

NB.3.2 Obecný vztah pro nosníky konstantního průřezu symetrického k hlavní ose z-z nebo y-y

(1) V případě nosníku konstantního průřezu symetrického k jedné z hlavních os je pružný kritický moment M_{cr} pro ohyb k ose y-y dán obecným vztahem:

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{E I_z G I_t}}{L} \quad (\text{NB.3.1})$$

kde bezrozměrný kritický moment μ_{cr} je:

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right] \quad (\text{NB.3.2})$$

bezrozměrný parametr kroucení:

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{E I_w}{G I_t}}$$

bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku: $\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}}$

a bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu:

$$\zeta_j = \frac{\pi z_j}{k_z L} \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}}$$

přičemž:

C_1 , C_2 a C_3 jsou součinitele závislé na zatížení a podmínkách uložení konců (viz tabulky NB.3.1 a NB.3.2);

L je délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny;

k_z a k_w jsou součinitele vzpěrné délky;

$z_g = z_a - z_s$

$$z_j = z_s - \frac{0,5}{I_y} \int_A (y^2 + z^2) z \, dA$$

když z_a jsou souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu (viz obrázek NB.3.1);

z_s souřadnice středu smyku vzhledem k těžišti průřezu;

z_g souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku.

Pro I – průřez s nestejnými pásy je:

$$I_w = (1 - \psi_f^2) I_z (h_s / 2)^2 \quad (\text{NB.3.3})$$

kde h_s je vzdálenost mezi středy smyku pásnic, viz obrázek NB.3.1

a parametr nesymetrie průřezu: $\psi_f = \frac{I_{fc} - I_{ft}}{I_{fc} + I_{ft}}$

přičemž

I_{fc} je moment setrvačnosti tlačené pásnice k hlavní ose nejmenší tuhosti průřezu;

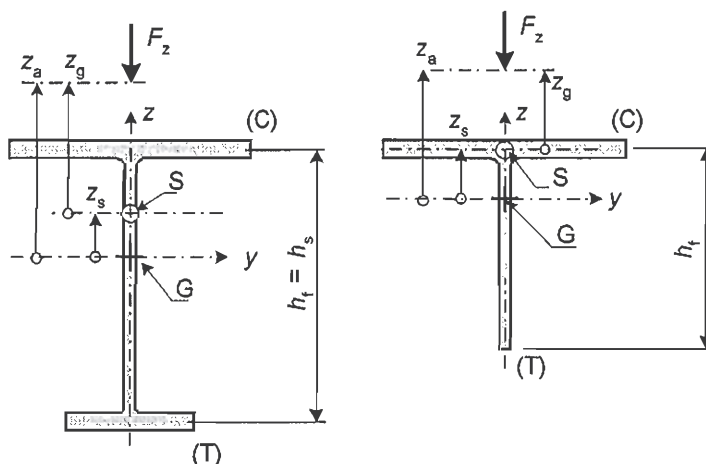
I_{ft} moment setrvačnosti tažené pásnice k hlavní ose nejmenší tuhosti průřezu.

POZNÁMKA 1 Viz NB.3.2(6) a (7) pro znaménkovou konvenci a NB.3.2(8) pro přibližné hodnoty z_j .

POZNÁMKA 2 Pro průřezy symetrické k ose y-y je $z_j = 0$.

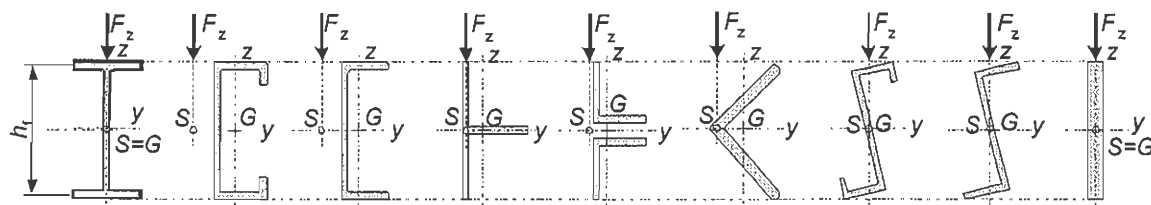
(2) Součinitele vzpěrné délky k_y , k_z (popisující okrajové podmínky uložení v ohybu) a k_w (popisující okrajové podmínky uložení v kroucení) se mění od 0,5 pro vetknutí obou konců do 1,0 pro kloubové uložení obou konců, s hodnotou 0,7 pro jeden konec vetknutý a jeden konec uložený kloubově.

(3) Součinitel k_y se vztahuje ke koncovému pootočení v rovině kolmé k ose y - y , součinitel k_z se vztahuje ke koncovému pootočení v rovině kolmé k ose z - z . Tyto součinitele jsou analogické k poměru L_{cr}/L u tlacených prutů. Součinitel k_w se vztahuje ke koncové deplaci. Pokud není provedeno speciální opatření k zamezení deplance, je možné brát $k = 1,0$.



(C) tlačená vlákna, (T) tažená vlákna, S – střed smyku, G – těžiště

Obrázek NB.3.1 – Význam veličin a znaménková konvence při působení zatížení F_z



Obrázek NB.3.2 – Průřezy symetrické k ose největší tuhosti nebo centrálně symetrické

(4) Hodnoty C_1 , C_2 a C_3 jsou dány v tabulkách NB.3.1 a NB.3.2 pro různé případy zatížení, které je definováno průběhem ohybového momentu na délce L mezi body zajištěnými proti příčnému vybočení. Hodnoty jsou uvedeny v závislosti na součiniteli k_z a v tabulce NB.3.2 také na součiniteli k_w .

(5) V případech, kdy $k_z = 1,0$, lze součinitel C_1 pro libovolný poměr koncových momentů podle tabulky NB.3.1 určit přibližně vztahem:

$$C_1 = (0,310 + 0,428\psi + 0,262\psi^2)^{-0,5} \quad (\text{NB.3.4})$$

(6) Znaménková konvence pro určení z a z_j , viz obrázek NB.3.1, je:

- souřadnice z je kladná pro tlačnou pásnici. Když se z_j určuje pomocí vztahu v NB.3.2(1), směřuje osa z nahoru v případě tíhového zatížení a dolů v případě zatížení sáním;
- znaménko z_j je stejné jako znaménko součinitele nesymetrie průřezu ψ_f . Znaménko ohybového momentu pro určení ψ_f se v případě koncových momentů (viz tabulka NB.3.1) bere v místě největšího momentu, v případě příčného zatížení (viz tabulka NB.3.2) ve středu úseku o délce L .

(7) Znaménková konvence pro určení z_g je:

- pro zatěžovací účinky je z_g kladné při zatížení působícím nad středem smyku;
- v obecném případě je z_g kladné při zatížení směřujícím z místa působení do středu smyku.

Tabulka NB.3.1 – Hodnoty součinitelů C_1 a C_3 při zatížení prutu koncovými momenty v závislosti na hodnotě součinitele k_z a součinitelů ψ_f a κ_{wt}

Součinitel uložení konců prutu v rovině ohybu $k_y = 1,0$, v kroucení $k_{wt} = 1,0$

Tvar momentového obrazce Poměr koncových momentů ψ	k_z ²⁾	Hodnoty součinitelů					
		C_1 ¹⁾		C_3			
		$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$\psi_f = -1$ 	$-0,9 \leq \psi_f \leq 0$ 	$0 \leq \psi_f \leq 0,9$ 	$\psi_f = 1$
	1,0	1,00	1,00	1,00			
	0,7L	1,02	1,10	1,02		1,00	
	0,7R	1,02	1,10	1,02		1,00	
	0,5	1,00	1,13	1,02			
	1,0	1,14	1,14	1,00			
	0,7L	1,21	1,31	1,05		1,00	
	0,7R	1,11	1,20	1,00			
	0,5	1,14	1,29	1,02			
	1,0	1,31	1,32	1,15	1,00		
	0,7L	1,48	1,62	1,16		1,00	
	0,7R	1,21	1,32	1,00			
	0,5	1,31	1,48	1,15	1,00		
	1,0	1,52	1,55	1,29	1,00		
	0,7L	1,85	2,06	1,60	1,26	1,00	
	0,7R	1,33	1,47	1,00			
	0,5	1,52	1,73	1,35	1,00		
	1,0	1,77	1,85	1,47	1,00		
	0,7L	2,33	2,68	2,00	1,42	1,00	
	0,7R	1,45	1,59	1,00			
	0,5	1,75	2,03	1,50	1,00		
	1,0	2,05	2,21	1,65	1,00	0,85	
	0,7L	2,83	3,32	2,40	1,55	0,85	-0,30
	0,7R	1,58	1,75	1,38	0,85	0,70	0,20
	0,5	2,00	2,34	1,75	1,00	0,65	-0,25
	1,0	2,33	2,59	1,85	1,00	1,3 - 1,2 ψ_f	-0,70
	0,7L	3,08	3,40	2,70	1,45	1,0 - 1,2 ψ_f	-1,15
	0,7R	1,71	1,90	1,45	0,78	0,9 - 0,75 ψ_f	-0,53
	0,5	2,23	2,58	2,00	0,95	0,75 - ψ_f	-0,85
	1,0	2,55	2,85	2,00	1,00	0,55 - ψ_f	-1,45
	0,7L	2,59	2,77	2,00	0,85	0,23 - 0,9 ψ_f	-1,55
	0,7R	1,83	2,03	1,55	0,70	0,68 - ψ_f	-1,07
	0,5	2,35	2,61	2,00	0,85	0,35 - ψ_f	-1,45
	1,0	2,56	2,73	2,00	ψ_f		-2,00
	0,7L	1,92	2,10	1,55	0,38	-0,58	-1,55
	0,7R	1,92	2,10	1,55	0,58	-0,38	-1,55
	0,5	2,22	2,39	1,88	0,125 - 0,7 ψ_f	-0,125 - 0,7 ψ_f	-1,88

POZNÁMKY:

¹⁾ $C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \kappa_{wt} \leq C_{1,1}$, ($C_1 = C_{1,0}$ pro $\kappa_{wt} = 0$, $C_1 = C_{1,1}$ pro $\kappa_{wt} \geq 1$).

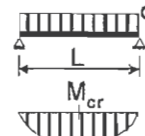
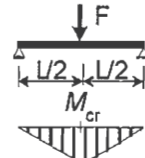
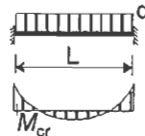
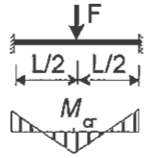
²⁾ 0,7 L = vetknutý levý konec, 0,7 R = vetknutý pravý konec.

(8) Pro z_j lze použít následující aproximaci:

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f \quad (\text{NB.3.5})$$

kde h_f je vzdálenost mezi středy pásnic; u profilu T vzdálenost mezi středem pásnice a volným koncem průřezu, viz obrázek NB.3.1.

Tabulka NB.3.2 – Hodnoty součinitelů C_1 , C_2 a C_3 pro různé případy příčného zatížení v závislosti na hodnotě součinitelů k_y , k_z , k_w a součinitelů ψ_f a κ_{wt}

Zatížení a podmínky podepření	Součinitele vzpěrné délky			Hodnoty součinitelů							
	k_y	k_z	k_w	$C_1^{1)}$		C_2			C_3		
				$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$\perp$	I I I	T	$\perp$	I I I	T
						$\psi_f = -1$	$-0,9 \leq \psi_f \leq 0$	$\psi_f = 1$	$\psi_f = -1$	$-0,9 \leq \psi_f \leq 0$	$\psi_f = 1$
	1	1	1	1,13	1,13	0,33	0,46	0,50	0,93	0,53	0,38
	1	1	0,5	1,13	1,23	0,33	0,39	0,50	0,93	0,81	0,38
	1	0,5	1	0,95	1,00	0,25	0,41	0,40	0,84	0,48	0,44
	1	0,5	0,5	0,95	0,97	0,25	0,31	0,40	0,84	0,67	0,44
	1	1	1	1,35	1,36	0,52	0,55	0,42	1,00	0,41	0,31
	1	1	0,5	1,35	1,45	0,52	0,58	0,42	1,00	0,67	0,31
	1	0,5	1	1,03	1,09	0,40	0,45	0,42	0,80	0,34	0,31
	1	0,5	0,5	1,03	1,07	0,40	0,44	0,42	0,80	0,52	0,31
						$\psi_f = -1$	$-0,5 \leq \psi_f \leq 0$	$\psi_f = 1$	$\psi_f = -1$	$-0,5 \leq \psi_f \leq 0$	$\psi_f = 1$
	0,5	1	1	2,58	2,61	1,00	1,56	0,15	1,00	-0,86	-1,99
	0,5	0,5	1	1,49	1,52	0,56	0,90	0,08	0,61	-0,52	-1,20
	0,5	0,5	0,5	1,49	1,75	0,56	0,83	0,08	0,61	0,00	-1,20
	0,5	1	1	1,68	1,73	1,20	1,39	0,07	1,15	-0,72	-1,35
	0,5	0,5	1	0,94	0,96	0,69	0,76	0,03	0,64	-0,41	-0,76
	0,5	0,5	0,5	0,94	1,06	0,69	0,84	0,03	0,64	-0,07	-0,76

POZNÁMKY:

1) $C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \kappa_{wt} \leq C_{1,1}$, ($C_1 = C_{1,0}$ pro $\kappa_{wt} = 0$, $C_1 = C_{1,1}$ pro $\kappa_{wt} \geq 1$).

2) Parametr ψ_f se vztahuje ke středu rozpětí.

3) Hodnoty kritického momentu M_{cr} se vztahují k průřezu, kde působí M_{max} .

U p o z o r n ě n í : Změny a doplňky, jakož i zprávy o nově vydaných normách, jsou uveřejňovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN EN 1993-1-1

Vydal: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Praha

Rok vydání 2006, 96 stran

77439 Cenová skupina 418



8 590963 774398