

УДК 532.74-1

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Б. ШАЛЬКЕВИЧ, Б. В. ЛИНЧЕВСКИЙ

ДИФФУЗИЯ ВОДОРОДА В ЖИДКИХ РАСПЛАВАХ НИКЕЛЯ С АЛЮМИНИЕМ И МЕДЬЮ

(Представлено академиком Н. В. Агеевым 7 III 1973)

Для сплавов никеля с легирующими элементами отсутствуют данные по коэффициентам диффузии растворенных газов. В данной работе была поставлена задача изучить концентрационную зависимость коэффициентов диффузии водорода в жидких бинарных расплавах Ni с Al и Cu. Эти системы характеризуются химическим взаимодействием между элементами и неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии.

Методика исследования. Для определения коэффициентов диффузии водорода D_H был применен капиллярный метод, в котором используется диффузионная ячейка газ—жидкий металл ⁽¹⁾. В качестве пихтовых материалов использовали катодный никель НО, катодную медь М1, алюминий АВ000, электролитический хром (99,99). Вес образца составлял 120 г. В качестве капилляра использовали алундовые трубки с внутренним диаметром 6 мм. Глубина погружения капилляра в расплав составляла 55 мм. Расчет коэффициентов диффузии проводили по формуле

$$D_H = \frac{666,67 \cdot \rho_r^2}{\pi \cdot d^4 \cdot \rho_m^2 \cdot [H]^2} \left(\frac{V}{\sqrt{\tau}} \right)^2, \quad (1)$$

где D_H — коэффициент диффузии водорода в жидком расплаве, см²/сек; ρ_r — плотность водорода, г/см³; d — диаметр капилляра, см; ρ_m — плотность расплава, г/см³; $[H]$ — растворимость водорода в металле при данной температуре, вес.%; V — объем абсорбированного водорода при $p_{H_2} = 1$ ат, см³; τ — время абсорбции, мин.

Сплавы Ni—Al. Опыты проводили в интервале концентраций Al от 0 до 100% при температуре 1600°. Полученные результаты приведены на рис. 1, на котором показан участок диаграммы состояния Ni—Al и концентрационная зависимость растворимости водорода в сплавах Ni—Al при 1600°, по данным Е. С. Левина, а также зависимость кинематической вязкости сплавов Ni—Al при 1600—1700°, по данным ⁽²⁾.

Алюминий в количестве до 31,5 вес.% повышает значения коэффициента диффузии водорода в сплаве. Над алюминидом никеля (NiAl) расположен максимум значений D_H , далее следует монотонное убывание значений D_H . Нужно отметить отсутствие влияния на D_H соединения Ni₃Al, образующегося по перетектической реакции. Очевидно, диффузия газов в жидких расплавах является структурно-чувствительным свойством. Поэтому наличие максимума на кривой D_H говорит о сохранении в жидкости структуры ближнего порядка, характеризующей соединение NiAl. В области концентрации Al, отвечающей соединению Ni₃Al, отсутствие скачкообразных изменений хода кривой D_H можно объяснить значительным перегревом расплава.

Следует отметить, что измерения D_H в сплавах, отвечающих по составу алюминиду никеля, проводились при температуре 1650°, что в данном случае допустимо, учитывая слабо выраженную зависимость коэффициента диффузии от температуры. Полученная зависимость D_H^{Ni-Al} хорошо

согласуется с результатами работы (2), посвященной изучению вязкости этой системы, подтверждая тем самым существование в расплаве Ni—Al устойчивых комплексов с сильным взаимодействием разнородных атомов.

Сплавы Ni—Cu. Опыты проводились в интервале концентраций меди от 0 до 100%. Полученные результаты представлены на рис. 1 II. Там же показаны высокотемпературная часть диаграммы состояния Ni—Cu, зависимость растворимости водорода, по данным (3), и вязкости, по данным (4), от состава. Полученные значения D_H плавно возрастают с повышением содержания меди. По-видимому, близость атомных размеров никеля и меди,

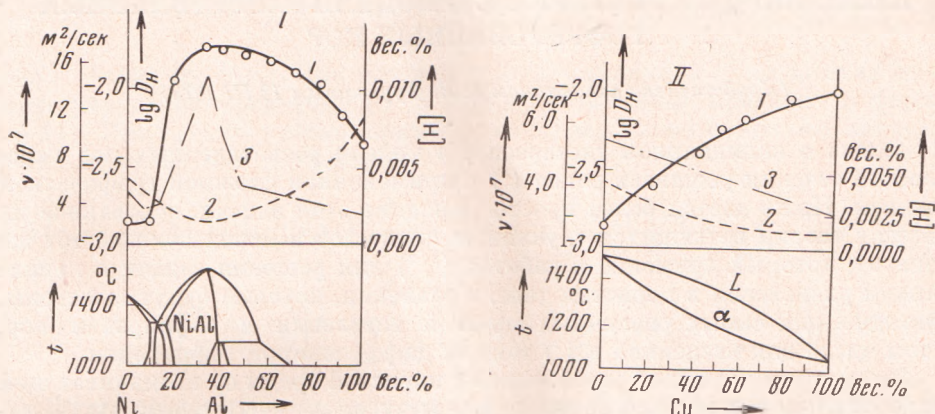


Рис. 1. Изотермы $\lg D_H$ (I), $[H]$ (2), v (3) в зависимости от состава сплава Ni—Al (I) и Ni—Cu (II); v — для I — 1700°С, для II — 1600—1700°С

а также неограниченная растворимость компонентов одного в другом объясняет такой ход кривой. Небольшое отклонение кривой от линейной зависимости очевидно дополняет данные (4, 5) о слабых отрицательных отклонениях от идеальности расплавов Ni—Cu.

Коэффициент диффузии водорода в чистых компонентах исследованных систем для 1600° равен:

$$D_H^{Ni} = 1,48 \cdot 10^{-3}, \quad D_H^{Al} = 4,69 \cdot 10^{-3}, \quad D_H^{Cu} = 1,094 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{сек.}$$

Московский вечерний
металлургический институт

Поступило
21 II 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ N. M. El-Tayeb, N. A. D. Parlee, Trans. TMS — AIME, **239**, 1345 (1967).
- ² Е. С. Левин, Г. Д. Аюшина, П. В. Гельд, Изв. АН СССР, Металлы, **4**, 49 (1970).
- ³ T. Bagshaw, A. Mitchell, J. Iron and Steel Inst., **204**, № 2, 87 (1966).
- ⁴ А. А. Вертман, А. М. Самарин, Свойства расплавов железа, 1969, стр. 76.
- ⁵ О. Е. Есин, И. Т. Срывагин, Ю. П. Никитин, Изв. высш. учебн. завед., Цветная металлургия, № 4, 66 (1958).