

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гурьянова Дениса Андреевича  
«Структурно-фазовое состояние и механические свойства никелевого  
жаропрочного сплава, полученного методом электронно-лучевого  
аддитивного производства»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 2.6.1. - металловедение и термическая  
обработка металлов и сплавов (технические науки)

Диссертационная работа посвящена определению особенностей формирования структурно-фазового состояния жаропрочного никелевого сплава в процессе аддитивного производства. В качестве метода аддитивного производства использовали проволочную электронно-лучевую технологию. Сочетание выбранного метода и материала исследовались впервые. Показана возможность получения электронно-лучевой аддитивной технологией бездефектных образцов изделий из жаропрочного никелевого сплава первого поколения. Продемонстрирована возможность реализации направленной кристаллизации на поликристаллической подложке. Установлены диапазоны технологических параметров, примененного аддитивного метода, позволяющие перейти к использованию более современных жаропрочных никелевых сплавов. Проведенные исследования показывают особенности сформированных макро-, микро- и более тонкой структуры. Так на макромасштабном уровне выявлены четыре характерные области в полученных образцах изделий, что имеет значение для последующего практического применения. Установлено, что в процессе кристаллизации происходит направленный рост дендритов, причем дендриты растут эпитаксиально в направлении аддитивного выращивания с наклоном в сторону движения электронного луча. Размеры дендритных осей первого порядка и наличие слабо развитой осей второго порядка свидетельствуют о том, что в условиях локальной металлургии величины параметров кристаллизации соответствуют современным методам направленной кристаллизации. Одной из выявленных особенностей электронно-лучевого аддитивного получения образцов изделий из никелевого сплава является необходимость контролировать величину погонной энергии не только по высоте формируемого образа, но в процессе нанесения каждого отдельного слоя. Это позволяет сохранять заданную геометрическую форму получаемого образца и добиться более однородной структуры. При исследовании механических свойств было установлено, что материал, полученный аддитивным методом, обладает свойствами, превосходящими свойства исходного материала при комнатной и повышенной температурах. Кроме того, свойства полученного материала находятся на одном уровне с литым материалом, подвергнутым термической обработке. Данные особенности свойств объясняются формированием более тонких дендритных осей (в сравнении с исходным литым материалом), измельчением основной упрочняющей  $\gamma'$ - фазы, отсутствием формирования хрупких топологически

ИФПМ СО РАН
№ 14
вх. № 14/1123/6
14 НОЯ 2023
201 г.
индекс



плотно упакованных фаз и более благоприятным распределением химических элементов между  $\gamma'$ - $\gamma$ - фазами.

По содержанию автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. Апробация работы в условиях практического применения не проводилась.
2. Для исследования передовых способов аддитивных технологий выбран материал первого поколения жаропрочных сплавов.
3. В работе указаны два направления вырезания образцов – параллельно направлению аддитивного выращивания и параллельно направлению роста дендритов. Это дно направление. В чем разница?
4. Почему механические свойства аддитивного материала находятся на уровне литого материала, когда осевые расстояния дендритов в аддитивном в семь раз меньше.

Приведенные замечания не снижают научной ценности и общей высокой оценки диссертационной работы, и имеют характер пожеланий к продолжению исследований в данном научном направлении. Проведенные исследования и достигнутые результаты свидетельствуют о перспективах применения проволоочной электронно-лучевой аддитивной технологии, как метода получения изделий из жаропрочных никелевых сплавов с направленной структурой.


Диссертационная работа Гурьянова Д.А. «Структурно-фазовое состояние и механические свойства никелевого жаропрочного сплава, полученного методом электронно-лучевого аддитивного производства» является законченным научным исследованием. Выполненная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, технические науки (паспорт специальности, п. 2, п. 6, п. 9) и всем требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней ВАК, а Гурьянов Д.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки).

Настоящим даю свое согласие на обработку персональных данных.

Стрелкова Ирина Леонидовна,  
кандидат технических наук (05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов), доцент Отделение материаловедения, Федерального государственного автономного образовательного учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
e-mail: [strelkova@tpu.ru](mailto:strelkova@tpu.ru)  
тел. 8-3822-70-63-35

Я, Стрелкова Ирина Леонидовна, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дата

  
И.Л. Стрелкова  
(подпись)

Подпись И.Л. Стрелковой удостоверяю  
Ученый секретарь ТПУ

  
  
Е.А. Кулинич  
(подпись)