

Д.Н.Худокормов, Г.И.Самаль,  
Л.Ф.Керженцева

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИИ ХРОМА В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОМ И КОМПАКТНОМ ЖЕЛЕЗЕ

Известно [1], что диффузионные процессы, протекающие в металлокерамических материалах, имеют свои особенности по сравнению с литыми. В пористых телах, где кроме непосредственного контакта между равнородными и взаимно растворимыми металлами имеются свободные поверхности, процесс диффузии осложняется наличием нескольких различных механизмов переноса массы - объемной диффузии, поверхностной диффузии, диффузии через газовую фазу. В связи с особенностями пористых тел большой практический и теоретический интерес представляет изучение процессов диффузии в металлокерамическом железе в сравнении с процессами, происходящими в компактном железе.

Целью настоящей работы явилось исследование диффузии хрома в пористом (плотностью 75%) и компактном железе с помощью радиоактивного изотопа  $\text{Cr}^{51}$ . Нанесение источника диффузии на поверхность образцов осуществлялось в вакууме ( $1 \cdot 10^{-5}$  мм.рт.ст) путем испарения и конденсации индикатора. Диффузионные отжиги проводились в атмосфере водорода в интервале температур 1100-1300°C. Коэффициенты диффузии определялись методом измерения интегральной радиоактивности остатка образца при снятии с него слоев. Радиоактивность измерялась на радиометре ДП-100 с помощью торцового счетчика Т-25-БФЛ. Линейный коэффициент поглощения излучения изотопа  $\text{Cr}^{51}$  в металлокерамическом железе, определенный с использованием алюминиевой фольги, оказался равным  $400 \text{ см}^{-1}$ .

Исследования показали, что диффузионная подвижность хрома в пористом железе выше, чем в компактном. В интервале температур 1100-1300°C после диффузионного отжига в течение 3 часов глубина проникновения хрома в металлокерамическом железе составляла 135-215 мк, а в армо-железе - 50-80 мк, причем концентрация хрома на одинаковой глубине слоя повышена у пористых образцов (рис.1). Увеличение времени диффузионного отжига и проведение преддиффузионного отжига не приводит к существенным изменениям в характе-

ре распределения хрома.

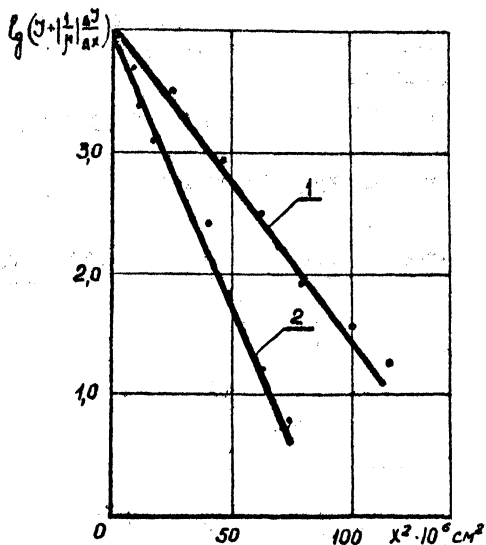


Рис.1. Распределение хрома в пористом железе (1) и арможелезе (2) при температуре 1250°C в течение 3 часов (предварительный отжиг:  $T = 1250^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 6$  часов)

Установлено, что коэффициенты диффузии хрома в металллокерамическом железе во всем исследованном интервале температур имеют большие значения, чем для армо-железа. Так, при 1150°C эффективные коэффициенты диффузии хрома в пористом и компактном железе соответственно равны  $4,78 \cdot 10^{-10}$  и  $6,02 \cdot 10^{-11}$   $\text{см}^2/\text{сек}$ . По мере повышения температуры диффузионного отжига разница в значениях  $D_{\text{эф}}$  уменьшается. Следует отметить, что увеличение времени преддиффузионного и диффузионного отжигов также приводит к некоторому снижению коэффициентов диффузии хрома в пористом железе, приближая их к значениям для компактных материалов.

Из графика зависимости  $g$   $D$  от  $\frac{1}{T}$  (рис.2) видно, что при более низких температурах наблюдается некоторое отклонение значений  $g$   $D$  от прямой линии. Это связано, вероятно, с более интенсивным протеканием граничной диффузии. С повышением температуры в суммарный диффузионный поток больший вклад вносит объемная диффу-

зия, При этом значения коэффициентов диффузии в металлокерамическом и компактном железе становятся близкими по величине.

На основании экспериментальных данных была выведена температурная зависимость коэффициентов диффузии хрома, которую можно выразить следующим уравнением:

$$D_{\text{м/к Fe}}^{\text{Cr}} = 4,67 \cdot 10^{-4} \exp(-39300/RT) \text{ см}^2/\text{сек};$$

$$D_{\text{армко - Fe}}^{\text{Cr}} = 5,88 \exp(-72000/RT) \text{ см}^2/\text{сек}.$$

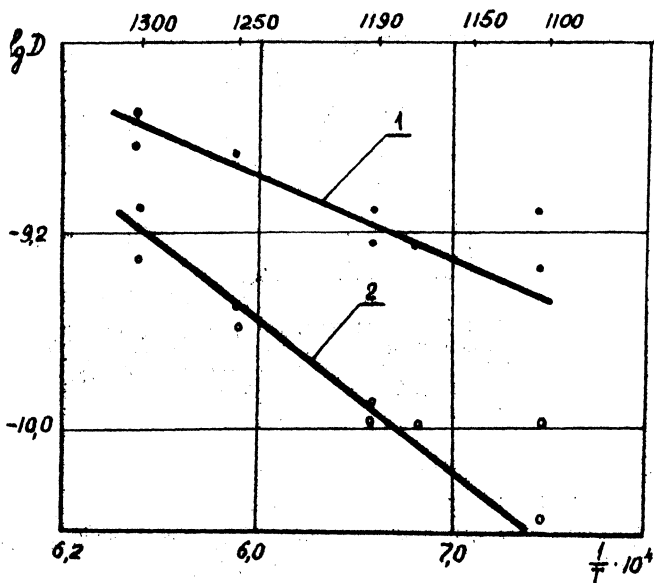


Рис. 2. Зависимость  $\lg D$  от  $\frac{1}{T}$  пористого железа (1) и армко-железа (2).

Кажущая энергия активации диффузии хрома в металлокерамическом железе (39,3 ккал/г-атом) ниже соответствующей величины для армко-железа (72,0 ккал/г-атом). Эти значения в то же время меньше величины 97,0 ккал/г-атом [2] для объемной диффузии хрома в  $\gamma$ -железе и больше 30,2 ккал/г-атом для смешенного типа диффузии.

Полученные результаты позволяют предположить, что в случае диффузии хрома в металлокерамическом железе перенос диффундирующего элемента осуществляется, вероятно, путем поверхностной, граничной и объемной диффузии, а в случае компактного армко-железа в большей степени — объемной диффузии.

#### Л и т е р а т у р а

1. Г е г у з и н Я.Е. Физика спекания. М., "Наука". 1967.
2. Г р у з и н П.Л. Проблемы металловедения и физики металлов, вып.4. М., "Металлургиздат" 1955.