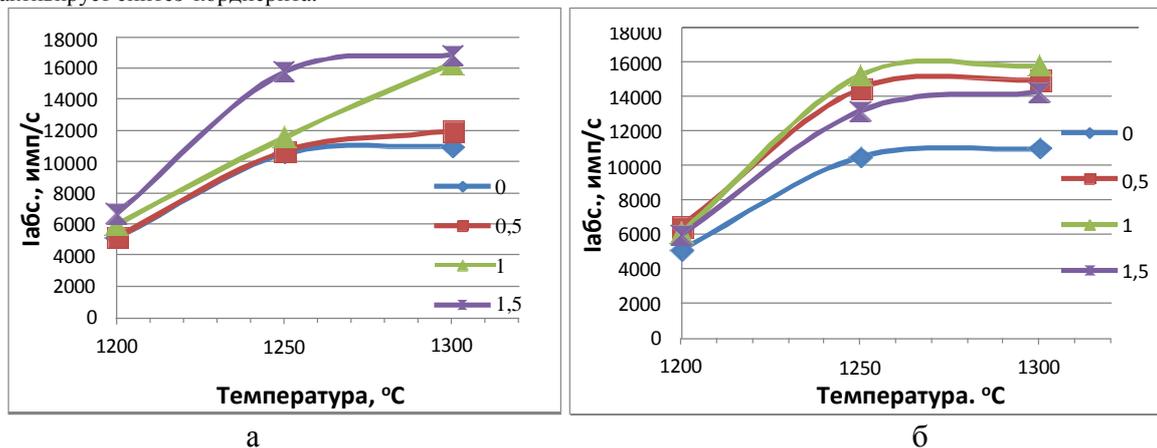


Рис.3 Зависимость интенсивности рентгеновского рефлекса кордиерита (0,845нм) состава В1 от содержания активирующей добавки 2.0(а) и 2.1 (б) и температуры термообработки

Следует отметить, что эффективность синтеза зависит и от исходного состава сжигаемой активирующей добавки: в случае увеличения, в её составе нанопорошка алюминия максимальный эффект достигается при введении меньшего количества добавки в сырую минеральную смесь.

Литература

1. Аввакумов Е.Г., Гусев А.А. Кордиерит – перспективный керамический материал. Новосибирск: Изд. СО РАН. – 1999.
2. Дятлова Е.М, Миненкова Г.Я., Колонтаева Т.В. Интенсификация спекания муллит-кордиеритовой керамики с применением минерализаторов. //Стекло и керамика. 2000. – №12. – С.24-27.
3. Орданьян С.С., Васильева А.М., Степаненко Е.К. Термостойкая керамика на основе муллит-кордиерит и муллит-сподумен.//Огнеупоры и техническая керамика. – 2013. – №11. – С.24-27.
4. Хабас Т.А., Мельников А.Г., Ильин А.П.. Синтез керамических материалов на основе оксидов магния и алюминия в режиме горения.// Огнеупоры и техническая керамика. – 2003. – №11. – С.14-19.

ПРОЦЕССЫ ДЕСТРУКЦИИ ПРИ ФТОРАММОНИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ ПРИРОДНЫХ СИЛИКАТОВ МАГНИЯ

Ш. М. Шарафеев

Научный руководитель, профессор В. М. Погребенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время, активно исследуются процессы химического взаимодействия природного сырья с различными фторирующими агентами (плавиковой кислотой, фторидом аммония, гидрофторидом аммония и другими). Технология фтораммонийной обработки получила широкое применение, поскольку обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить относительно невысокую температуру протекающих процессов, а также простоту разделения продуктов фторирования [1 – 8].

Изучены и описаны процессы фтораммонийной обработки отдельных природных минералов и горных пород. Работы в данной области, в основном, посвящены получению материалов при переработке отходов горнодобывающих производств [3, 6], активации руд и химически инертных концентратов для облегчения их вскрытия [2, 9], регулированию фазового состава керамических материалов, кристаллической основой которых являются силикатсодержащие минералы, входящие в состав природного сырья [1, 5].

Результаты по изучению фтораммонийного разложения силикатов различной структуры показали, что кинетика процессов фторирования зависит от структуры исходного минерала [4]. В современной кристаллохимии отмечаются различия в закономерностях строения кристаллических решеток силикатов в зависимости от размеров катионов, входящих в состав минералов, поэтому для выявления закономерностей процессов фторирования целесообразно проводить данные исследования на группе минералов, имеющих