

для ФАП и 0,1375 моль/л для ГАП), после чего показатели постепенно выравниваются, и на 18-ый день разница в содержании кальция становится незначительной (0,2156 моль/л и 0,2063 моль/л для ФАП и ГАП соответственно).

*Работа выполнена в соответствии с государственным заданием и планами НИР ИХТТ УрО РАН.*

1. Безруков В.М., Григорьян А.С. Гидроксиапатит как субстрат для костной пластики: теоретические и практические аспекты проблемы. – Стоматология (1996).
2. Богданова Е.А., Сабирзянов Н.А. Исследование термической устойчивости фторзамещенного ГАП. – Материаловедение (2015).
3. Сабирзянов Н.А., Богданова Е.А., Хонина Т.Г. Способ получения суспензии гидроксиапатита: Патент РФ № 2406693. (2010).
4. Сабирзянов Н.А., Богданова Е.А., Скачков В.М. Способ получения суспензии апатита: Патент РФ № 2652193. (2018).

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПРИПОИ НА ОСНОВЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ СПЛАВОВ ГАЛЛИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТИТАНА

Скачкова О.В.\*, Пасечник Л.А., Скачков В.М., Яценко С.П.

Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [chem.springer@yandex.ru](mailto:chem.springer@yandex.ru)

## COMPOSITE BRAZING ALLOYS OF LOW-MELTING ALLOYS OF GALLIUM WITH THE ADDITION OF TITANIUM

Skachkova O.V.\*, Pasechnik L.A., Skachkov V.M., Yatsenko S.P.

Institute of Solid State Chemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

The article discusses the effect of high temperatures and the composition of the powder filler on the structure and properties of diffusion-hardening solders based on gallium to give the alloy the unique properties and expansion of applications. The influence of the powder filler – titanium composition on the structure and properties of solder of use is investigated.

Композиционные диффузионно-твердеющие припои (КДТП) позволяют решать технические вопросы соединения разнородных материалов, соединять не только металлические материалы, но и неметаллические, например, стекло, керамику, ситаллы, кварц, как между собой, так и с металлами. После низкотемпературной обработки таких припоев соединительные швы в зависимости от состава обладают высокими механическими свойствами, регулируемые коэффициентами термического расширения, устойчивостью к вибрационным нагрузкам, и могут эксплуатироваться в широком температурном диапазоне. Современное развитие техники, в том числе электронной, создание новых приборов и

аппаратов очень часто ставит перед конструкторами вопрос, как соединить разнородные с различными свойствами материалы. Вопрос можно решить, применяя КДТП, которые достаточно длительное время находятся в пастообразном состоянии, что позволяет снять целый ряд чисто технических сложностей [1]. Смачивание легкоплавким сплавом металлической составляющей и изменение объема за счет фазовых переходов влияют на форму и структуру КДТП [2]. На первой стадии затвердевания композита образуется тонкий слой легкоплавкого сплава, насыщенного медью. Менее химически активные компоненты из твердого раствора в меди или из галлиевого сплава обеспечивают протекание других реакций, например, из твердого раствора медь-индий-олово образуется  $In_3Sn$ . Для изменения свойств припоя использован твердый наполнитель - порошок титана. Исследование показало, что повторная термообработка при повышенной температуре, близкой к температуре распая, изменяет механические свойства припоя. Результаты измерения микротвердости полученных композиций в зависимости от состава и температурной обработки приведены в Таблице.

Изменение микротвердости КДТП при термообработке и введении наполнителя - порошок титана

№ п/п	Состав припоя	Температура термообработки, °С	
		150	500
		Микротвердость, МПа	
1	<i>Ga-In-Sn</i> 30% - <i>Cu-Sn</i> 70%	59	111
2	<i>Ga-In-Sn</i> 30% - <i>Cu-Sn</i> 65% - <i>Ti</i> 5%	42	96
3	<i>Ga-In-Sn</i> 30% - <i>Cu-Sn</i> 60% - <i>Ti</i> 10%	133	195
4	<i>Ga-In-Sn</i> 30% - <i>Cu-Sn</i> 55% - <i>Ti</i> 15%	68	140

В твердых галлиевых растворах протекает взаимодействие между титаном и медью, которые образуют между собой ИМС  $\alpha-TiCu_4$ , которое существует при температуре  $< 400$  °С, а образуется при температурах между 400 и 500 °С.

*Работа выполнена в соответствии с государственным заданием и планами НИР ИХТТ УрО РАН.*

1. Яценко С.П., Хаяк В.Г. Композиционные припои на основе легкоплавких сплавов. – Екатеринбург: УрО РАН (1997).
2. Скачков В.М. и др. Влияние твердой компоненты диффузионно-твердеющих припоев на свойства соединительного слоя. – Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов (2015).