



УКРАЇНСЬКИЙ ЦЕНТР
СТАЛЕВОГО
БУДІВНИЦТВА

Вибір сталі та класифікація елементів

Ельвіра Ковалевська
Провідний інженер-конструктор УЦСБ

Семінар
«Розрахунок сталевих конструкцій відповідно до Єврокодів»
17.06.2015

Номинальні значення межі текучості (f_y) та межі міцності (f_u)

Стандарт та сталь	Номинальна товщина елемента t , мм			
	$t \leq 40$		$40 < t \leq 80$	
	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²
ДСТУ EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
ДСТУ EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
ДСТУ EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530

Визначення підкласу сталі

Максимально допустимі значення товщин елементів

Клас сталі	Під-клас сталі	Ударна в'язкість J_{\min}		Розр. температура $T_{Ed} [^{\circ}\text{C}]$																					
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	
		при $T [^{\circ}\text{C}]$		$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,50 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
C275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55	
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	115	95	80	70	55	50	40	165	145	125	110	95	80	70	
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95	
	M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110	

Класифікація поперечних перерізів елементів

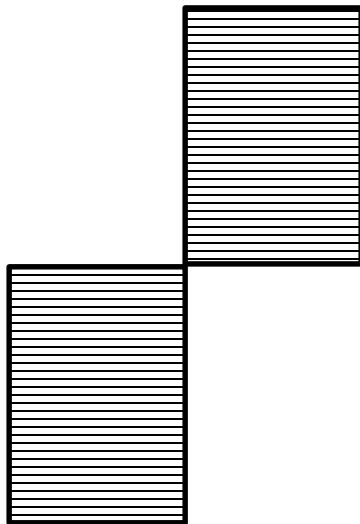
Клас 1 - поперечні перерізи, у яких може утворюватися повний пластичний шарнір без зниження несучої здатності від втрати місцевої стійкості.

Клас 2 - поперечні перерізи, у яких можуть утворюватися часткові пластичні деформації, обмежені внаслідок втрати місцевої стійкості.

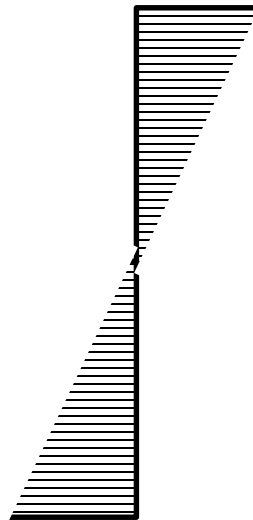
Клас 3 - поперечні перерізи, які працюють у пружній області, а напруження досягають межі текучості тільки у крайніх волокнах . Пластичні деформації у пер. 3 класу не розвиваються внаслідок втрати місцевої стійкості.

Клас 4 - поперечні перерізи, у яких втрата місцевої стійкості у одній або кількох ділянках перерізу настає до досягнення текучесті

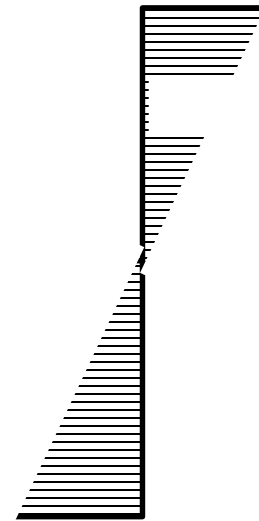
Класифікація поперечних перерізів елементів



Клас 1
Клас 2

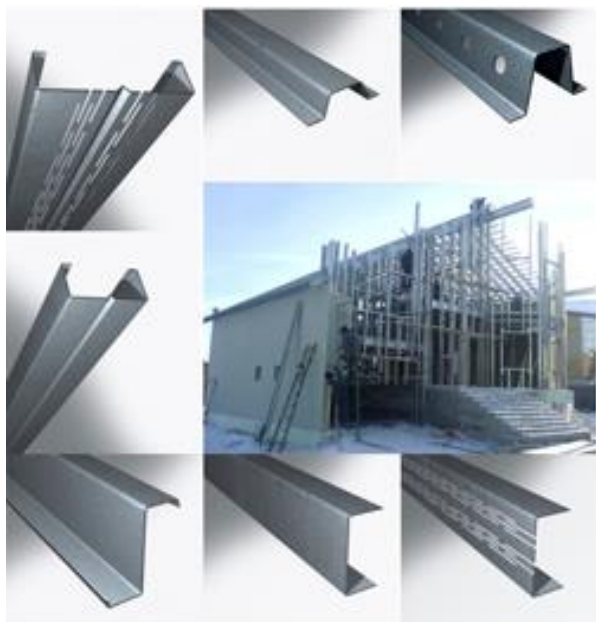


Клас 3



Клас 4

Клас 4 – див. EN 1993-1-5!



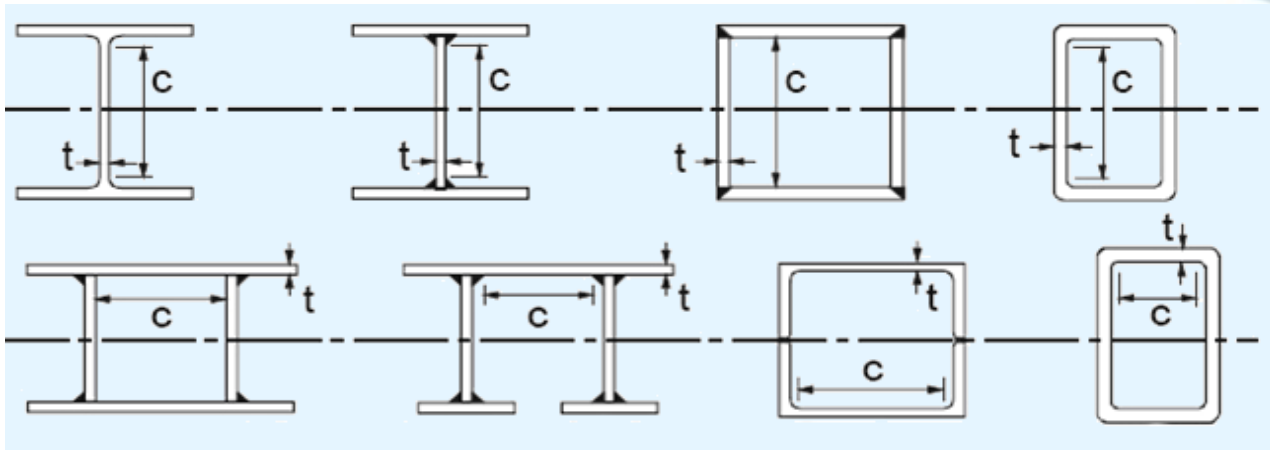






Будівля London Dock and Harbour Company

Стиснуті внутрішні ділянки перерізу

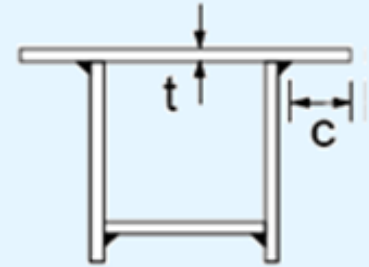
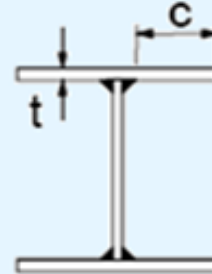
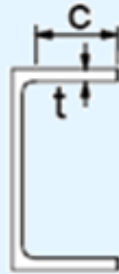
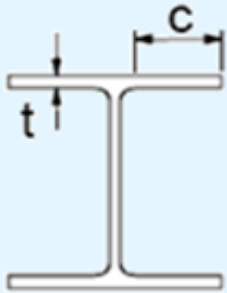


Клас	Згинана ділянка пер.	Стиснута ділянка пер.	Стиснуто-зігн. ділянка пер.
Розподіл напружень у ділянках пер. (стиск зі знаком «+»)			
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	если $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha-1}$ если $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	если $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha-1}$ если $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$

Розподіл напружень у ділянках пер. (стиск зі знаком «+»)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$		$c/t \leq 42\varepsilon$		если $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67+0,33\psi}$ если $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1-\psi)\sqrt{(-\psi)}$	
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

За класифікацією частин перерізу обирається вищий клас!

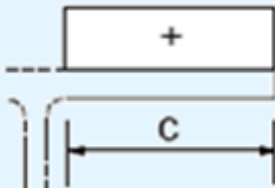
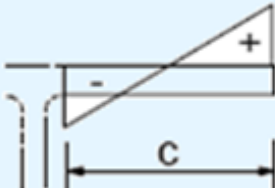
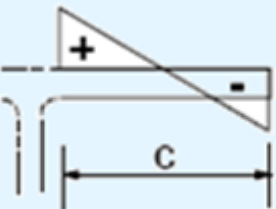
Звиси полицок



Прокатні профілі

Зварні профілі

Клас	Стиснута ділянка пер.	Стиснуто-зігнуті ділянки перерізу	
		Стиск на кінці	Розтяг на кінці
Розподіл напружень у ділянках пер. (стиск зі знаком «+»)			
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$

Розподіл напружень у ділянках пер. (стиск зі знаком «+»)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$		$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Для k_σ див. EN 1993-1-5			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

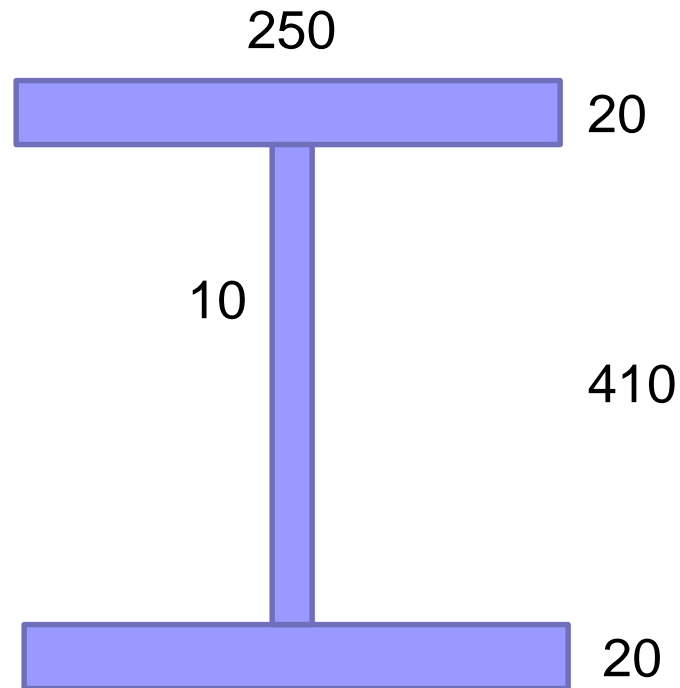
Висновки:

- Краще уникати 4 класу, бо при стиску у них можливі ексцентриситети і як наслідок - знижена несуча здатність
- Класифікація перерізів залежить окрім як від класу сталі лише від геометрії та розподілу напружень, а не від їх абсолютних значень

Приклад 2.

Класифікувати переріз балки при чистому згині

Прийнята сталь S235



Розв'язок:

Для сталі С235 $\varepsilon = 1$

Класифікуємо стінку:

$$c / t = 410 / 10 = 41 < 72 * 1 = 72$$

Отже, стінка відноситься до 1 класу

Класифікуємо поличку:

$$c / t = 0,5 * (250 - 10) / 20 = 6 < 9 * 1 = 9$$

Отже, поличка відноситься до 1 класу

Висновок: переріз в цілому відноситься до першого класу

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!