Зиновьева Маргарита Владимировна Разработка гетерофазных сплавов для защиты композиционных материалов от воздействия высокоэнтальпийных потоков окислительного газа

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Зиновьева Маргарита Владимировна

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общая характеристика высокотемпературных керамик на боридной, карбидной и силицидной основе: физико-механические и теплофизические свойства, перспективы применения в качестве прекурсоров для получения керамико-матричных материалов

1.2. Особенности механизмов статического и динамического окисления керамик на боридной, карбидной и силицидной основе

1.2.1. Окисление боридов ZrB2 и Н®2

1.2.2. Окисление многокомпонентных керамик на основе ZrB2 и Н®2 легированных добавками карбидов и силицидов

1.2.3. Стойкость керамико-матричных материалов к абляции

1.3. Методы получения гетерофазных высокотемпературных керамик на боридной, карбидной и силицидной основе

1.3.1. Получение порошков гетерофазных высокотемпературных керамик

1.3.1.1 Прямой синтез из элементов в режиме горения

1.3.1.2 Боротермическое восстановление оксидов

1.3.1.3 Карботермическое восстановление оксидов

1.3.1.4 Металлотермическое восстановления оксидов

1.3.1.5 Химические методы получения с использованием газофазных реакций и растворов

1.3.2 Получение высокоплотных керамик на боридной, карбидной и силицидной основе

1.3.2.1 Самораспространяющийся высокотемпературный синтез

1.3.2.2 Горячее прессование и искровое плазменное спекание

1.3.2.3 Гибридные технологии

1.3.2 Получение керамико-матричных материалов с матрицей на боридной, карбидной

и силицидной основе

1.3.2.1 Золь-гель метод

1.3.2.2 Полимерная инфильтрация и пиролиз

1.3.2.3 Химическая инфильтрация паров

1.3.2.4 Насыщение суспензией

1.3.2.4 Инфильтрация расплава

1.4 Заключение к литературному обзору

ГЛАВА 2. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Исходные материалы и составы

2.2 Термодинамический анализ химических реакций и фазовых превращений при СВС, а также фазовой стабильности продуктов синтеза

2.3. Методики экспериментального исследования макрокинетических параметров процесса горения

2.4 Методика определения тепловыделения при горении реакционных смесей

2.5 Методики экспериментальных исследований процессов фазо- и структурообразования при синтезе керамик в режиме горения

2.5.1 Закалка фронта горения в медном клине

2.5.2. Динамическая дифрактография

2.6 Методики синтеза и консолидации гетерофазных керамических порошков

2.6.1 Прямой синтез из элементов и магнийтермическое восстановление оксидов в режиме рения

2.6.2 Получение гетерофазного порошка из продуктов горения

2.6.3 Горячее прессование

2.7 Методики экспериментальных исследований

2.7.1 Определение интервалов плавления смесей

2.7.3 Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, микрорентгеноспектральный анализ

2.7.4 Определение гранулометрического состава порошков методом дифракции лазерного излучения

2.7.5 Определение плотности и пористости образцов методами гидростатического взвешивания и гелиевой пикнометрии

2.7.6 Определение теплоплофизических характеристик консолидированной керамики

2.7.7 Определение стойкости к высокотемпературному окислению

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОЙСТЕЙ ГОРЕНИЯ, ФАЗО- И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭЛЕМЕНТНОМ СИНТЕЗЕ ГЕТЕРОФАЗНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ Zr-Si-Mo-B. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕТЕРОФАЗНЫХ СВС-ПОРОШКОВ

3.1 Результаты термодинамического анализа

3.1.1 Адиабатическая температура горения и равновесный состав продуктов СВС реакций. Термодинамический анализ возможных химических реакций и фазовых превращений при СВС

3.1.2 Анализ фазовой стабильности продуктов синтеза

3.2 Результаты исследований тепловыделения и макрокинетики процесса горения

3.3 Исследование механизмов фазо- и структурообразования керамики в процессе горения

3.4 Морфология, гранулометрический и фазовый составы гетерофазных керамических СВС- порошков

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОЙСТЕЙ ГОРЕНИЯ, ФАЗО- И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭЛЕМЕНТНОМ СИНТЕЗЕ ГЕТЕРОФАЗНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ Hf-Si-Mo-B. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ГЕТЕРОФАЗНЫХ СВС-ПОРОШКОВ

4.1 Результаты термодинамического анализа

4.1.1 Адиабатическая температура горения и равновесный состав продуктов СВС реакций. Термодинамический анализ возможных химических реакций и фазовых превращений при СВС

4.1.2 Анализ фазовой стабильности продуктов синтеза

4.2 Результаты исследований тепловыделения и макрокинетики процесса горения

4.3 Исследование механизма фазообразования керамики в процессе горения

4.4 Морфология, гранулометрический и фазовый составы гетерофазных керамических СВС- порошков

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ГЕТЕРОФАЗНЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МАГНИЙТЕРМИЧЕСКИМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ОКИСДОВ

5.1 Особенности синтеза керамических гетерофазных порошков магнийтермическим восстановлением оксидов

5.2 Морфология, микроструктура, фазовый и гранулометрический состав гетерофазных керамических СВС- порошков

ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ZrB2-ZrSi2-MoSi2 и НШ2-Иге12-Мо812 И КЕРАМИКО-МАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

6.1 Оптимизация режимов горячего прессования. Фазовый состав, микроструктура и тонкая структура консолидированной керамики на основе гетерофазных керамических СВС- порошков. Физические и теплофизические свойства

6.2 Исследование интервалов плавления смесей, содержащих гетерофазные СВС-порошки. Фазовый состав и микроструктура слитков

6.3 Состав и структура керамико-матричных материалов, полученных при использовании гетерофазных СВС-порошков

ГЛАВА 7. ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КЕРАМИКИ И КЕРАМИКО-МАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

7.1. Высокотемпературное окисление консолидированной керамики из гетерофазных СВС-порошков в статических условиях

7.1.1 Кинетика окисления консолидированной керамики

7.1.2 Фазовый состав и микроструктура окисленного слоя

7.2 Газодинамические испытания керамико-матричных материалов, полученных с использованием гетерофазных СВС- порошков

7.2.1 Поведение керамико-матричных материалов в условиях взаимодействия с высокоэнтальпийным потоком окислительного газа

7.2.2 Микроструктура окисленных слоев, формирующихся на поверхности образцов керамико-матричного материала в процессе газодинамических испытаний

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРИЛОЖЕНИЕ Г