

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 4/итоговый

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-15-2019-1207, Внутренний номер соглашения 14.574.21.0175

Тема: «Разработка технологий прямого лазерного выращивания и ремонтной лазерной наплавки высокопрочных деталей судового машиностроения, эксплуатируемых в условиях Арктики.»

Приоритетное направление: Транспортные и космические системы (ТС)

Критическая технология: Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов

Период выполнения: 26.09.2017 - 01.09.2020

Плановое финансирование проекта: 120.00 млн. руб.

Бюджетные средства 60.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 60.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный морской технический университет"

Индустриальный партнер: Акционерное общество "Центр судоремонта "Звездочка"

Ключевые слова: Мощные волоконные лазеры, прямое лазерное выращивание, лазерная наплавка, судовое машиностроение, пропульсивные системы, судовые двигатели, сложнопрофильные детали, высокопрочные сплавы, порошковые сплавы, сплавы на основе железа, сплавы на основе титана, снижение материалоемкости производства, снижение трудозатрат, освоение Арктики.

1. Цель проекта

Исследование металлургических процессов, протекающих при прямом лазерном выращивании изделий из порошковых металлических материалов, аналогичных используемым в судовом машиностроении металлам и сплавам. Разработка технологии прямого лазерного выращивания высокопрочных деталей судового машиностроения из порошковых металлических материалов и оборудования для её реализации, позволяющих многократно снизить себестоимость изготовления деталей сложной геометрии из высокопрочных материалов. Разработка технологии ремонта высокопрочных деталей судового машиностроения методом лазерной порошковой наплавки. Организация, техническое и технологическое обеспечение участка прямого лазерного выращивания и ремонтной лазерной наплавки на АО «ЦС «Звёздочка». Предлагаемые ПНИ являются директивно заданными АО «ОСК» (Письмо-обращение № 31-4357 от 12 апреля 2017г.) и соответствуют действующим отраслевым приоритетам в области развития технологий в судовом машиностроении и освоении Арктики.

2. Основные результаты проекта

Проведены исследовательские испытания технологий лазерного выращивания (ТЛВ) и ремонта методом лазерной порошковой наплавки (ТРЛПН). Разработаны технические требования к порошковым материалам для прямого лазерного выращивания и лазерной порошковой наплавки. Изготовлены экспериментальные образцы деталей. Разработаны технологические рекомендации по изготовлению сложно-профильных деталей комбинированным методом литья и прямого лазерного выращивания. Разработано технико-экономическое обоснование прямого лазерного выращивания при изготовлении и ремонте высокопрочных деталей судового машиностроения. Разработаны технологические рекомендации по восстановлению изношенной и/или поврежденной геометрии металлических деталей методом лазерной порошковой наплавки в судоремонтном производстве. Изготовлена и испытана лабораторная технологическая установка лазерного выращивания (УТЛВ). Разработаны рекомендации по внедрению технологий лазерного выращивания и лазерной порошковой наплавки в судоремонтное производство. Согласованы с НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» разработанные технологии прямого лазерного выращивания и лазерной порошковой наплавки деталей судового машиностроения, в части применения порошковых материалов конкретных марок для изготовления и ремонта деталей судового машиностроения. УТЛВ предназначена для применения в изготовлении и ремонте высокопрочных деталей судового машиностроения, эксплуатируемых в ледовых условиях Арктики, на предприятиях судового машиностроения. В качестве манипулятора изделия и технологического инструмента используется промышленный робот с двухосевым позиционером. Достижимость робота составляет 1800 мм, грузоподъемность позиционера – 500 кг. Герметичная технологическая кабина позволяет проводить процесс прямого лазерного выращивания и наплавки в контролируемой атмосфере аргона высокой чистоты. Используемое в технологической головке 3х-струйное сопло для подачи порошка в зону лазерного воздействия, а также 6ти-осевой роботизированный манипулятор технологической головки, позволяют проводить обработку в различных пространственных положениях, в том числе с наклоном до 90° относительно вертикали. Проведена пуско-наладка УТЛВ на территории АО "ЦС "Звездочка". Разработанные технологии наплавки и выращивания, а также изготовленное оборудование для их реализации, позволили изготовить экспериментальные образцы Полусферы (18510-5110-085), Корпуса (949-7330-561), Переходника (ДРК2500-20.05.03) и Вала (1ШМС 9.01). Предварительный анализ деталей, подлежащих выращиванию позволил создать стратегии изготовления, компенсирующие остаточные деформации изделия. Технологические рекомендации по прямому лазерному выращиванию и лазерной наплавке разработаны на основе опытных данных, полученных коллективом исполнителей в течение выполнения проекта. Результаты исследований влияния технологических параметров на механические и эксплуатационные свойства позволили сформулировать рекомендации для разработки технологий. Создание расчётных моделей температурных полей при лазерной обработке позволило создать методику расчёта термо-деформационных процессов при выращивании, которая, в свою очередь, помогает учитывать деформацию изделия во время выращивания. Проведённое технико-экономическое исследование показало экономическую эффективность внедрения УТЛВ для изготовления и ремонта некоторых деталей судового машиностроения. Прямое лазерное выращивание становится экономически целесообразным для изделий, претерпевающих длительную и материалоемкую механическую обработку заготовок (КИМ - менее 10%), при традиционном технологическом процессе изготовления. В случае сравнения с литейными технологиями, при которых КИМ стремится к 1, экономическая выгода от прямого лазерного выращивания отсутствует. Однако не стоит забывать о том, что прямое лазерное выращивание для некоторых изделий может быть единственным реализуемым способом изготовления.

Полученные результаты полностью соответствуют мировому уровню исследований в области промышленных аддитивных технологий, а в части разработки технологий и оборудования прямого лазерного выращивания крупногабаритных высокоточных заготовок и определяют его. Полученные результаты соответствуют условиям Соглашения о предоставлении субсидии, в том числе Техническому заданию и Плану-графику исполнения обязательств, а также отвечают целям и задачам коммерциализации результатов проекта АО «ЦС «Звездочка».

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

Патент на изобретение № 2695856 "Способ изготовления изделий из стали типа АК"

Ноу-хау "Технология изготовления изделия корпус", приказ №483 от от 31.10.2019

Ноу-хау "Технология ремонтной наплавки изделия переходник", приказ №484 от от 31.10.2019

Ноу-хау "Технология изготовления изделия полусфера", приказ № 621 от 25.12.2018

Патент на изобретение №2724210 "Способ повышения механических свойств стали АБ2-1 при осуществлении прямого лазерного выращивания металлических заготовок"

4. Назначение и область применения результатов проекта

Разрабатываемые технологии и оборудование прямого лазерного выращивания характеризуются межотраслевой направленностью и обладают потенциалом мультипликативного технологического влияния на развитие нескольких отраслей экономики. Кроме предприятий судостроения и судоремонта потребителями разрабатываемой продукции могут быть предприятия ракетно-космической отрасли, транспортно и энергетического машиностроения. Результаты проекта также могут быть использованы при разработке и модернизации родственных технологий инженерии поверхности, в частности, технологий лазерной порошковой наплавки функциональных поверхностных слоёв, актуальных для атомной, нефтегазовой, нефтехимической, химической отраслей промышленности.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Использование результатов данного проекта позволит получить следующие социально-экономические эффекты: - улучшение потребительских свойств выпускаемой продукции; - совершенствование технологических процессов с точки зрения снижения издержек производства, повышения производственной безопасности (включая экологическую); - повышение уровня автоматизации производства; - обеспечение гибкости производств, сокращение производственного цикла.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Объектами коммерциализации в результате выполнения проекта являются: - лицензия на технологию прямого лазерного выращивания изделий из металлических порошков; - лицензия на технологию ремонта высокопрочных деталей судового машиностроения методом лазерной порошковой наплавки; - технологическая установка лазерного выращивания; - сервисные услуги. Стадия коммерциализации результатов проекта составляет 3 года после окончания проекта. Начало промышленного освоения результатов проекта запланировано на 2020 г. с момента проведения пуско-наладочных работ лабораторной установки УТЛВ на территории АО "Центр судоремонта "Звездочка" (г. Северодвинск). Срок окупаемости проекта находится в пределах среднесрочного кредитования проектов отечественными коммерческими банками и составляет 7 лет с начала ПНИ при расчете по показателям чистой прибыли, амортизации и объема инвестиций.

7. Наличие соисполнителей

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»). Соисполнитель привлекается на протяжении всего проекта (26.09.2017г. - 30.06.2020г.).

НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей». Соисполнитель привлекается на выполнение работ 3 и 4 этапов (06.05.2019г. - 30.06.2020г.)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный морской технический университет"

Ректор

(должность)

(подпись)

Туричин Г.А.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

Ректор

(должность)

(подпись)

Туричин Г.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.