

РАСЧЕТ АМПЛИТУДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБЕЧАЙКАХ И ДНИЩАХ КОРПУСОВ СОСУДОВ И АППАРАТОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКОЙ

А.И.Айнабеков, Ш.Т. Ешимбетов, Т.Т.Серикбаев
ЮКГУ им. М.Ауезова, г. Шымкент

Согласно [1], нормирующим параметром работы сосудов и аппаратов, работающих на малоцикловую усталость, является допускаемое число циклов нагружения. Для определения допускаемого числа циклов нагружения необходимо определение амплитудных значений напряжений в наиболее опасных зонах (зонах концентрации напряжений) сосуда или аппарата.

Из определенных в зонах концентрации напряжений значений определяется максимальное и по нему определяется допускаемое число циклов.

На примере расчета обечайки и днища корпуса сосуда давления при его циклическом нагружении наружной нагрузкой покажем порядок определения амплитудных значений напряжений.

Амплитудные значения напряжений в обечайке – σ_{1A} и днище корпуса – σ_{2A} , согласно [1], определяют по следующим формулам:

$$\sigma_{1A} = \frac{[\sigma]_1 \cdot K_e \eta}{2} \cdot \frac{\Delta P_K}{[P]_K}, \quad (1)$$

$$\sigma_{2A} = \frac{[\sigma]_1 \cdot K_e \eta}{2} \cdot \frac{\Delta P_g}{[P]_g}, \quad (2)$$

где $[\sigma]_1$ – допускаемое напряжение для материала корпуса при расчетной температуре,

$$[\sigma]_1 = \frac{\sigma_T}{1,5}, \quad (3)$$

здесь σ_T – предел текучести материала корпуса при расчетной температуре; K_e – эффективный коэффициент концентрации напряжений сварных соединений корпуса; η – коэффициент, учитывающий местные напряжения; ΔP_K – расчетное давление; $[P]_K$ – допускаемое наружное давление обечайки корпуса; ΔP_g – расчетное давление в днище корпуса; $[P]_g$ – допускаемое наружное давление в днище корпуса.

При отсутствии точных данных эффективный коэффициент приравнивают к коэффициенту, учитывающему тип сварного соединения:

$$K_e = \xi \quad (4)$$

Допускаемое наружное давление обечайки корпуса по [2] определяется по следующей формуле:

$$[P]_K = \frac{[P]_P^K}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_P^K}{[P]_E^K}\right)^2}}, \quad (5)$$

где $[P]_P^K$ - допускаемое давление, определяемое из условия прочности:

$$[P]_P^K = \frac{[\sigma]_2 \cdot \varphi(S - C)}{0,55D(S - C)} \quad (6)$$

здесь $[\sigma]_2 = [\sigma]^* K\varphi_t$ - допускаемое напряжение для стали марки Ст 08, покрытой стекломалью марки УЭС-300 при расчетной температуре; $[\sigma]^*$ - нормативное допускаемое напряжение для стали марки Ст 08 при температуре 200°C; K - коэффициент, учитывающий снижение допускаемых напряжений в композиции «эмаль-металл»; φ_t - коэффициент, учитывающий снижение прочности композиции «эмаль-металл» с ростом температуры; φ - коэффициент прочности сварного шва; S = S₁ - принятая толщина стенки обечайки и днища корпуса; D - внутренний диаметр обечайки и днища корпуса; C - прибавка к расчетным толщинам; $[P]_P^K$ - допускаемое давление из условия устойчивости [2]:

$$[P]_E^K = \frac{18 \cdot 10^{-6} \cdot E}{n_y \cdot B_1} \cdot \frac{D}{l} \cdot \left[\frac{100(S - C)}{D} \right]^2 \sqrt{\frac{100(S - C)}{D}}, \quad (7)$$

здесь E - модуль продольной упругости материала обечайки и днища при расчетной температуре; n_y - коэффициент запаса устойчивости.

$$B_1 = \min \left\{ 10, 8 \left(\frac{15D}{\ell} \right) \sqrt{\frac{D}{100(S - C)}} \right\}, \quad (8)$$

где $l = l_1 + l_2 + \frac{H}{3}$ - расчетная длина обечайки.

Допускаемое наружное давление на днище корпуса определяется по нижеследующей формуле из [2]:

$$[P]_g = \frac{[P]_P^g}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_P^g}{[P]_E^g}\right)^2}}, \quad (9)$$

где $[P]_P^g$ - допускаемое давление из условия прочности для днища корпуса:

$$[P]_P^g = \frac{2[\sigma]_2 \cdot (S - C)}{R + (S_1 - C)} \quad (10)$$

здесь R - радиус кривизны в вершине днищ (R = D для эллипсоидных днищ с H = 0,25D);

$[P]_A^g$ - допускаемое давление, определяемое из условия устойчивости в пределах упругости:

$$[P]_E^g = \frac{20 \cdot 10^{-6} E}{n_y} \cdot \frac{100(S_1 - C)}{K_3 R}, \quad (11)$$

здесь коэффициент K₃ принимается по [2] в зависимости от $\frac{H}{D} = 0,25$ и $\frac{D}{S_1 - C}$.

Расчетная схема обечайки и днища корпуса показана на рисунке 1.

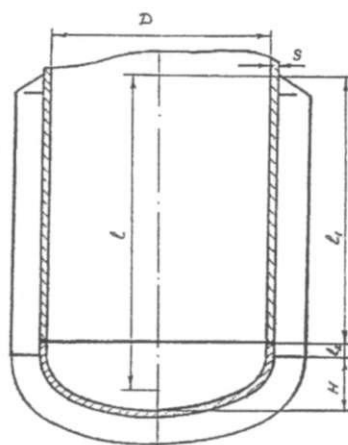


Рисунок 1 - Расчетная схема обечайки и днища корпуса с рубашкой

Результаты расчета амплитудных напряжений в обечайке и днище корпуса при циклическом нагружении наружной нагрузкой приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Амплитудные напряжения в обечайке и днище корпуса при циклическом нагружении наружной нагрузкой

Обозначение и единицы измерения величин	По данным работ	Результаты расчета для сосудов с объемами, м ³			
		1,6	2,5	4,0	6,3
1	2	3	4	5	6
$\frac{D}{S_1 - C}$		102,6	119,7	116,3	131,4
K_3	[3]	0,92	0,927	0,925	0,93
$[P]_E^g$, МПа		2,08	1,77	1,8	1,6
R, мм	[3]	1200	1400	1600	1800
$[P]_P^g$, МПа		1,96	1,68	1,72	1,53
$[P]_g$, МПа		1,4	1,22	1,25	1,1
Φ_i	[3]	0,8	0,8	0,8	0,8
K	[3]	1,0	1,0	1,0	1,0
$[\sigma]^*$, МПа	[3]	127	127	127	127
$[\sigma]_2$, МПа		101,6	101,6	101,6	101,6
H (H = 0,25D), мм	[3]	300	350	400	450
l_2 , мм	[3]	40	40	40	50
l_1 , мм	[3]	700	700	1140	1550
l , мм		840	947	1313	1750
φ	[2]	0,9	0,9	0,9	0,9
C, мм	[3]	2,3	2,3	2,3	2,3
S = S ₁ , мм	[3]	14	14	16	16
n_y	[3]	2,4	2,4	2,4	2,4
D, мм	[3]	1200	1400	1600	1800
E, МПа	[3]	$1,81 \cdot 10^5$	$1,81 \cdot 10^5$	$1,81 \cdot 10^5$	$1,81 \cdot 10^5$
B ₁		1,0	1,0	1,0	1,0
$[P]_E^K$, МПа		1,82	1,28	1,12	1,27
$[P]_P^K$, МПа		1,6	1,27	1,4	1,25
$[P]_K$, МПа		1,2	0,94	0,86	0,89

ΔP_R , МПа	[1]	0,6	0,6	0,6	0,4
ΔP_K , МПа	[1]	0,6	0,6	0,6	0,4
η : для обечайки для днища	[1]	1,5 2,0	1,5 2,0	1,5 2,0	1,5 2,0
$\xi \sigma_T$, МПа	[1]	1,0	1,0	1,0	1,0
$[\sigma]_T$, МПа	[3]	161	161	161	161
σ_{1A} , МПа: а) при $K_e = \xi$ б) при соотношении размеров сварного соединения: $\frac{h}{l} = 0,14$; $\frac{l}{S} = 0,875$; $\frac{l}{2R} = 9,5$; $\Theta = 30^\circ$; 1) $K_e = 1,75$ 2) $K_e = 1,73$ в) при соотношении размеров сварного соединения: $\frac{h}{l} = 0,1$; $\frac{l}{S} = 2,0$; $\frac{l}{2R} = 12,0$; $\Theta = 21^\circ$; 1) $K_e = 1,7$ 2) $K_e = 1,71$		40,2 70,4 -	51,4 90,0 -	51,4 - 97,1	51,4 - 93,9
σ_{2A} , МПа: а) при $K_e = \xi$ б) при соотношении размеров сварного соединения: $\frac{h}{l} = 0,14$; $\frac{l}{S} = 0,875$; $\frac{l}{2R} = 9,5$; $\Theta = 30^\circ$; 1) $K_e = 1,75$ 2) $K_e = 1,73$ в) при соотношении размеров сварного соединения: $\frac{h}{l} = 0,1$; $\frac{l}{S} = 2,0$; $\frac{l}{2R} = 12,0$; $\Theta = 21^\circ$ 1) $K_e = 1,7$ 2) $K_e = 1,71$		46,0 80,5 -	52,8 92,4 -	51,5 - 89,1	58,5 - 101,2
		78,2 -	89,8 -	- 88,1	- 100,0

Литература

- 1 ГОСТ 25859-83. Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках. – М.: Изд-во стандартов. -30 с.
- 2 ОСТ 26-01-949-80. Сосуды и аппараты стальные эмалированные. Нормы и методы расчета на прочность. -М.: Изд-во стандартов.— 82 с.
- 3 ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.-М.: Изд-во стандартов. – 79 с.

Қорытынды

Мақалада түтікшелер мен аппараттардың қыры мен табанындағы сыртқы қайталанба жүктелгендегі кернеулердің амплитудалық шектерін есептеу мысалдары келтірілген. Сонымен қатар, әртүрлі дәнекерленген жалғаулар өлшемдерінің қатынастары ескерілген.

Summary

Example of the determination amplitude importances of the voltages is considered In article in both and bilge of the body under round-robin laden medicine to be taken externally by load.