

Таблиця 8.1. Приклад розрахунку товщини стандартного еліптичного днища з умови міцності і стійкості у випадку, коли днище навантажене зовнішнім тиском
(алгоритм подано для розрахунку еліптичного і півсферичного днищ)

№ п/п	Розрахунковий параметр	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
1.	Допустиме напруження матеріалу обичайки за розрахункової температури $[\sigma]$	Допустиме напруження матеріалу обичайки $[\sigma]$ 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 Ст3 за розрахункової температури $t = 155^{\circ}\text{C}$ допустиме напруження $[\sigma] = 144 \text{ МПа}$
2.	Модуль пружності в умовах розтягу E	Модуль пружності в умовах розтягу E визначають за таблицею додатку Г залежно від марки сталі, з якої виконана обичайка і розрахункової температури (при випробуваннях приймається $t = 20^{\circ}\text{C}$)	З таблиці Г.1 для сталі марки Ст3 за розрахункової температури $t = 155^{\circ}\text{C}$ модуль пружності в умовах розтягу $E = 1,85 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
3.	Коефіцієнт запасу стійкості n_{σ}	Значення коефіцієнту запасу стійкості обирають залежно від умов, при якому виконують розрахунок. $n_{\sigma} = 2,4$ для робочих умов; $n_{\sigma} = 1,8$ для умов випробувань	$n_{\sigma} = 2,4$

№ п/п	Розрахунковий параметр	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
4.	Коефіцієнт k_e для попереднього розрахунку	$k_e = 0,9$ – для еліптичного днища; $k_e = 1,0$ – для півсферичного днища	$k_e = 0,9$
5.	Внутрішній радіус кривизни в вершині днища або кришки R_δ	$R_\delta = D$ для стандартного еліптичного днища; $R_\delta = 0,5D$ для півсферичного днища	$R_\delta = D = 2,2$ м
6.	Висота днища H	$H = 0,25D$ для стандартного еліптичного днища; $H = 0,5D$ для півсферичного днища	$H = 0,25D = 0,25 \cdot 2,2 = 0,55$ м
7.	Розрахункова товщина стінки днища S_R	$S_R = \max \left\{ \frac{k_e R_\delta}{510} \sqrt{\frac{n_\delta p_\xi}{10^{-6} \text{ А}}}; \frac{p_\xi R_\delta}{2[\sigma]} \right\}$	$S_R = \max \left\{ \frac{0,9 \cdot 2,2}{510} \sqrt{\frac{2,4 \cdot 0,5}{10^{-6} \cdot 1,85 \cdot 10^5}}; \frac{0,5 \cdot 2,2}{2 \cdot 144} \right\} =$ $= \max \{0,0099; 0,0038\} = 0,0099 \text{ м}$
8.	Виконавча товщина стінки днища S	$S = S_R + C + C_0$ Додаток C_0 вибирається конструктивно для кожного окремого випадку. Товщину листового прокату обираємо за таблицею В.1 додатку В.	$S = 9,9 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-4} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ Обираємо $\tilde{N}_0 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ через те, що вибрана товщина листового прокату становить $11 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
9.	Допустимий зовнішній тиск з умов міцності $[p_\xi]_\sigma$	$[p_\xi]_\sigma = \frac{2[\sigma](s - c)}{R_\delta + 0,5(s - c)}$	$[p_\xi]_\sigma = \frac{2 \cdot 144(11 - 1) \cdot 10^{-3}}{2,2 + 0,5(11 - 1) \cdot 10^{-3}} = 1,18 \text{ МПа}$

№ п/п	Розрахунковий параметр	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
10.	Коефіцієнт x	$x = 10 \frac{s-c}{D} \left(\frac{D}{2H} - \frac{2H}{D} \right)$	$x = 10 \frac{(11-1) \cdot 10^{-3}}{2,2} \left(\frac{2,2}{2 \cdot 0,55} - \frac{2 \cdot 0,55}{2,2} \right) = 0,068$
11.	Остаточне значення коефіцієнта k_e	$k_e = \frac{1 + (2,4 + 8x)x}{1 + (3 + 10x)x}$ або визначається за графіком (додаток Е)	$k_e = \frac{1 + (2,4 + 8 \cdot 0,068)0,068}{1 + (3 + 10 \cdot 0,068)0,068} = 0,96$
12.	Допустимий зовні- шній тиск з умов стійкості в границях пружності $[p_\zeta]_E$	$[p_\zeta]_E = \frac{26 \cdot 10^{-6} E}{n_\phi} \left[\frac{100(s-c)}{k_e R_d} \right]^2$	$[p_\zeta]_E = \frac{26 \cdot 10^{-6} \cdot 1,85 \cdot 10^{+5}}{2,4} \left[\frac{100(11-1) \cdot 10^{-3}}{0,96 \cdot 2,2} \right]^2 =$ $= 0,45 \text{ МПа}$
13.	Допустимий зовні- шній тиск	$[p_\zeta] = \frac{[p_\zeta]_\sigma}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p_\zeta]_\sigma}{[p_\zeta]_E} \right)^2}}$	$[p_\zeta] = \frac{1,18}{\sqrt{1 + \left(\frac{1,18}{0,45} \right)^2}} = 0,42 \text{ МПа}$
14.	Перевірка умови стійкості	$p_\zeta \leq [p_\zeta]$	$0,5 \text{ МПа} > 0,42 \text{ МПа}$ Умова стійкості не виконується
<p>Якщо умова стійкості 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 $p_\zeta \leq [p_\zeta]$.</p> <p>У нашому випадку умова стійкості буде виконуватись при $S = 12 \text{ мм}$, тоді $[p_\zeta] = 0,505 \text{ МПа}$</p>			