

роботодавці. Роботодавці та держава лише тоді можуть заспокоїтись, коли цим факторам нададуть необхідних значень.

Одержано 22.03.10

С.Н. Гайдукова, доц., канд. техн. наук, В.Я.Воробейчик, доц., канд. техн. наук
Кировоградский национальный технический университет

Исследование диффузии Ni по поверхности W автордиографическим методом

Для решения многих задач физики металлов и металловедения необходимо знание констант поверхностной гетеродиффузии, определяющих кинетику переноса массы одного вещества по поверхности другого. Данные о константах поверхностной диффузии интересны, во-первых, для понимания характера элементарного акта диффундирующих атомов, что позволяет получить сведения о потенциалах взаимодействия между атомами на поверхности, во-вторых, эти данные представляют непосредственный интерес для понимания многих физических процессов, происходящих на поверхности металлов или твердых растворов.

В работе исследовалась диффузия Ni по поверхности кристаллов W. Эта система на протяжении долгого времени привлекает большое внимание исследователей в области физики металлов и порошковой металлургии, так как оказывается, что весьма малые добавки Ni существенно влияют на характер пластической деформации кристаллов W и процесс спекания вольфрамовых порошков. Последний эффект – эффект Вацека – уже широко используется в технологии изготовления вольфрамовых изделий, тогда как физика этого эффекта до сих пор остается невыясненной до конца. Для понимания физики процессов, определяющих эффект Вацека, необходимы данные о константах гетеродиффузии Ni по поверхности кристаллов W.

Идея эксперимента заключалась в измерении автордиографическим методом распределения изотопа Ni 63, нанесенного в виде полоски на поверхность поли- и монокристаллических образцов W в зависимости от температуры и времени.

Изотоп Ni 63 обладает высокой β -активностью, что позволяет автордиографическим методом «чувствовать» очень тонкие пленки меченых атомов. Такие пленки нужны, чтобы заметить убыль интенсивности излучения, связанную с уменьшением толщины пленки, обусловленным «отсосом» в объем, а также растеканием по поверхности.

Параллельно с поликристаллическими образцами использовались монокристаллические для выяснения роли граничной диффузии в «отсосе» диффундирующих по поверхности атомов в объем.

Метод автордиографии заключается в следующем: на исследуемую поверхность с изотопами кладется фотопленка эмульсией к поверхности; по истечении времени экспозиции – t_x , пленка снимается, проявляется и фотометрируется. Темные области на пленке соответствуют участкам меченых атомов и обладают различной степенью

почернения S , в зависимости от интенсивности излучения J . При прочих равных условиях, почернение зависит от времени экспозиции. Для тонких пленок изотопа, в которых поглощение интенсивности излучения незначительно, можно считать $J \sim C$ (где C – концентрация меченых атомов).

Чтобы по величине почернения на автографе получить сведения о концентрации, строились градуировочные кривые в координатах S - Jt . Это осуществлялось сопоставлением почернения с соответствующей ему интенсивностью счета, зарегистрированной счетчиком. Вид градуировочной кривой определялся как природой самого изотопа, так и используемым фотоматериалом и технологией его обработки. Был использован β -активный обогащенный металлический $Ni\ 63$, экспонирование производилось на стандартной пленке чувствительностью 130 единиц ГОСТ.

Образцы поликристалла W представляли собой тонкие (0,1 мм) фольги, которые предварительно полировались, отжигались в атмосфере водорода при температуре $2000^\circ C$. Это осуществлялось пропусканием тока через образец в течении 2 – 3 часов до появления, видимых в микроскоп, границ зерен.

Поверхности монокристаллов W , представляющие собой плоскости (1,0,0) также подвергались механической и предварительной термической обработке ($T = 1200^\circ$, 3 – 4 часа).

Изотоп наносился напылением в вакууме $\sim 10^{-4}$ тор в виде полоски шириной 1 – 2 мм с резко очерченными границами. При этом появлялась возможность следить за перемещением границы с большой точностью автордиографическим методом.

Образцы W с нанесенным слоем $Ni\ 63$ отжигались при десяти температурах от 800 до $1300^\circ C$ в атмосфере водорода. Отжиг периодически прерывался для снятия последовательности автографов. Таким образом, использованный в работе автордиографический метод позволил получить временные зависимости распределения меченых атомов для каждой из исследованных температур. Это дало возможность выяснить механизмы поверхностной гетеродиффузии, не нарушая самой поверхности и распределения изотопа на ней.

В результате проделанного эксперимента было обнаружено два различных механизма распространения Ni по W :

– при низких температурах ($T \leq 1000^\circ C$) – механизм «развертывающегося ковра»;

– при высоких температурах ($T \geq 1050^\circ C$) – механизм «перекати поле».

Получены следующие данные по температурной зависимости коэффициентов диффузии:

Ni по поверхности монослоя Ni

$$D_{Ni\ по\ Ni} = 4,46 \cdot 10^2 \exp(-50,5 \text{ ккал/моль/RT});$$

Ni по поверхности поликристалла W

$$\text{поли } D_{Ni\ по\ W} = 2,4 \cdot 10^7 \exp(-79,6 \text{ ккал/моль/RT});$$

Ni по поверхности (1,0,0) монокристалла W

$$\text{моно } D_{Ni\ по\ W} = 1,64 \cdot 10^3 \exp(-52,9 \text{ ккал/моль/RT}).$$

Сделана оценка диффузионной проницаемости границ W при диффузии Ni .

Энергия активации для высокотемпературной и низкотемпературной ветвей соответственно равны:

$$Q^I = 50,6 \text{ ккал/моль } (1300^\circ \geq T \geq 970^\circ);$$

$$Q^{II} = 135 \text{ ккал/моль } (970^\circ \geq T \geq 900^\circ).$$

Одержано 25.03.10