

О Т З Ы В

На автореферат диссертации Ягодина Максима Геннадьевича по теме «Исследование процесса и разработка технологии производства мелкодисперсных гранул жаропрочных никелевых сплавов для производства дисков газотурбинных двигателей», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Развитие современного двигателестроения характеризуется повышением топливной эффективности двигателей. Это приводит к повышению параметров рабочего цикла машины, к увеличению нагрузок на детали и, как следствие, к росту требований к прочностным характеристикам материалов. Необходимость обеспечения всё более высокой прочности никелевых сплавов для дисков турбин и компрессоров двигателей ведёт к постоянному усложнению химического состава новых сплавов. Обеспечение однородности и изотропности материала заготовок дисков при сложном химическом составе сплава делает необходимым применение гранульной технологии. Уменьшение размеров гранул положительно сказывается на циклической долговечности материала, что позволяет обеспечить большой ресурс деталям. Уменьшение размеров гранул также уменьшает и размер неметаллических включений в сплаве, что даёт дополнительный резерв по безопасному развитию дефектов от таких включений и позволяет увеличить эксплуатационные интервалы инспекций технического состояния деталей.

Изложенное указывает на несомненную **актуальность** работы Ягодина М.Г., направленной на анализ и совершенствование технологии получения гранул, исследование параметров процессов и изучение свойств гранул размером менее 70мкм и материала, получаемого из них.

Работа Ягодина М.Г. содержит **научную новизну**. Автором установлено влияние скорости плазменной струи плазмотрона и расстояния от плазмотрона до торца оплаиваемой заготовки на крупность получаемых гранул, определены соответствующие зависимости. Определены соотношения, учитывающие деформации ячейки сетки при классификации гранул по крупности. Проведены исследования количества кислорода в гранулах крупностью менее 70 мкм по отношению к его количеству в исходных литых заготовках.

На основе результатов параметрических исследований процессов плазменной плавки и центробежного распыления литой заготовки и результатов теоретического исследования взаимодействия гранулы с сеткой в процессе классификации гранул по крупности автором разработаны технологические режимы указанных процессов. Это позволило для нового жаропрочного никелевого сплава ВВ751П увеличить выход годного.

Следует подчеркнуть, что гранулы из сплава ВВ751П, впервые изготовленные по вышеуказанной технологии, были использованы для изготовления 10 типоразмеров турбинных и компрессорных дисков для перспективного авиационного двигателя ПД14 самолета МС21.

В качестве замечаний к автореферату необходимо указать следующее:

- В качестве одного из преимуществ технологии плазменной плавки и центробежного распыления указывается возможность изготовления беспористых гранул, но при этом не приводится никаких количественных характеристик этой «беспористости». А это важно с практической точки зрения – при обосновании методов установления инспекций деталей двигателя в эксплуатации.
- В таблицах 1 и 2 приводится сравнение свойств двух сплавов и при этом ничего не говорится о статистическом разбросе приведенных значений свойств. А это важно, поскольку при проектировании деталей в расчёт берутся статистически минимальные значения. С учётом этого разброса преимущества одного сплава перед другим могут выглядеть иначе.
- В автореферате упоминается об инородных включениях, которые являются потенциальными источниками зарождения трещин. Однако практически важный вопрос анализа статистического распределения включений по размерам, частоты их встречаемости остался за рамками работы. Не исследовались также характеристики сопротивления материала росту трещин малоциклового усталости.
- В автореферате замечено несколько оформительских неточностей: на странице 9 в первой строке перепутаны единственное и множественное число (в слове «определена»); на странице 14 неправильная ссылка на рисунок 7; на странице 15 в тексте

плотность среды обозначена символом «р», а в формуле указан символ «ρ».

Однако указанные замечания не снижают общего впечатления от работы, и содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационное исследование Ягодина Максима Геннадьевича «Исследование процесса и разработка технологии производства мелкодисперсных гранул жаропрочных никелевых сплавов для производства дисков газотурбинных двигателей», является самостоятельным, логическим, обоснованным и завершённым исследованием в области порошковой металлургии. Данное исследование отличается научной новизной и существенным исследовательским вкладом в области теории и практики производства заготовок дисков турбины и компрессора авиационных двигателей из жаропрочных никелевых сплавов, а автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Заместитель начальника
Отделения динамики и прочности (Отд. 299), АО «ОДК-Авиадвигатель»

Кандидат технических наук
(специальность 05.07.05)



Андрейченко Игорь Леонардович



_____ удостоверяю,
Заместитель начальника отдела кадров АО «ОДК-Авиадвигатель»



Маясина Елена Борисовна

Адрес организации: Пермь, 614000, Комсомольский проспект, 93

АО «ОДК-Авиадвигатель»

Электронный адрес: office@avid.ru

Телефон: 240-97-51