

Пайка в среде водорода

Студент гр. 10404117 Орочко В. С.

Научный руководитель – Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Пайка в восстановительной газовой среде сопровождается реакцией восстановления окисной пленки газом. Для восстановления применяют водород, диссоциированный аммиак ($2\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$) и различные горючие газы – светильный, водяной, генераторный и др. Для пайки в среде водорода условие восстановительной среды соответствует неравенство $P_{\text{H}_2} > P_{\text{H}_2\text{O}}$, а окислительному процессу. Здесь P_{H} и $P_{\text{H}_2\text{O}}$ – парциальные давления водорода и водяного пара. Пайка в водороде (H_2). Очищенный от примесей паров воды и других газов водород эффективно удаляет окислы металлов.

Водород гораздо более активный восстановитель, чем формирующий газ или пары муравьиной кислоты. Так, например, окислы железа восстанавливаются в водороде примерно в 20 раз быстрее, чем в формирующем газе при $+500^\circ\text{C}$, и в 10 раз быстрее при $+300^\circ\text{C}$. Недостатком водорода является взрывоопасность, ограничивающая его применение. Также следует отметить, что водород эффективно проявляет свои полезные свойства лишь при температуре выше $+280^\circ\text{C}$.

Достоинства:

- Очищение от окислений.
- Улучшение смачиваемости.
- Отсутствие загрязнений.

Недостатки:

- Наличие открытого пламени при удалении водорода из рабочей камеры.
- Повышенные требования к безопасности.

Очищенный от примесей паров воды и других газов водород эффективно удаляет окислы металлов.

На скорость восстановления окислов металлов большое влияние оказывают кислород, попадающий в камеру пайки с газовой средой из-за подсоса воздуха, выделения кислорода из металла и т. п., а также скорость удаления продуктов реакции восстановления.

В присутствии паров воды скорость протекания этой реакции может стать равной нулю задолго до установления равновесного состава газовой фазы.

Константу равновесия реакции восстановления можно записать в виде: $K_p = p_{\text{H}_2} / p_{\text{H}_2\text{O}}$ где p_{H_2} и $p_{\text{H}_2\text{O}}$ – парциальные давления водорода и водяного пара.

При увеличении константы равновесия, т. е. при увеличении содержания водорода в газовой среде или уменьшении паров воды, реакция смещается в сторону восстановления металла из окислов. И наоборот, при уменьшении содержания водорода и увеличении содержания паров воды начинается окисление металла. Повышенное содержание влаги в среде водорода требует повышения температуры пайки. На практике парциальное давление водяного пара в газовой среде принято выражать через экспериментально определяемую точку росы.

Точкой росы называется температура конденсации влаги, содержащейся в данной газовой атмосфере. Косвенно, сравнивая теплоту образования окисла и водяного пара, можно получить сведения об активности восстановления водородом окислов металлов. Если теплота образования окисла меньше, чем у водяного пара (115,6 ккал на 1 моль O_2), то он восстанавливается легко, в противном случае с трудом или вообще не восстанавливается. По данным теплот образования окислов чистых металлов можно сделать предварительное заключение о возможности пайки в восстановительной среде сплавов на их основе. Так, сплавы, на поверхности которых образуются окислы MgO , TiO_2 , Al_2O_3 , BeO , не могут паяться в водородной

среде. Сплавы, на поверхности которых образуются окислы, содержащие Cr_2O_3 , требуют применения очень сухих восстановительных атмосфер. Наиболее легко осуществляется в водороде пайка низкоуглеродистых сталей. Так, при температуре пайки 850°C и более точка росы должна составлять $25\div 45^\circ\text{C}$. При пайке нержавеющей стали типа 12Х18Н9Т при температурах выше 1200°C точка росы должна составлять -60°C и ниже. Кроме указанных сталей пайке в водороде подвергают также высокоуглеродистые стали, быстрорежущие и хромомолибденовые. Температура пайки указанных сталей лежит в пределах $1180\text{-}1200^\circ\text{C}$. Для уменьшения взрывоопасности водород обычно применяют в смеси с азотом, эти смеси значительно дешевле. Так, при содержании 8% H_2 и менее смесь становится невзрывоопасной, но гораздо менее активной. Азотоводородные смеси готовят либо путем смешения технических азота и водорода, либо путем разложения газообразного аммиака.

Примером пайки изделий из стали, меди и/или медных сплавов серебрясодержащими припоями является патент RU2641601C2. Данный патент включает сборку изделий с использованием серебрясодержащего припоя, по которому между металлическими деталями помещается прокладка серебрясодержащего припоя; кассета помещается в специальную печь, в которой проводится пайка - в определенном режиме, соответствующем температуре плавления припоя, и в определенной, инертной или восстановительной атмосфере, как правило в среде водорода.