

УДК 669.2.017:620.186.4

DOI: 10.17223/00213411/62/12/119

*Н.В. ГОХФЕЛЬД<sup>1</sup>, Л.Н. БУЙНОВА<sup>1</sup>, А.В. ПУШИН<sup>1,2</sup>, В.Г. ПУШИН<sup>1,2</sup>*

**СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И СВОЙСТВА  
АТОМНО-УПОРЯДОЧИВАЮЩЕГОСЯ СПЛАВА  $\text{Cu}_3\text{Pd}$ , ПОДВЕРГНУТОГО  
МЕГАПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ОТЖИГУ \***

Исследовано влияние многопроходной мегапластической деформации волочением на структуру, механические свойства, электросопротивление и процессы атомного упорядочения сплава  $\text{Cu}_3\text{Pd}$ . Структура после деформации и последующих отжигов была изучена методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Предложенные режимы механотермической обработки позволили получить атомно-упорядоченный сплав  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  в виде проволоки с высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с низким электросопротивлением и высокой коррозионной стойкостью.

**Ключевые слова:** атомно-упорядоченный сплав,  $\text{Cu}_3\text{Pd}$ , структура, мегапластическая деформация, волочение, прочность, пластичность.

### Введение

Известно, что в атомно-упорядочивающихся медно-палладиевых сплавах вблизи стехиометрического состава  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  высокая степень атомного дальнего порядка устанавливается чрезвычайно медленно. Так, равновесное низкоомное атомно-упорядоченное состояние сплава достигается только после 4 мес. в температурном интервале 500–270 °С со скоростью охлаждения 2 °С/сут [1–5]. Возможная причина столь длительного процесса атомного упорядочения остается до конца не выясненной. Можно полагать, что тормозящее влияние оказывает наличие сложной иерархии доменной наноразмерной субструктуры.

В атомно-упорядоченных сплавах  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  одновременно существует три типа наноразмерных доменов. Появление разориентированных С-доменов в сплаве  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  обусловлено тем, что при упорядочении кристаллическая гранецентрированная кубическая (ГЦК) структура (структурный тип А1) превращается в тетрагональную структуру (типа  $\alpha''$ ) с соотношением осей элементарной ячейки (или степенью тетрагональности)  $c/a = 0.987$  [4]. Укороченная ось тетрагональной решетки сверхструктуры  $\alpha''$  может быть расположена в зародыше упорядоченной фазы близко к одному из различных направлений  $\langle 100 \rangle$  исходной ГЦК-фазы. Это происходит вследствие практически полной когерентности и совпадения плоскостей  $\{110\}$  А1 и  $\{101\}$   $\alpha''$ . Поэтому в сплаве возникают домены 24 кристаллографических ориентаций с осями  $a$  и  $c$ , дезориентированными друг относительно друга на 90°, и строго параллельными кристаллографическим плоскостям типа  $\{101\}$   $\alpha''$ , являющимся также плоскостями их двойникования. Для краткости такие микродомены называют С-доменами.

Внутри С-доменов имеются антифазные домены (АФД) сдвигового типа субмикронных размеров [2–5]. Их существование обусловлено тем, что атомы меди и палладия в соседних доменах занимают различные подрешетки вследствие многозародышевого механизма их образования. Границы таких доменов расположены по плоскостям куба  $\{100\}$  и характеризуются антифазным вектором сдвига  $1/2a_0\langle 110 \rangle$ . Эти антифазные границы (АФГ) расположены друг от друга на случайных расстояниях и встречаются тем реже, чем выше степень интегрального атомного порядка сплава. Наряду с указанными термическими АФД сдвигового типа внутри последних существуют периодические антифазные нанодомены (ПАФД), границы которых расположены также по плоскости куба и имеют такой же вектор сдвига. Характерной чертой их периодической доменной структуры является строго постоянное расстояние между ПАФД. Их количество чрезвычайно велико, так как расстояние между ПАФД составляет всего несколько параметров решетки, изменяясь в зависимости от химического состава сплавов [2]. Очевидно, что такое кристаллоструктурное и размерно-морфологическое разнообразие доменов в атомно-упорядоченных сплавах на основе  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  оказывает влияние как на их механические свойства, так и на электросопротивление [3, 4]. По дан-

\* Работа выполнена в рамках госзадания (шифр «Структура») г.р. № АААА-А18-118020190116-6 и совместной лаборатории ИФМ УрО РАН и УрФУ.

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>