

Таблиця 3.1. Алгоритм і приклад розрахунку товщини циліндричної обичайки з умови міцності за безмоментною теорією у випадку, коли обичайка навантажена внутрішнім тиском

| № п/п | Розрахунковий параметр | Розрахункова формула | Приклад розрахунку |
|-------|---|--|---|
| 1. | Допустиме напруження матеріалу обичайки за розрахункової температури $[\sigma]$ | $[\sigma]$ визначають за таблицями А.1 –А.4 залежно від марки сталі, з якої виконана обичайка і розрахункової температури (поправковий коефіцієнт для допустимих напружень $\eta = 1$ через те, що обичайка зварна) | З таблиці А.1 для сталі марки 20 за розрахункової температури $t = 150^{\circ}\text{C}$ допустиме напруження $[\sigma] = 139 \text{ МПа}$ |
| 2. | Розрахунковий коефіцієнт міцності зварного шва φ_p | φ_p визначають за таблицею Б.1 додатку Б залежно від виду зварного шва та довжини швів, що контролюються | Для стикового шва з підварюванням кореня, що виконується вручну, коли довжина контрольованих зварних швів становить 100 % від загальної довжини $\varphi_p = 1,0$ |
| 3. | Розрахункова товщина стінки циліндричної обичайки S_R | $S_R = \frac{pD}{2[\sigma]\varphi_p - p}$ | $S_R = \frac{0,6 \cdot 1,6}{2 \cdot 139 \cdot 1 - 0,6} = 0,0035 \text{ м}$ |
| 4. | Додаток до розрахункової товщини для компенсації ерозії C_e | Додаток C_e належить враховувати при перемщенні в апараті рідких середовищ зі швидкостями більше 20 м/с, газоподібних – більше 100 м/с; при наявності у рухомому середовищі абразивних твердих частинок і при ударній дії середовища на деталь | $C_e = 0$ |
| 5. | Додаток до розрахункової товщини для компенсації корозії і ерозії C_I | $C_I = v_{кор} \tau + C_e$, якщо $v_{кор} > 5 \cdot 10^{-5} \text{ м/рік}$; | $v_{кор} > 5 \cdot 10^{-5} \text{ м/рік}, \text{ тому}$ $C_I = v_{кор} \tau + C_e =$ $= 6 \cdot 10^{-5} \cdot 15 + 0 = 9 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ |

| № п/п | Розрахунковий параметр | Розрахункова формула | Приклад розрахунку |
|-------|---|---|---|
| | | $C_1 = 0,001 \text{ м} + C_e$, якщо $v_{кор} \leq 5 \cdot 10^{-5} \text{ м/рік}$; $C_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, якщо у довідковій літературі немає даних о величині $v_{кор}$, але відомо, що у робочих умовах елемент, який розраховується, стійкий до середовища, що його оточує. Додаток C_1 при двобічному контакті з корозійним і (або) ерозійним середовищем належить відповідно збільшувати. | |
| 6. | Виконавча товщина стінки циліндричної обичайки у першому наближенні S^1 | $S^1 = S_R + C_1 + C_0$ Додаток C_0 вибирається конструктивно для кожного окремого випадку. Найближчу товщину листового прокату обираємо за таблицею В.1 додатку В. | $S^1 = 3,5 \cdot 10^{-3} + 9 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ Обираємо $C_0 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ через те, що найближча товщина листового прокату становить $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ |
| 7. | Додаток до розрахункової товщини на компенсацію мінусового допуску C_2 | Додаток C_2 вибирається за таблицями В.2 – В.4. | Граничне відхилення по товщині прокату листового холоднокатаного $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ нормальної точності при його ширині від 1000 до 1500 включно становить $2,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}$, тобто $C_2 = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ |

Продовження табл. 3.1

| № п/п | Розрахунковий параметр | Розрахункова формула | Приклад розрахунку |
|-------|---|--|--|
| 8. | Технологічний додток до розрахункової товщини C_3 | Додаток C_3 враховується у випадках, коли має місце стоншення стінки елемента посудини або апарата при технологічних операціях: витяжці, штампуванні, гнутті труб і т. ін. | $C_3 = 0$ |
| 9. | Відношення суми додатків C_2 і C_3 до товщини S^1 | $\frac{C_2 + C_3}{S^1}$ | $\frac{2,3 \cdot 10^{-4} + 0}{4,5 \cdot 10^{-3}} = 0,051$ |
| 10. | Сума додатків до розрахункової товщини C | $C = \begin{cases} C_1, \text{ якщо } \frac{C_2 + C_3}{S^1} \leq 0,05; \\ C_1 + C_2 + C_3 \text{ якщо } \frac{C_2 + C_3}{S^1} > 0,05. \end{cases}$ | $\frac{C_2 + C_3}{S^1} > 0,05, \text{ тому}$ $C = 9 \cdot 10^{-4} + 2,3 \cdot 10^{-4} + 0 = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ |
| 11. | Виконавча товщина стінки циліндричної обичайки S | $S = S_R + C + C_0$ Додаток C_0 вибирається конструктивно для кожного окремого випадку. Найближчу товщину листового прокату обираємо за таблицею В.1. | $S = 3,5 \cdot 10^{-3} + 1,13 \cdot 10^{-3} + 0,37 \cdot 10^{-3} =$ $= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ Обираємо $C_0 = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ з урахуванням можливих додаткових навантажень під час транспортування, монтажу і т. ін. |

| № п/п | Розрахунковий параметр | Розрахункова формула | Приклад розрахунку |
|-------|---|--|--|
| 12. | Перерахунок додатка до розрахункової товщини на компенсацію міновового допуску C_2 (виконується коли $S \neq S^1$) | Додаток C_2 вибирається за таблицями В.2 – В.4. | Граничне відхилення по товщині прокату листового холоднокатаного $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ нормальної точності при його ширині від 1000 до 1500 мм включно становить $2,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}$, тобто $C_2 = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ |
| 13. | Відношення суми додатків C_2 і C_3 до товщини S (виконується коли $S \neq S^1$) | $\frac{C_2 + C_3}{S}$ | $\frac{2,3 \cdot 10^{-4} + 0}{5 \cdot 10^{-3}} = 0,046$ |
| 14. | Перерахунок суми додатків до розрахункової товщини C (виконується коли $S \neq S^1$) | $C = \begin{cases} C_1, \text{ якщо } \frac{C_2 + C_3}{S} \leq 0,05; \\ C_1 + C_2 + C_3 \text{ якщо } \frac{C_2 + C_3}{S} > 0,05. \end{cases}$ | $\frac{C_2 + C_3}{S} < 0,05, \text{ тому } C = 9 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ |
| 15. | Перевірка умов застосування розрахункових формул | $\frac{S - C}{D} \leq 0,1 \quad \text{для обичайок і труб}$ $\text{при } D \geq 0,2 \text{ м}$ | $\frac{S - C}{D} = \frac{5 \cdot 10^{-3} - 0,9 \cdot 10^{-3}}{1,6} = 0,0026 < 0,1$ |

Продовження табл. 3.1

| № п/п | Розрахунковий параметр | Розрахункова формула | Приклад розрахунку |
|---|--|--|--|
| | | $\frac{S - C}{D} \leq 0,3$ <p>для труб при $D < 0,2$ м.</p> <p>$S \geq D/1000 + 2,5 \cdot 10^{-3}$ м – для обичайок із вуглецевих і низьколегованих сталей;</p> <p>$S \geq 2,5 \cdot 10^{-3}$ м – для обичайок із сталей аустенітного і аустенітно-феритного класів.</p> | $D/1000 + 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} =$ $= 1,6/1000 + 2,5 \cdot 10^{-3} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$ $5 \cdot 10^{-3} \text{ м} > 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$ <p>Умови застосування розрахункових формул виконуються</p> |
| 16. | Допустимий внутрішній надлишковий тиск $[p]$ | $[p] = \frac{2[\sigma]\phi_p(S - C)}{D + S - C}$ | $[p] = \frac{2 \cdot 139 \cdot 1(5 \cdot 10^{-3} - 0,9 \cdot 10^{-3})}{1,6 + 5 \cdot 10^{-3} - 0,9 \cdot 10^{-3}} = 0,71 \text{ МПа}$ |
| 17. | Перевірка умови міцності | $p \leq [p]$ | $0,6 \text{ МПа} < 0,71 \text{ МПа}.$ <p>Умова міцності виконується.</p> |
| Якщо умова міцності не виконується, необхідно вжити відповідних заходів (наприклад, збільшити товщину стінки елемента, змінити марку сталі і т. ін.) і зробити перерахунок за наведеним вище алгоритмом для забезпечення умови $p \leq [p]$. | | | |