

ОСОБЕННОСТИ ИНДУКЦИОННОЙ ПАЙКИ КОМПОЗИТНЫМИ ПРИПОЯМИ

*Физико-технический институт, г. Минск,
Республика Беларусь*

Пайка – весьма распространенный процесс соединения деталей. Температура пайки в большинстве случаев ниже температуры фазовых превращений и плавления спаиваемых деталей. Поэтому она широко применяется при пайке инструмента и других изделий, где нельзя допускать, например, температурного разупрочнения детали [1]. В состав припоя обычно входит основной материал, плюс дополнительные присадки и флюс. Последний предназначен в первую очередь для разрушения оксидной пленки и повышения смачиваемости припоем поверхности детали. Дополнительные присадки служат для смещения свойств паяного шва в нужную сторону (прочность, пластичность, сопротивление на разрыв) [2, 3]. В качестве основного элемента припоя могут использоваться элементы на основе меди (например, латунь Л63). Причем припои могут быть в твердом состоянии в форме, повторяющей зону пайки (трубные заготовки, штуцера) или в виде смеси порошков (для пайки инструмента) [4].

В порошковой форме определенной фракции, обычно, представлены различные композиты (композиции, прекурсоры) припоев. Для экспериментов в качестве припоев использовались следующие композиции: Cu-Zn-TiH₂, Л63 + Fe 1 к 1, Cu + P + St + 5%Ti + 0.15флюс + 1г Fe.

Нагрев производился с использованием индукционной нагревательной установки с силой тока индуктора 1000А и частотой на уровне 66 кГц. Флюс – эвтектика KBF₄ – Na₂B₄O₇. Нагрев шихты Cu – TiH₂ и медно-цинкового сплава сопровождается образованием суспензии металлических ча-

стиц и оксид-бор-фторидного расплава. Образующийся после охлаждения расплава припой имеет слоистое строение (рисунок 1).

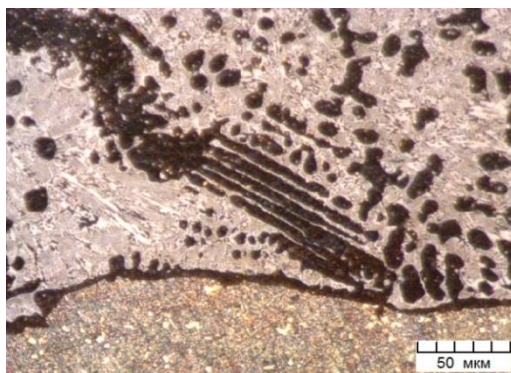


Рисунок 1 – Микроструктура припоя Cu-Zn-TiH₂

Первый слой располагается на границе раздела деталь-припой. Он представляет собой зерна α -твердого раствора на основе меди на фоне которых расположены дендриты разветвленной и округлой формы. Вне зависимости от длительности нагрева в полученном шве присутствуют дисперсные частицы иной фазы – продукты термодеструкции гидроксида титана. Присутствие частиц титана в расплаве может быть связано со структурой композиции Cu – TiH₂, полученной механическим легированием. Частицы гидроксида титана, расположенные в медной матрице имеют различные размеры. Более крупные из них не успевают раствориться в меди при выбранных режимах нагрева [5].

Использование в композиции магнитного материала, например, Fe должно позволить в определенных пределах управлять границей деталь-припой и прилегающей зоной. Микроструктура паяного шва с использованием припоя Л63 + Fe 1 к 1 представлена на рисунке 2.

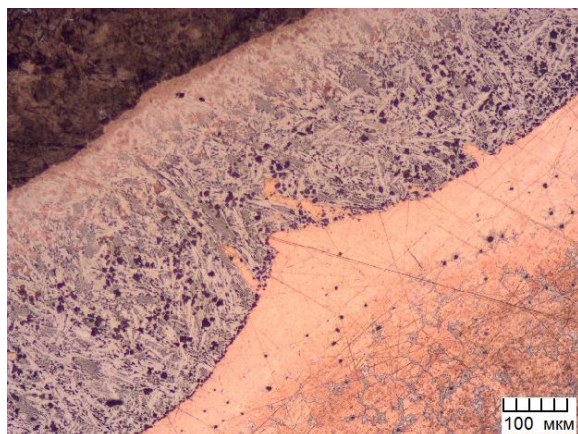


Рисунок 2 – Микроструктура припоя Л63 + Fe 1 к 1

Из рисунка видно, что частицы железа под действием электромагнитного поля, направленного индуктором типа «улитка» от центра к краю заготовки, расположились по краям рядом деталью. В результате внедрения частиц Fe в дендритную сетку кристаллизованной латуни, происходит частичное замещение латуни в дендритах железом с образованием упорядоченных дендритов, ориентированных по направлению магнитных силовых линий. Однако данная структура резко обрывается по мере продвижения к центру зоны пайки. Далее идет обычная дендритная структура латуни.

Использование композитных припоев на основе меди с добавлением гидрида титана в сочетании с электромагнитным перемешиванием от индуктора позволяет получить слоистую структуру паяного шва с достаточно равномерным распределением элементов в слоях. Явно выделяется использование мелкодисперсного порошка железа для получения осесимметричной дендритной структуры. Изменение параметров индукционного нагрева (частота электромагнитного поля, напряженность) позволяет формировать различную структуру паяных соединений (в том числе управление слоями).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лашко, С. В. Пайка металлов / С. В. Лашко, Н. Ф. Лашко – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Петрунин, И. Е. Пайка металлов / И. Е. Петрунин, С. Н. Лоцманов, Г. А. Николаев – М.: Металлургия, 1973. – 280 с.
3. Карабанов, В. В. Припои для пайки металлов / В. В. Карабанов, И. О. Борохов // Сборочно-сварочные работы. Пайка. – 2011. – № 6. – С. 39 – 45.
4. Соколов, Е. Г. Влияние олова на структуру и твердость металлических связей алмазных инструментов, полученных композиционной пайкой / Е. Г. Соколов // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2015. – № 3. С. 62 – 67.
5. Вегера, И. И. Исследование процессов индукционной пайки деталей с использованием композиционных припоев / И. И. Вегера, А. М. Кузей, П. Ю. Цыкунов // Актуальные проблемы прочности : монография. В 2-х т. Т. 2. / Бабич В. Е. [и др.]; под ред. В. В. Рубаника. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 512 с.