

УДК: 546-3: 661.11: 661.17

ОСОБЕННОСТИ ГОРЕНИЯ И ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СВС МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ КВАРЦ-КАЛЬЦИТ

Н.Н. Мофа, С.Х. Акназаров, Б.С. Садыков

КазНУ им. Аль-Фараби, Институт проблем горения,
Казахстан, 050012, Алматы, ул. Богенбай батыра, 172

Аннотация

В работе рассматривается влияние механохимической обработки (МХО) минералов (кварц-SiO₂, кальцит-CaCO₃) на процесс их горения в режиме СВС с алюминием. Показано, что активирование шихтовой смеси в мельнице повышает энергетическое состояние материала и способствует изменению кинетических характеристик процесса горения: снижению индукционного периода зажигания и повышению скорости горения. Изменение температуры горения носит сложный характер, что обусловлено активацией как экзотермических так и эндотермических реакций, связанных с образованием соединений типа анортита, геленита, волластонита. Использование различных органических модификаторов шихтовой смеси приводит к образованию в процессе СВС нитридных и карбидных соединений. Показано, что варьируя режимы МХО, модификаторы и соотношения между компонентами шихты можно синтезировать на основе активированных и модифицированных систем различные по фазовому составу композиционные СВС-материалы.

Ключевые слова: алюминий, кварц, композиты, горение, фаза

Введение

СВ-синтез (технологическое горение) является уникальным технологическим процессом создания композиционных материалов различного назначения, в частности огнеупоров и теплоизоляторов.

Специфика свойств СВС-композитов определяется их фазовым составом и структурными особенностями, формирование которых подчиняется закономерностям и кинетическим параметрам горения многокомпонентных систем.

Варьируя исходный состав и состояние реагентов (компонентов) можно управлять процессом горения и формировать новый материал, свойства которого количественно и качественно определяются продуктами синтеза.

Предварительная механохимическая обработка (активация и модифицирование) компонентов шихтового материала является эффективным способом воздействия на процесс их последующего технологического горения [1].

Использованию предварительно активированного сырья для последующего технологического горения в последние годы уделяется большое внимание.

В процессе механоактивации твердые тела подвергаются деформации и структурным изменениям. При деформировании и разрушении твердых тел возникают различные богатые энергией промежуточные состояния. При таком высокоэнергетическом состоянии облегчается протекание химических реакций в твердофазных материалах, что имеет большое значение в технологическом горении, когда используется теплота самой реакции и не требуется подвода энергии со стороны [2].

При изучении закономерностей технологического горения большое внимание уделяется кинетическим характеристикам процесса, а именно скорости горения (распространения фронта пламени).

Использование предварительной механической обработки системы позволяет в значительной степени изменять эту характеристику процесса синтеза [3].

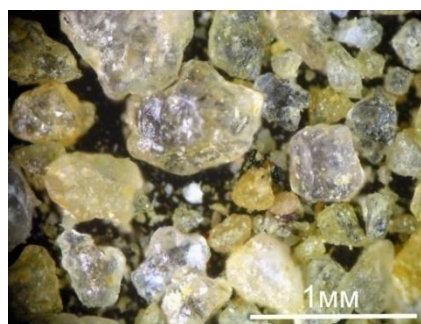
Система кварц-кальцит является одной из универсальных при получении неорганических материалов широкого спектра назначения, прежде всего проявляющих повышенную термическую, химическую и механическую устойчивость.

Проводя активацию и модифицирование поверхности частиц шихтовой смеси, можно обеспечить изменение кинетических параметров технологического горения, направленных на формирование структурных составляющих СВС-композитов, а, следовательно, и их свойств.

Экспериментальная часть

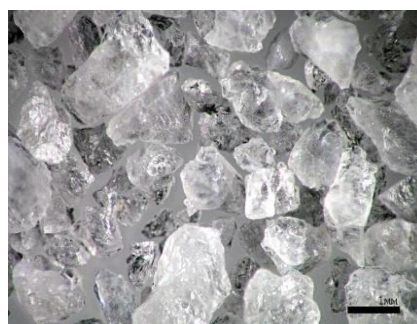
В настоящей работе проводились исследования по СВ-синтезу керамики на основе системы кварц-кальцит-алюминий и влиянию на развитие процесса СВС предварительной механоактивации. Кварц и кальцит подвергались механохимической обработке (МХО) в зависимости от времени и соотношения массы порошка к массе шаров ($M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$), а также с использованием различных углерод- и азотсодержащих модификаторов. Экспериментальные работы проводились как с использованием синтетических химически чистых соединений, так и природных минеральных соединений. Основным сырьевым материалом был кварцевый песок Кускудукского месторождения (рисунок 1 а) с содержанием кварца – 81,3%, кро-

ме того в нем присутствует до 18,7% микроклина $K(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$, а также различные элементы, насыщающие поверхность и растворенные в объеме частицы. Согласно результатам спектрального анализа, он содержит от 0,1 до 1,0% железа, магния, кальция, натрия, которые могут выступать активными центрами в процессе механохимического модифицирования поверхности. Вторым базовым компонентом был карбонат кальция (рисунок 1б), а именно мрамор, с содержанием CaCO_3 – 95,7 % и кварца – 4,3 %. Углерод- и азотсодержащими модифицирующими добавками служили поливиниловый спирт $(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_n$, мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, т.е. карбамид (или другими словами диамид угольной кислоты), янтарная кислота $(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)$ и водосодержащая кремневая кислота- H_2SiO_3 $n(\text{H}_2\text{O})$.



а

а - кварцевый песок (КП);



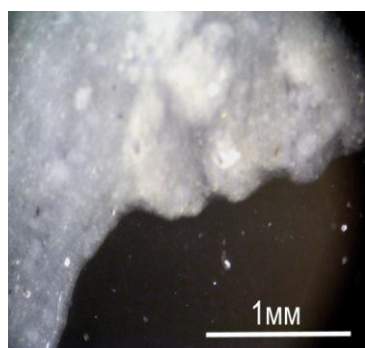
б

б -карбонат кальция

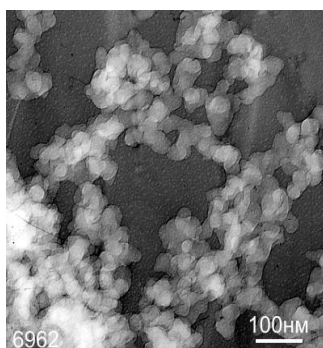
Рис. 1 – Внешний вид кристаллов

Связующим служил природный кремнегель из гидровулкана Карагандинской области. Природный гель представлен белёсой студенистой массой (рисунок 2а). Высушенный в

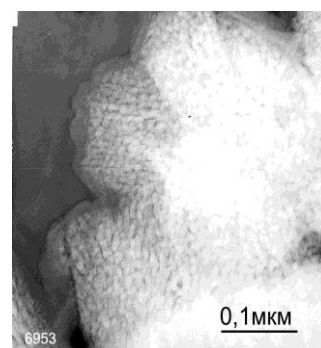
лабораторных условиях, по методу суспензий, образец состоит из агрегатов уплощенных (20–30 нм) частиц, иногда образующих слоистые конгломераты (рисунок 2б, в).



а



б



в

Рис. 2 – Морфологические особенности природного кремнегеля

Фазовый состав природного кремнегеля, согласно результатам рентгенофазового анализа, представляет собой соединения:

- ✓ кварц SiO_2 – 27,7%;
- ✓ клинохлор 2М – $\text{Al}_2\text{Mg}_5\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ – 14,9%;
- ✓ иллит 1М – $\text{K}_{0,7}\text{Al}_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ – 39,6%;

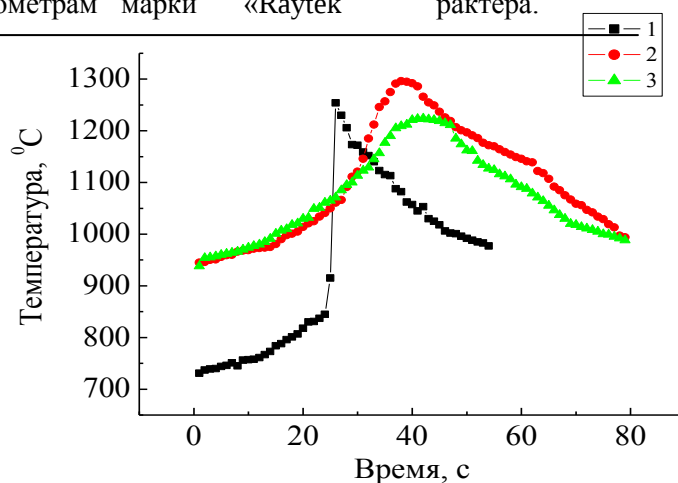
✓ альбит $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ – 17,6%.

Механоактивация кварцевого песка и кальцита проводилась на центробежно-планетарной мельнице, работающей по принципу гравитационного измельчения за счет взаимодействия двух центробежных сил. Скорость вращения платформы составляет 700 оборотов в минуту, а скорость вращения размольных сосудов – 1200 оборотов в минуту. Величина ускорения при обработке в центробежно-планетарной мельнице достигает 20g. Время обработки варьировалось от 10 до 40 минут, при соотношении массы порошка к массе размольных шаров $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/2; 1/3; 1/4$. В качестве восстановителя использовался алюминий марки АПВ в стехиометрическом соотношении как по отношению к кварцу, так и к кальциту. После МХО активированные порошки прессовались в цилиндрические образцы с диаметром 20 мм и высотой 20-25 мм. Образцы формовались на лабораторном прессе марки «Carver» при усилии 8 т. Последующее технологическое горение было проведено в муфельной печи с заданной температурой 900°C. Температура горения измерялась пирометрическим термометром марки «Raytek

Raynger 3i». Измерения температуры образца проводились на протяжении всего процесса СВС.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 3 приведены температурные профили горения систем, содержащих $\text{SiO}_2:\text{CaCO}_3 = 70:30\%$ и $50:50\%$ в сравнении с чистым кварцем, систематические исследования по использованию которого в СВС проводились ранее [1, 4]. Присутствие кальцита в шихтовой смеси приводит к увеличению индукционного периода зажигания системы и снижению скорости горения. При увеличении содержания кальцита в системе снижается максимальная температура горения и температура горения на стадии постпроцессов. Температурные профили горения систем, содержащих кварц и кальцит, отражают тот факт, что как на стадии зажигания смеси, так и на стадии завершения процесса (за максимумом температуры) горения в образце протекает множество процессов фазообразования как эндотермического, так и экзотермического характера.

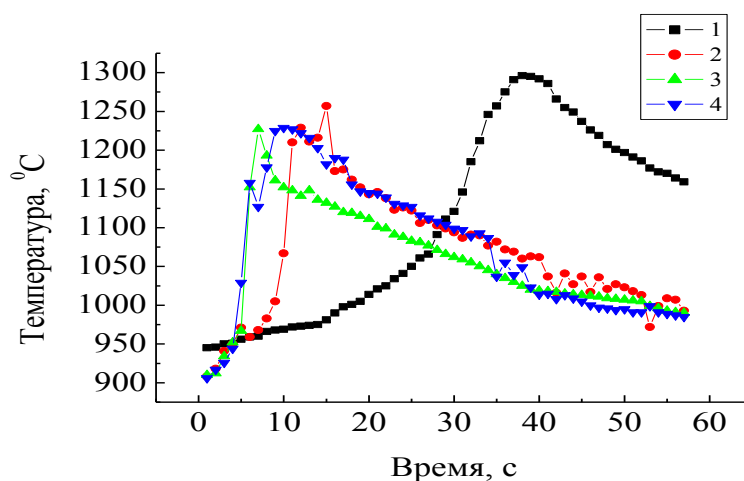


1 – кварц с алюминием;
2 – смесь кварца с кальцитом при соотношении компонент 70:30%;
3 – смесь кварца с кальцитом при соотношении компонент 50:50%

Рис. 3 – Термограммы горения для не активированных систем

После предварительной МХО индукционный период существенно уменьшается и чем продолжительнее обработка смеси, тем быстрее воспламеняется образец, но при этом су-

щественно снижается температура горения на протяжении всего процесса синтеза (рисунок 4).

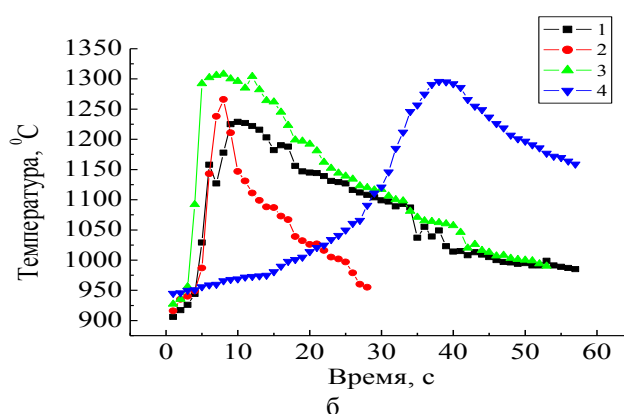
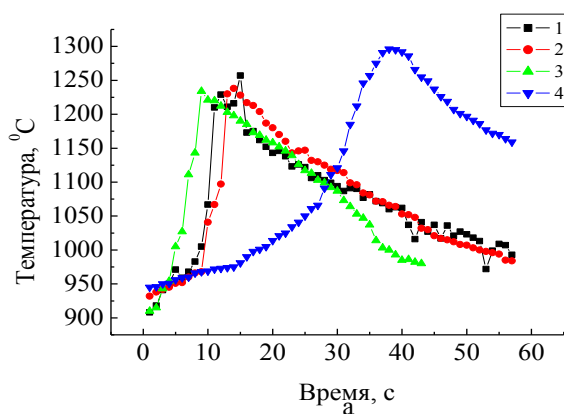


- 1 – неактивированная смесь;
 2 – после МХО при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/2$ в течение 10 мин.;
 3 – после МХО при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/2$ в течение 20 мин.;
 4 – после МХО при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/2$ в течение 30 мин.

Рис. 4 – Термограммы горения смеси кварца с кальцитом при соотношении компонент системы 70:30

Сложный ход температурных кривых горения, а именно скачки в изменении температуры на различных стадиях процесса свидетельствуют о многостадийности фазообразования как на пике процесса, так и в период снижения температуры на стадии постпроцесс

сов. Вариации в изменении $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$ позволяют в значительной мере повлиять на развитие горения, причем как в плане снижения индукционного периода, так и повышения температуры горения. Эти зависимости особенно ярко проявляются после 30 минут МХО (рис. 5).



Время МХО: а - 10 и б – 30 минут

- 1- неактивированная смесь;
 2- после МХО при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/2$;
 3- после МХО при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/3$;
 4 – после МХО при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/4$

Рис. 5 – Термограммы горения смеси кварца с кальцитом при соотношении компонент 70/30%

Обобщенные результаты по изменению максимальной температуры горения в зави-

симости от условий МХО представлены на рисунке 6, из которого следует, что если при

$M_{\text{п}}/M_{\text{ш}} = 1/2$ чем продолжительнее обработка, тем ниже температура горения, то с увеличением соотношения $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$ до $1/3$ время обработки способствует повышению температуры горения, а при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}=1/4$ зависимость $T_{\text{max}} = f(\tau_{\text{акт}})$ проходит через минимум при 20 минут

обработки. Этот факт является косвенным свидетельством глубоких структурных перестроек в измельчаемом материале, обеспечивающих изменение ее термодинамических и кинетических характеристик в процессе горения.

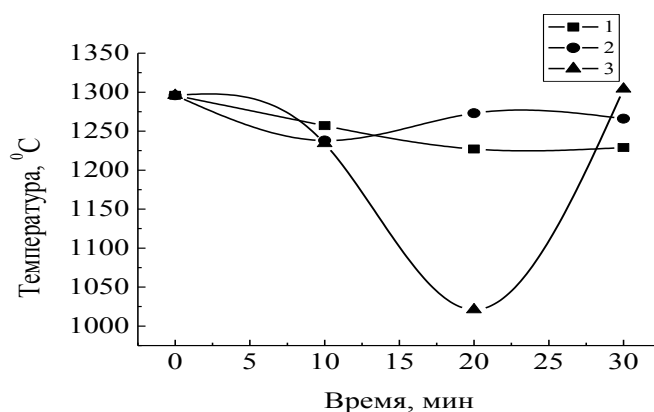


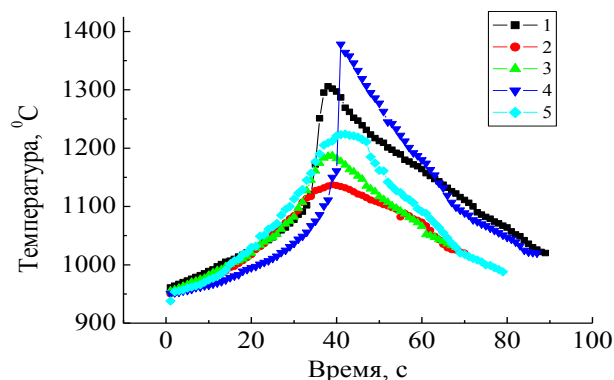
Рис. 6 –Зависимость максимальной температуры горения системы $\text{Al}+(\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3)$ от времени активации смеси при разном соотношении $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$: 1-1/2, 2-1/3 и 3-1/4

По результатам экспериментов по активации процесса горения кварца с алюминием, при введении различных добавок в шихтовую смесь наиболее эффективно показали себя кремневая кислота, поливиниловый спирт и мочевины в плане активации процесса горения: снижения индукционного периода, повышения скорости и температуры горения [5]. Ряд специфических особенностей горения было установлено при использовании янтарной кислоты. Эти же добавки - активаторы вводились в шихтовую смесь кварца с кальцитом сначала до проведения МХО, чтобы выяснить непосредственно роль самих добавок на развитие горения неактивированной системы. Результаты эксперимента показали, что присутствие добавок поливинилового спирта и кремневой кислоты в не активированной шихте, приводит к снижению скорости и температуры горения (рисунок 7). Причем чем больше кальцита в шихте, тем этот эффект сильнее. Увеличение количества связанной воды в добавке способствует снижению температуры горения. В присутствии 10% янтарной кислоты в шихте наблюдается наоборот рост температуры горения исследуемой системы.

При введении в систему добавок, содержащих аммиачную группу (например, мочевины), в закономерностях горения наблюдаются

явно выраженные изменения (рисунок 7). Прежде всего, период нагрева и зажигания смеси четко представлен двумя этапами: 1 – с низкой скоростью повышения температуры до 1100°C в течение 60-80 секунд и 2- скачкообразного повышения температуры почти до 1400°C в течение 4-6 секунд. Эти этапы процесса горения, в данном случае, связаны с разложением не только карбоната кальция, но и органических добавок. Мочевина разлагается на биурет, аммиак и углекислый газ, а в присутствии паров воды возможен полный гидролиз с образованием NH_3 и CO_2 . Затем идет окисление аммиака, что повышает температуру и ускоряет твердофазные реакции в системе.

Согласно результатам, представленным на рисунке 5, из числа использованных добавок – активаторов для системы $(\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3)$ наибольший тепловой эффект в процессе горения получен в присутствии мочевины и янтарной кислоты. Присутствие янтарной кислоты обеспечивает наибольшее снижение индукционного периода зажигания. Следующий этап работы проводился по исследованию закономерностей горения системы кварц-кальцит, активированной в присутствии янтарной кислоты в зависимости от времени МХО и соотношения массы порошка и шаров.



1- янтарная кислота, 2 – поливиниловый спирт,
3- кремневая кислота водная, 4- мочевиная, 5- без добавок

Рис. 7 - Термограммы горения смеси кварца с кальцитом при соотношении компонент 50:50 с 10% добавок- активаторов

Силовой фактор, механического воздействия проявляется через соотношение $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$, чем больше шаров, тем больше ударов принимает на себя частица измельчаемого порошка, результатом чего является повышение степени

активации материала, а как следствие того, прежде всего, снижение индукционного периода зажигания, повышение скорости и, как правило, повышение температуры горения (рисунок 8).

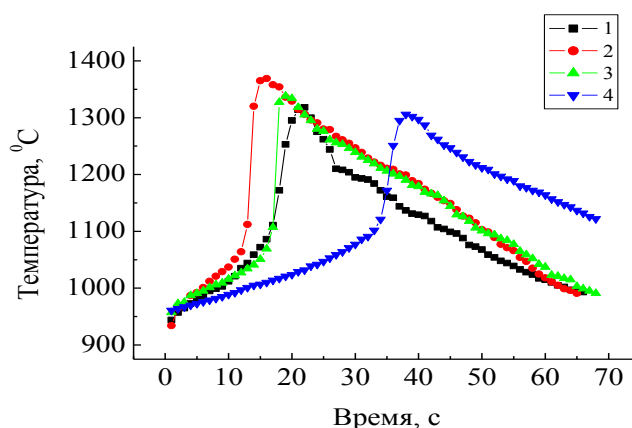


Рис. 8 – Термограммы горения системы $[\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4]$, активированной в течение 40 минут при разных соотношениях $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$: 1-1/2, 2-1/3, 3-1/4; и 4 – неактивированная система

При этом зависимость максимальной температуры горения от времени МХО носит достаточно сложный характер (рисунок 9) с точкой минимальных значений после 30 минут обработки. При использовании других модифицирующих добавок общие закономерности в изменении максимальной температуры горения от условий МХО сохраняются, изменяются индукционный период и уровень температуры горения.

Главные результаты СВ-синтеза исследуемых систем, прежде всего, определяются формированием фазового состава синтезируемого материала, от которого зависят его эксплуатационные свойства и качество в целом. Для не активированной системы, содержащей кроме кварца еще и кальцит в стехиометрическом соотношении к алюминию, в продуктах горения кроме корунда и кремния обнаружен геленит- $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{AlSi})\text{O}_7$ (таблица 1).

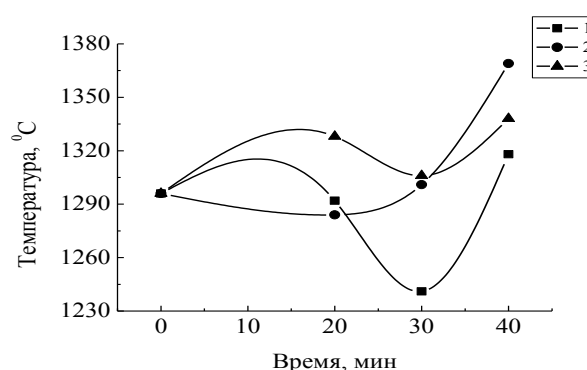


Рис. 9 – Зависимость максимальной температуры горения системы $[(\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4)]$ от условий совместной МХО компонентов шихты (время обработки и $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}$: 1-1/2, 2-1/3, 3-1/4)

Таблица 1 – Фазовый состав продуктов горения образцов $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}$ в зависимости от условий МХО (время МХО и $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}$)

Фазы	Содержание фаз, %							
	Образцы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Al_2O_3	42,7	46,6	38,3	35,3	26,3	20,8	41,2	40,6
$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$			15,3	22,6	15,4	26,1		
FeAl_3Si_2		2,6	11,7	7,8	6,7	5,7		
Si	20,3	16,0	12,9	13,3	15,7	10,3	8,6	9,6
$\text{Ca}_2\text{Al}((\text{AlSi})\text{O}_7)$	10,5	6,8	9,7	8,2	11,4	8,8	14,9	18,9
Al	7,8	7,7	6,8	9,2	5,2	11,1	7,9	7,1
SiO_2	9,2	3,1	3,9	1,8		3,4	3,2	1,7
CaO	5,8	11,7	1,3	1,7	1,1		7,0	2,6
CaAl_4O_7					18,1	13,7		
$\text{Ca}(\text{OH})_2$							2,9	7,9
$\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$							14,0	11,4
$\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$		5,4						

1 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 30/70;
 2 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$; 50/50 ;
 3 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 30/70, $t=10$ min, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/2$;
 4 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 30/70, $t=30$ min, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/3$;
 5 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 30/70, $t=30$ min, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/4$;
 6 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 30/70, $t=20$, min, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/4$;
 7 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 50/50, $t=20$ min, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/2$;
 8 - $(\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2) + \text{Al}$, 50/50, $t=30$ min, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/2$

В достаточно большом количестве остается непрореагировавший алюминий, кварц и оксид кальция. После активации минералов в продуктах реакции появляется анортит - $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$, а также соединения CaAl_4O_7 и $\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$, количество которых определяется условиями МХО (таблица 1). Важное значение при этом имеет соотношение в шихте кварца к кальциту (70/30 или 50/50).

Введение в не активированную шихту различных органических добавок повышает скорость и температуру процесса. Как следст-

вие этому было обнаружено в синтезированном материале образование различных форм волластонита (таблица 2), количество которого определяется соотношением содержания кварца и кальцита, а также видом добавки – активатора. Наибольшее количество волластонитовой фазы образуется в образце при соотношении $\text{CaCO}_3 : \text{SiO}_2=50/50$ и в присутствии мочевины. В этом случае в продуктах реакции обнаружено также присутствие карбида кремния и нитрида алюминия, количество последнего возрастает с увеличением содержания мочеви-

ны. После предварительной активации системы с модификаторами количество волластонита в продуктах синтеза уменьшается, но по-

вышается содержание геленита и образуется анортит.

Таблица 2 – Фазовый состав продуктов горения образцов $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}$ в зависимости от вида добавок-активаторов и условий МХО (время МХО и $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}$)

Фазы	Содержание фаз, %			
	Образцы			
	1	2	3	4
Al_2O_3	13,2	25,8	29,2	30,4
$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$			12,1	18,4
FeAl_3Si_2			3,4	5,3
Si	8,1	13,2	11,3	10,5
$\text{Ca}_2\text{Al}((\text{AlSi})\text{O}_7)$	5,6	11,5	17,3	14,4
Al	4,3	5,7	10,2	9,6
SiO_2	2,4		3,8	4,5
CaO	0,8	2,0	1,9	1,0
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	5,7	6,0		
$\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$ - Псевдоволластонит			10,9	5,7
Параволластонит	8,9	7,2		
Волластонит – 1А	36,6	14,4		
AlN	3,3	5,4		
SiC	11,1	8,7		
1- $[\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 + 5\%(\text{NH}_2)_2\text{CO}] + \text{Al}$, 50/50; 2- $[\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 + 10\%(\text{NH}_2)_2\text{CO}] + \text{Al}$, 50/50; 3- $[\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 + 5\%\text{ПВС}^{**}] + \text{Al}$, 30/70, 10мин, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/2$; 4- $[\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 + 5\%\text{ЯК}^*] + \text{Al}$, 50/50, 10мин, $M_{\text{II}}/M_{\text{III}}=1/2$; *ЯК – янтарная кислота, **ПВС-поливиниловый спирт				

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что механохимическая обработка минералов (кварц- SiO_2 , кальцит- CaCO_3), используемых в качестве компонентов шихтовой смеси для СВ-синтеза композиционных систем, способствует, прежде всего, изменению кинетических характеристик процесса горения: снижению индукционного периода зажигания и повышению скорости горения. Изменение температуры горения носит сложный характер, что обусловлено активацией как экзотермических реакций (окислительно-восстановительные), так и эндотермических, связанных с образованием сложных соединений типа анортита, геленита, волластонита и пр.

Получено, что присутствие в шихтовой смеси кальцита (карбоната кальция) приводит к снижению скорости горения и температуры на стадии постпроцессов, что обусловлено разложением карбоната кальция с образованием оксида кальция, оксида или диоксида углерода, которые также вступают в реакции

фазообразования. Предварительная МХО активизирует процесс распада карбоната кальция, в результате повышается скорость и температура горения. Вариации условий МХО позволяют изменять кинетику процесса и обеспечить более полную реализацию исходных компонентов шихты.

Установлен положительный эффект присутствия в шихте различных органических и неорганических добавок, активирующих процесс горения систем на основе смеси кварца и кальцита. Присутствие в достаточном количестве связанной воды и аммиачной группы в добавках-активаторах способствует повышению температуры горения, увеличению количества матричной фазы (корунда) и нитрида алюминия в продуктах синтеза. Установлены специфические особенности воздействия добавок янтарной кислоты на процесс горения, проявляющиеся в повышении кинетических характеристик и температуры горения систем.

Установлены закономерности в изменении характеристик горения многокомпонентных систем: скорость и температура горения

повышаются с увеличением продолжительности обработки и количества размольных шаров. Модифицирование в процессе МХО интенсифицирует процессы горения и фазообразования при СВ-синтезе. Эффективность модифицирующей МХО проявляется в фазовом составе СВС-материала. В продуктах синтеза образуются анортит - $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7)$, геленит- $\text{Ca}_2\text{Al}((\text{AlSi})\text{O}_7)$ и волластонит (псевдоволластонит) - $\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$, обеспечивающие качество конечного продукта.

Литература

1. Мофа Н.Н., Шабанова Т.А., Антонюк В.И., Мансуров З.А. Механохимическое модифицирование высокодисперсных частиц кварца – способ воздействия на процесс горения и синтез композиционных СВС-систем // Горение и плазмохимия 2010. -Том 8, № 1. – С. 58-67.
2. Левашов Е.А., Рогачев А.С., Юхвид В.И., Боровинская И.П. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: - М.: «издательство Бином». 1999. – 176с.
3. Ляхов Н.З., Талако Т.Л., Григорьева Т.Ф. Влияние механоактивации на процессы фазо- и структурообразования при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе. – Новосибирск: Параллель, 2008. – 168с
4. Мофа Н.Н. Технологическое горение механоактивированных смесей //Материалы V Международного симпозиума «Горение и плазмохимия», 16-18 сентября 2009г., Алматы. –С. 58-60.
5. Мофа Н.Н., Антонюк В.И., Шабанова Т.а., Садыков Б.С., Акназаров С.Х. СВ-синтез алюмосиликатной керамики: механохимическая активация и закономерности горения //V Международного симпозиума «Горение и плазмохимия», 16-18 сентября 2009г., Алматы. –С. 243- 246.

Дата поступления 27 декабря 2011 г.

THE PECULIARITIES OF COMBUSTION AND PHASE FORMATION IN THE COURSE OF SHS OF MECHANOACTIVATED MIXTURES QUARTZ-CALCITE

N.N. Mofa, S. Kh. Aknazarov, B.S. Sadykov

Combustion Problems Institute, Bogenbay Batyr str., 172, Almaty, Kazakhstan

Abstract

In operation influencing mechanochemical treatment (MCT) of minerals (quartz- SiO_2 , calcite- CaCO_3) on process of their burning in mode SHS with aluminium is esteemed. It is demonstrated that labilising charge mixtures in a grinding mill raises a power state of a material and promotes variation of kinetic performances of process of burning: to drop of an induction period of ignition and burning rate increase. Combustion temperature variation has difficult nature that is caused by activation as exothermic and the heat-absorbing reactions linked to formation of joints of type anorthite, helenite, wollastonite. Use of various organic modifying agents charge to a mixture leads to formation in the course of SHS nitride and carbide compounds. It is demonstrated that varying modes MCT, modifying agents and proportions between fusion mixture reductants can be synthesised on the basis of the activated and modified systems various on phase composition composite SHS-materials.

ЖАНУ ЖӘНЕ ФАЗА ТҮЗІЛУ ӨЖС МЕХАНИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІРІЛГЕН ҚОСПАЛАР КВАРЦ-КАЛЬЦИЙ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Н.Н. Мофа, С.Х. Акназаров, Б.С. Садыков

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жану проблемалары институты, Қазақстан, 050012, Алматы қаласы, 172 Бөгенбай батыр к.

Аннотация

Жұмыста (кварц- SiO_2 , кальцит- CaCO_3) минералдарының механохимиялық өңделуінің олардың ӨЖС режимінде алюминимен жану үрдісіне әсері қарастырылған. Шихталық қоспаны диірменде белсендіру материалдың энергетикалық күйін жоғарылататындығы және жану үрдісінің кинетикалық сипаттамаларының өзгеруіне: тұтанудың индукциялық периодының төмендеуіне және жану жылдамдығының ұлғаюына әсер ететіндігі көрсетілген. Анортит, геленит, волластонит типті қосылыстардың түзілуіне байланысты экзотермиялық және эндотермиялық реакциялардың белсенділігін қамтамасыз ететін жану температурасының өзгермелілігі күрделі сипатқа ие. Шихта қоспаларының әртүрі органикалық модификаторларын пайдалану ӨЖС үрдісінде нитридті және карбидті қосылыстардың түзілуіне әкеледі. МХО режимдерін, модификаторларды және шихта компоненттерінің өзара қатынастарын өзгерте отырып белсендірілген және модифицирленген жүйелер негізінде әртүрі фазалық құрамдағы композитті ӨЖС материалдарын синтездеуге болатындығы көрсетілген.