

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ
ОРГАНИЗАЦИЙ (ФАНО РОССИИ)
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова
Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)

119334, Москва, Ленинский пр., 49
Тел. (499) 135-20-60, 135-86-11; факс: 135-86-80
E-mail: imet@imet.ac.ru http://www.imet.ac.ru
ОКПО 02698772, ОГРН 1027700298702
ИНН/КПП 7736045483/773601001

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора ИМЕТ РАН,

д.ф.-м.н. Симаков С.В.



«8» июня 2017 г.

№ 12202

На №

Г

Г

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБУН Института металлургии и материаловедения
им. А.А. Байкова Российской академии наук на диссертационную работу
**Пашкова Алексея Николаевича «Разработка и исследование процессов
производства металломатричных композиционных материалов
обработкой давлением»**, представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов
давлением»

1. Актуальность темы диссертации.

Улучшение характеристик различных устройств, приборов и узлов, применяемых в электронной и авиакосмической промышленности, напрямую связано с совершенствованием существующих конструкционных и функциональных материалов, а также с разработкой новых материалов и их внедрением в производство. На сегодняшний день к таким материалам предъявляются жесткие требования по целому комплексу свойств, таким как, прочность, высокая теплопроводность, коррозионная стойкость, вакуумная плотность, согласованность по термическому расширению с функциональными элементами приборов и др. Сочетание этих свойств в одном материале – задача, решаемая разработкой соответствующих составов композиционных материалов. Разработке и исследованию процессов производства таких материалов для высокотехнологичных приборов посвящена диссертационная

работа Пашкова А.Н.

Диссертация содержит введение, шесть глав, основных выводов, заключения и списка литературы. Объём – 143 страницы машинописного текста, в том числе 51 рисунок, 14 таблиц и приложений, в которых приведены акты об изготовлении опытных образцов разработанных изделий.

Основные положения и результаты работы изложены в 10 научных статьях, из них 3 в изданиях, рекомендованных ВАК. Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

2. Значимость для науки полученных автором результатов.

Целью работы Пашкова А.Н. является разработка и исследование технологий производства металломатричных композиционных материалов на основе меди и алюминия для изделий СВЧ-электроники. Достижением автора следует признать нижеследующие результаты:

1. С помощью программного комплекса QForm3D проведены исследования напряжений и деформаций, возникающих в инструменте при горячем прессовании, которые показали, что максимальные напряжения в рабочем инструменте составляют 130 МПа, а максимальные абсолютные деформации – 0,00023 мм. В заданных режимах прессования инструмент работает в пределах упругих деформаций.

2. Получены экспериментальные данные теплопроводности, плотности, температурной зависимости коэффициента линейного расширения различных композитов на основе матриц из меди и алюминия.

3. Определены структура и содержание наполнителя и матрицы композита SiC-Al, которая позволяет получить материал с теплопроводностью до 240 Вт/м·°С.

4. Разработана технология производства обработкой давлением заготовок композиционных материалов на основе матрицы из меди, алюминия и его сплавов с содержанием наполнителя до 70%.

3. Практическая значимость работы.

Результаты диссертационной работы Пашкова А.Н. имеют значение для практического применения в области производства металломатричных композитов. Практическая ценность работы определяется нижеследующими результатами:

1. Разработана технология производства обработкой давлением изделий из композиционного материала SiC-Al, позволяющая повысить их плотность на 1% ($3,08 \text{ г/см}^3$) и теплопроводность на 25% ($240 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$), а также обеспечить заданный температурный коэффициент линейного расширения композиционного материала ($7,5 \dots 7,9 \times 10^{-6} \text{ К}^{-1}$).

2. Рекомендованы режимы горячего прессования композиционных материалов на основе матриц из меди и алюминия:

- SiC-Al - давление 25 МПа, $T=600 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{выдержки}} = 10$ минут;

- SiC-Cu – давление 25 МПа, $T=950 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{выдержки}} = 10$ минут.

3. Проведены механические и климатические испытания изделий из композиционного материала SiC-Al в виде теплоотводящих оснований для субмодулей активной фазированной антенной решетки (АФАР) на АО «НПП «Исток» им. Шокина». Положительный результат испытаний, подтвержденный протоколами испытаний, позволяет внедрить данную технологию в производство СВЧ-модулей.

4. Применение разработанной технологии позволило получить первые отечественные субмодули активной фазированной антенной решетки с композитом SiC-Al, не уступающим уровню зарубежных аналогов.

4. Обоснованность и достоверность научных положений и результатов.

Работа представляет собой комплексное исследование, основанное на использовании современных методов в области обработки металлов давлением. При решении поставленных задач использовано современное аналитическое и производственное оборудование, а также прогрессивные металлографические и рентгеновские методики исследования материалов. Теоретические исследования базируются на основных положениях теории обработки металлов

давлением. Достоверность итогов работы основана на проведении лабораторных экспериментов и испытаний в производственных условиях на действующем сертифицированном оборудовании и внедрении полученных результатов в производство с положительным эффектом, что подтверждается актом об изготовлении опытных образцов на АО «НПП «Исток» им. Шокина», а так же актом и протоколами испытаний.

5. Рекомендации по дальнейшему использованию результатов работы.

Полученные соискателем результаты работы использованы для изготовления опытной партии изделий теплоотводящих оснований в АО «НПП «Исток» им. Шокина». Научные и практические результаты могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях, занимающихся разработкой и производством деталей, модулей, узлов и приборов для электронной и авиакосмической промышленности.

Модель рабочего инструмента для горячего прессования, методики исследования эксплуатационных свойств композиционных материалов (ТКЛР, плотность, прочность на изгиб), а также рентгеновские методы контроля фазового состава и однородности распределения компонентов в материале и методика обработки графических изображений микрошлифов композитов могут быть использованы в программах обучения бакалавров и магистров, а также при проведении лабораторных и исследовательских работ.

6. Замечания по работе.

По содержанию работы имеются следующие замечания:

1. При изложении результатов исследования процесса компактирования композита Cu-Mo не приведены сведения о напряженно-деформированном состоянии обрабатываемого материала.

2. В работе не систематизированы данные о влиянии параметров основных операций обработки давлением на уплотнение и формирование структуры и свойств исследуемых материалов.

3. В разделе 2.2 «Оборудование и методики измерения параметров композитов» отсутствуют подписи осей дифрактограммы, что делает ее нечитаемой.

4. Использование в качестве наполнителя SiC делает композит труднообрабатываемым и требует использования дорогостоящей механической обработки алмазным инструментом.

5. В работе не приведен экономический расчет производства изделий композитов.

6. Диссертация изложена на 143 страницах и перегружена подробным описанием методик исследования композитов.

Сделанные замечания не являются принципиальными, и не затрагивают обоснованности и достоверности научных рекомендаций и выводов диссертации, не снижают ценности диссертации и не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку.

7. Заключение

Диссертация Пашкова Алексея Николаевича является научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные технологические и технические решения, имеющие существенное значение для развития электронной и авиакосмической промышленности.

Диссертация и автореферат написаны в хорошем научном стиле, грамотным языком, сформулированные результаты представлены в ясной и понятной форме. Основные результаты достаточно полно опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК. Полученные результаты прошли апробацию на 3 международных и 7 отечественных научно-технических конференциях.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением» (области исследования 1,3,7).

На основании изложенного, учитывая актуальность работы, научную новизну, практическую ценность, а также объем и уровень выполненных исследований, рассмотренная диссертация на тему «Разработка и исследование процессов производства металломатричных композиционных материалов обработкой давлением» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Пашков Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой

степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением».

Заключение принято на заседании семинара лаборатории пластической деформации металлических материалов Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук. Результаты голосования: «за» - 11, «против» - нет, «воздержались» - нет; протокол № 4 от 31 мая 2017 года.

Председатель семинара

Шелест А.Е.

Подпись Шелеста А.Е. заверяю
Начальник отдела кадров ИМЕТ РАН



Корочкина Г.А.

Шелест Анатолий Ефимович,
профессор, доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник ИМЕТ РАН,
119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49
тел. +7 (499) 135-96-29,
эл. почта: shelest99@mail.ru