

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Каясовой Анастасии Олеговны на тему: «Создание технологии селективного лазерного сплавления изделий из мартенситностареющих сталей, легированных Ni-Co-Mo», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук, специальность 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 18 декабря 2024 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 9 сентября 2024 г., протокол №22.

Диссертация выполнена на кафедре порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – Левашов Евгений Александрович, доктор технических наук, заведующий кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий, директор Научно-учебного центра СВС МИСИС-ИСМАН (НУЦ СВС), НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 22 от 09.09.2024 г.) в составе:

1. Штанский Дмитрий Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Научно-учебного центра СВС МИСИС-ИСМАН (НУЦ СВС), заведующий Научно-исследовательского центра «Неорганические наноматериалы», профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. Еремеева Жанна Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС;

3. Серов Михаил Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «1101-Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов», «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;

4. Петржик Михаил Иванович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «In-situ» диагностика структурных превращений» НУЦ СВС, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, НИТУ МИСИС;

5. Курганова Юлия Анатольевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение», «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция повышения прочности и пластичности сложнопрофильных изделий из мартенситностареющих сталей марок CL50 WS (Германия) и ПР-03Н18К9М5ТЮ (Россия), полученных селективным лазерным сплавлением (СЛС) с постобработкой, включающей горячее изостатическое прессование (ГИП), термическую обработку (закалка и старение) (ТО) либо сочетание ГИП и ТО, позволившая выявить закономерности фазо- и структурообразования дисперсных и упрочняющих фаз на всех этапах получения, обеспечить высокий уровень свойств консолидированных материалов и соответствие геометрии образцов цифровой 3D- модели.

разработана методология параметрических исследований для оптимизации параметров процесса селективного лазерного сплавления порошков мартенситностареющих сталей стандартных марок CL50 WS и ПР-03Н18К9М5ТЮ, обеспечивающего формирование структуры с наименьшим количеством дефектов при пористости не более 1%.

доказана перспективность практического использования комбинированной технологии СЛС+ГИП+ТО для изготовления образцов деталей типа «Ключ», «Корпус», «Переходник» из мартенситностареющей стали ПР-03Н18К9М5ТЮ в АО «Корпорация «МИТ», которые прошли полный цикл приемо-сдаточных испытаний и приняты к внедрению.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

на основе исследований СЛС-образцов мартенситностареющих сталей методом просвечивающей электронной микроскопии доказаны **положения о том, что** термообработка (закалка и старение) приводит к увеличению показателей прочности и пластичности за счет выделения в пластичной матрице мартенсита избыточной фазы Ni_3Ti в виде дисперсных частиц размером до 100 нм, а также распада пересыщенного твердого раствора, сопровождающегося миграцией атомов легирующих элементов к дислокациям.

изложены условия постобработки (ГИП и ТО) СЛС-образцов, обеспечивающие снижение пористости СЛС- изделий из сплава CL50 WS в 2 раза (до 0,2 %) и сплава ПР-03Н18К9М5ТЮ - в 6 раз (до 0.1%), при достижении высокого уровня механических свойств: $\sigma_B = 1790$ МПа, $\sigma_{0,2} = 1603$ МПа, $\delta = 7,9$, $\psi = 24,9$, твердость $H = 8$ ГПа, модуль

упругости $E = 243$ ГПа;

изложены доказательства наличия взаимосвязи между параметрами процесса СЛС (мощность, скорость), постобработки и структурно-фазовым состоянием сталей, заключающейся в том, что достигнутая однородная мартенситная структура с дисперсным упрочнением частицами Ni_3Ti и остаточной пористостью до 0,2 % для сплава CL50 WS и 0.1% для ПР-03Н18К9М5ТЮ обеспечивает высокие показатели прочности и пластичности.

применительно к проблематике диссертации результативно с получением обладающих новизной результатов **использован комплекс** современных инструментальных методов исследования (рентгеноструктурный фазовый анализ, растровая и просвечивающая электронная микроскопия).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

В депозитарии НИТУ МИСИС зарегистрировано ноу-хау № 36-732-2022 ОИС от 27.12.2022 «Создание селективного лазерного сплавления дисперсно-упрочненных мартенситно-стареющих сплавов и режимы термической обработки изделий с целью достижения высокого уровня механических свойств», номер государственного учета 623011100337-5.

Разработаны и внедрены в АО «Корпорация «МИТ» типовые технологические процессы СЛС и ТО изделий из стальных порошков марки ПР-03Н18К9М5ТЮ (АВС 01265.00010 (Акт внедрения № 21/01-23 от 16.01.23), АВС 01250.00065 (Акт внедрения № 36/01-24 от 22.01.24), АВС 25.000.000.89 (Акт № 26/05-23)).

Введены в действие разработанные технические условия ТУ 24.10.14-003-07501248-2024 «Материал, синтезируемый по технологии селективного лазерного сплавления (СЛС) из стали марки 03Н18К9М5ТЮ (ЧС4)». В соответствии с утверждённой конструкторской и технологической документацией изготовлены изделия типа «Ключ», «Переходник», «Корпус», которые прошли полный цикл приемо-сдаточных испытаний и приняты в эксплуатацию.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных исследований использовано современное технологическое и аналитическое оборудование. Идея работы базируется на анализе общемирового опыта в области теории и практики термической обработки мартенситностареющих сталей, а также производства изделий с помощью аддитивных технологий.

Личный вклад соискателя состоит в анализе научно-технической литературы по

теме исследования, получении и обработке экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов исследований. Обсуждение и интерпретация полученных результатов проводились совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. Основные положения, научная новизна, практическая значимость и выводы диссертационной работы сформулированы совместно с научным руководителем.

По материалам диссертации имеется 9 публикаций, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК и входящих в базы RSCI, Scopus, 5 тезисов докладов в сборниках трудов международных конференций и 1 «Ноу-хау».

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Каясовой Анастасии Олеговны соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований разработаны научно-обоснованные технические решения проблемы получения изделий из мартенситностареющих сталей с использованием метода СЛС, имеющие высокий потенциал и большое значение для развития различных отраслей промышленности страны.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Каясовой Анастасии Олеговне ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовали: за 4, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии

Штанский Д.В.

18.12.2024