

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Хомутова Максима Геннадьевича на тему «Структура и свойства жаропрочного никелевого сплава, полученного методом селективного лазерного плавления», представленной на соискание ученой степени по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 21 февраля 2019 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 26.11.2018, протокол №04.

Диссертация выполнена на кафедре металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель: Чеверикин Владимир Викторович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС».

Научный консультант: Петровский Павел Владимирович, кандидат технических наук, заместитель директора института ЭкоТех НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 04 от 26.11.2018 с изменениями от 11.02.2019, протокол №6) в составе:

1. Кудря Александр Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ «МИСиС», профессор – председатель комиссии;
2. Прокошкин Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС», профессор;
3. Золоторевский Вадим Семенович, доктор технических наук, профессор кафедры металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС», профессор;
4. Логачева Алла Игоревна, доктор технических наук, начальник отделения металлических материалов и металлургических технологий комплекса «Металлические материалы» АО «Композит»;
5. Фролов Вадим Анатольевич, доктор технических наук, директор Технологического института ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», профессор;
6. Деев Владислав Борисович, доктор технических наук, профессор кафедры литейных технологий и художественной обработки материалов НИТУ «МИСиС», профессор.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Доказана возможность получения методом селективного лазерного плавления (СЛП) сложнопрофильных изделий из жаропрочных никелевых сплавов типа ЭП708 с уровнем остаточной пористости не более 1%, при использовании порошка сплава с фракцией 40-80 мкм (и последующих горячем изостатическом прессовании и термической обработке) с уровнем механических свойств сплава при комнатной температуре соответствующим требованиям, предъявляемым к материалам, получаемыми стандартными методами горячей прокатки и термической обработки согласно ТУ 14-1-1018-98.
- Экспериментально установлены температурные зависимости релаксации напряжений после пластической деформации (в интервале от 600 до 1100 °С), вязкости расплава



(от 1370 до 1650 °С), теплопроводности (от 300 до 1000 °С), упругих констант (от 20 до 1100 °С) и теплоемкости (от 100 до 950 °С) для образцов из сплава ЭП708, изготовленных методом селективного лазерного плавления

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Изучено влияние морфологии карбидов типа  $M_{23}C_6$  и  $M_6C$ , особенностей их размещения (в теле, на границах зерна) в никелевых сплавах типа ЭП708 (с содержанием углерода 0,03-0,05 % масс), полученного методом СЛП, на пластичность при повышенных температурах и усталостную выносливость при знакопеременных нагрузках.
- Изложены технологические условия получения структур в сплаве типа ЭП708 (полученного методом СЛП), обеспечивающие достижение оптимального комплекса свойств.

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

- разработана технология получения изделий сложной формы из сплава ЭП708 методом селективного лазерного плавления (зарегистрировано НОУ-ХАУ №40-708-2017).
- Создана база данных физических и механических свойств сплава ЭП708, позволяющая осуществлять численное моделирование процесса плавления порошкового слоя в результате воздействия лазерного луча с определением температурных полей и образования пор (моделирование на микроуровне) и процесса выращивания изделия с определением термических напряжений и коробления в процессе СЛП до и после снятия изделия с платформ построения (моделирование на макроуровне). Адаптирована и опробована в промышленных условиях модель получения изделий типа «Элемент камеры сгорания» методом СЛП с использованием созданной базы данных

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для проведения экспериментов были использованы современные методики исследования, аттестованные измерительные установки и приборы, а также применение метода планирования эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах, в разработке технологии получения изделий сложной формы из сплава ЭП708 методом селективного лазерного плавления, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполненных лично автором, в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Соискатель представил 2 опубликованные работы в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности/~~невозможности~~ присуждения Хомутову Максиму Геннадьевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 6 человек, участвовавших в заседании из 4 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за – 4, против – 0, недействительных бюллетеней – 0

Председатель Экспертной комиссии

Кудря А.В.

