

Краткие сообщения

УДК 537.311.33

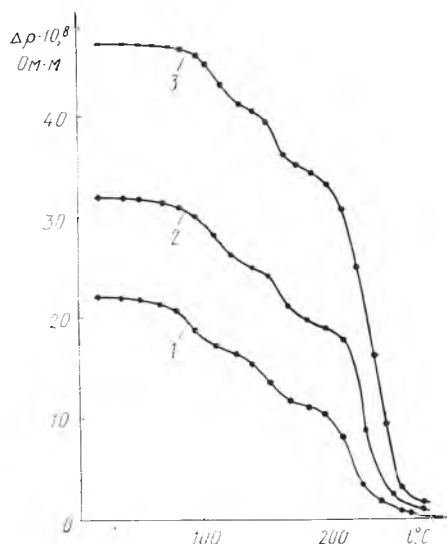
В. И. ПРОКОШИН, В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДЕФОРМИРОВАННЫХ СПЛАВОВ ВИСМУТ—СУРЬМА

Сплавы висмут—сурьма, содержащие 4—20 ат. % Sb, используются в приборостроении для изготовления термоэлементов, гальваномангнитных преобразователей, терморезисторов и других устройств. Их технические параметры во многом определяются кинетическими эффектами, которые существенно зависят от дефектов кристаллической решетки, вводимых при обработке материалов, или внешних воздействий [1, 2]. Несомненный интерес поэтому представляют исследования по термической стабильности дефектов кристаллической решетки сплавов висмут—сурьма.

Дефекты кристаллической решетки в поликристаллах сплавов висмут—сурьма создавались пластической деформацией сжатием при комнатной температуре. Деформированные образцы подвергались изохронному и изотермическому отжигам. Изохронный отжиг проводился в интервале 20—270 °C через 10—15 градусов с выдержкой по 15 мин при каждой температуре. Удельное электросопротивление ρ после отжига измерялось компенсационным методом при комнатной температуре; погрешность измерения изменения удельного электросопротивления при отжиге не превышала 0,3 %. Рентгеноструктурные исследования текстуры отжигаемых образцов проводились на дифрактометре УРС-50 ИМ с помощью обратных полюсных фигур по методике Харриса.

На рисунке представлены кривые изохронного отжига сплавов Вi — 4, 12 и 20 ат. % Sb, деформированных на 6 %. Дифференцирование кривых $\rho(T)$ выявило три этапа восстановления удельного электросопротивления. Так, для сплава Вi — 4 ат. % Sb первый этап наблюдается в интервале 60—130 °C, второй — 130—190 °C, а третий — выше 190 °C. Увеличение концентрации сурьмы незначительно смещает указанные этапы



Изменение удельного электросопротивления деформированных на $\epsilon = 6\%$ сплавов висмут—сурьма при изохронном отжиге:

1 — 4 ат. % Sb; 2 — 12 ат. % Sb; 3 — 20 ат. % Sb

в сторону более высоких температур. С ростом степени деформации увеличивается перекрытие этапов отжига.

Для выяснения природы процессов, протекающих на первом и втором этапах, определялась энергия активации методом угловых коэффициентов по кривым изотермического отжига. На первом этапе отжига энергия активации равна $0,5 \pm 0,1$ эВ. Это значение близко к значениям энергий активаций миграции (0,35 эВ) и образования (0,47 эВ) вакансий в висмуте [3, 4]. Можно предположить, что на данном этапе происходит отжиг дефектов типа вакансионных скоплений.

На втором этапе отжига энергия активации принимает значение $0,85 \pm 0,15$ эВ, что примерно равно сумме энергий активаций образования и миграции вакансий. Энергия активации переползания дислокаций в деформированном металле равна сумме энергий активаций образования и миграции вакансий [5], поэтому второй этап восстановления удельного электросопротивления, наблюдаемый при изохронном отжиге, целесообразно связать с полигонизационными процессами, протекающими при нагреве деформированных сплавов.

Значительная часть изменения удельного электросопротивления при отжиге деформированных сплавов висмут — сурьма наблюдается на третьем этапе. Рентгеноструктурные исследования показали, что отжиг при $t > 190^\circ\text{C}$ вызывает изменение полюсных плотностей дифракционных линий. Так как значение полюсных плотностей дифракционных линий определяется ориентировкой кристаллитов, то третий этап изохронного отжига необходимо связать с рекристаллизационными процессами, происходящими в деформированном материале при нагреве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокошин В. И., Шепелевич В. Г.— Докл. АН БССР, 1980, т. 24, № 5, с. 430.
2. Прокошин В. И., Шепелевич В. Г.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. I, физ., мат. и мех., 1982, № 1, с. 35.
3. Otake S., Ishi Y., Matsuno N.— Jap. I. Appl. Phys., 1981, т. 20, № 6, с. 1037.
4. Шепелевич В. Г., Прокошин В. И.— Докл. АН БССР, 1977, т. 21, № 3, с. 218.
5. Фридель Ж. Дислокации.— М., 1967.

УДК 517.977

О. Н. БУДЬКО

ОДНО ДОСТАТОЧНОЕ УСЛОВИЕ СИЛЬНОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОСТИ ВТОРОЙ ВАРИАЦИИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ СИСТЕМЫ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПО УПРАВЛЕНИЮ

Пусть на траекториях управляемой системы

$$-\frac{d}{dt}x(t) = f(x(t), u(t), u(t-h), t), \quad t \in T = [t_0, t_1];$$

$$x(t_0) = x_0; \quad u(\cdot) = \{u_1(\tau), \tau \in [t_0-h, t_0]\}; \quad (1)$$

$$u(t) \in U, \quad t \in T, \quad (2)$$

требуется минимизировать функционал

$$I(u) = \varphi(x(t_1)), \quad (3)$$

где $x \in R^n$; $u \in R^m$ — управление из класса дифференцируемых функций с ограниченной производной; $U \subset R^m$ — открытое множество; функционал φ и функция $f(x, u, u(t-h), t)$ обладают достаточными аналитическими свойствами для дальнейших исследований; h — постоянное запаздывание, $h > 0$.

Пусть $u^0(t)$, $t \in T$, — управление, удовлетворяющее принципу максимума. Вдоль таких управлений будем исследовать вторую вариацию функционала (3). Известно [1], что сильная положительность второй ва-