

## Оценка влияния температуры на скорость ползучести высокотемпературных элементов паровых турбин и паропроводов

Герасимова А.Г., Криксина Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Наибольшее ограничение ресурса, обусловленное длительным воздействием высокой температуры, характерно для паропроводов и частей турбин высокого и среднего давления, которые под воздействием постоянных во времени напряжений подвержены явлению ползучести. Длительная эксплуатация в условиях ползучести приводит к накоплению в металле повреждений в виде пор и разрыхлений, которые впоследствии сливаются в макротрещину.

В зависимости от рабочей температуры различают несколько видов ползучести. При этом температура, равная температуре рекристаллизации металла является определяющей при установлении вида ползучести. Так как ползучесть не является элементарным процессом, определяемым единственным механизмом деформации, то трудно определить истинную энергию активации процесса. Поэтому экспериментально определяют кажущиеся величины энергии активации.

Ползучесть в высокотемпературной области обусловлена механизмом, зависящим от самодиффузии металлов. Коэффициент самодиффузии стали, как многокомпонентного сплава железа с легирующими элементами, можно приближенно определить из формулы

$$D_{sd} = \frac{1 - x_1}{\frac{x_2}{D_{sd12}} + \frac{x_3}{D_{sd13}} + \frac{x_4}{D_{sd14}} + \dots + \frac{x_n}{D_{sd1n}}}, \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$  – процентное содержание компонентов сплава;  $D_{sd12}, D_{sd13}, D_{sd14}, \dots, D_{sd1n}$  – коэффициент самодиффузии компонента 1 в смеси с компонентом 2, в смеси с компонентом 3 и т.д. В состав сталей, применяемых при высоких температурах, обычно входят такие тугоплавкие металлы как Cr, Ni, Mo и W. Наличие этих элементов в составе сплавов является одной из причин, обуславливающих снижение коэффициента самодиффузии  $D_{sd}$ , который по границам зерен обычно на два порядка выше, чем в теле зерна. По этим границам в дальнейшем происходит наиболее интенсивный рост пор, за счет их слияния и диффузии из тела зерна, перерастание их в трещины.

Применение крупнозернистых сталей способствует уменьшению протяженности границ зерен и снижает ползучесть.

Имея зависимость  $D_{sd}=f(t)$  можно более точно оценить ресурсные характеристики применяемых сталей.