

## ВАКУУМНАЯ ПАЙКА МЕТАЛЛА С КЕРАМИКОЙ

Вопрос о вакуумной пайке металла с керамикой уже подымался на страницах данного журнала в реферате, посвящённом этому вопросу<sup>1</sup>. Метод, изложенный там, состоит в следующем. Поверхность керамики покрывается краской, составленной из порошка молибдена, прокаливается в восстановительной атмосфере при температуре в  $1300^{\circ}\text{C}$ , вновь покрывается краской, составленной на сей раз из порошка никеля, и прокаливается в атмосфере водорода до  $1000^{\circ}\text{C}$ . Обработанную таким образом поверхность можно спаивать со специальными сплавами при помощи особых припоев.

Бондлей<sup>2</sup> сообщает о другом методе, использующем гидрид титана. В этом случае берётся магниезийно-силикатная керамика и покрывается так же, как это было указано выше, специальной краской или эмалью из смеси гидрида титана с нитролаком. Краска наносится кисточкой или с помощью пульверизатора. После этого поверхность керамики сразу припаяется к металлу. При этом применяются тугоплавкие припои — серебро, медно-серебряный припой или другие металлы с температурой плавления в диапазоне  $900\text{—}1000^{\circ}\text{C}$ .

Спаивание ведётся в вакууме или в водороде при температурах порядка  $1000^{\circ}\text{C}$ . На первых же стадиях нагревания гидрид титана диссоциирует и на керамике остаётся чистый титан. Водород, выделяющийся при этом, химически очень активен, так как находится в атомарном состоянии. Его присутствие существенно для улучшения качества очистки спаиваемых поверхностей, ибо он служит восстановителем по отношению к примесям и загрязнениям, имеющимся на поверхностях керамики и металла. Чистые же поверхности легче спаиваются.

По достижении такой температуры, когда основная масса водорода окисляется выделенной из гидрида титана, серебряный припой расплавляется, сплавляется с титаном и этот титано-серебряный сплав прочно закрепляется на керамике. Испытания на разрыв показывают, что это соединение оказывается прочнее самой керамики.

Тот факт, что сплавление металла с керамикой может происходить в вакууме, даёт возможность получить хорошее обезгаживание спаиваемых деталей. На поверхностях металлов и керамик не образуется окислов, присутствие которых необходимо при спаивании стекла с металлом, для обеспечения смачивания металла расплавленным стеклом. Это снимает проблему борьбы с окислением частей металла, прилегающих к спаивному месту, что представляет значительную трудность при стекльно-металлических спаих.

Высокая температура, применяющаяся при такого рода пайках, превосходит, как правило, возможные температуры, при которых будет рабо-

тать спаянный участок, и является поэтому гарантией отсутствия выделений газа в процессе работы.

Для устранения натяжений, образующихся вследствие различия коэффициентов теплового расширения спаиваемых деталей, к магнезийно-силикатным керамикам припаиваются детали из хромистой стали (FeCr), содержащей от 14 до 30% хрома. В этом случае их коэффициенты теплового расширения почти равны между собой. Отжига после спаивания таких деталей не требуется. Процессы нагревания и охлаждения идут очень быстро. Так, автор отмечает, что нагрев от 0° до 900° С обычно ведётся в течение 3 минут.

Из всего вышеизложенного видно, что этот метод даёт возможность получать вакуумно стойкие, механически прочные спай металла с керамикой, применяя одну операцию. В ходе этой операции поверхность керамики металлизирована и с помощью тугоплавких припоев спаивается с поверхностью металла. В методе, разобранным ранее<sup>1</sup>, этот процесс растянут на 3 операции.

*В. В. Фёдоров*

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. «Вакуумная пайка металла с керамикой», УФН **33**, вып. 2 (1947).
2. Bondley, Electronics **20**, 6 (1947).