

СМАЧИВАНИЕ ТВЕРДОЙ МЕДИ ЖИДКИМ ИНДИЕМ В СВЕРХВЫСОКОМ ВАКУУМЕ И ГАЗОВОЙ СРЕДЕ И РАСЧЕТ ИХ МЕЖФАЗНЫХ ЭНЕРГИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

М.П. Дохов¹, Э.Х. Шериева², М.Н. Кокоева¹

¹ Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова, г. Нальчик, КБР, Россия

² Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, КБР, Россия

С помощью полученных в последние годы экспериментальных данных по краевым углам и поверхностным энергиям твердой меди и жидкого индия рассчитаны их межфазные энергии при различных температурах. Исследования межфазных характеристик диктуют необходимость получения новых материалов, способных работать в экстремальных условиях. Для этих и некоторых других целей в современной технике и технологии начали, например, применять высоковакуумную пайку высокотемпературных металлических изделий с помощью низкотемпературных металлов и сплавов. Важную роль в таких процессах играет межфазная энергия на границе твердое тело – расплав, которая определяет величину краевого угла: чем меньше межфазная энергия, тем меньше краевой угол, а чем меньше краевой угол, тем лучше протекают процессы пайки, сварки и жидкофазного спекания и т.д. К сожалению, до настоящего времени прямого метода измерения межфазной энергии не существует. Поэтому вычисление этой величины является актуальной задачей.

Ключевые слова: угол смачивания, поверхностная энергия, межфазная энергия, твердая медь, жидкий индий, азот.

Введение

Для расчета межфазной энергии на границе раздела твердое тело – жидкость $\sigma_{ТЖ}$ издавна пользовались и пользуются уравнением Юнга. Однако из-за отсутствия экспериментальных данных, таких как поверхностная энергия твердых тел с насыщенным паром $\sigma_{ТП}$ и температурные коэффициенты поверхностной энергии твердых тел $\Delta\sigma_{ТП}/\Delta T$, расчет межфазной энергии невозможно было провести. Разность $\sigma_{ТП} - \sigma_{ТЖ}$, входящая в уравнение Юнга, равна произведению поверхностной энергии расплав – пар на косинус угла смачивания $\sigma_{рп} \cos\theta$. Тогда уравнение Юнга примет вид

$$\sigma_{ТП} - \sigma_{ТЖ} = \sigma_{рп} \cos\theta. \quad (1)$$

В другом случае, не обращая внимание на температуру, при которой измерен краевой угол, в (1) подставили значения $\sigma_{ТП}$, найденные полуэмпирическими оценками, и, зная $\sigma_{рп}$ и $\cos\theta$, которые надежно измеряются в эксперименте, вычислили $\sigma_{ТЖ}$. Ясно, что точность таких расчетов была невелика.

Цель настоящей работы – вычислить межфазные энергии и работу адгезии системы Cu–In при различных температурах.

Методика проведения расчетов межфазных характеристик

В работе [1] было изучено смачивание меди жидким индием в условиях сверхвысокого вакуума (10^{-9} Торр) и в газовых средах – азоте и аргоне – при различных давлениях. Авторы использовали индий марки In–O, а подложки изготовляли из бескислородной меди МБ с содержанием основного металла не менее 99.99%. Поверхность медных подложек полировали до 9–10 классов чистоты.

Экспериментальная установка состояла из высоковакуумного откачного поста на основе Гин-05М, осуществляющего безмасляную откачку воздуха до 10^{-9} Торр, что важно для проведения опытов в чистых условиях, и воздушного термостата, исключаяющего градиент температуры. Прибор и измерительная ячейка были изготовлены из молибденового стекла.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>