

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДИФфуЗИОННОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ В СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ

Марукович Е. И., Сазоненко И. О., Харьков В. А.

*Институт технологии металлов НАН Беларуси, Могилев, Беларусь,
kharckov@itm.by*

Основной сложностью получения биметаллического соединения меди и алюминия с высокими физико-механическими свойствами переходной зоны (высокими значениями электропроводности и пластичности) является наличие интенсивных процессов диффузии меди в алюминии и сопутствующего процесса образования химического соединения – интерметаллида. При этом характер диффузии в поликристаллических твердых металлах и сплавах сложнее чем в расплавах этих же металлов и сплавов. Для расплавов характерна объемная диффузия в то время как для поликристаллических тел это обычно комбинация объемной диффузии и диффузии по границам зерен [1]. Существенно и различие энергий активации этих двух путей протекания диффузии, так энергия активации зернограничной диффузии примерно в два раза меньше, чем энергия активации объемной диффузии. Также известно, что процессы диффузии описывается уравнениями Фика и в общем случае зависят от температурных и временных параметров [2]. С учетом этих фактов, были проведены исследования влияния параметров процесса литья и охлаждения на величину диффузионной переходной зоны биметаллического соединения Al – Cu получаемого с использованием жидкофазных методов.

Для получения максимального межслоевого сцепления, при формировании биметалла системы медь-алюминий, в ходе проведения экспериментов использовали жидкую защитную среду на основе расплавов флюса ФА-40. Использование флюса в качестве защитной среды эффективно защищает подложку и жидкий металл от окисления атмосферным кислородом, попутно обеспечивая удаление хемосорбированных и адсорбированных слоев посредством термодеструкции и растворение поверхностных окислов.

Эксперименты по получению биметалла Al – Cu проводились при постоянной температуре заливаемого жидкого алюминия и варьируемой величиной температуры подогрева медной подложки. Температура жидкого алюминия, заливаемого на медную подложку выбиралась исходя из соображения его минимального перегрева, достаточного для получения биметаллического соединения. Анализируя данные предшествующих экспериментов, температуру подогрева жидкого алюминия в печи приняли на уровне 700°C. Минимальную температуру подогрева медной подложки, также исходя из данных предшествующих экспериментов, определили на уровне 600°C. Данная температура подогрева подложки обеспечивает достаточную жидкотекучесть флюса ФА-40, что позволяет получить минимальное количество включений флюса в переходной зоне биметаллического соединения. Таким образом изучение влияния подогрева медной подложки, на величину переходной зоны, проводили на интервале температур 600 - 690°C с температурным шагом 30°C.

В первой серии экспериментов изучалась зависимость размера переходной зоны при естественном охлаждении на воздухе полученного биметаллического образца. После получения образцов биметаллических соединений из них были изготовлены продольные шлифы. Микроструктура переходной диффузионной зоны Al – Cu изучалась с использованием программно – аппаратного комплекса CarlZeiss

AxioTech 100 Vario. На рисунках 1, 2, 3, 4 представлены микроструктура переходной зоны Al – Cu.

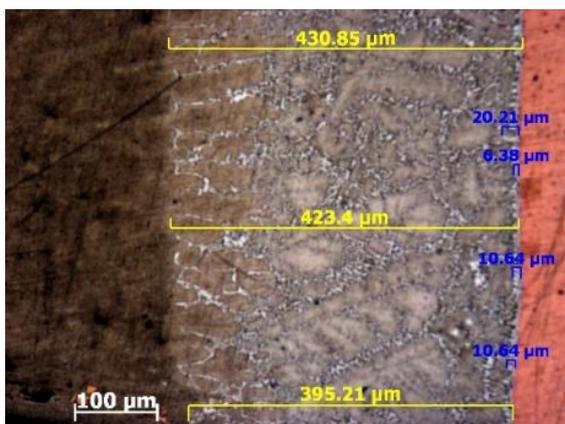


Рисунок 1 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 600°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение на воздухе) (×100)

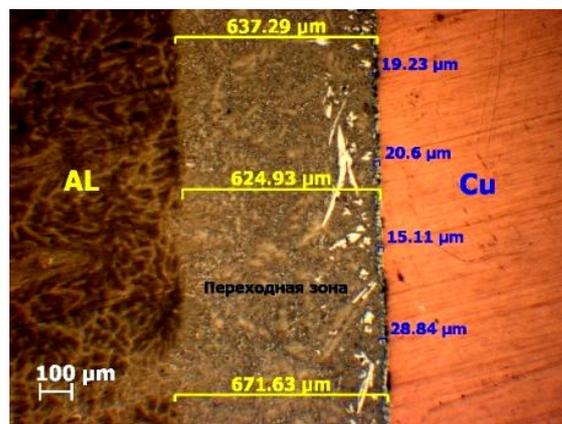


Рисунок 2 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 630°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение на воздухе) (×50)

Переходная зона представляет собой сложную систему. Непосредственно к медной подложке прилегает слой интерметаллида CuAl_2 за которым находится слой, представляющий собой эвтектику α (Al) + CuAl_2 и непосредственно прилегающий к алюминию слой доэвтектического сплава переменного состава

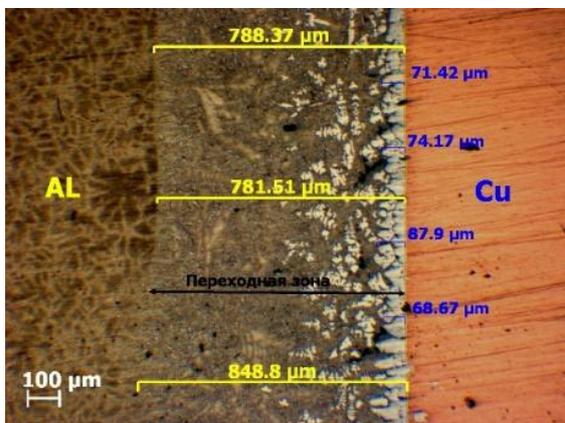


Рисунок 3 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 660°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение на воздухе) (×50)

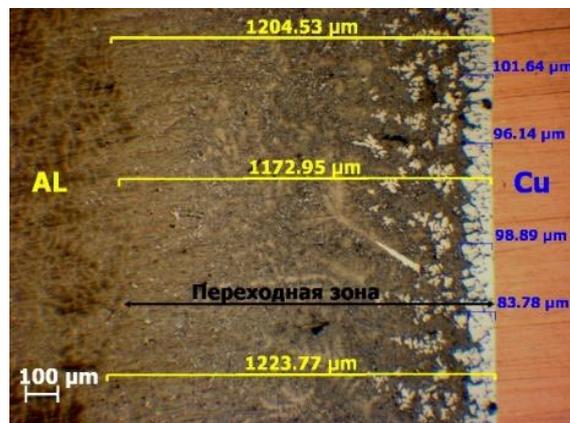


Рисунок 4 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 690°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение на воздухе) (×50)

Для построения графика зависимости величины переходной диффузионной зоны от температуры подогрева подложки провели ряд измерений переходной зоны с последующим усреднением результата. Осуществлялось трехкратное измерение величины переходной зоны в области ограниченной полем зрения микроскопа. На каждом образце производили 4 измерения, начиная с края образца с шагом 4 мм с последним измерением в центре образца.

Во второй серии экспериментов изучалась зависимость размера переходной зоны от величины температуры подогрева медной подложки (в интервале 630-690°C), постоянной температуре жидкого алюминия (700°C) и ускоренном охлаждении в водной среде полученного биметаллического образца. На рисунках 5, 6, 7

представлена микроструктура переходной зоны Al – Cu полученных при ускоренном охлаждении биметаллических образцов.

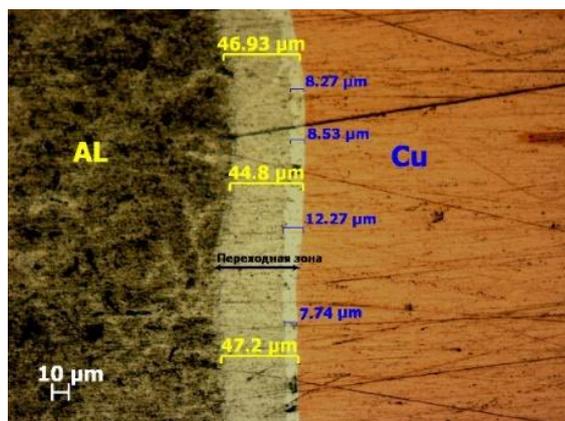


Рисунок 5 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 630°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение в воде) (×200)

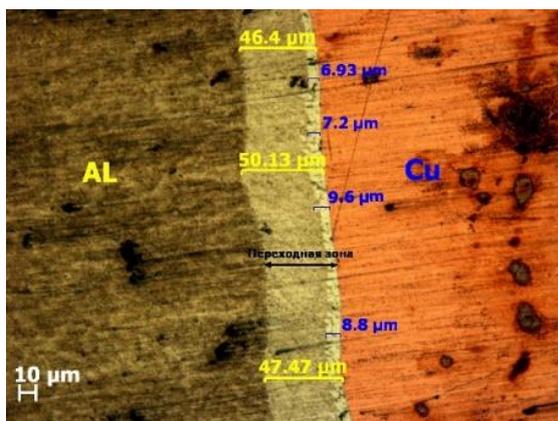


Рисунок 6 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 660°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение в воде) (×200)

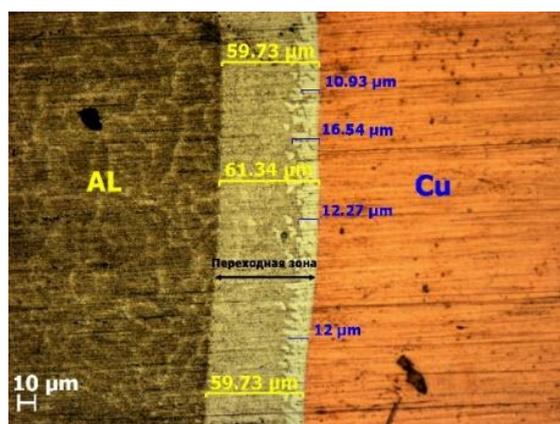


Рисунок 7 – Диффузионная зона биметаллического соединения Al – Cu, (температура медной подложки 690°C, температура жидкого алюминия 700°C, охлаждение в воде) (×200)

Анализ микроструктуры образцов биметаллического соединения, полученных охлаждением в водной среде, показал существенное уменьшение как величины непосредственно прилегающего к медной подложке слоя интерметаллида так и общей толщины переходной зоны.

Список использованной литературы.

1. Долгополов Н.А. Зернограничная диффузия меди в алюминии и сплавах алюминий-медь и алюминий-церий: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: /Н.А. Долгополов; Издательский Дом МИСиС — М., 2015. – 21 с.
2. Гегузин Я.Е. Диффузионная зона. / Я.Е. Гегузин. — М. Главная редакция физико-математической литературы, 1979 – 344 с.