

Резюме проекта, выполняемого/выполненного

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.607.21.0056

Тема: «Разработка керамических элементов $Zr_m(O-B-C)_n$ конструкций тепловой защиты и технологии их получения для эффективной тепловой защиты аэрокосмических летательных аппаратов и их энергетических систем»

Приоритетное направление: Транспортные и космические системы

Критическая технология: Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения

Период выполнения: 08.09.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 92.09 млн. руб.

Бюджетные средства 57.09 млн. руб.,

Внебюджетные средства 35.00 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук

Индустриальный партнер: Закрытое акционерное общество "НЭВЗ-КЕРАМИКС"

Ключевые слова: теплоизоляционные керамики, градиентная структура, пористость, карбид гафния, диборид циркония, карбид циркония, оксид циркония

1. Цель проекта

Реализация проекта направлена на решение проблемы, заключающейся в увеличении эффективности тепловой защиты энергетических систем ракетно-космической техники.

Целью реализуемого проекта является - обеспечение работоспособности неохлаждаемых теплонапряжённых элементов конструкций ракетно-космической техники из керамических и углерод-керамических композиционных материалов с помощью организации эффективной многоуровневой защиты их поверхности. Разработка технологии получения теплозащитных пористых градиентных теплозащитных керамических материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$ с HfC покрытием устойчивым к термическим воздействиям до 3000 К.

Реализация проекта обеспечит разработку комплекса базовых технологических решений для создания, нового поколения теплоизоляционных керамических композиционных материалов и термостойких покрытий, работоспособных в агрессивных средах при температурах не менее 3000 К, отличающихся повышенной термостойкостью, высокими удельными термомеханическими характеристиками.

2. Основные результаты проекта

На отчётном этапе выполнения ПНИ разработан лабораторный технологический регламент получения пористых градиентных керамических композиционных материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$ методом прямого формования и последующего высокотемпературного спекания в защитной атмосфере. Разработаны программа и методики исследовательских испытаний по отработке технологических режимов формования теплозащитных пористых градиентных керамических материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$. Проведены исследовательские испытания по отработке технологических режимов формования теплозащитных пористых градиентных керамических материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$. Получено 24 серии экспериментальных лабораторных образцов теплозащитных пористых градиентных керамических композиционных материалов, отличающихся соотношением компонентов и технологическими режимами получения. Во всех исследованных образцах градиентных керамических композиционных материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$ формируется качественная бездефектная граница раздела между слоями ZrC и ZrB_2 . Разработана математическая модель прогноза теплофизических и термомеханических свойств пористых градиентных высокотемпературных композиционных материалов и покрытий. Показано, что влияние неоднородности границ раздела оказывается существенным лишь на начальной стадии процесса нагрева композита. Увеличение пористости слоев покрытия приводит к падению температуры в слое и на нижней поверхности, но это всегда связано с увеличением градиента температуры, что может привести к росту термических напряжений; с увеличением толщины слоев покрытия можно добиться гораздо большего падения температуры как в пределах одного слоя, так и на нижней поверхности слоевого композита, однако, это может привести к росту массы конструкции, что нежелательно. Полученные результаты не противоречат современным научным представлениям о структурно-фазовом состоянии градиентных керамических материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$. Исследования на отчётном этапе выполнены в полном объёме и в соответствии с Техническим заданием.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Охраноспособные результаты РИД за отчетный период созданы не были.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Разработанные при выполнении исследований технологические подходы и инженерные решения получения пористых и градиентных термостойких керамических композиционных материалов системы $Zr_m(O-B-C)_n$ с термостойкими покрытиями могут быть унифицированы в различных областях техники и ориентированы на использование отечественной сырьевой базы, что является весомой альтернативой импортируемым керамическим наукоёмким изделиям фирм экспортёров CeramTec (США), Morgan (England), Swerea IVF (Sweden).

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Создание по результатам проекта наукоёмкой продукции и интеллектуальной собственности (патентов) обеспечит в дальнейшем перспективу коммерциализации, включая оформление лицензионных соглашений с потенциальными заказчиками на технологии производства керамических композиционных материалов и изделий из них. Коммерциализация в экономическом секторе результатов работы в объёмах, возможных в условиях комплекса предприятий ракетно-космического комплекса, двигателестроения, машиностроения, энергетики и др. областях индустрии, обеспечит социально-экономический эффект, исчисляемый в миллионах рублей при широком внедрении результатов, как на внутреннем рынке, так и на внешнем рынках, при заключении договоров и контрактов.

6. Формы и объёмы коммерциализации результатов проекта

Возможные формы коммерциализации результатов проекта: уступка патентных прав; проведение НИОКР по заказу промышленных предприятий; образование малых инновационных предприятий на базе ИФПМ СО РАН. Начиная с 2020 г. общая сумма объёма реализации товарной продукции, созданной с использованием разработанных в проекте технологий и конструктивных решений, в стоимостном выражении должна составлять не менее 300 млн. руб. в год. Оценочный объём отечественного рынка изделий из теплоизоляционных керамических композиционных материалов высокотемпературного назначения практически не освоен отечественным производителем и составит в 2017 - 2020 гг. до 100 тысяч единиц изделий или около 450 млн. руб./год.

7. Наличие соисполнителей

Национальный исследовательский Томский государственный университет (2014 – 2015 гг.).

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского
отделения Российской академии наук

(должность)

(подпись)

Псахье С.Г.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

старший научный сотрудник

(должность)

(подпись)

Буякова С.П.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.