

«АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ», Т. 47, ВЫП. 5, НОЯБРЬ 1979

УДК 533.15

Исследование диффузии кобальта в аустенитных хромоникелевых сталях 0X16H15M3B и 1X18H10T

ПАВЛИНОВ Л. В., ГЛАДЫШЕВ А. М., СУГОНЯЕВ В. П.

Коэффициенты диффузии кобальта в аустенитных сталях 0X16H15M3B и 1X18H10T при температуре 1000—1300 °С определяли с использованием ^{60}Co . Для этого на поверхность плоских образцов из указанных сталей размером $\sim 8 \times 10 \times 16$ мм, предварительно отожженных в вакууме $\sim 10^{-5}$ мм рт. ст. при температуре 1100 °С, наносили раствор CoCl_2 , содержащий радиоактивный ^{60}Co . При выпаривании раствора на поверхности образцов создавался тонкий слой соли с достаточно равномерным распределением радиоактивного изотопа. Диффузионный отжиг образцов, попарно сложенных активными сторонами, проводили в высокотемпературной вакуумной печи при остаточном давлении 10^{-5} — 10^{-6} мм рт. ст. Продолжительность отжига обеспечивала проникновение ^{60}Co на глубину 150—200 мкм. После отжига с активной стороны каждого образца снимали плоскопараллельные слои толщиной ~ 10 мкм и измеряли интегральную γ -активность остатка (предварительно с других сторон отожженных образцов для устранения влияния поверхностных эффектов были сняты слои толщиной ~ 200 мкм).

Расчет коэффициентов диффузии проводили для мгновенного источника с использованием численного варианта метода интегрального остатка [1] и табулированной зависимости $I(x, t)/I(0, t)$ от Dt для фиксированных значений расстояния от поверхности x [здесь $I(x, t)$ и $I(0, t)$ — интегральная γ -активность образца; D — коэффициент

диффузии; t — продолжительность диффузионного процесса]. По экспериментально измеренному отношению $I(x, t)/I(0, t)$ для известных значений x и t рассчитывали коэффициент диффузии D .

Вычисленные коэффициенты диффузии кобальта в сталях 0X16H15M3B и 1X18H10T приведены в таблице. Температурная зависимость коэффициента диффузии с учетом погрешности эксперимента, рассчитанная с использованием метода наименьших квадратов на ЭВМ, описывается уравнениями $D = (1,65 \pm 0,24) \cdot 10^{-3} \exp\left(-\frac{47700 \pm 2400}{RT}\right)$ м/с для стали 0X16H15M3B и $D = (1,08 \pm 0,17) \cdot 10^{-3} \times \exp\left(-\frac{47700 \pm 3500}{RT}\right)$ см²/с для стали 1X18H10T.

Представляет интерес сравнить полученные параметры диффузии кобальта с параметрами самодиффузии железа в сталях и сплавах, близких по составу исследованным, например с данными [2] о самодиффузии железа в сплавах железа с 15—20% Cr, 15—20% Ni и 2% Mo (см. таблицу). Видно, что коэффициенты диффузии кобальта в сталях близки коэффициентам самодиффузии железа (различие не превышает 1,5—2 раз). Это дает основание полагать, что диффузия кобальта и самодиффузия железа осуществляются одинаковым (вакансионным) механизмом. Однако энергия активации диффузии кобальта несколько ниже энергии активации самодиффузии железа [56900—62500 кал/(г·атом)], так как энергия связи атомов кобальта в кристаллической решетке сталей и сплавов меньше, чем атомов железа.

Следует обратить внимание также на то, что коэффициенты диффузии кобальта в стали 0X16H15M3B несколько больше, чем в стали 1X18H10T, вследствие повышенного содержания никеля и дополнительного легирования молибденом и ниобием этой стали. Повышение концентрации никеля также ведет к повышению коэффициентов самодиффузии железа в указанных сплавах железа с хромом, никелем и молибденом при температуре 1100—1250 °С [2].

Коэффициенты диффузии кобальта в сталях и самодиффузии железа в сплавах, см²/с

Температура, °С	Сталь		Сплавы Fe с Cr, Ni и Mo
	0X16H15M3B	1X18H10T	
950	—	—	(1,62 ÷ 3,07) · 10 ⁻¹²
1000	8,80 · 10 ⁻¹²	7,56 · 10 ⁻¹²	(3,98 ÷ 6,04) · 10 ⁻¹²
1000	1,13 · 10 ⁻¹¹	6,93 · 10 ⁻¹²	—
1050	—	—	(7,40 ÷ 9,87) · 10 ⁻¹²
1050	—	1,22 · 10 ⁻¹¹	—
1100	—	—	(2,83 ÷ 6,04) · 10 ⁻¹¹
1150	8,50 · 10 ⁻¹¹	4,62 · 10 ⁻¹¹	—
1150	9,60 · 10 ⁻¹¹	4,60 · 10 ⁻¹¹	—
1200	1,13 · 10 ⁻¹⁰	1,28 · 10 ⁻¹⁰	(6,18 ÷ 8,66) · 10 ⁻¹¹
1200	1,30 · 10 ⁻¹⁰	1,19 · 10 ⁻¹⁰	—
1250	—	—	(4,33 ÷ 4,95) · 10 ⁻¹⁰
1300	3,70 · 10 ⁻¹⁰	1,88 · 10 ⁻¹⁰	—

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлинов Л. В., Золотухина О. А. Препринт ФЭИ-523. Обнинск, 1974.
2. Павлинов Л. В. «Физика металлов и металловедение», 1976, т. 41, вып. 2, с. 344.

Поступило в Редакцию 14.10.77
В окончательной редакции 14.05.79