

СТАРЕНИЕ МЕТАЛЛА ЭЛЕМЕНТОВ ПАРОПРОВОДОВ ТЭС

Дмитрик В.В., Глушко А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Старение металла сварных соединений из теплоустойчивых перлитных сталей характеризуется образованием и ростом новых фаз, преимущественно расположенных на границах зерен α -фазы. Интенсивность их роста в структурах металла шва, участков зоны термического влияния и основного металла существенно отличается. Для уточнения механизма образования пор в структуре сварных соединений целесообразно изучать закономерности определяющие кинетику образования и роста карбидных выделений. Известно, что в структуре сварных соединений из стали 15X1M1Ф и 12X1MФ возможно существование карбидных фаз первой группы M_3C , M_7C_3 , $M_{23}C_6$, M_6C . Кристалл цементита состоит из определенного количества октаэдров, имеющих взаимно ориентированные, под установленными углами, оси. Хромистый цементит $(Fe, Cr)_3C$ образуется при локальной концентрации $\leq 2\%$ хрома, в зернах α -фазы и по их границам. Молибден в карбиде M_3C растворяется до 1%. В ячейке M_3C хром замещает до 25% атомов железа, что является пределом его насыщения. При локальной концентрации хрома от 2 до 5% образуется тригональный карбид $(Fe, Cr)_7C_3$. Первоначально, в исходной структуре, по границам зерен α -фазы концентрируются дисперсные карбидные выделения цементитного типа. Их можно рассматривать при наличии гетерогенных флуктуаций (по Френкелю), как докритические зародыши. Когда локальная концентрация хрома становится $> 5\%$ (ат.) гетерогенные флуктуации способствуют локальным фазовым переходам, при условии, что рост докритического зародыша характеризуется первоначально увеличением энергии системы, а затем ее снижением. Число образующихся зародышей N_3 карбида M_7C_3 в исходной фазе M_3C будет составлять

$$N_3 = N_\alpha \exp\left(\frac{\sum \Delta F_3}{kT}\right) \text{ где } N_\alpha - \text{число атомов в ячейке } M_3C; \sum \Delta F_3 - \text{работа,}$$

затраченная на образование зародыша; k – постоянная Больцмана; T – температура. Интенсивность зарождения M_7C_3 существенно зависит от локальной плотности дислокаций, что проявляется в уменьшении значений ΔF_3 . Реакции $M_3C \rightarrow M_7C_3$ в условиях ползучести предшествует диффузия атомов хрома из зерен в метастабильный карбид M_3C и, соответственно, предельное его насыщение. После такого насыщения следует скачкообразная перестройка решетки из орторомбической в тригональную, т.е. $M_3C \rightarrow M_7C_3$. Предельно насыщенный хромом карбид M_3C следует рассматривать как критический зародыш. Образование такого зародыша происходит не только вследствие объемной диффузии атомов хрома из зерен α -фазы на межфазную границу, но и диффузии вдоль границы (границная диффузия), а также стимулируется локальным переползанием дислокаций.