

Р.П. ПЕРИН, С.В. ЛЫСЕНКО, к.т.н.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ-ПОВРЕЖДАЕМОСТИ В ЭЛЕМЕНТАХ КОМПОНЕНТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Обычно ползучесть учитывается при расчёте деталей машин, находящихся в процессе эксплуатации длительное время в нагретом состоянии и под действием интенсивных нагрузок. В таких условиях работают различные конструкционные элементы энергетического оборудования. Опыт показывает, что деформации ползучести могут быть весьма существенными и заметно влиять на работу конструкции. Следовательно, задача оценки длительной прочности высоконагруженных элементов с учётом ползучести и накопления повреждаемости вполне закономерна. Кроме того, большинство толстостенных элементов конструкций, таких, как корпус шибберного клапана, нагреваются неравномерно и длительное время находятся в условиях неоднородного распределения действующих температур. Напряжения, вызванные тепловым расширением корпусов и внутренним давлением пара, могут стать причиной развития значительных деформаций ползучести. Таким образом, становится целесообразным применение неизотермической теории ползучести, в которой предполагается зависимость основных параметров от температуры.

Цель данной работы состоит в анализе напряженно - деформированного состояния клапана с течением времени и определении остаточного времени до его разрушения. Объектом исследования данной статьи является шибберный клапан D 100 серии 675.

Клапан применяется в качестве дроссельных регуляторов РОУ энергоблоков 300 МВт. Из технических характеристик клапана следует отметить следующие: рабочая температура пара 545°C, а внутреннее давление пара на стенки корпуса может достигать 255 bar (25 МПа). По эскизам конструкции, приведенным [1], построена трехмерная конечно-элементная модель шибберного клапана для расчета в инженерном программном комплексе ANSYS.

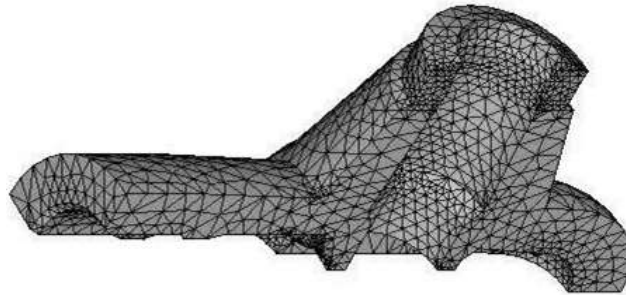
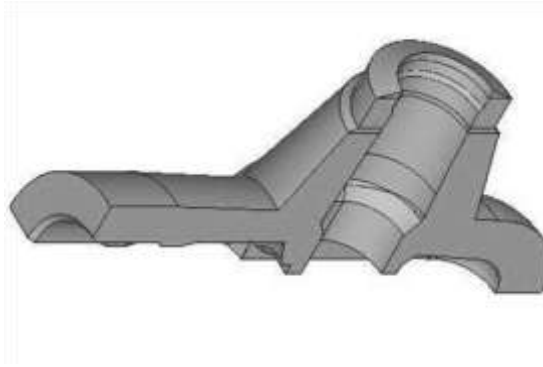


Рис.1 – геометрическая модель

Рис.2 - конечно-элементная модель

Для решения поставленной задачи в конечно-элементный код ПК ANSYS предполагается внедрение модели ползучести и повреждаемости Качанова-Работнова-Хейхерста расширенной до варианта, который учитывает переменную температуру:

$$\alpha(T) = A \cdot \exp(-Q_\alpha / R \cdot T); \quad \beta \cdot (T) = B \cdot \exp(-Q_\beta / R \cdot T), \quad (1)$$

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^{cr} = \frac{3}{2} \frac{\dot{\varepsilon}_{eq}^{cr}}{\sigma_{vM}} S_{ij}, \quad (2)$$

$$\dot{\varepsilon}_{eq}^{cr} = \alpha(T) \cdot \frac{\sigma_{vM}^n}{1 - \omega^n}, \quad (3)$$

$$\dot{\omega}^{cr} = \beta(T) \cdot \left(\frac{\langle \sigma_{eq}^\omega \rangle}{1 - \omega} \right)^m. \quad (4)$$

В данных формулах $\alpha(T)$, $\beta \cdot (T)$ - константы ползучести, зависящие от температуры по закону Аррениуса [2]; Q_α , Q_β - энергии активации процесса ползучести и повреждаемости, соответственно; R - универсальная газовая постоянная; T - температура; $\dot{\varepsilon}_{ij}^{cr}$ – компоненты тензора деформации ползучести ($i, j = 1, 2, 3$); σ_{vM} – эквивалентное напряжение по фон Мизесу;

S_{ij} - девиатор напряжений и его компоненты ($i, j = 1, 2, 3$); A, B, n, m – константы ползучести материала; ω - параметр повреждаемости.

Список літератури: 1. *Васильченко Е. Г.* Арматура Энергетическая для АЭС и ТЭС.- М.: Научно-исследовательский институт экономики в энергетическом машиностроении, 1986. – 547 2. *Perrin I.J., Hayhurst D.R.* Creep constitutive equations for a 0.5Cr-0.5Mo-0.25V ferritic steel in the temperature range 600-675 °C // Journal of Strain Analysis, vol. 31, no. 4, IMechE, 1996.– pp.299-314.