Международный промышленный форум "Инженеры будущего - 2015"

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОЛОВЯННО-СВИНЦОВЫХ ПРИПОЕВ ДЛЯ ПАЙКИ РАДИОКОМПОНЕНТОВ**

**Автор:** Дудоров Денис,   
6 класс, МАОУ гимназии №80,   
**Научный руководитель:**   
Смолин Николай Михайлович,

руководитель радиолаборатории

«Импульс», ДПШ им. Н.К. Крупской

Челябинск, 2015

Оглавление.

1. Введение. Проблема.
2. Цель и задачи исследования.
3. Припои свинцово-оловянные.
4. Дифферинциально-термический анализ.
5. Описание эксперимента.
6. Выводы.
7. Литература.
8. **Введение.**

Как для радиомонтажников, так и для радиолюбителей существуют рекомендации по продолжительности пайки радиокомпонентов оловянно-свинцовыми припоями: продолжительность не более2-3 сек. Это связано со многими причинами: термические изменения в самом припое при его нагревании и охлаждении, смачивании поверхности и выводов радиокомпонентов, затекании, отслаивания токонесущих дорожек от основы, структурных изменениях в припое др. Но что именно происходит в эти моменты с припоем сказать сложно. От качества пайки зависит вся работоспособность радиотехнической схемы. Много в радиолюбительской практике делается на глазок, отсюда и говорят об опытном радиолюбителе, что его пайка – это высший пилотаж. Профессиональный радиомонтажник такое чувство приобретает с годами. Только опыт позволяет ему паять качественно. Существующие сегодня приборы позволяют контролировать температуру припоя и температуру подложки, держать весь процесс под контролем. Все это позволяет автоматизировать процесс пайки при массовом производстве большого количества радиотоваров.

1. **Цели и задачи.**

**Целью работы** является исследование термических процессов в свинцово-оловянных припоях методом дифференциально-термического анализа, чтобы сформулировать выводы о пайке для радиолюбителей и профессионалов.

**Задача:** экспериментальным путем определить температуру плавления припоя, построить графики изменения температуры в месте пайки.

1. **Припои свинцово-оловянные.**

Соединение деталей пайкой, благодаря доступной и недорогой технологии, известно очень давно и по сей день широко применяется, несмотря на появление синтетических клеев и шпатлевок. Речь пойдет о пайке так называемыми мягкими припоями на основе олова, позволяющими ограничить нагрев деталей температурой около +250°С. По поводу температуры: для припоя ПОС61 с температурой плавления 183°С рекомендуемый режим пайки 230°С. Припой нужно не только расплавить, но и обеспечить растекаемость и смачиваемость, отсюда небольшое превышение температуры плавления. Кстати, не надо путать температуру припоя с температурой жала паяльника, для которого рекомендуется в среднем 315°С. Дело в том, что тепло в соединение передается не мгновенно, поэтому для поддержания 230°С в течение нужного времени в точке пайки необходим контакт с паяльником, нагретым до 315°С длительностью 1-1.5 сек. Уменьшение температуры и времени может привести к неполной смачиваемости паяемой поверхности, увеличение - способствует процессу диффузии меди в припой и образования интерметаллического слоя CuPbSn. Это уже новое вещество с низкой проводимостью и механически хрупкое. По всем стандартам этот слой не должен превышать 0.5 мкм, иначе соединение считается не прочным. Дозировка припоя, конечно, необходима для образования соединения правильной формы, что обеспечивает с одной стороны прочность, с другой - возможность визуального контроля. Общее правило можно сформулировать примерно так: все мениски должны иметь вогнутый, но максимально приближенный к прямому контур. Если мениск выпуклый невозможно будет визуально отличить надежное соединение от не пропаянного, на котором припой принял выпуклую форму за счет поверхностного натяжения. Однако сам процесс дозировки проблемой не является. Для монтажа различных компонентов существую несколько приемов оптимизации количества подаваемого припоя. Вот несколько характерных примеров. Монтаж DIP корпусов и всех компонентов, устанавливаемых в отверстия. Клиновидный наконечник паяльника, слегка обложенный (только для того чтобы обеспечить надежный тепловой контакт) устанавливается на контактную площадку печатной платы, одновременно контактируя с выводом компонента. Другой рукой подается флюсосодержащий проволочный припой, который плавится о нагретую контактную площадку.

1. **Дифферинциально-термический анализ.**

Это метод исследования физических и химических процессов, основанный на регистрации тепловых эффектов, сопровождающих превращения веществ в условиях программирования температуры. Поскольку изменение энтальпии происходит в результате большинства физических процессов и химических реакций, теоретически метод применим к очень большому числу систем. Установка для термического анализа включает печь, держатели для образцов, термопары (с самописцами), измеряющими температуру печи и образцов. Для записи кривых в координатах температура-время используют фоторегистрирующие пирометры и автоматические потенциометры. В термическом анализе можно фиксировать так называемые кривые нагревания (или охлаждения) исследуемого образца, т.е. изменение температуры последнего во времени. В случае какого-либо фазового превращения в веществе (или смеси веществ) на кривой появляются площадка или изломы.

Большей чувствительностью обладает метод дифференциального термического анализа (ДТА), в котором регистрируют во времени изменение разности температур между исследуемым образцом и образцом сравнения (чаще всего Аl2О3), не претерпевающим в данном интервале температур никаких превращений. Минимумы на кривой ДТА соответствуют эндотермическим процессам, а максимумы - экзотермическим. Эффекты, регистрируемые в ДТА, обусловлены плавлением, изменением кристаллической структуры, разрушением кристаллической решетки, испарением, кипением, возгонкой, а также химическими процессами (диссоциация, разложение, дегидратация, окисление-восстановление и др.). Большинство превращений сопровождается эндотермическими эффектами; экзотермичны лишь некоторые процессы окисления-восстановления и структурного превращения. На вид кривых ДТА, оказывают влияние многие факторы, поэтому воспроизводимость метода, как правило, плохая. Это позволяет, например, делать выводы об обратимости фазовых превращений, изучать явления переохлаждения, образование мета-стабильных фаз (в т. ч. короткоживущих). ДТА применяют для построения фазовых диаграмм состояния систем с различным числом компонентов для качественной оценки образцов, например, при сравнении разных партий сырья. ДТА предложил В. Робертс-Остен в 1891.

1. **Описание эксперимента.**

Для изучения особенностей плавления свинцово-оловянных приборов методом ДТА нами разработана портативная установка. В качестве теплоизоляционного материала использовался пеношамотный кирпич. Шамотный кирпич размещен в металлическую коробку. В кирпиче проделаны отверстия для двух корундовых тиглей. В первый тигель поместили припой ПОС-61, в другой тигель разместили более тугоплавкий порошок железа. В оба тигля опустили термопары, вложенные в корундовые чехлы. Для теплоизоляции установку накрыли листом асбестоцемента. Для измерения температуры использовались два цифровых мультиметра, а качестве нагревателя обычная бытовая плитка.



Нагрев образцов производился до температуры 250°С. Далее плитка выключалась, образцы остывали. По результатам эксперимента построены графики изменения температуры припоя в зависимости от времени.

Время, с

Как видно из графиков нагрев и охлаждение припоя происходит неравномерно, из-за поглощения тепла при плавлении и выделения тепла при кристаллизации происходят скачки температуры.

Эксперимент, проведенный методом ДТА, показывает существенную разницу температуры в тигле-припое и тигле-образце.

Изменение разницы температуры в тиглях в зависимости от температуры в тигле с припоем.

Как видно из графиков при температуре 180°С -185°С происходит резкое изменение разницы температуры между тиглями. Известно, что такое изменение связано с процессом плавления припоя при нагреве и процессом кристаллизации при охлаждении.

Таким образом, мы подтвердили известные данные, что температура плавления припоя ПОС61 составляет 183°С.

1. **Выводы**
2. Разработана портативная установка дифференциально-термического анализа для измерения температуры плавления свинцово-оловянных припоев. Проведено успешное тестирование работы установки на известном сплаве ПОС61.
3. Разработанная установка позволяет производить исследования условий плавления свинцово-оловянных припоев произвольных составов. Результаты экспериментов могут быть использованы для выбора оптимальных условий пайки для радиолюбителей и профессионалов.
4. Разработанная установка может быть использована для создания новых припоев, оптимально подходящих для пайки радиоэлектронных устройств.
5. **Литература**
6. Аносов В. Я., Озерова М. И., Фиалков Ю. Я., Основы физико-химического анализа, М., 1976;
7. Уэндландт У. Термические методы анализа = Thermal Methods of Analysis / Пер. с англ. под ред. В. А. Степанова и В. А. Берштейна. — М.: Мир, 1978. — 526 с.