

В.П. Жиликов¹, В.С. Рьльников¹

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ОЛОВА В 3%-НОМ РАСТВОРЕ NaCl

Исследовано влияние на коррозионную стойкость олова различных легирующих элементов в 3%-ном растворе NaCl. Положительное влияние оказывают добавки висмута, сурьмы, меди, отрицательное – свинца, цинка, индия и кадмия.

Ключевые слова: коррозионная стойкость олова, легирующие элементы, висмут, сурьма, медь.

V.P. Zhilikov¹, V.S. Rylnikov¹

ALLOYING EFFECT UPON STANNUM CORROSION RESISTANCE IN 3% NaCl SOLUTION

The effect of various alloying elements upon the stannum corrosion resistance was investigated in 3% NaCl solution. The additives of Bi, Sb, Cu affect positively, but the additives of Pb, Zn, In and Cd – negatively.

Keywords: stannum corrosion resistance, alloying elements, bismuth (Bi), stibium (Sb), copper (Cu).

¹ Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации [Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of aviation materials» State research center of the Russian Federation] E-mail: admin@viam.ru

Олово широко применяется в различных отраслях промышленности для лужения стальных и медных деталей. В качестве припоя в чистом виде оно применяется значительно реже, так как не отвечает необходимому сочетанию технологических и физико-механических свойств. Кроме того, чистому олову присуще так называемое явление «оловянной чумы», когда при низкой температуре происходит его разрушение путем перехода из аллотропической модификации β в модификацию α с увеличением объема [1]. Поэтому для пайки применяются оловянно-свинцовые припои (ПОССу 61-05, ПОС-90 и др.) или припои, дополнительно легированные медью, серебром, сурьмой и другими элементами (ВПр6, ВПр9, ВПр35 и др.). Все эти припои имеют различную коррозионную стойкость в зависимости от состава легирующих элементов.

Наибольшей коррозии металлические материалы подвержены в приморской атмосфере, где наличие хлоридов является мощным стимулирующим фактором [2, 3], поэтому исследования проводились в 3%-ном растворе NaCl.

На рис. 1 приведены кривые изменения во времени стационарных потенциалов бинарных сплавов в 3%-ном растворе NaCl. Металлы, кривые которых расположены выше кривой олова, должны «разблагораживать», ниже – облагораживать олово. Однако это влияние проявляется только при определенном, чаще всего при сравнительно большом, содержании легирующего элемента. При введении в олово меди, серебра и висмута – до 8%, никеля – до 4%, титана – до 2%, значение стационарного потенциала олова практически не меняется. С увеличением содержания указанных элементов стационарный потенциал олова постепенно смещается в положительную сторону.

Наибольший эффект наблюдается при введении серебра и титана. Отрицательное влияние на стационарный потенциал олова оказывают кадмий, индий и особенно цинк, даже в небольшом количестве (1–2%).

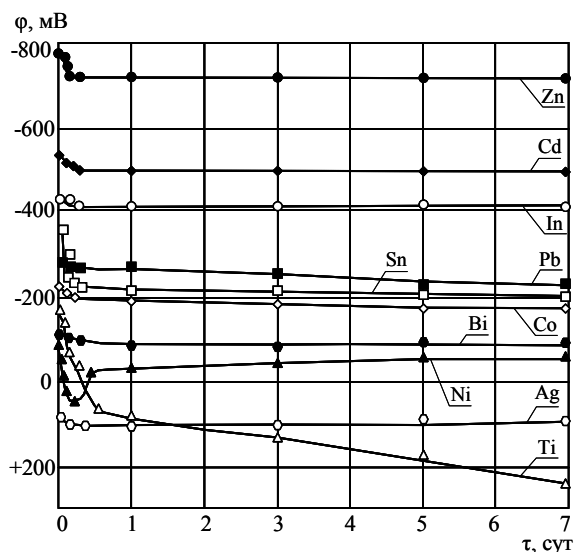


Рис. 1. Влияние легирующих элементов на стационарный потенциал олова в бинарных сплавах Sn–Me в 3%-ном растворе NaCl

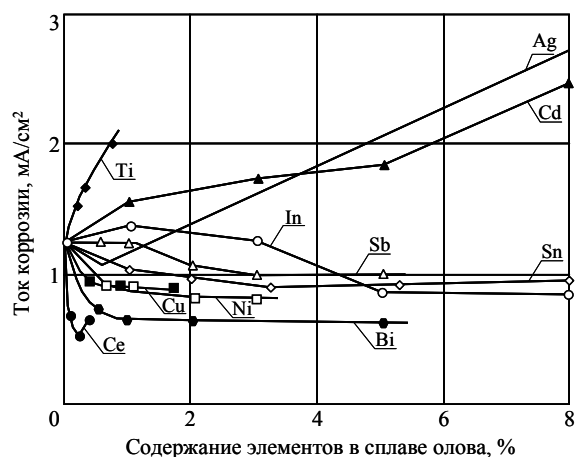


Рис. 2. Влияние легирующих элементов на ток коррозии олова в 3%-ном растворе NaCl

Как известно, коррозионная стойкость металла определяется не только значением стационарного потенциала, но и степенью его поляризации [4]. В связи с этим была проведена оценка скорости коррозии бинарных сплавов Sn–Me путем снятия поляризационных кривых с определением тока коррозии по пересечению с ними значений стационарных потенциалов. Полученные результаты представлены на рис. 2. При введении в олово меди, никеля, висмута в количестве по 0,2%, ток коррозии в первых двух случаях снизился в 1,5 раза, в последнем — в 2 раза и затем мало менялся с увеличением содержания элементов до 2,3 и 5% соответственно. Легирование олова кадмием привело к постепенному, а титаном — к резкому возрастанию тока коррозии. При введении титана в структуру сплава образуется интерметаллическое соединение Ti_6Sn_5 [5], в котором олово является анодом и быстро растворяется. Введение в олово серебра (до 0,5%) вначале несколько снижает ток коррозии, затем, с повышением его содержания, ток коррозии быстро возрастает. Это связано с появлением в структуре ϵ -фазы, содержащей большое количество серебра [6], которая является эффективным катодом.

Данные по скорости коррозии бинарных сплавов Sn–Me, полученные по потере массы образцов после испытаний в 3%-ном растворе NaCl в течение 6 мес, в основном подтверждают выводы, сделанные из анализа данных по определению тока коррозии при снятии поляризационных кривых. При введении в олово меди от 0,1 до 3%, скорость коррозии снизилась в 3–4 раза. Аналогичное влияние отмечено при легировании олова висмутом или сурьмой в количестве от 1 до 5%.

Легирование олова свинцом до 20% не оказывает заметного влияния на его коррозионную стойкость. При более высоком содержании свинца скорость коррозии возрастает экспоненциально (рис. 3). При содержании в олове индия от 2 до 5%, скорость коррозии возрастает в 1,5 раза, при содержании 10% — в 2,5 раза.

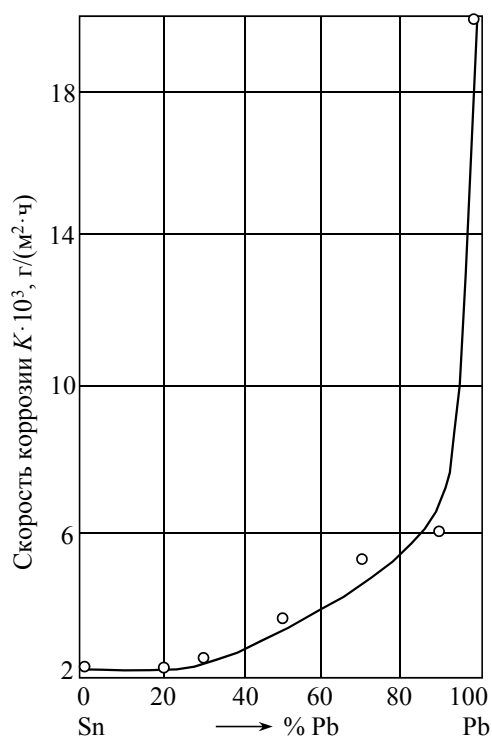


Рис. 3. Влияние свинца на коррозионную стойкость олова в 3%-ном растворе NaCl

Малые добавки никеля – до 2%, индия – до 1%, кадмия – до 3%, цинка – до 0,5% практически не оказывают влияния на стойкость олова. С повышением содержания кадмия, цинка, индия коррозионная стойкость олова быстро снижается. Особенно сильное влияние оказывает введение 20% цинка (в 20 раз), 35% кадмия (в 25 раз).

Таким образом, полученные результаты показывают, что повышение коррозионной стойкости олова может быть достигнуто введением висмута, сурьмы или меди в количестве от 1 до 5%, от 0,5 до 5% и от 0,1 до 3% соответственно. Кадмий, индий, цинк и свинец могут быть введены в олово для снижения температуры пайки или для каких-либо других целей в количестве не более 1–2% каждого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирягин А.П. Промышленные цветные металлы и сплавы. М.: ГНТИ. 1956. 559 с.
2. Панченко Ю.М., Стрекалов П.В., Жиликов В.П., Каримова С.А., Березина Л.Г. Зависимость коррозионной стойкости сплава Д16 от засоленности и метеопараметров приморской атмосферы //Коррозия: материалы, защита. 2011. №8. С. 1–12.
3. Жирнов А.Д., Стрекалов П.В., Каримова С.А., Жиликов В.П., Тарараева Т.И., Мищенко Е.Н. Сезонная динамика процесса коррозии металлов на береговой зоне Черного моря //Коррозия: материалы, защита. 2007. №8. С. 23–29.
4. Жиликов В.П., Рыльников В.С. Особенности коррозии паяных соединений //Коррозия: материалы, защита. 2012. №7. С. 7–8.
5. Петраков И.Е., Маркова И.Ю., Екатова А.С. Металловедение пайки. М.: Металлургия. 1976. 302 с.
6. Лашко Н.Ф. Контактные металлургические процессы при пайке. М.: Металлургия. 1974. 425 с.

REFERENCES LIST

1. Smirjagin A.P. Promyshlennye cvetnye metally i splavy [Industrial non-ferrous metals and alloys]. M.: GNTI. 1956. 559 S.
2. Panchenko Ju.M., Strekalov P.V., Zhilikov V.P., Karimova S.A., Berezina L.G. Zavisimost' korrozionnoj stojkosti splava D16 ot zasolennosti i meteoparametrov primorskoj atmosfery [The dependence of the corrosion resistance of the alloy D16 meteoparameters salinity and coastal environments] //Korroziya: materialy, zashhita. 2011. №8. S. 1–12.
3. Zhirnov A.D., Strekalov P.V., Karimova S.A., Zhilikov V.P., Tararaeva T.I., Mishhenkov E.N. Sezonnaja dinamika processa korrozii metallov na beregovoj zone Chernogo morja [Seasonal dynamics of corrosion of metals on the coastal zone of the Black Sea] //Korroziya: materialy, zashhita. 2007. №8. S. 23–29.

4. Zhilikov V.P., Ryl'nikov V.S. Osobennosti korrozii pajanyh soedinenij [Features corrosion of solder joints] //Korrozija: materialy, zashhita. 2012. №7. S. 7–8.
5. Petrakov I.E., Markova I.Ju., Ekatova A.S. Metallovedenie pajki [Metallography soldering]. M.: Metallurgija. 1976. 302 s.
6. Lashko N.F. Kontaktnye metallurgicheskie processy pri pajke [Contact metallurgical processes for soldering]. M.: Metallurgija. 1974. 425 s.