

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации М.Г.Ягодина «Исследование процесса и разработка технологии производства мелкодисперсных гранул жаропрочных никелевых сплавов для производства дисков газотурбинных двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

В рассматриваемой работе в широком плане решаются две актуальные научно-технические задачи: изыскание технологии получения гранул заданной величины из нового жаропрочного никелевого сплава ВВ751П и обоснование пригодности этого продукта для изготовления дисков перспективного авиационного двигателя ПД14.

В первой задаче экспериментально и теоретически изучалось влияние условий процессов плазменной плавки, центробежного распыления и физико-механической обработки гранул на их рассев по фракциям. Здесь прежде всего установлена аналитическая зависимость диаметра гранул от скорости газа плазменной струи, частоты вращения и радиуса литой заготовки, плотности и поверхностного натяжения расплава. Анализ взаимодействия гранул с сеткой выявил возможность расширения ячейки сетки и, как следствие, появления при расसेве  $\sim 0,6\%$  гранул, превышающих диапазон  $\leq 70$  мкм.

Вторая задача сводилась к определению свойств гранул крупностью менее 70 мкм из жаропрочного никелевого сплава ВВ751П и образцов из них после компактирования в газостате и последующей термической обработки (закалка и двухступенчатое старение). Для этого определяли свойства гранул (гранулометрический состав, содержание кислорода и т.д.) и проводились испытания на растяжение, ударную вязкость, твердость, длительную прочность и сопротивление малоцикловой усталости. Результаты испытаний показали, что свойства гранул из нового жаропрочного никелевого сплава ВВ751П и компактных образцов из них полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к материалам, используемым для изготовления деталей (дисков и валов) нового газотурбинного двигателя ПД14.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. Не ясно, почему в тексте вместо простого понятия «гранулы» используются сложные словосочетания «порошки-гранулы сферической формы» (стр. 8) или «порошки-гранулы» (практически на каждой странице).

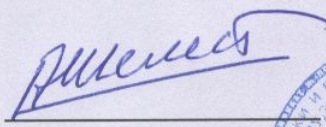
2. На стр. 14 над рис. 5 размещены два абзаца. В первом абзаце приводится ссылка на рис. 5, а во втором абзаце стоит ссылка на рис. 7, хотя текст комментирует картину, представленную на рис. 5. Сам же рис. 7 размещен на стр. 18 и иллюстрирует структуру компактного материала.

3. Соотношение (2) на стр. 16 представляет собой дифференциальное уравнение второго порядка относительно функции  $Z$ , однако в тексте автореферата отсутствует расшифровка или наименование этой функции.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают общую высокую оценку диссертационной работы в целом. Наряду с решением отмеченных выше двух главных научно-технических задач, важным вкладом автора является разработка и промышленное внедрение технологии производства дисков из гранул нового жаропрочного никелевого сплава для перспективного двигателя ПД14.

На основании вышеизложенного можно заключить, что рассматриваемая работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ягодин Максим Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории пластической  
деформации металлических  
материалов ИМЕТ РАН,  
д.т.н., проф.



Шелест Анатолий Ефимович

«03» ноября 2020 года

Подпись Шелеста А.Е. удостоверяю,  
заместитель директора ИМЕТ РАН, к.т.н.



Анохин А.С.

Адрес: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, дом 49  
Институт металлургии и материаловедения им.  
А.А.Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН)  
Электронный адрес: [shelest99@mail.ru](mailto:shelest99@mail.ru)  
Телефон: 8-916-130-27-03