

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СЛОИСТОМ КОМПОЗИТЕ, ПОЛУЧЕННОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНСОЛИДАЦИЕЙ С ПОСЛЕДУЮЩИМ КРУЧЕНИЕМ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Киеккужина Л.У., Даниленко В.Н., Назаров А.А.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

leilamtm@mail.ru

Исследования показывают, что деформация кручением под высоким давлением (КВД) позволяет получать монолитные металломатричные композиты из исходных слоистых компонентов алюминия и меди [1]. Исходные слои Cu–Al–Cu при деформации не только соединяются, но и перемешиваются, образуя вихре-подобную структуру, которая усиливает процесс перемешивания и формирование интерметаллидных фаз. В [2] проанализировано образование вихре-подобной структуры при деформации КВД многослойных образцов Al–Cu и Al–Ni, и показано, что образование вихрей в материале при пластической деформации простым сдвигом объясняется локальным блокированием деформации сдвига. Соединением многослойных пластин методом ультразвуковой консолидации [3] можно заранее создать центры блокировки для деформации сдвигом и, следовательно, можно ожидать усиления перемешивания многослойной структуры после деформации КВД.

Целью данной работы является изучение влияния ультразвуковой консолидации исходных компонент многослойной системы Cu–Al на фазовый состав образца, полученного последующей деформацией кручением под давлением.

Ультразвуковую консолидация пластин Cu и Al толщиной 0,2 мм осуществляли путем их последовательной ультразвуковой сварки с амплитудой 10 мкм. Полученную стопку из 6 пластин меди и 5 пластин алюминия деформировали кручением под давлением 6 ГПа на 5 оборотов со скоростью 1 об/мин. Полученный диск был отожжен при температуре 500° С в течение 15 минут.

Рентгеноструктурный анализ после ультразвуковой консолидации показал наличие дифракционных максимумов меди и алюминия на поверхности образца. После деформации КВД на дифрактограмме наблюдается наличие небольших максимумов интерметаллидных соединений Al₂Cu и Al₄Cu₉. После отжига наблюдается увеличение интенсивности максимумов от Al₄Cu₉ и появление наиболее интенсивных максимумов от интерметаллидного соединения Al₂Cu.

После ультразвуковой консолидации образец со стороны подложки имеет микротвердость около 87 Hv и с обратной стороны - около 110 Hv. Микротвердость относительно однородна по площади образца. После КВД наблюдается увеличение микротвердости к краям образца до 350 Hv, в центральной области значения микротвердости составляют 200 Hv. После отжига микротвердость повышается до 400 Hv по краям образца и до 300 Hv - в центре.

Таким образом, КВД и отжиг многослойного образца меди и алюминия с предварительной ультразвуковой консолидацией приводит к более значительным фазовым превращениям в образце и росту микротвердости, чем только КВД и отжиг.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-12-00440

1. V.N. Danilenko, G.F. Korznikova, A.P. Zhilyaev, S.N. Sergeev, G.R. Khalikova, R.K. Khisamov, K.S. Nazarov, L.U. Kiekkuzhina, R.R. Mulyukov. IOP Conf. Ser. Mater.Sci. Eng. 447, 012021 (2018).
2. R. Kulagin, Y. Beygelzimer, Yu. Ivanisenko, A. Mazilkin, B. Straumal, H. Hahn. Materials Letters. 222, 172 (2018)
3. A. A. Mukhametgalina, M. A. Murzinova, A. A. Nazarov. Letters on Materials. 12, 153 (2022)