

УДК 621.785.4

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТРЁХСЛОЙНОГО КОМПОЗИТА СИСТЕМЫ МЕДЬ-АЛЮМИНИЙ В «ТВЕРДО-ЖИДКОЙ» ФАЗЕ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМООБРАБОТКЕ

Роман Валентинович Семенов

*Студент 5 курса, магистр 1 года
Кафедра «Материаловедение и композиционные материалы»
Волгоградский государственный технический университет*

*Научный руководитель: О. В. Слаутин
кандидат технических наук*

Проведенные в последние годы исследования слоистых интерметаллидных композитов (СИК) на основе системы медь-алюминий доказывают возможность практического применения и перспективность данного класса композиционных материалов (КМ). Однако отсутствие систематических исследований в данной области, затрудняет обоснованное назначение режимов термообработки при получении медно-алюминиевых СИК.

Исследования по взаимодействию меди с алюминием в присутствии жидкой фазы проводились на образцах состава М1+АД1+М1, которые предварительно были получены по комплексной технологии (включающей сварку взрывом и последующую прокатку). Высокотемпературная термообработка исследуемых образцов проводилась в два этапа: 1) при температуре 570 °С в течение 3 ч с последующим охлаждением вместе с печью; 2) при 700 °С в течение 0,3 ч с последующим охлаждением на спокойном воздухе. В качестве защитной атмосферы использовалась технологическая обмазка, состоящая из жидкого стекла – 40 % и глинозема (Al_2O_3) – 60 %.

Анализ микроструктуры термообработанных при 570 °С образцов (рис 1, а) показал, что образуется характерная дендритная структура, ориентированная в направлении отвода тепла (в центральном алюминиевом слое) и двухслойная диффузионная зона (на границе с медью). Микротвердость полученных прослоек (рис 1, а) составляет 8,3 ГПа (со стороны меди) и 5,5 ГПа (со стороны алюминия).

Твердость алюминиевого слоя колеблется в диапазоне от 3,2 до 4,2 ГПа. Последующий отжиг при 700 °С приводит к увеличению количества слоев в диффузионной зоне (рис. 1, б): образуется мягкая прослойка со стороны меди, твердостью 4 ГПа, и двухслойная диффузионная структура со стороны алюминия твердостью 4...5,5 ГПа. Анализ микроструктуры показал, что диффузионные прослойки в медно-алюминиевом композите состоят из следующих фаз: твердого раствора Cu в Al, $AlCu$, Al_2Cu_3 , $AlCu_3$, $AlCu_4$, Al_2Cu_3 , Al_4Cu_9 [1, 2]. Наиболее твердая прослойка имеет состав: твердый раствор Cu в Al (χ -фаза) + твердые растворы на основе интерметаллидных соединений $AlCu_2$ (γ_2 -фаза, 15,8...20 % Al) и Al_3Cu (ζ -фаза, 24,6...25,3 % Al).

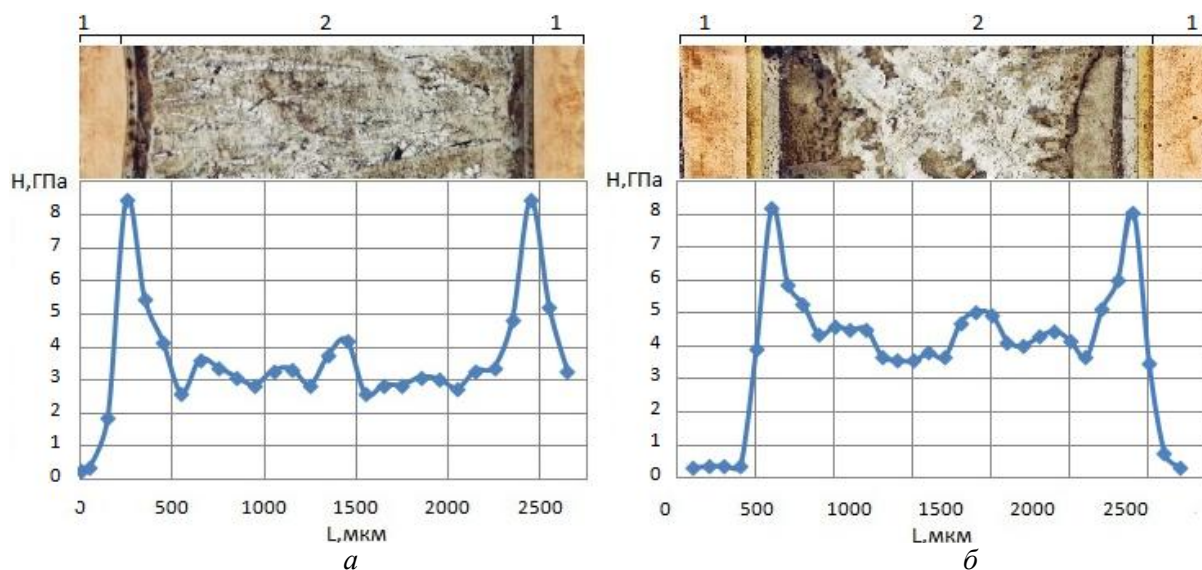


Рис. 1. Распределение микротвердости по сечению образца: *а* – 570 °С 3ч; *б* – 570 °С 3ч + 700 °С 0,5 ч; 1 – медь; 2 – диффузионная зона

Проведенные исследования позволили установить, что применение высокотемпературной термообработки по двойному режиму приводит к значительной интенсификации диффузионных процессов, по сравнению с одноступенчатыми режимами в твердой фазе (до 548 °С) [1] и сопровождается качественным изменением структуры получаемого медно-алюминиевого СИК.

Литература

1. Шморгул В.Г., Трыков Ю.П., Слаутин О.В. и др. Влияние высокотемпературной термообработки на структуру и свойства медно-алюминиевого слоистого интерметаллидного композита. // Конструкции из композиционных материалов. – 2007. – № 2. – С. 37-42.
2. Шморгул В. Г., Трыков Ю. П., Абраменко С. А. и др. Механические свойства СИК системы Cu-Al при повышенных температурах // Известия волгоградского государственного технического университета. – 2010. – № 4. – С. 48-51.