

Студент гр. 10404117 Шевчук Е. С.  
Научный руководитель – Иванов И. А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Медь входит в состав твердых припоев, которые широко используют в качестве припоя при пайке низкоуглеродистых и углеродистых сталей, малолегированных и легированных сталей, коррозионностойких сталей, чугуна, никеля и никелевых сплавов, а также ряда других металлов и сплавов. Низкая упругость паров меди способствует ее применению при пайке деталей электровакуумных приборов. Применению меди в качестве припоя способствует ее относительно низкая стоимость по сравнению с другими припоями.

Для пайки рекомендуют использовать медь марок М0 М0б, М1р, М2р по ГОСТ 859-2001, не содержащих кислород, а пайку производить в восстановительной или защитной газовой атмосфере либо в вакууме.

В окислительной атмосфере кислород диффундирует в медь с образованием окиси меди  $\text{Cu}_2\text{O}$ , что может привести к появлению межкристаллитных трещин и последующему водородному охрупчиванию в процессе отжига паяного соединения в водородсодержащей атмосфере. Аналогичным образом, при пайке в восстановительной атмосфере кислородсодержащей медью марок М1, М2, М3 присутствующая в них окись меди  $\text{Cu}_2\text{O}$  восстанавливается водородом с образованием большого количества водяных паров, приводящих к пористости и охрупчиванию паяного шва; при этом происходит потеря вакуумной плотности паяного соединения.

При температуре пайки 1100-1120 °С медь хорошо растекается по паяной поверхности и легко поднимается в капиллярные зазоры на большую высоту. Это используется для получения паяного соединения большой протяженности (15 мм и более), которое трудно выполнить с помощью других припоев. Соединительные зазоры при пайке медью рекомендуется иметь порядка 0,05 мм и менее.

Как правило, соединение, паяемое медью, более прочное, чем чистая медь. Если у меди величина временного сопротивления разрыву составляет около 200 МПа, то  $\sigma_{\text{в}}$  паяного медью соединения достигает 350-400 МПа и более. Это обусловлено растворимостью паяного металла в меди. Жидкая медь весьма активно взаимодействует с паяемыми металлами. Жидкая медь склонна к проникновению по границам зерен железа в низкоуглеродистых и конструкционных сталях. При пайке высоконикелевых сталей, никеля и никелевых сплавов медь в расплавленном состоянии взаимодействует с основным металлом, образуя более тугоплавкий, чем медь сплав, который при температуре пайки плохо растекается и не падает в зазоры. При пайке молибдена необходимо строго соблюдать режим пайки (температура 1100 °С, выдержка не более 10 минут), так как увеличение температуры и выдержки приводят к увеличению хрупкой диффузионной зоны и к снижению прочности паяного соединения. Подобное явление происходит и при пайке титана чистой медью. В этом случае при избытке меди могут образовываться легкоплавкие структурные составляющие.

При флюсовой пайке углеродистых и малолегированных сталей в контролируемых газовых средах самым распространенным способом является пайка медью в печах с восстановительной атмосферой (водород, диссоциированный аммиак, продукты цепочного сгорания смеси воздуха с газами: генераторным, бытовым, пропаном и другими). Окисная пленка на поверхности этих сталей химически неустойчивая, легко восстанавливается в газовых средах и растворяется флюсами № 200 и № 201 (ГОСТ 23178-78). При пайке малолегированных сталей, содержащих хром и алюминий, которые образуют на поверхности стали более химически стойкие окислы, следует применять более активный флюс № 209 (ГОСТ 23178-78).

При температуре пайки чистая медь достаточно хорошо растекается по паяемой поверхности коррозионностойких сталей; при этом происходит отжиг стали. Хорошие результаты получаются при пайке коррозионностойких сталей медью в среде аргона с трехфтористым бором ( $\text{BF}_3$ ).

Пайку медью конструкционных инструментальных сталей можно совмещать с закалкой и последующим отпуском. При этом сохраняется прочность основного металла и повышается прочность паяного шва.

При пайке чугуна медь в качестве припоя применяют сравнительно редко, так как высокая температура пайки приводит к графитизации чугуна. Кроме того, при перегреве выше  $900\text{ }^\circ\text{C}$  в процессе охлаждения может выделяться хрупкий цементит.

Эффективным припоем для соединения деталей из стали является ПОС-41. Другие припои для пайки также можно применять, но они не совсем подходят для этих целей. Припой на основе цинка плохо сочетается со сталью, особенно низколегированных и углеродистых сплавов.