

12. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 12.

РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ УКРІПЛЕННЯ ОДИНОЧНОГО ОТВОРУ

Література.

1. ГОСТ 24755-81. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий.

2. Андреев І.А. Конструювання і розрахунок типового устаткування хімічних виробництв. Основні положення. Елементи тонкостінних посудин, навантажених внутрішнім тиском. Навч. посібник. – К.: «Видавництво «Політехніка», 2011. – 272 с.

3. Андреев І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни. Навч. посібник. – К.: 1999.- 148 с.

4. Андреев І.А., Мікульонко І.О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2002. – 216 с.

Завдання на 12 практичне заняття.

Завдання 1. Для циліндричної обичайки, яка навантажена внутрішнім тиском, визначити мінімальну відстань між зовнішніми поверхнями штуцерів, коли їх можна вважати поодинокими, а також найбільший діаметр поодинокого отвору, який не потребує додаткового укріплення.

Завдання 2. Для конічного днища, яке навантажене внутрішнім тиском, перевірити виконання умови укріплення нормального поодинокого отвору зовнішнім штуцером без застосування накладного кільця. Виконавчу товщину штуцера $S_{ш}$ приймаємо таким, що дорівнює

товщині конічного днища, яке у свою чергу беремо з попередніх розрахунків.

Додаткові дані для другого завдання подані у таблиці 12.1.

Таблиця 12.1. Додаткові данні для другого завдання

Варіант	Внутрішній діаметр конічного днища по центру отвору, що укріплюється D_k , м	Діаметр отвору d , м	Довжина зовнішнього штуцера l_l , м	Розрахункова товщина стінки зовнішнього штуцера S_{ur} , м
1	0,675	0,06	0,024	0,004
2	0,75	0,03	0,016	0,003
3	0,75	0,06	0,024	0,004
4	0,9	0,04	0,017	0,003
5	0,9	0,07	0,028	0,005
6	1,05	0,04	0,018	0,003
7	1,05	0,06	0,026	0,005
8	1,2	0,08	0,026	0,003
9	1,2	0,05	0,022	0,004
10	1,35	0,06	0,024	0,004
11	1,35	0,08	0,030	0,005
12	1,5	0,05	0,020	0,003
13	1,5	0,09	0,034	0,006
14	1,65	0,05	0,022	0,004
15	1,65	0,07	0,030	0,006
16	1,8	0,1	0,030	0,004
17	1,95	0,09	0,032	0,005
18	1,5	0,05	0,020	0,003
19	1,5	0,09	0,034	0,006
20	1,4	0,07	0,022	0,004

У прикладі наведено розрахунок за 15 варіантом. Умови експлуатації – робочі.

Приймається, що додатки до розрахункової товщини обичайок і штуцера $C = C_{ur} = 1$ мм, а матеріали, з яких виконані штуцер і днище, однакові.

Товщину обичайки і її розрахункову довжину, допустимий зовнішній тиск беремо з попереднього розрахунку (з умови її навантаження внутрішнім тиском).

Приклад вирішення 1 завдання.

Розрахунковий діаметр обичайки:

$$D_R = D = 2,2 \text{ м}$$

Мінімальна відстань між зовнішніми поверхнями штуцерів, коли їх можна вважати поодинокими:

$$\delta \geq 2\sqrt{D_R(S-C)} = 2\sqrt{2,2(7-1)10^{-3}} = 0,23 \text{ м}$$

Найбільший діаметр поодинокого отвору, який не потребує додаткового укріплення

$$d_o = 2\left(\frac{S-C}{S_R} - 0,8\right)\sqrt{D_R(S-C)} = 2\left(\frac{(7-1)10^{-3}}{5,4 \cdot 10^{-3}} - 0,8\right)\sqrt{2,2(7-1)10^{-3}} = 0,0715 \text{ м}$$

Приклад вирішення 2 завдання.

Розрахунковий діаметр кінцевого днища по центру отвору, яке укріплюється:

$$D_R = \frac{D_{\hat{e}}}{\cos \alpha} = \frac{1,65}{\cos 45^\circ} = 2,33 \text{ м}$$

Найбільший діаметр поодинокого отвору, який не потребує додаткового укріплення

$$d_o = 2\left(\frac{S-C}{S_R} - 0,8\right)\sqrt{D_R(S-C)} = 2\left(\frac{(9-1)10^{-3}}{7,6 \cdot 10^{-3}} - 0,8\right)\sqrt{2,33(9-1)10^{-3}} = 0,069 \text{ м}$$

Через те, що внутрішній діаметр отвору d більше найбільшого діаметра поодинокого отвору, який не потребує додаткового укріплення d_o , необхідне укріплення цього отвору.

Розрахункова довжина зовнішньої частини штуцера, яка приймає участь в укріпленні отвору:

$$\begin{aligned} l_{1R} &= \min \{l_1; 1,25\sqrt{(d + 2C_\phi)(S - C_\phi)}\} = \\ &= \min \{0,03; 1,25\sqrt{(0,07 + 2 \cdot 0,001)(9 - 1)10^{-3}}\} = \\ &= \min \{0,03; 0,03\} = 0,03 \text{ м} \end{aligned}$$

Розрахунковий діаметр поодинокого отвору, який не потребує укріплення при відсутності надлишкової товщини стінки днища:

$$d_{oR} = 0,4\sqrt{D_R(S - C)} = 0,4\sqrt{2,33(9 - 1)10^{-3}} = 0,0546 \text{ м}$$

Розрахунковий діаметр отвору:

$$d_R = d + 2C_\phi = 0,07 + 2 \cdot 0,001 = 0,072 \text{ м}$$

Через те, що матеріали, з яких виконані штуцер і днище, однакові, відношення допустимого напруження матеріалу штуцера до допустимого напруження матеріалу днища при розрахунковій температурі $\chi_1 = 1$.

У випадку укріплення отвору тільки зовнішнім штуцером повинна виконуватись умова:

$$\begin{aligned} (l_{1R} + S - S_R - C)(S_\phi - S_{\phi R} - C_\phi)\chi_1 + \sqrt{D_R(S - C)}(S - S_R - C) &\geq 0,5(d_R - d_{oR})S_R \\ (0,03 + 0,009 - 0,0076 - 0,001)(0,009 - 0,006 - 0,001) \cdot 1 + \\ + \sqrt{2,33(0,009 - 0,001)}(0,009 - 0,0076 - 0,001) &\geq 0,5(0,072 - 0,0546)0,0076 \\ 1,154 \cdot 10^{-4} &> 0,66 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

Умова укріплення отвору виконується.