

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор-
директор ОКБ им. А. Люльки
д.т.н., 05.07.05, профессор

Е.Ю. Марчуков

«___» ноября 2020 года.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ягодина Максима Геннадьевича **«Исследование процесса и разработка технологии производства мелкодисперсных гранул жаропрочных никелевых сплавов для производства дисков газотурбинных двигателей»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06—«Порошковая металлургия и композиционные материалы»

В настоящее время в связи с проводимыми работами по модернизации авиадвигателей поколения «4» и «4+» и созданию перспективных авиадвигателей поколений «5» и «6» для военной и пассажирской авиации к элементам газотурбинных авиационных двигателей (дисков, валов) предъявляют высокие требования по конструкционной прочности и ресурсу эксплуатации. Поэтому разработка новых материалов и усовершенствование технологии производства изделий из них (экстенсивный и интенсивный методы) является весьма актуальной.

Диссертационная работа Ягодина М.Г. направлена на разработку технологии производства порошков-гранул из жаропрочного никелевого сплава крупностью менее 70 мкм из нового жаропрочного никелевого сплава ВВ751П для производства дисков и валов ГТД, обеспечивающие высокие прочностные характеристики при комнатной и рабочей температурах, высокий ресурс эксплуатации и наибольший выход годного.

Целью работы являлась установление влияния технологических параметров изготовления и физико-механической обработки порошков-гранул из жаропрочного никелевого сплава на их крупность и свойства, а также разработка на этой основе комплексной технологии производства мелкодисперсных гранул. Для ее реализации автором были использованы такие методы, как анализ научно-технической литературы, проведение экспериментов, наблюдение за ходом испытаний, испытание образцов, анализ полученных результатов, сравнение характеристик образцов, и математическое моделирование процессов технологии производства. Кроме того, были проведены исследования структуры компактного материала.

Научная новизна работы состоит в том, что при плазменном центробежном распылении, наряду с зависимостью крупности порошков-гранул от частоты вращения литой заготовки, их крупность зависит также от скорости плазменной струи (расхода газа), также установлено, что содержание кислорода в порошках-гранулах крупностью менее 70 мкм, изготовленных методом PREP и последующей физико-механической обработкой возрастает на 7-10 ppm по отношению к его количеству в исходных литых заготовках. Кроме этого установлено, что крупность порошков-гранул, изготовленных методом плазменной плавки и центробежного распыления, зависит также и от расстояния между торцем оплавленной заготовки и плазмотроном а также выведена формула для расчета расширения ячейки сетки в

зависимости от размера порошков-гранул, модуля упругости, размера ячейки сетки и среды классификации по крупности на ситах с горизонтальным расположением полотна.

Практическая значимость работы состоит в следующем: разработаны технологические режимы процесса плазменной плавки и центробежного распыления, а также процесса классификации по крупности, которые позволили увеличить выход годного с 62.5 до 68.5% при производстве порошков-гранул крупностью менее 70 мкм из нового жаропрочного никелевого сплава ВВ751П. Эти порошки-гранулы были использованы для изготовления 10 типоразмеров турбинных и компрессорных дисков для перспективного авиационного двигателя ПД14 самолета МС21. Разработан способ, включающий классификацию и электростатическую сепарацию для удаления различных инородных включений на всех этапах технологии изготовления порошков-гранул, что позволило снизить в них содержание кислорода на 20%.

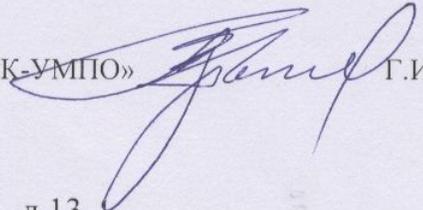
Содержание, представленное в автореферате, позволяет говорить о том, что работа выполнена на высоком научно-практическом уровне. Все полученные автором результаты обоснованы и подтверждены.

Результаты работы были доложены на российских и международных конференциях, семинарах, симпозиумах, опубликованы в цитируемых изданиях.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Отсутствует подбор материала сетки. Не уточнено, как ведет себя сетка из другого материала.
2. Отсутствуют экспериментальные данные по зависимости размера частицы от скорости подачи заготовки в камеру распыления.

Эти замечания не препятствуют положительной оценке работы. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, уровню выполнения диссертационная работа Ягодина М.Г. соответствует всем требованиям п.п. 9-14 Постановления о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г №842, а ее автор – Ягодин Максим Геннадьевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Зам.генерального конструктора
ОКБ им.А.Люльки филиал ПАО «ОДК-УМПО»  Г.И.Зубарев

129301, г.Москва, ул.Касаткина, д.13
8-495-783-01-11
e-mail:okb@okb.umpo.