

А. В. Дуров*

**ПАЙКА ZrO_2 -КЕРАМИКИ К МЕТАЛЛУ С ПОМОЩЬЮ ПРИПОЯ
СЕРЕБРО—МЕДЬ—КИСЛОРОД НА ВОЗДУХЕ**

Исследована возможность пайки ZrO_2 -керамики к благородным металлам с помощью системы Ag—Cu—O на воздухе. В качестве металлической части паяного соединения опробован ряд материалов, у которых адгезия к собственному оксиду должна быть высокой. Получены паяные соединения с прочностью до 50 МПа.

Ключевые слова: металлокислородная пайка, керамика, жаростойкие металлы.

Введение

Металлокислородная пайка — достаточно хорошо известный метод соединения оксидных материалов [1]. Суть метода состоит в том, что металлические расплавы, содержащие кислород, смачивают твердые оксиды гораздо лучше расплавов без кислорода. Наиболее распространенным припоем для металлокислородной пайки является система медь—серебро—кислород: присутствие оксида меди в расплавленном серебре значительно улучшает смачивание припоем керамики и обеспечивает высокую прочность паяных соединений. Неоспоримым преимуществом металлокислородной технологии является возможность пайки керамики на воздухе без применения специального вакуумного или газового оборудования. Однако до сих пор с помощью металлокислородной технологии удавалось получить прочные соединения только керамики с керамикой, а гораздо больший технический интерес представляют соединения керамики с металлом [1]. Препятствием для пайки керамики с металлом на воздухе является окисление металла. Даже в случае использования жаростойких сплавов припой контактирует не непосредственно с металлом, а с оксидной пленкой на его поверхности, адгезия которой к основному металлу, как правило, невысока. Таким образом, для получения прочных соединений керамики с металлом по металлокислородной технологии в качестве металлической части паяного соединения следует использовать металлы с высокой адгезией к их собственным оксидам (титан, цирконий, ванадий, ниобий и др.) [2]. В данной работе опробована возможность пайки керамики к различным металлическим материалам с помощью системы серебро—медь на воздухе.

Эксперимент и обсуждение результатов

Для экспериментов выбраны жаростойкая сталь 30ХГСА, титан, цирконий и ниобий технической чистоты, сплав Al_3Ti , приготовленный переплавкой

* А. В. Дуров.— кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины, Киев.

в вакууме в корундовом тигле. Из металлических материалов изготовлены пластинки толщиной 6 мм. Для пайки использовали серебряную проволоку и порошок меди технической чистоты. Поскольку в экспериментах применяли быстрый нагрев и охлаждение, в качестве керамической части соединений взята керамика высокой термостойкости на основе ZrO_2 , частично стабилизированного 3% (ат.) Y_2O_3 , в виде брусочков размером 5×5×4 мм. Серебряная проволока была прокатана до толщины 0,16 мм. Опыты проводили на воздухе в тигле с электрическим нагревателем.

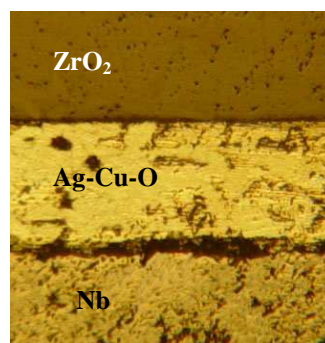
На поверхность серебряной пластинки наносили медный порошок, пластинку укладывали на металлическую заготовку, сверху располагали керамику. При постепенном нагреве до температуры плавления припоя на воздухе металлы слишком сильно окисляются [2], поэтому применяли быстрый нагрев и охлаждение: тигль разогревали до 970—980 °С, быстро опускали в разогретый тигль сборку для пайки и, как только происходило плавление серебра, немедленно извлекали паяный образец из тигля и охлаждали при комнатной температуре.

Припой хорошо смачивает керамику, так и окисленную поверхность металла. Измеряли прочность паяных соединений при сдвиге. Для жаростойкой стали и титана прочность была очень низкой, образцы разрушались в руках по границе между оксидной пленкой и металлической. Для циркония прочность достигала 10 МПа. Разрушение происходило по оксидному слою на поверхности циркония, очевидно, этот слой недостаточно прочен. В случае Al_3Ti припой очень интенсивно взаимодействовал с металлической деталью, вследствие чего образовался хрупкий и рыхлый переходный слой, прочность соединений была не более 5 МПа. Наилучшие результаты получены для ниобия, прочность составила 42—50 МПа. Разрушение происходило по слою оксида на поверхности ниобия. Очевидно, сформированная на ниобии окалина также не обладает достаточной прочностью.

На рисунке представлена микрофотография шлифа паяного соединения ZrO_2 -керамики с ниобием, полученного по металл-кислородной технологии. Видно, что переходный слой ниобий—припой гораздо толще переходного слоя ZrO_2 -керамика—припой, поскольку он содержит оксиды ниобия, которые сформировались при нагревании ниобия на воздухе.

Микрофотография (×250) шлифа паяного соединения ZrO_2 -керамики с ниобием, полученного с помощью припоя Ag—Cu—O на воздухе

Microphotography the air (×250) of ZrO_2 -ceramic to niobium brazing joint obtained using Ag—Cu—O filler on



Выводы

Для пайки ZrO_2 -керамики к различным металлическим материалам опробована технология, в которой в качестве припоя использовали систему $Ag-Cu-O$ на воздухе. Наилучшие результаты получены для ниобия, прочность соединений составила 42—50 МПа. Для развития данного метода пайки следует разрабатывать специальные жаростойкие металлические материалы, при окислении которых на их поверхности образуется прочный оксидный слой с высокой адгезией к металлу.

РЕЗЮМЕ. Досліджено можливість паяння ZrO_2 -кераміки до неблагородних металів за допомогою системи $Ag-Cu-O$ на повітрі. В якості металевої частини паяного з'єднання випробувано ряд металевих матеріалів, у яких адгезія до власних оксидів має бути високою. Отримано паяні з'єднання з міцністю до 50 МПа.

Ключові слова: *металокисневе паяння, кераміка, жаростійкі метали.*

1. *Найдич Ю. В.* Контактные явления в металлических расплавах. — К. : Наук. думка, 1972. — 196 с.
2. *Войтович Р. Ф.* Высокотемпературное окисление металлов и сплавов: (Справ.) / Р. Ф. Войтович, Э. И. Головкин, И. Н. Францевич. — К. : Наук. думка, 1980. — 295 с.

Поступила 01.12.14

Durov O. V.

Brazing of ZrO_2 -ceramic to metal by silver—copper—oxygen filler on the air

Strong brazed joints of ceramic to ceramic are obtained for a long time by metal—oxygen technology but metal to ceramic joints are more interesting. As at brazing of ceramic to metal by $Ag-Cu-O$ system on the air joints strength is obviously determined by strength of adhesion of oxygen layer on metal surface to metal as columbium was tested the metal part of brazing joint because its adhesion to own oxide have to be high. Brazed joints with strength up to 50 MPa were obtained.

Keywords: *metalloxygen brazing, ceramic, heat-resistant metals.*