Колмакова Светлана Анатольевна,
Студентка, СибГУ им. М.Ф. Решетнёва
Kolmakova Svetlana Anatolievna, Sibsau

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРИКЛЕИВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ЭРИ К АЛЮМИНИЕВОЙ РАМКЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООТВОДА И МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ
ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY FOR BONDING PRINTED CIRCUIT BOARDS WITH ELECTRONIC COMPONENTS TO AN ALUMINUM FRAME TO ENSURE HEAT DISSIPATION AND MECHANICAL STRENGTH

Аннотация. В статье представлен анализ технологии закрепления печатных плат с установленными электрорадиоизделиями (ЭРИ) на алюминиевой рамке. Рассмотрен процесс технологического опробования приклеивания с использованием двух клеевых составов: теплопроводящего клея ВК-9 с наполнителем из нитрида бора и герметика ГЗПМ-Н. Приведены результаты металлографического контроля толщины клеевого шва, испытаний на сдвиг и термоциклирования. Обоснован выбор клея ВК-9 как оптимального решения для обеспечения стабильности геометрических параметров, минимизации пустот и повышения эффективности теплоотвода.

Abstract. The article presents an analysis of the technology for fixing printed circuit boards with installed electronic components on an aluminum support frame. The process of technological testing of gluing using two adhesive compositions is considered: heat-conducting glue VK-9 with boron nitride filler and sealant GZPM-N. The results of metallographic control of the adhesive joint thickness, shear tests, and thermal cycling are presented. The choice of VK-9 glue is justified as the optimal solution to ensure the stability of geometric parameters, minimize voids, and increase the efficiency of heat dissipation.

Ключевые слова: Приклеивание печатных плат, алюминиевая рамка, клей ВК-9, ГЗПМ-Н, теплоотвод, прочность на сдвиг.

Keywords: Printed circuit board gluing, aluminum frame, VK-9 glue, GZPM-N, heat dissipation, shear strength.

В условиях современных требований к надежности и тепловым режимам радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) остро стоит вопрос отвода тепла от мощных электрорадиоэлементов (ЭРИ). Применение типовых печатных плат (ПП) часто ограничивает возможности естественного охлаждения. Перспективным решением является закрепление ПП с ЭРИ на металлическом (алюминиевом) основании [2], которое выполняет роль радиатора и одновременно придает конструкции механическую жесткость, защищая платы соединения от вибраций и деформаций.

Однако склеивание разнородных материалов (стеклотекстолит и алюминий) сопряжено с рядом сложностей из-за разницы их коэффициентов термического расширения (КТР). Для обеспечения надежного контакта клей должен обладать высокой адгезией, теплопроводностью и стабильностью при климатических воздействиях [4].

Целью работы являлось технологическое опробование процесса приклеивания ПП с ЭРИ к алюминиевой рамке и сравнительный анализ двух клеевых составов: теплопроводящего клея ВК-9 [1] (с добавлением нитрида бора) и клея – герметика ГЗПМ-Н [3].

Для проведения испытаний использовались образцы ПП из стеклотекстолита и алюминиевой рамки. Клей наносился шпателем в один слой для ВК-9 и в два слоя (на плату и основание) для ГЗПМ-Н. Фиксация осуществлялась прижимными устройствами с шагом 5-7 см для создания равномерного давления. Полимеризация ВК-9 проводилась в сушильном шкафу при 60 °С в течение 2 часов, а ГЗПМ-Н сушился при нормальных условиях в течение 48 часов.

Одним из ключевых этапов стала оценка качества клеевого шва. Металлографический контроль показал существенную разницу: клей ВК-9 [1] обладал хорошей текучестью, обеспечил равномерное заполнение зазоров. Средняя толщина шва составила 111,2 мкм, а разброс значений не более 30%. Высокая вязкость герметика ГЗПМ-Н [3], напротив, привела к неравномерному распределению: средняя толщина шва составила 333, 3 мкм с локальным разбросом до 65%. Также при склейке образцов с ГЗПМ-Н были обнаружены пустоты в центре клеевого шва, что недопустимо при необходимости эффективного отвода тепла [2]. Механические испытания на сдвиг подтвердили преимущество клея ВК-9 [1]. Средняя прочность клеевого соединения, взятого основного состава, 62,67 кгс/см², что соответствует лимитам прочности для стеклотекстолита, клея и демонстрирует высокую воспроизводимость процесса. Прочность образцов на ГЗПМ-Н оказалась на 60% ниже – 38,33 кгс/см², при этом наблюдался большой разброс значений.

Собранные образцы радиоэлектронных средств успешно выдержали испытания термоциклированием (12 циклов в диапазоне температур от -60 °С до +85 °С), что подтвердило сохранение целостности паяных соединений ЭРИ и клеевого слоя.

Таким образом, проведенное технологическое опробование показало, что для задачи приклеивания ПП к рамке, где требуется обеспечить механическую прочность, стабильность геометрических параметров и эффективный теплоотвод, рекомендуется применять клей ВК-9 [1] с нитридом бора. Он обеспечивает меньшую толщину шва (что снижает тепловое сопротивление) и более высокую прочность. Использование ГЗПМ-Н [3] несет в себе риски снижения надежности из-за нестабильности параметров шва. Стоит отметить, что данный способ является более трудоемким по сравнению с классической прессовкой, что требует дальнейшей оптимизации конструкции прижимных устройств для минимизации выдавливания излишков клея.

Список литературы:

1. Официальный сайт ВИАМ. Каталог материалов: Клей ВК-9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://catalog.viam.ru

2. Теплопроводящие клеящие материалы (Сравнительные характеристики) [Электронный ресурс] // АО «Композит». – Режим доступа: https://kompozit-mv. ru

3. Герметик полиуретановый Г-3/Л (аналог 51-Г-23), ГЗПМ, ГЗПМ-Н [Электронный ресурс] // Promplace. – Режим доступа: https://promplace.ru

4. ОСТ 107.460007.009-02. Клеи для изделий радиоэлектронной техники и средств связи. Руководство по выбору [Электронный ресурс] // StudMed.ru.

5. Experimental study of elastic and strength properties of adhesives / Aerospace Technic and Technology [Электронныйресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://nti.khai.edu/

6. ГОСТРВ0008-002-2013. Система стандартов по защите информации. Требованию к оформлению протоколов испытаний