

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«СТАНКИН»**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПНИ
по этапу №1
по теме:

Разработка технологии селективного лазерного плавления композитных порошковых материалов с высоким содержанием твердых упрочняющих фаз для получения функциональных жаростойких изделий с повышенным комплексом механических свойств для использования в авиакосмической отрасли

Соглашение о предоставлении субсидий № 14.574.21.0079
от 08 июля 2014 г.

Мероприятие 1.2 ФЦП Проведение прикладных научных исследований для развития отраслей экономики по приоритетному направлению "Транспортные и космические системы"

Научный руководитель работ: А.В. Гусаров

Работа выполнялась в Лаборатории инновационных аддитивных технологий



Содержание:

1. Цели и задачи

2. Выполнение работ по плану-графику

3. Отчет о выполнении индикаторов и показателей

4. Отчет об осуществлении расходов

5. Выводы



Стратегическая цель: Стратегическая цель: Развитие и адаптация технологий аддитивного производства, их индустриализация с использованием современных отечественных материалов.

Цель ПНИ: Разработка инновационной технологии селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов для получения изделий сложной геометрической формы для авиационно-космической техники, обладающих повышенной механической прочностью и жаростойкостью.

Цель 1 этапа ПНИ: Выбор направления исследований. Теоретические исследования и исследования исходных материалов.

Задача 1 этапа ПНИ: Информационное и методическое обеспечение этапов 1 и 2 ПНИ.



Пункт 1.1 плана-графика: аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы

Результаты работ

1. Результаты анализа современного состояния науки и техники в области технологии изготовления методом селективного лазерного плавления металлических, керамических и композитных металломатричных материалов.
2. Результаты анализа стандартизации в области твердых сплавов.
3. Результаты анализа научно-технической литературы в области свойств твердых сплавов.
4. Результаты анализа научно-технической литературы в области наноструктурированных твердых сплавов.
5. Результаты анализа научно-технической литературы в области методического обеспечения проводимых работ, параметрического анализа, анализа остаточных напряжений после обработки.

Результаты работы приведены в разделе 1 отчета о ПНИ.



Пункт 1.2 плана-графика: проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ15.011-96

Результаты работ

1. Результаты исследования технического уровня разработок в технологии селективного лазерного плавления композитных порошковых материалов с высоким содержанием твердых упрочняющих фаз для получения функциональных жаростойких изделий с повышенным комплексом механических свойств.
2. Результаты исследования тенденций развития и прогноз развития технологии селективного лазерного плавления композитных порошковых материалов с высоким содержанием твердых упрочняющих фаз для получения функциональных жаростойких изделий с повышенным комплексом механических свойств.
3. Результаты исследования патентно-лицензионной ситуации в области технологии селективного лазерного плавления композитных порошковых материалов с высоким содержанием твердых упрочняющих фаз для получения функциональных жаростойких изделий с повышенным комплексом механических свойств.

Результаты работы приведены в разделе 13 отчета о ПНИ и отчете о патентных исследованиях.



Пункт 1.3 плана-графика: обоснование и выбор направления исследований в рамках проекта

Результаты работ

1. Проведен и обоснован выбор критериев направления исследований.
2. Проведен сравнительный анализ возможных направлений исследований, проведено обоснование присвоения оценок по критериям различных направлений исследований.
3. Проведено обоснование направления исследований, метода селективного лазерного плавления функциональных композитных материалов.

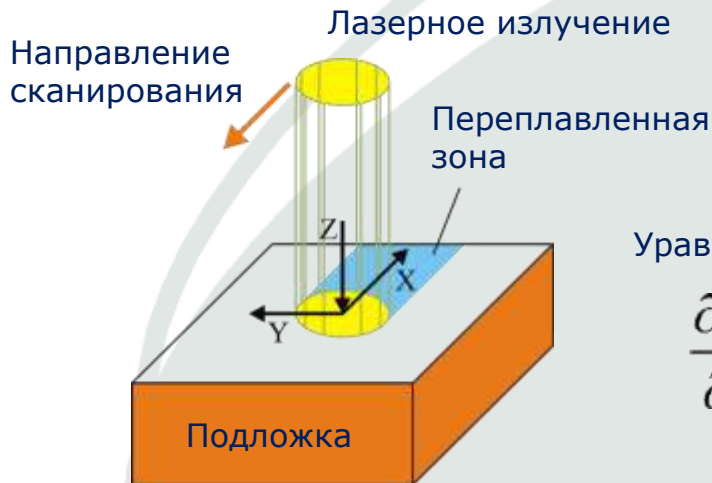
Результаты работы приведены в разделе 2 отчета о ПНИ.



Пункт 1.4 плана-графика: математическое моделирование зоны лазерной обработки исходного материала для выбора оптимальных условий применения метода селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов

Результаты работ

1. Разработана математическая модель селективного лазерного спекания.
2. Приведены методики численного расчета, проведено тестирование модели.
3. Разработан порядок применения модели для оценки оптимальных параметров СЛП.

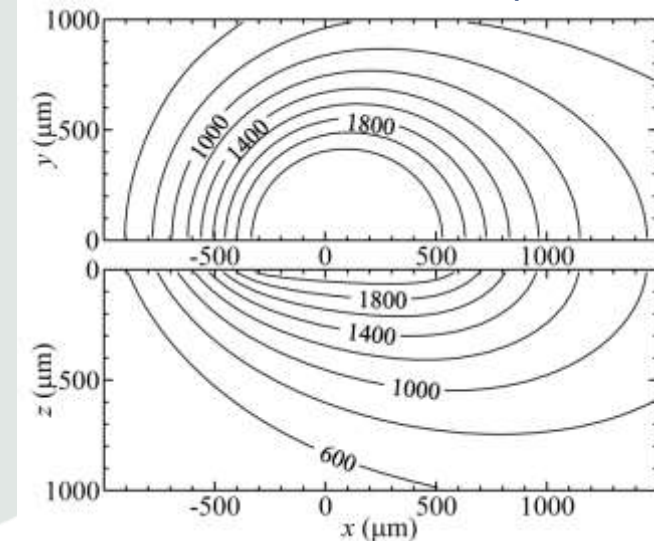


Уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} - u_s \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha \Delta T$$

Результаты работы приведены в разделе 3 отчета о ПНИ.

Тепловые поля в зоне обработки



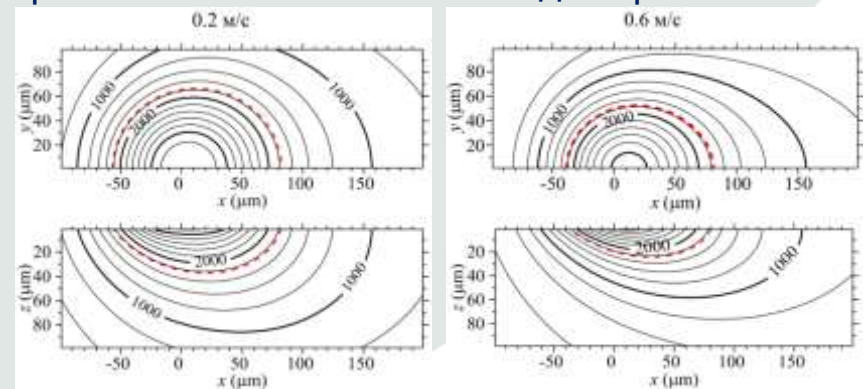


Пункт 1.5 плана-графика: расчеты параметров технологических режимов селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов для обеспечения проведения экспериментальных исследований

Результаты работ

1. Описание технологического процесса и выбор варьируемых параметров режимов.
2. Описание теплофизических свойств материалов.
3. Результаты расчетов селективного лазерного плавления.
4. Выбор оптимальных расчетных параметров режимов на основании моделирования.

На рисунках приведены изотермы в области обработки. Красным цветом выделены изотермы плавления кобальта.



Результаты работы приведены в разделе 4 отчета о ПНИ.



Пункт 1.6 плана-графика: разработка методики подготовки исходных материалов (порошков) для получения функциональных композитных материалов методом селективного лазерного плавления

Результаты работ

1. Разработана методика подготовки исходных материалов (порошков) для получения функциональных композитных материалов методом селективного лазерного плавления.

Результаты работы приведены в разделе 7 и в приложении А отчета о ПНИ.

Пункт 1.7 плана-графика: разработка требований к тестовым образцам для проведения экспериментальных исследований по выбору оптимальных исходных материалов и оптимальных технологических режимов реализации метода селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов

Результаты работ

1. Разработаны требования к тестовым образцам для проведения экспериментальных исследований по выбору оптимальных исходных материалов и оптимальных технологических режимов реализации метода селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов.

Результаты работы приведены в разделе 5 отчета о ПНИ.



Пункт 1.8 плана-графика: разработка электронных моделей тестовых образцов простой геометрической формы

Результаты работ

1. Разработаны электронные модели тестовых образцов простой геометрической формы.

Результаты работы приведены в разделе 6 отчета о ПНИ и на оптическом носителе.

Пункт 1.9 плана-графика: разработка технологической инструкции получения тестовых образцов простой геометрической формы

Результаты работ

1. Разработана технологическая инструкция получения тестовых образцов простой геометрической формы.

Результаты работы приведены в разделе 8 и в приложении Б отчета о ПНИ.



Пункт 1.10 плана-графика: разработка программы и методики экспериментальных исследований по выбору оптимальных исходных материалов и оптимальных технологических режимов метода селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов

Результаты работ

1. Разработана программа и методики экспериментальных исследований по выбору оптимальных исходных материалов и оптимальных технологических режимов метода селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов.

Результаты работы приведены в разделе 9 и в приложении В отчета о ПНИ.

Пункт 1.11 плана-графика: разработка методики исследований исходных материалов (порошков) для получения функциональных композитных материалов методом селективного лазерного плавления (выполняется за счет внебюджетных средств)

Результаты работ

1. Разработана методика исследований исходных материалов (порошков) для получения функциональных композитных материалов методом селективного лазерного плавления за счет собственных средств индустриального партнера.

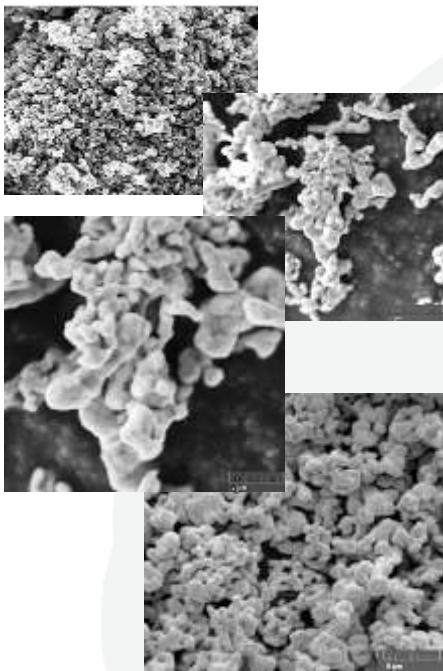
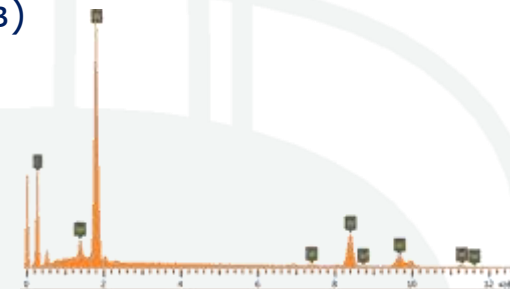
Результаты работы приведены в разделе 10 и в приложении Г отчета о ПНИ.



Пункт 1.12 плана-графика: проведение исследований исходных материалов (порошков) для получения функциональных композитных материалов методом селективного лазерного плавления (выполняется за счет внебюджетных средств)

Результаты работ

1. Результаты исследования порошковых материалов: карбида вольфрама и 2 порошков кобальта плавления за счет собственных средств промышленного партнёра.



№	Параметр	Кобальт ПК1у	Кобальт «Юмикор»	Карбид вольфрама
1	Всего исследовано частиц	18469 шт	27764 шт	626 шт
2	Гранулометрия	+6 -17 мкм	+2 -8 мкм	+0,002 -0,08 мкм
3	Средний размер частиц	9,02 мкм	5,28 мкм	0,062 мкм
4	Форма	иррегулярная	иррегулярная	иррегулярная
5	Химический состав	99% Co (следы Si, Cu, Ni, Fe, C, O)	99% Co (следы Ni, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Ca, Si, Mg, Na)	99% со следами Co, 0,1%Mn, 0,1%Fe
6	Структура	литой материал	литой материал	литой материал

Результаты работы приведены в разделе 11 и в приложении Д отчета о ПНИ.



Пункт 1.13 плана-графика: разработка методики металлографических исследований тестовых образцов простой геометрической формы, изготовленных методом селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов (выполняется за счет внебюджетных средств)

Результаты работ

1. Разработана методика металлографических исследований тестовых образцов простой геометрической формы, изготовленных методом селективного лазерного плавления порошков функциональных композитных материалов за счет собственных средств индустриального партнера.

Результаты работы приведены в разделе 12 и в приложении Е отчета о ПНИ.

При разработке методик, программ и методик, технологической инструкции, электронных моделей и требований к ним использовались литературные источники, приведенные в разделе «Список использованных источников» отчета о ПНИ, личный опыт исполнителей проекта и данные, полученные в результате командировки.