

ОТЗЫВ

**официального оппонента д.т.н., профессора
Овчинникова Виктора Васильевича на диссертационную работу
Шаргаева Евгения Олеговича, выполненную на тему:
«Соединение термоэлектрических элементов припоями на основе
цинка», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.5.8 – «Сварка, родственные процессы и технологии»**

Актуальность темы диссертации

Термоэлектрические преобразователи всё чаще находят применение в областях техники, где предъявляются высокие требования к долговечности, надежности и высокой стойкости приборов к внешним воздействиям, а также в областях, связанных с производством экологически чистой электроэнергии. Дальнейшее применение термоэлектрических преобразователей связано с увеличением их рабочих температур. А повышение рабочих температур, в свою очередь, связано с температурой пайки полупроводниковых ветвей из которых состоят термоэлектрические модули.

В настоящее время при пайке полупроводниковых ветвей к медному проводнику, соединяющие эти ветви в термоэлектрическом модуле, используют различные низкотемпературные припои. Применение цинковых припоев позволит поднять рабочие температуры термоэлектрических преобразователей и увеличить области их использования.

С этой точки зрения диссертационная работа Шаргаева Е.О., которая посвящена соединению термоэлектрических элементов припоями на основе цинка, является крайне актуальной.

Диссертационное исследование Шаргаева Е.О. общим объемом 123 страницы, содержит введение, 5 глав, заключение, список литературы из 66 наименований, 7 таблиц и 53 рисунка.

Характеристика научной новизны

Наиболее важным достижением работы следует отметить сформулированные закономерности бесфлюсовой пайки алюминиевых сплавов цинковыми припоями, которые заключаются в ряде предварительных операций подготовки поверхности и операций непосредственно в процессе пайки.

Автором впервые обнаружено, что на алюминиевых сплавах кроме Д16, происходит растекание цинкового припоя под оксидной плёнкой в виде тонкого слоя, за пределы нанесенного трением объема припоя, с образованием «ореола». И связано это с повышением концентрации магния и кремния на фронте растекающейся жидкости и только при предварительной абразивной обработке и наличии шероховатой поверхности.

Также, автором впервые установлено, что адгезионное взаимодействие цинковых припоев с поверхностью алюминиевых сплавов при нанесении трением, происходит при температуре подложки, превышающей температуру ликвидуса припоя более чем на 20 – 30 °С.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке бесфлюсовой технологии пайки компонентов термоэлектрического модуля с алюминиевыми шинами с помощью припоя Zn – 4 % Al с применением давления и защитной атмосферы аргона. Ещё одним важным практическим результатом работы является разработка установка для исследования поведения алюминиевых сплавов с индукционным нагревом в различных атмосферах и с приложением физического воздействия.

Достоверность полученных результатов

Степень достоверности результатов научных тезисов и выводов, сформулированных в диссертации, определяется набором взаимодополняющих методов, адекватных целям и задачам исследования, привлечением обширного экспериментального материала и его количественным и качественным анализом, а также корректным применением методик экспериментальных исследований и современных методов статистической обработки полученных данных. Результаты исследований по теме диссертации изложены в 9 опубликованных работах, 2 из них в журналах входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Замечания по диссертации

1. В работе утверждается, что температура деструкции полупроводникового материала составляет около 560 °С, при этом необходимо было бы уточнить, деструкция появляется при кратковременном воздействии температуры или необходима определенная временная выдержка.

2. В главе 3 представлен график зависимости площади растекания припоя от среднего размера абразивных частиц, которыми обрабатывалась поверхность. Целесообразней было бы построить график зависимости площади растекания припоя от измеренной шероховатости поверхности после обработки различными абразивными материалами.

3. На графиках зависимости минимальной температуры образования адгезионного соединения от содержания алюминия и меди в припое рекомендуется показать доверительные интервалы, на основании какого количества экспериментов построены графики.

4. Для исследований, в качестве подложек использовались алюминиевые сплавы марок АМг2, АД31 и Д16 на основании которых делаются выводы о растекании цинковых припоев по всем алюминиевым сплавам. Для полноты экспериментов желательно было рассмотреть и другие марки алюминиевых сплавов.

5. В работе автором исследуется пайка одного элемента термоэлектрического модуля, целесообразно было бы рассмотреть пайку нескольких элементов модуля в сборке.

6. В работе отсутствуют испытания на коррозионную стойкость паяных соединений элементов термоэлектрического модуля, что было бы актуально для паяных соединений с применением алюминиевых сплавов.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение:

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по разработке основ технологии пайки термоэлектрического модуля.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 8 научно-технических конференциях, опубликованы в 9 печатных работах, в том числе 2 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области микропроцессорной электроники, радиоэлектронике и электроэнергетике.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

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 Шаргаев Евгений Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8 – Сварка, родственные процессы и технологии.

д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой материаловедения
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

Овчинников Виктор Васильевич

Подпись д.т.н., профессора Овчинникова В.В. удостоверяю

Ведущий документоведа
Е.В.Алексеева

12.11.21



Сведения об организации:

ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

Адрес: 107023, г. Москва, ул. Б. Семеновская, д. 38.

Телефон: +7 (495) 223-05-23. Email: vikov1956@mail.ru