

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Шаргаева Евгения Олеговича

на тему: «Соединение термоэлектрических элементов припоями на основе цинка», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8 – «Сварка, родственные процессы и технологии»

Термоэлектрические преобразователи (модули) нашли свою нишу в тех областях техники, где максимальные значения мощности преобразования не превышают 500 – 1000 Вт, или там, где предъявляются высокие требования к долговечности, надежности и высокой стойкости приборов к внешним воздействиям, причем дальнейшее расширение областей применения 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.

Целью диссертационной работы являлось получение качественного соединения компонентов термоэлектрического модуля из алюминиевых сплавов с помощью бесфлюсовой пайки цинковыми припоями.

Для достижения цели автором были поставлены и решены следующие **основные задачи**:

- проанализированы методы соединения алюминиевых деталей цинковыми припоями без использования флюса;
- исследовано растекание цинкового припоя по поверхности алюминия при нанесении трением, в зависимости от состояния поверхности и температурных режимов пайки;
- исследовано влияние защитной атмосферы и дополнительного механического воздействия на формирование паяного шва в процессе пайки алюминия цинковыми припоями;
- разработаны основы технологии пайки термоэлектрического модуля.

Научная новизна исследования определяется тем, что:

1. 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.
2. Впервые обнаружено на алюминиевых сплавах кроме Д16 растекание цинкового припоя под оксидной плёнкой в виде тонкого слоя, за пределы нанесенного

трением объема припоя, с образованием «ореола». При этом на подложке из сплава АД31 обнаружено повышение концентрации магния и кремния на фронте растекающейся жидкости.

3. Установлено, что формирование «ореола» растекания цинкового припоя на алюминиевых сплавах происходит только при предварительной абразивной обработке и наличии шероховатой поверхности Ra не менее 1 мкм. Это связано с образованием микрокапилляров, облегчающих транспортировку расплава припоя.

4. Сформулированы закономерности бесфлюсовой пайки алюминия цинковыми припоями, которые заключаются в предварительном нанесении шероховатости на поверхность паяемых поверхностей не менее 1 мкм, создании локальной деформации поверхности алюминия за счет приложения давления не менее 1,67 МПа или вибрации, а также, применении защитной газовой среды после предварительного вакуумирования до 1,3 Па.

Практическая значимость работы Шаргаева Е.О. состоит в том, что:

1. В работе предложена технология бесфлюсового соединения элементов термоэлектрического модуля с помощью припоя Zn – 4 % Al с применением давления и защитной атмосферы аргона.

2. Определены температуры, при которых возможно получить адгезионное соединение между цинковым припоем и алюминиевой подложкой методом трения.

3. Разработаны основы технологии пайки компонентов термоэлектрического модуля с алюминиевыми шинами.

4. В ходе работы сконструирована лабораторная печь с цилиндрическим муфельным нагревателем на базе управления прибором ОВЕН ТРМ200, а также стенд для пайки в защитной среде, которые могут использоваться как в учебно-лабораторных целях, так и для исследований данной работы.

5. Разработана установка для исследования поведения алюминиевых сплавов с индукционным нагревом в различных атмосферах и с приложением физического воздействия.

Степень достоверности результатов научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, определяется комплексом взаимодополняющих методик, адекватным 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.

Для проверки выдвинутых положений в работе было проведено самостоятельное экспериментальное исследование, основу которого составили результаты исследования (графики, фотографии и таблицы с результатами измерений) экспериментальных образцов элементов термоэлектрического модуля.

Однако работа не лишена недостатков, в частности не приведены данные по шероховатости поверхности исследуемых образцов алюминиевых сплавов при изучении площади растекания цинкового припоя при нанесении методом трения. Также, в автореферате нет сведений о величине давления, применяемого при пайке термоэлектрических модулей и не приведены данные о его влиянии на образование паянного шва.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы. В целом диссертационная работа Шаргаева Е.О. является законченной квалифицированной работой, удовлетворяющей всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Главный инженер

Конищев С.Н.

Сведения об организации:

ООО НПП «Тепловые Агрегаты и Системы». Юридический и фактический адрес: 141407, Московская обл., г. Химки, ул. Бабакина, д. 5А, офис 615. Производство: Обособленное подразделение 141260, Московская обл., Пушкинский р-н., Правдинский р-н., ул. Фабричная, д. 8, корп. 6.

Телефон: +7 (929) 517-89-63. Email: levshin@heatpipe.ru

Подпись главного инженера Конищева С.Н. удостоверяю

Заместитель директора по производству



Левшин А.М.

«08» ноября 2021 г.