



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
конструктора

ФГУП «НИЦАП им. Н. А. Пилюгина»

А.И. Сапожников

« 10 » ноября 2017 г.

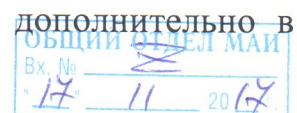
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-производственный центр автоматике и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина» на диссертационную работу Васенева Валерия Валерьевича «Разработка композиционного материала на основе системы Al-Si-Ni с низким значением ТКЛР и технологии получения полуфабрикатов для изделий ракетно-космической техники», представленной на соискание учёной степени кандидата наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность работы

Постоянное повышение требований к характеристикам изделий в авиакосмической отрасли требует разработки новых материалов со специальными свойствами. В том числе это касается и деталей прецизионных приборов космической ориентации и навигации. Одно из основных требований, предъявляемых к таким деталям – точно заданный температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) в диапазоне рабочих температур прибора. В работе поставлена задача получения сплава со значениями ТКЛР ниже чем в существующих известных сплавах той же системы.

Как правильно отметил автор, перспективным направлением разработки материалов с низким ТКЛР является использование заэвтектических силуминов, получаемых методом скоростной кристаллизации. Однако, даже использование метода быстрой кристаллизации не позволяет получать полуфабрикаты с содержанием кремния в алюминиевом сплаве выше 30%. Для решения задачи снижения ТКЛР автором было предложено ввести кремний дополнительно в



порошковый заэвтектический силумин методом механического легирования. Результаты дальнейших исследований композиции подтвердили правильность выбранного подхода. Это обуславливает **актуальность** диссертационной работы Васенева Валерия Валерьевича, посвященной получению порошков сплава Al-Si с высокими скоростями охлаждения и их последующему механическому легированию, и в дальнейшем, получению компактных заготовок из них, отработке технологии получения полуфабрикатов с высокими служебными свойствами.

Научная новизна

1. Разработан механически легированный композиционный материал с ТКЛР ниже чем у бериллия и порошкового заэвтектического сплава SAC-1-50 с высоким уровнем прецизионных свойств.

2. Разработан уникальный режим дегазации порошковых и композиционных материалов на основе алюминия, который позволил на порядок уменьшить содержание в компактном материале вредных газовых примесей, в первую очередь, поверхностного и растворенного водорода. Данная технологическая операция позволила получить полуфабрикаты с повышенными физико-механическими свойствами по сравнению с аналогичными полуфабрикатами, изготавливаемыми по штатной технологии металлургического предприятия.

3. Разработан режим вакуумного отжига сплава SAC-1-50, который совмещен с дегазацией порошка и позволил получить структуру, резко повышающую деформационные возможности материала, что обеспечило возможность изготовления качественных штампованных и прессованных полуфабрикатов из труднодеформируемого сплава.

Практическая значимость работы

1. Запатентован механически легированный порошковый сплав системы Al-Si-Ni Компал-301 и разработана технология получения заготовок из данного сплава. Свойства полученных заготовок по характеристикам размерной стабильности значительно превосходят аналогичные порошковые

заэвтектические силумины.

2. Разработан технологический процесс получения штамповок сложной формы из сплава САС-1-50. Полученные штампованные полуфабрикаты прошли натурные сравнительные испытания, которые показали значительное превосходство полуфабрикатов из сплава САС-1-50 по размерной стабильности в условиях микропластической деформации над используемым на текущий момент сплавом АМгб.

3. Для малотоннажного производства разработан технологический процесс получения прессованных прутков из сплава САС-1-50 диаметром до 50 мм. Полученный полуфабрикат по прочностным свойствам существенно превосходит аналогичные материалы, изготавливаемые по серийной технологии на заводах Российской Федерации.

Достоверность научных результатов

Достоверность научных результатов, полученных в работе обеспечивается использованием современного оборудования, современных аналитических приборов с высоким разрешением, надежных взаимодополняющих методов анализа и стандартных приемов обработки экспериментальных данных. Обоснованность научных предположений, выдвинутых соискателем, подтверждена согласованностью научных выводов и данных эксперимента.

Замечания по диссертации и автореферату

По введению:

Отмеченный автором интерес к сплавам на основе алюминия с низким значением ТКЛР действительно существует, но стоит уточнить, что возможные ошибки определения координат (приводятся данные до 50% от общей погрешности) связаны с необходимостью использовать в приборах навигации широкую гамму функциональных материалов (в том числе на основе Fe), обладающих известным диапазоном значений ТКЛР и, как следствие – с необходимостью использовать алюминиевые сплавы с идентичным значением ТКЛР, гамма которых в свою очередь ограничена.

По главе 1:

Упомянув достоинства алюминия, как основы для разработки новых сплавов, автором приводятся его технологические преимущества при производстве, когда стоило бы отметить, в первую очередь, его технологические преимущества при использовании – в частности легкость.

Приводя литературный обзор легирующих элементов и принципов легирования, автор отмечает, что «принципы легирования, которые применяются при создании стандартных алюминиевых сплавов, при разработке материалов для ракетно-космического приборостроения данного назначения не применимы». Но хорошо известны способы получения специальных свойств стандартными процессами обработки расплава гексахлорэтиленом, тетрафторэтиленом а также, что особенно интересно, фторсодержащими веществами. Именно с использованием последних проводилось ряд работ по снижению ТКЛР в системе Al-Si.

По главе 3:

Говоря о фазовом и химическом составе порошковых сплавов системы Al-Si-Ni, автор не упоминает, что по техническим условиям ТУ 48-0107-42-80 в порошках САС-1-50 и САС-1-400 в числе основных компонентов прописано железо, которое может оказывать влияние на свойства материала.

Стоит отметить недостаточное количество материалов по проведенным структурным и фазовым исследованиям методом рентгеновской дифрактометрии. Представляет интерес наглядной демонстрации переориентирования, возможных изменений размерности кристаллитов и фазового состава в целом после операций механического легирования и дегазации.

Также следовало бы более подробно остановиться на природе сложных диффузионных процессов, которые приводят к образованию светлых участков α_{Al} в микроструктуре материала.

В части разработанной технологии – не предложена адаптация технологии дегазации «в тонком слое» для условий серийного производства.

По главе 5:

Говоря о ТКЛР материала Компал-301, автор указывает диапазон значений $(9,5-11) \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, но не объясняет причину столь широкого интервала для одного материала

Перечисленные замечания не снижают общей высокой оценки данной работы, выполненной на высоком научном и методическом уровне.

Заключение

В целом представленная диссертация является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные и экспериментально подтвержденные технические и технологические решения, позволяющие получить качественные заготовки из заэвтектических силуминов с содержанием кремния до 45% с использованием вакуумного пресса отечественного производства.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 5 научно-технических конференциях, опубликованы в 18 печатных работах, в том числе 7 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в авиационной и космической промышленности. Автореферат и опубликованные работы автора отражают ее основное содержание.

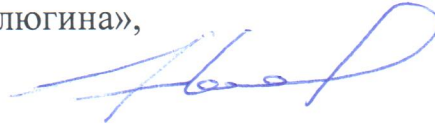
По научному уровню полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Васнев Валерий Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Сообщение В.В. Васенева по диссертационной работе заслушано на заседании НТС отделения 05, протокол № 5 от 09.11.2016. На заседании присутствовало 9 членов из 12. Результаты голосования: «за» - 9, против – нет, воздержавшихся - нет.

Главный технолог

ФГУП «НПЦ АП им. Н. А. Пилюгина»,

кандидат технических наук



М.В. Носов

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственный центр автоматизации и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина»

Адрес: 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 1

Телефон +7 (495) 330-65-70

Адрес в интернете: www.npcap.ru

E-mail: info@npcap.ru

И.И. Суф - 22.11.2017