

Таблиця 12.1. *Приклад 1.* Алгоритм і приклад розрахунку на міцність циліндричної одношарової обичайки

№№ п/п	Розрахункова величина	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
1	Границя плинності за розрахункової температури	Границю плинності за розрахункової температури $R_0$ визначають за таблицею А.5 залежно від марки сталі, з якої виконана обичайка і розрахункової температури	З таблиці А.5 для сталі марки 09Г2С за розрахункової температури $t = 100^\circ\text{C}$ $R_0 = 240$ МПа
2	Мінімальне значення тимчасового опору (границі міцності) за розрахункової температури	Мінімальне значення тимчасового опору (границі міцності) за розрахункової температури $R_e$ визначають за таблицею А.6 залежно від марки сталі, з якої виконана обичайка і розрахункової температури	З таблиці А.6 для сталі марки 09Г2С за розрахункової температури $t = 100^\circ\text{C}$ $R_e = 385$ МПа
1	Коефіцієнт міцності зварного шва	$\varphi$ визначається за табл. 5.1 залежно від виду зварного шва та довжини швів, що контролюються	$\varphi = 0,9$
2	Допустиме напруження матеріалу обичайки при розрахунковій температурі	$[\sigma] = \min \left\{ \frac{R_T}{n_T}; \frac{R_d}{n_d} \right\}$	$[\sigma] = \min \left\{ \frac{240}{1,5}; \frac{385}{2,4} \right\} = \min \{160; 160,4\} = 160 \text{ МПа}$
3	Розрахунковий коефіцієнт товстостійкості	$\beta_R = e^{\frac{p}{[\sigma]\varphi}}$	$\beta_R = e^{\frac{30}{160 \cdot 0,9}} = 1,232$
4	Товщина стінки обичайки у першому наближенні	$S' = 0,5D(\beta_R - 1) + C_1 + C_0,$ де $C_0$ – додаток на округлення до стандартної товщини листа	$S' = 0,5 \cdot 0,4 \cdot (1,232 - 1) + 2 \cdot 10^{-3} + 1,6 \cdot 10^{-3} = 0,05 \text{ м}$
5	Відношення суми додатків $C_2$ і $C_3$ до номінальної товщини листа	$\frac{C_2 + C_3}{S'},$ де додаток $C_2$ визначається за табл. 5.2	$\frac{1,2 \cdot 10^{-3} + 0}{0,05} = 0,024$

6	Сума додатків до розрахункової товщини	$C = \begin{cases} C_1, & \text{якщо } \frac{C_2 + C_3}{S'} \leq 0,05; \\ C_1 + C_2 + C_3, & \text{якщо } \frac{C_2 + C_3}{S'} > 0,05. \end{cases}$	$C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
7	Виконавча товщина обичайки	$S = 0,5D(\beta_R - 1) + C + C_0$	$S = 0,5 \cdot 0,4(1,232 - 1) + 2 \cdot 10^{-3} + 1,6 \cdot 10^{-3} = 0,05 \text{ м}$

Продовження табл.10.1

№№ п/п	Розрахункова величина	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
8	Коефіцієнт товстостінності	$\beta = \frac{D + 2(S - C)}{D}$	$\beta = \frac{0,4 + 2(0,05 - 0,002)}{0,4} = 1,24$
9	Допустимий тиск	$[p] = [\sigma] \varphi \ln \beta$	$[p] = 160 \cdot 0,9 \cdot \ln 1,24 = 30,97 \text{ МПа}$
10	Перевірка умови застосування розрахункових формул	$\frac{S - C}{D} \leq 0,4$	$\frac{0,05 - 0,002}{0,4} = 0,115 < 0,4$ Умова застосування розрахункових формул виконується

Таблиця 10.5. Приклад 5. Алгоритм і приклад перевірного розрахунку циліндричної обичайки з урахуванням температурних напружень

№№ п/п	Розрахункова величина	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
1	Коефіцієнт товстостінності	$\beta = \frac{D + 2(S - C)}{D}$	$\beta = \frac{0,4 + 2(0,05 - 0,002)}{0,4} = 1,24$

2	Перепад температур	$\Delta t = t_6 - t_3$	$\Delta t = 100 - 20 = 80 \text{ } ^\circ C > 0$
3	Коефіцієнти $K_1$ і $K_2$	$K_1 = \frac{\alpha_t E}{1 - \mu} \left( \frac{\beta^2 - 1}{2 \ln \beta} - 1 \right)$ – розраховується, якщо $\Delta t > 0$	$K_1 = \frac{1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1,91 \cdot 10^5}{1 - 0,3} \left( \frac{1,24^2 - 1}{2 \ln 1,24} - 1 \right) = 0,95$

Продовження табл.10.5

№№ п/п	Розрахункова величина	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
4	Еквівалентне напруження	$K_2 = \frac{\alpha_t E}{1 - \mu} \left( \frac{\beta^2 - 1}{2\beta^2 \ln \beta} - 1 \right)$ – розраховується, якщо $\Delta t < 0$ $\sigma_{екв} = \frac{1}{\beta^2 - 1} \sqrt{3p^2 + 3pK_1\Delta t + K_1^2\Delta t^2},$ якщо $\Delta t > 0$ ; $\sigma_{екв} = \frac{\beta^2}{\beta^2 - 1} \sqrt{3p^2 + 3pK_2\Delta t + K_2^2\Delta t^2},$ якщо $\Delta t < 0$ .	<p>–</p> $\sigma_{екв} = \frac{1}{1,24^2 - 1} \sqrt{3 \cdot 30^2 + 3 \cdot 30 \cdot 0,95 \times \dots} \rightarrow =$ $\leftarrow \dots \times 80 + 0,95^2 80^2 = 230,2 \text{ Мпа}$ <p>–</p>

5	Умова міцності	$\sigma_{екв} \leq \frac{\sigma_T}{1,1}$	$\sigma_{екв} = 230,2 \text{ МПа}$ $\frac{\sigma_T}{1,1} = \frac{240}{1,1} = 218,2 \text{ МПа}$ <p>Умова міцності не виконується</p>
<p>Треба збільшити товщину стінки обичайки або замінити матеріал і зробити перерахунок. Для наведеного прикладу приймаємо товщину</p>			
6	Коефіцієнт товстостінності	$\beta = \frac{D + 2(S - C)}{D}$	$\beta = \frac{0,4 + 2(0,06 - 0,002)}{0,4} = 1,29$
7	Коефіцієнт $K_1$	$K_1 = \frac{\alpha_t E}{1 - \mu} \left( \frac{\beta^2 - 1}{2 \ln \beta} - 1 \right)$	$K_1 = \frac{1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1,91 \cdot 10^5}{1 - 0,3} \left( \frac{1,29^2 - 1}{2 \ln 1,29} - 1 \right) = 1,16$

Продовження табл.10.5

№№ п/п	Розрахункова величина	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
8	Еквівалентне напруження	$\sigma_{екв} = \frac{1}{\beta^2 - 1} \sqrt{3p^2 + 3pK_1\Delta t + K_1^2\Delta t^2}$	$\sigma_{екв} = \frac{1}{1,29^2 - 1} \sqrt{3 \cdot 30^2 + 3 \cdot 30 \cdot 1,16 \cdot 80 + \dots} \rightarrow =$ $\leftarrow \sqrt{\dots + 1,16^2 \cdot 80^2} = 211,2 \text{ МПа}$
9	Умова міцності	$\sigma_{екв} \leq \frac{\sigma_T}{1,1}$	$\sigma_{екв} = 211,2 \text{ МПа}$ $\frac{\sigma_T}{1,1} = \frac{240}{1,1} = 218,2 \text{ МПа}$ $211,2 \text{ МПа} < 218,2 \text{ МПа}$ <p>Умова міцності виконується</p>

