

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ В КОРПУСАХ АВТОКЛАВОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кожухарь А.А.
Белоус П.А.

Одесский национальный политехнический университет
Lamperg11@mail.ru

При термически-влажностной обработке различных строительных конструкций используются автоклавы. Их корпуса представляют собой тонкостенные цилиндрические оболочки, оснащенные крышками, которые испытывают внутреннее давление пара и силовые нагрузки. В рабочем состоянии автоклава имеет место температурный перепад между верхней и нижней образующими цилиндрической оболочки. Как следствие, в корпусе автоклава возникают температурные напряжения.

Температурное поле требует изучения его влияния на общее напряженно-деформированное состояние автоклава. Соответствующие температурные напряжения и напряжения, вызванные действием внутреннего давления и локальных силовых нагрузок, а также весов корпуса автоклава и вспомогательных механизмов, могут вызвать напряженное состояние, превышающее допускаемое. Для обеспечения долговечной работы автоклавов необходима правильная оценка температурных напряжений.

Существующие методики приближенной оценки этих напряжений базируются на достаточно приближенных законах распределения температуры по высоте поперечного сечения корпуса. В этой связи был принят максимально приближенный к реальному закон этого распределения.

В практике проектирования корпусов автоклавов часто возникает необходимость оценить только температурные напряжения без вычислений на ПЭВМ, обеспечивающих получение результатов, когда корпус рассматривается как тонкостенная цилиндрическая оболочка, длиной L , радиуса R и толщиной h , опертая только по торцам на крайние опоры (рис. 1).

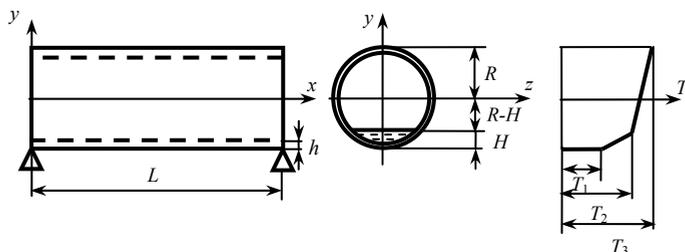


Рис. 1. Расчетная схема автоклава и график изменения температуры

Вдоль оси корпуса x температура нагрева T постоянна, а по высоте вдоль оси y от верхней образующей до зеркала конденсата высотой H она уменьшается от значения T_3 до значения T_2 , а затем резко падает до значения T_1 . Изменением температуры по толщине корпуса пренебрегают.

Уравнение температурной функции

$$T(y) = \begin{cases} T_1 + \frac{T_2 - T_1}{H} \cdot (R + y), & -R \leq y \leq -R + H; \\ T_2 + \frac{T_3 - T_2}{2R - H} \cdot (R - H + y), & -R + H \leq y \leq R. \end{cases} \quad (1)$$

Считая изгиб цилиндрической оболочки-балки чистым, для нормальных напряжений в ее поперечных сечениях было получено :

$$\sigma_x = \alpha_T E \cdot \left(\frac{F_T}{F} + \frac{I_T}{I} \cdot y \right) - \alpha_T E \cdot T(y), \quad (2)$$

где $F = 2\pi R h$, $I = \pi R^3 h$; $F_T = \int_F T(y) dF$; $I_T = \int_F y T(y) dF$.

Формула (2) удобна для расчета напряжений, если известны значения температур T_1, T_2, T_3 и интегралов

$$F_T = 2Rh \cdot [A_1 (0,5\pi - \alpha_H) + A_2 (0,5\pi + \alpha_H) - (B_1 - B_2) R \cdot \cos \alpha_H];$$

$$I_T = R^3 h \cdot [B_1 (0,5\pi - \alpha_H) + B_2 (0,5\pi + \alpha_H) - \frac{2(A_1 - A_2)}{R} \cdot \cos \alpha_H + 0,25(B_1 - B_2) \cdot \cos 2\alpha_H],$$

где $A_1 = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{H} \cdot R$, $A_2 = T_2 + \frac{T_3 - T_2}{2R - H} \cdot (R - H)$,

$$B_1 = \frac{T_2 - T_1}{H}, \quad B_2 = \frac{T_3 - T_2}{2R - H}; \quad \cos \alpha_H = \frac{\sqrt{2RH - H^2}}{R}.$$

Расчетный тестовый пример показал, что температурные напряжения в корпусах автоклавов можно определять по предлагаемой приближенной методике с точностью, достаточной для инженерных приложений.

TEMPERATURE FIELD IN BODIES OF AUTOCLAVES OF BUILDING MATERIALS INDUSTRY

For a temperature field of autoclaves the linear function as much as possible corresponding to conditions of its work is used. Expression for normal stress in cross sections of its body is received. The test example has confirmed the efficiency of an offered method of calculation of temperature stresses.