

Основные результаты поисковой научно-исследовательской работы по Государственному контракту № П715 от 20.05.2010 г.

«Спекание металлокерамических функционально-градиентных материалов с использованием микроволнового нагрева»

Данная НИР направлена на разработку физических основ принципиально нового способа изготовления объёмных металлокерамических функционально-градиентных материалов (ФГМ), основанного на спекании интенсивным микроволновым излучением порошковых композиций с пространственно неоднородным составом. Основные полученные результаты, полученные за все время выполнения НИР, сводятся к следующему.

1.1. Составлена база данных теоретических и экспериментальных научных исследований в области создания объёмных функционально-градиентных металлокерамических материалов, в том числе с использованием микроволнового нагрева. Подготовлен аналитический обзор по проблеме.

1.2. Получены температурные зависимости коэффициентов поглощения микроволнового излучения и теплопроводности порошковых компактированных металлокерамических сред в интервале температур 20 – 1400 °С.

1.3. Создана модель процесса микроволнового нагрева компактированных порошковых металлокерамических материалов и получены результаты численных расчетов нагрева образцов до температур спекания материалов.

2.1. Получены данные по типам и количествам пластификаторов и связующих, обеспечивающих высокую степень гомогенизации для каждой из смесей с различным соотношением керамических и металлических компонентов.

2.2. Получены данные по параметрам прессования, обеспечивающим получение макроскопически целостных образцов с плотностью более 50 % от теоретического значения.

2.3. Разработан метод компактирования, обеспечивающий получение высокоплотных макроскопически целостных металлокерамических образцов с максимальной степенью однородности плотности.

2.4. Нарботаны партии образцов (дисков) с различным объёмным соотношением компонентов с максимальной достижимой плотностью для последующего спекания при микроволновом нагреве.

3.1. Создан размещаемый в рабочей камере гиротронного комплекса дилатометр для измерения линейной усадки образцов, нагреваемых микроволновым излучением.

3.2. Создана система теплоизоляции образцов для работы при температурах не менее 1500 °С в условиях нагрева микроволновым излучением.

3.3. Разработана совместимая с наличием интенсивного электромагнитного поля многоканальная система измерения температуры.

3.4. Получены данные по кинетике спекания при микроволновом нагреве компактированных порошковых металлокерамических материалов с различным объемным соотношением компонентов.

4.1. Создано совместимое с наличием интенсивного электромагнитного поля устройство одноосного прессования с давлением не менее 10 МПа.

4.2. Создан алгоритм численного расчета спекания многослойных образцов, основанного на самосогласованном решении задач электродинамики и теплопроводности порошковых сред с учетом изменения плотности образцов с различным объемным соотношением компонентов (на основе данных исследования кинетики спекания).

4.3. Разработан метод вариации свойств теплоотвода температурного профиля, обеспечивающий однородное спекание многослойных образцов металлокерамических материалов с различным объемным соотношением компонентов.

4.4. Нарботаны партии объемных образцов спеканием многослойных заготовок при микроволновом нагреве с приложением внешнего давления.

5.1. Установлены зависимости между режимами микроволнового нагрева и микроструктурой и механическими свойствами спеченных функционально-градиентных металлокерамических материалов.

5.2. Найдены оптимальные режимы спекания функционально-градиентных металлокерамических материалов при микроволновом нагреве.

6.1. Способом микроволнового нагрева с приложением внешнего давления наработаны партии образцов, полученных соединением керамических и металлических заготовок через функционально-градиентную металлокерамическую прослойку.

6.2. Разработаны режимы (температура процесса, скорости нагрева и охлаждения, время выдержки, давление, уровень микроволновой мощности), обеспечивающие достижение максимальных механических свойств материала зоны соединения.

6.3. Определены прочностные свойства соединения керамических и металлических образцов методами термического циклирования и термоудара.

Приведенные результаты полностью удовлетворяют требованиям технического задания. Достоверность и обоснованность результатов НИР подтверждается тем, что они получены путем использования апробированных методов, физическая интерпретация результатов базируется на известных работах, а предложенные модели не противоречат существующим представлениям и известным (опубликованным) данным.