

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИОННОЙ АМОРФИЗАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА Ti_2NiCu ПРИ КРУЧЕНИИ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Сундеев Р.В.^{1,2}, Шалимова А.В.¹, Глезер А.М.^{1,3}, Велигжанин А.А.⁴,
Зубавичус Я.В.⁴, Печина Е.А.⁵, Рассадина Т.В.²

¹ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина», Москва, Россия

² МИРЭА, Москва, Россия

³ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

⁴ НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

⁵ ФТИ УрО РАН, Ижевск, Россия

sundeev55@yandex.ru

Аморфные металлические сплавы находят широкое практическое применение, поскольку обладают целым рядом разнообразных уникальных свойств, например, имеют высокую прочность и твердость при достаточной пластичности на изгиб и сжатие, высокую прочность при растяжении, усталостную прочность и т.д. Наиболее распространенным способом получения аморфных сплавов является метод закалки из расплава. В настоящее время стало очевидным, что аморфное состояние в металлических сплавах можно получить также в ходе больших пластических деформаций: например, кручение под высоким давлением (КВД), аккумулируемая прокатка. Однако, фазовый переход «кристалл \Rightarrow аморфное состояние» практически не изучен, поскольку, не до конца ясны физические факторы, определяющие склонность металлических сплавов к аморфизации при пластическом течении.

Материалом для исследования был выбран аморфный сплав Ti_2NiCu , полученный методом закалки из расплава со скоростью закалки 10^6 К/с.. Исходное аморфное состояние было представлено в виде ленты толщиной – 47 мкм, шириной – 8 мм. Полученную аморфную ленту закристаллизовывали при нагреве 773К, 30 мин. Кристаллический материал деформировали в ходе КВД при температуре 293 К до величины деформации, соответствующих n : $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 6, 7 оборотам подвижной наковальни. *In situ* зафиксирована кривая изменения момента кручения в зависимости от величины деформации, что позволило непосредственно наблюдать переход материала из кристаллического состояния в аморфное в ходе КВД. Обнаружено резкое скачкообразное возрастание напряжения сдвига в ходе деформации исходно кристаллического сплава Ti_2NiCu . Установлено, что наблюдающийся эффект обусловлен деформационным фазовым переходом «кристалл \Rightarrow аморфное состояние» и соответствующим изменением механизма деформации. Показано, что аморфизация материала начинается на границах зерен и фрагментов кристаллической фазы в результате реализации процессов зернограничного проскальзывания. Аморфизированные границы образуют «зернограничный каркас», который расширяется в ходе деформации и трансформируется в массивную аморфную фазу.

Методами рентгеноструктурного анализа, просвечивающей электронной микроскопии и EXAFS спектроскопии, изучены особенности локальной атомной структуры аморфного сплава Ti_2NiCu , полученного методом закалки из расплава и КВД. Показано, что локальная атомная структура аморфных фаз, полученных методами закалки из расплава и КВД, не идентична. Локальная атомная структура аморфного состояния, полученная методом КВД, изменяется в зависимости от величины деформации: она уплотняется и становится более совершенной под действием значительных деформационных воздействий по мере повышения величины деформации при комнатной температуре до $n = 6$. Как после КВД, так и после закалки из расплава, обнаружена различная степень ближнего порядка для окружения атомов Cu и Ni. Более высокая степень ближнего порядка имеет место вокруг атомов Cu.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-32-60034 мол_а_дк).