

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Ягодина Максима Геннадьевича
«Исследование процесса и разработка технологии производства
мелкодисперсных гранул жаропрочных никелевых сплавов для производства
дисков газотурбинных двигателей» представленную на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности
05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность темы диссертации

Важнейшими вопросами обеспечения современных двигателей деталями, отвечающих самым высоким требованиям конструкторов, являются создание новых и совершенствование существующих технологий, сочетающих в себе высокую технологичность и эффективное использование материалов. Гранульная металлургия десятилетиями служила надёжной технологией изготовления дисков из жаропрочных никелевых сплавов, однако с повышением требований к дискам новых перспективных двигателей, она как никогда нуждается в совершенствовании и в качественно новых технологических преобразованиях. Ответами здесь могут стать, с одной стороны, применение новых сплавов для изготовления дисков, с другой – внедрение модернизированных способов изготовления и классификации гранул, как основного сырья для производства дисков методом горячего изостатического прессования.

С этой точки зрения диссертационная работа Ягодина М.Г., которая посвящена исследованию процесса и разработки технологии производства мелкодисперсных гранул жаропрочных никелевых сплавов для производства дисков газотурбинных двигателей, является крайне актуальной.

Анализ диссертации по главам

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы из 112 наименований и приложения. Содержит 168 страниц машинописного текста.

Во введении сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, практическая ценность, положения, выносимые на защиту и сведения об апробации результатов работы.

В первой главе представлен научно-технический обзор существующих методов производства порошков и гранул из жаропрочных никелевых сплавов. Отмечены преимущества метода плазменной плавки и центробежного распыления быстровращающихся литых заготовок (PREP-метод), показана актуальность работы, сформулированы ее цель и основные задачи.

Во второй главе представлена методика проведения экспериментальных исследований диссертационной работы.

В третьей главе приведены практические результаты экспериментальных исследований гранул из нового жаропрочного никелевого сплава ВВ751П и компактного материала из этих гранул. Проведен полный анализ гранулометрического состава, содержания кислорода в гранулах, а также получен комплекс свойств компактного материала.

В четвертой главе приведены теоретические исследования в области изготовления и физико-механической обработки гранул. Предложен новый подход к процессу плазменной плавки и центробежного распыления.

В пятой главе спроектирована модель производства гранул крупностью менее 70 мкм на основании результатов, полученных в третьей и четвертой главах. Приведен экономический эффект от применения разработанной модели.

Характеристика научной новизны

1. Наиболее важным достижением работы стоит отметить предложенный принципиально новый подход к получению гранул методом центробежного распыления вращающейся заготовки, заключающийся в реализации вклада динамики плазменного потока плазматрона в формообразование частицы путем его воздействия на тороидальный жгут, образующийся в процессе расплавления заготовки. Автор подчеркивает, что для реализации такого подхода плазматроны типа ПСМ-100 малопригодны. Поэтому он предлагает использовать новые конструкции плазматронов, например, плазматрон модели ЭДПМ -150, с более мощной струей плазмы. Реализация предложенного подхода автором подтверждена теоретически.

2. Автором предложена формула для расчета расширения ячейки в зависимости от ряда параметров, что способствует повышению эффективности процесса классификации.

3. Автором проведена обширная теоретическая работа по оценке содержания кислорода в гранулах с учетом отдельных источников его прироста, что является важным фактором в предложенном в работе полном цикле производства и физико-механической обработки гранул.

Практическая значимость работы определяется разработкой режимов процесса плазменной плавки и центробежного распыления и режимов классификации гранул, обеспечивающих повышение выхода годного при производстве гранул крупностью менее 70 мкм при плазменном центробежном распылении с 80 до 84,1%, а при классификации гранул по крупности с 78 до 82%.

Достоверность научных положений и выводов работы подтверждается использованием широкого спектра методик исследований, выполненных на поверенном оборудовании и большой теоретической работой автора, подкрепленной ссылками на многочисленные источники.

Замечания по диссертации

1. В представленной теоретической модели процесса плазменной плавки и центробежного распыления не учитывается фактор вибрации заготовки, неизбежно влияющий на размер получаемых гранул. Автору рекомендуется продолжить работы в данном направлении и сделать оценку влияния данного фактора на новый предложенный процесс центробежного распыления. Также в работе не приведена апробация предложенного процесса центробежного распыления.

2. Автором не указано, какой размер гранул подразумевается в таблице 31 на странице 108. Это может как медианный, так и средний размер гранул. То же замечание относится к таблице 34 на стр. 134, где приведен термин «номинальный размер», который не коррелирует в полной мере с остальными приведенными в таблице параметрами.

3. Автором для отсева фракции гранул менее 20 мкм для фракции -70 мкм применяется метод сухового просеивания на ситах. Это крайне трудозатратный и низкоэффективный метод классификации для гранул такого размера в виду постоянной забиваемости сит гранулами. Для более

эффективной сепарации гранул размером 20 мкм и менее рекомендуется применять методы аэродинамической классификации.

4. Автор справедливо указывает, что при работе с мелкими фракциями необходимо применение мер по снижению содержания кислорода в гранулах, но сам же при сепарации гранул фракции -50 мкм вообще не применяет никакого метода отсева мелких частиц (стр. 76).

5. Автором не приведены практические результаты, подтверждающие повышение содержания кислорода в изготовленных гранулах на 7-10 ppm по отношению к его содержанию в литых заготовках.

Указанные замечания не ставят под сомнение полученные в диссертации результаты и сделанные выводы, а скорее служат пожеланием автору при проведении дальнейших научных исследований и трактовке полученных результатов.

Заключение


Сделанные замечания ни в коей мере не умаляют достоинств представленной диссертационной работы, в которой получен большой объем теоретической и практической информации, сделан важный вклад в дальнейшее развитие технологии металлургии гранул, достигнуты значимые научные и практические результаты для отечественной специальной металлургии и авиационного двигателестроения.

Диссертация Ягодина Максима Геннадьевича является полностью самостоятельной и законченной научной квалификационной работой. Основные задачи исследования успешно выполнены. Результаты диссертационной работы демонстрируют высокий уровень подготовки и широкий кругозор соискателя в области производства дисков методом гранульной технологии. Использование различных методов исследования позволило полностью охарактеризовать свойства как изготовленных гранул, так и материала заготовок дисков, определить область практической реализации полученных результатов.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание и выводы исследования.

Диссертация Ягодина Максима Геннадьевича полностью отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертационным работам, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидат технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,



Востриков А.В.

30.11.2020_г

Востриков А.В.
специальность 05.16.01 –

Металловедение и термическая обработка металлов,
начальник научно-исследовательского
отделения «Жаропрочные литейные и
деформируемые сплавы
и стали» ФГУП «ВИАМ»

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»

Адрес: 105005 г. Москва, ул. Радио, д.17

E-mail: admin@viam.ru

Телефон: 8(495) 366-75-74

Подпись Вострикова Алексея Владимировича заверяю

Ученый секретарь «Ученого совета»,

к.т.н., доцент



Свириденко
Данила Сергеевич