

8. Nguyen Xuan Thuc. Effect of adding Polytetrafluoroethylene on properties of Ultra-high molecular weight polyethylene // Journal of Natural Science of Hue University. – T110, S.11 (2015) [Vietnamese language]
9. Marino Xanthos. Functional Fillers for Plastics / Marino Xanthos, - 2nd Edition, updated and enlarged, 2010. – 531 p.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ СПЕЧЕННОЙ АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ МЕТОДАМИ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Д.К.КУРМАНГАЛИ¹, А.В. ГУРСКИХ^{1,2}

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: dkk@tpu.ru

CHANGES IN THE STRUCTURE OF THE SINTERED ALUMINUM BRONZE AFTER PROCESSING BY A METHOD OF SEVERE PLASTIC DEFORMATION

D.K.KURMANGALI¹, A.V. GURSKIH^{1,2}

¹Tomsk Polytechnic University

²Institute of Strength Physics and Materials Science

E-mail: dkk@tpu.ru

***Annotation.** The purpose of this work is to study the structure and the mechanical properties of sintered aluminum bronze after high plastic deformation. Pressure with changing of deformation axis was used. Porosity, after deformation, was reduced. Microhardness was increased.*

Введение. Для спеченных материалов характерно наличие остаточной пористости и неоднородное распределением легирующих компонентов [1], что обуславливает снижение их механических свойств. Данная работа направлена на изучение возможности применения методов интенсивной пластической деформации (ИПД) для изменения структуры и улучшения механических свойств спеченных с переменной порошковых материалов на примере системы Cu-Al.

Целью данной работы является исследование возможности модифицирования структуры спеченных высоколегированных сплавов системы Cu – Al методами интенсивной пластической деформации для улучшения их механических свойств путем создания субмикро- и нанокристаллической структуры материала.

Материалы и методика эксперимента

В качестве объектов исследования использовались спеченные при 950°C прессовки кубической формы из смесей порошков меди марки ПМС-1 и алюминия марки ПА-4 в соотношении соответствующему двухфазному ($\alpha+\gamma$)–составу (24 ат. % Al) согласно диаграмме фазового равновесия системы Cu-Al. Пористость исследуемых спеченных образцов составляла 17 -25 %, средний размер зерен: α -фазы составил 30-60 мкм, γ -фазы в виде пластин со средней толщиной 2-3 мкм. Одноосное сжатие образцов для определения предельно допустимых значений деформации осуществляли на установке МС-500 при комнатной температуре и после предвари-

тельного подогрева пресс-формы вместе с образцами в печи СНОЛ до 250, 370, 500 и 600°C. Микротвердость в областях твердого раствора составляла 117,5 МПа и 217,3 МПа у интерметаллидной фазы.

Для измельчения структуры использовалось многократное деформирование с переменной осью сжатия (именуемое также «АВС» ковкой [2]). Деформирование осуществлялось установке МС-500 при температуре 450 °С после предварительного подогрева пресс-форм вместе с образцами в печи СНОЛ. Температура деформирования подбиралась с учетом мартенситных превращений [3].

После деформирования проводили металлографические исследования структуры образцов, оценивали степень измельчения фазовых составляющих.

Общая деформация образцов рассчитывалась по формуле:

$$\varepsilon = \ln \frac{a_{i+1}}{a_i} + \ln \frac{b_i}{b_{i+1}} + \ln \frac{c_i}{c_{i+1}},$$

где a_i , b_i , c_i - исходные размеры образца, а a_{i+1} , b_{i+1} , c_{i+1} - размеры после одного цикла деформации.

Дополнительно измеряли микротвердость деформированных образцов с помощью прибора ПМТ-3.

Результаты и их обсуждение

На рис.1 представлены исходная структура алюминиевой бронзы Cu - 24 at% Al в исходном состоянии (а), после 3-х циклов осадки (б) и после 7 циклов осадки (в).

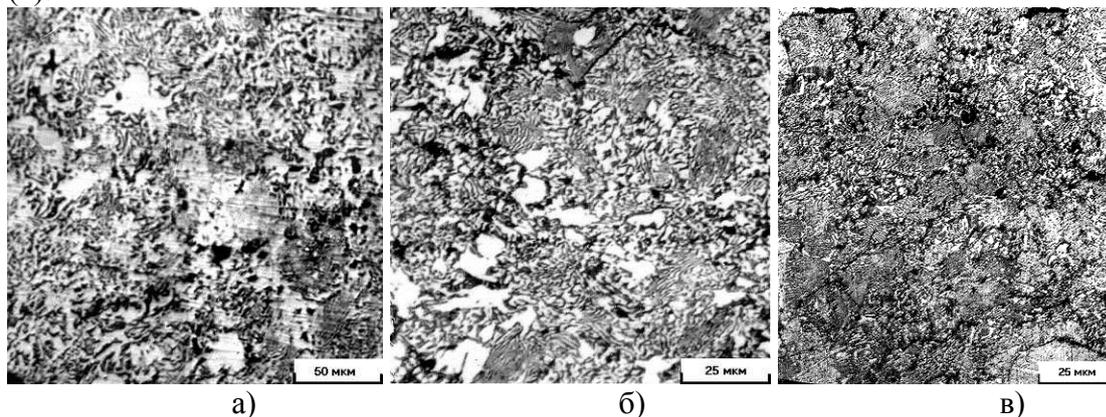


Рисунок 1 - Структура спеченной алюминиевой бронзы Cu - 24 at.% Al: а) исходная; б) после 3-х цикловковки; в) после 7-ми цикловковки

Таблица 1 - Размеры структурных составляющих и свойства деформированных образцов

Образец	Размер зерен α - фазы, мкм	Размер зерен γ - фазы, мкм	Микротвердость, МПа	Начальная пористость, %	Конечная пористость, %
Исходный	30-60	2-3	1830	20-25	
После 3-х циклов деформации	30-55	2-3	2000	17	13,5
После 7-ми циклов деформации	6-10	менее 1	2770	23	16,8

После 3-х циклов многократной деформации с переменной осью сжатия на поверхности образца появились трещины. Вполне вероятно, что произошло разрушение образца. Однако после проведения анализа выяснилось, что трещины носят поверхностный характер и существенного влияния на прочность образца не оказывают. Структура при данной обработке претерпела изменения, в первую очередь, за счет поровой составляющей (рис.1б). Существенного измельчения зерен α - фазы не произошло (см. Таб. 1), пластинчатость γ - фазы также сохранилась (рис.2б). твердость возросла незначительно (см. Таб.1).

Так как анализ структуры и свойств предыдущего образца показал, что разрушения не произошло, было принято решение проводить дальнейшую деформацию с постепенным увеличением нагрузки.

После семи циклов многократной деформации с переменной осью сжатия произошло существенное изменение структуры (рис.2в). Размер зерен α - фазы изменился существенно, по сравнению с исходным. Пластинчатая структура γ - фазы разрушилась, что положительно сказалось на пластичности деформируемых образцов. Произошло сплющивание пор, однако сваривания краев не произошло.

Заключение

Данная работа показала, что таким простым в технологическом отношении способом ИПД как многократная осадка с переменной осью деформирования можно не только существенно изменить исходную структуру, но повысить некоторые свойства деформируемого образца.

В дальнейшем планируется провести многократную осадку с переменной осью деформирования в стесненных условиях, т.е. когда течение материала будет ограничено по одной из осей.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-38-00200 мол_а на 2016-2017 гг.

Список литературы

1. Федорченко И.М., Андриевский Р.А. Основы порошковой металлургии / Киев: Изд-во АН УССР., 1963., 420с.
2. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией / М.; Наука, 2000., 272с.
3. Сучков А.М. Медь и ее сплавы / М.: Металлургия, 1967., 248с.