

П.4. Диффузия по параллельным каналам без обмена

Любой реальный металл имеет границы зерен, дислокации и другие дефекты, которые могут служить каналами облегченной диффузии. Если реализуется случай, когда частица, попавшая случайным образом в один из каналов, не попадает в дальнейшем в другой канал, то кинетика установления потока сквозь мембрану $J_{\Sigma}(t)$ представляет собой сумму кривых установления потока $J_1(t)$ и $J_2(t)$ по каждому из каналов (рис.5). Для вычисления достаточно сильно различающихся коэффициентов диффузии водорода по каждому из каналов авторы [13] предложили воспользоваться следующими соображениями.

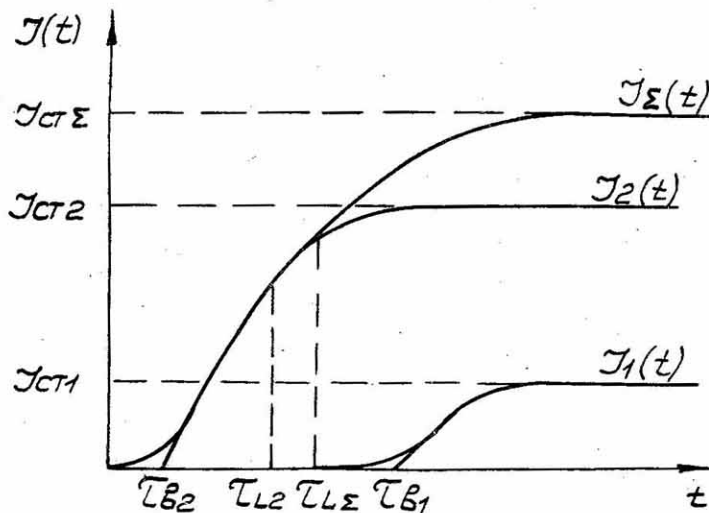


Рис.5. Зависимость водородопроницаемости J от времени t (к вопросу о разделении транс-кристаллической диффузии и диффузии по границам зерен)

Пусть время прорыва по одному из каналов диффузии τ_{B1} больше времени задержки в установлении стационарного потока τ_{L2} при диффузии по второму каналу. В этом случае поток $J_1(t)$ не влияет на положение точки перегиба зависимости $J_2(t)$, совпадающей с точкой перегиба зависимости $J_{\Sigma}(t)$, измеряемой экспериментально. Поэтому, проводя касательную через точку перегиба $J_{\Sigma}(t)$, мы определим величину τ_{B2} , а по ней - величину D_2 . Зная D_2 , можно по формуле $\frac{J_2(t)}{J_{ст2}} = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{l^2}\right)$ построить зависимость $J_2(t)$, нормированную на $J_{ст2}$. Учитывая тот факт, что при малых временах $t < \tau_{L2}$, наличие еще одного канала диффузии практически не сказывается на величине потока сквозь мембрану $J_{\Sigma}(t)$, из зависимости $J_2(t)/J_{ст2}$ легко построить зависимость $J_2(t)$ и затем восстановить зависимость $J_1(t)$. Из этой зависимости можно найти D_1 по любому из характеристических времен. Экспериментально такой подход был реализован авторами [13, 14] для исследования граничной и транс-кристаллической диффузии водорода в железе, никеле и меди.