

METALOWE KONSTRUKCJE BUDOWLANE	N O R M A B R A N Ż O W A	BN - 80 2912-01
	Konstrukcje stalowe BELKI PODSUWNICOWE Obliczenia statyczne i projektowanie	Zamiast BN-65/8814-04
		VII 34

SPIS TREŚCI

1. Wstęp

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Oznaczenia i określenia

2. Materiały

- 2.1. Postanowienia ogólne
- 2.2. Wytyczne doboru stali

3. Zasady projektowania

- 3.1. Ogólne zasady
- 3.2. Obciążenia
 - 3.2.1. Ustalanie obciążeń
 - 3.2.2. Współczynniki
 - 3.2.3. Obciążenie pomostu, chodnika, schodów
 - 3.2.4. Obciążenie śniegiem
 - 3.2.5. Obciążenie wiatrem
 - 3.2.6. Wpływ zmian temperatury
 - 3.2.7. Składowe oddziaływania suwnicy
 - 3.2.8. Kojarzenie obciążeń
- 3.3. Ugięcia
 - 3.3.1. Ugięcie pionowe belek
 - 3.3.2. Ugięcie poziome
 - 3.3.3. Przemieszczenie poziome podpór
- 3.4. Wytrzymałość zmęczeniowa
 - 3.4.1. Zalecenia ogólne
 - 3.4.2. Grupy natężenia pracy

4. Obliczenia statyczne

- 4.1. Postanowienia ogólne
- 4.2. Jezdnie suwnic natorowych
 - 4.2.1. Belki pełnościenne bez stężeń
 - 4.2.2. Belki pełnościenne ze stężeniem blachownicowym
 - 4.2.3. Belki pełnościenne ze stężeniem kratownicowym
 - 4.2.4. Belki kratownicowe płaskie
 - 4.2.5. Belki kratownicowe przestrzenne
 - 4.2.6. Belki skrzynkowe

- 4.3. Jezdnie suwnic podwieszonych
- 4.4. Jezdnie jednoszynowe
- 4.5. Jezdnie suwnic wspornikowych
- 4.6. Kozły odbojowe
- 4.7. Inne postanowienia
 - 4.7.1. Przekrój szyny
 - 4.7.2. Naprężenia zastępcze w środku belki
 - 4.7.3. Połączenie środka belki
- 4.8. Stateczność miejscowa elementów pełnościennej
 - 4.8.1. Ogólne warunki stateczności
 - 4.8.2. Współczynniki
 - 4.8.3. Żebra usztywniające

5. Zalecenia konstrukcyjne

- 5.1. Zalecenia ogólne
- 5.2. Belki
- 5.3. Stężenia
 - 5.3.1. Stężenia poziome
 - 5.3.2. Stężenia pionowe
- 5.4. Szyny
- 5.5. Połączenia
 - 5.5.1. Połączenia pasów
 - 5.5.2. Połączenia żeber
 - 5.5.3. Połączenia szyn
- 5.6. Inne zalecenia

Załącznik

Przybliżone obliczanie belek

1. Belki skrzynkowe
2. Belki kratownicowe przestrzenne
3. Przepony

Informacje dodatkowe

1. Instytucja opracowująca normę
2. Istotne zmiany w stosunku do BN-65/8814-04
3. Normy związane
4. Autor projektu normy

Zgłoszona przez Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Konstrukcji Metalowych "MOSTOSTAL"
Ustanowiona przez Zjednoczenie Konstrukcji Stalowych i Urządzeń Przemysłowych "MOSTOSTAL"
jako norma obowiązująca od dnia 1.04.1981 r.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest obliczanie i projektowanie stalowych belek podsuwnicowych obciążonych suwnicami o wiotkim lub sztywnym podwieszeniu przemieszczanego ładunku, a także torów jezdnych obciążonych podwieszonymi urządzeniami dźwigowo-transportowymi.

1.2. Zakres stosowania normy. Normę należy stosować przy opracowywaniu dokumentacji technicznej belek podsuwnicowych i torów jezdnych dźwignic podwieszonych. Ponadto, w zakresie postanowień uzupełniających do PN-80/B-03200, norma dotyczy konstrukcji bezpośrednio związanych z belkami.

1.3. Oznaczenia i określenia

- m_{sd} - współczynnik stateczności miejscowej przy docisku,
 z - odcinek, na który rozkłada się siła (skupiona) działająca na pas belki,
 ζ - współczynnik utwierdzenia środka w pasie belki,
 ψ - współczynnik dynamiczny,
 E_k - energia kinetyczna,
 R_z - wytrzymałość zmęczeniowa stali.

Pozostałe oznaczenia oraz określenia - wg PN-80/B-03200.

Wskaźniki d oraz g w oznaczeniach odnoszą dany parametr do odpowiedniej (dolnej lub górnej) krawędzi lub odpowiedniego pasa (np. σ_d , w_{xg}).

2. MATERIAŁY

2.1. Postanowienia ogólne. Stal, części i materiały do połączeń oraz materiały do zabezpieczeń przed korozją i ogniem należy przyjmować wg PN-80/B-03200.

Na tory jezdne dźwignic zaleca się stosować szyny dźwigowe wg PN-62/H-93410 a w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie innych rodzajów szyn, np. prętów prostokątnych ze stali o własnościach określonych w powyższej normie lub szyn kolejowych.

2.2. Wytyczne doboru stali. Rodzaj wyrobu oraz gatunek, kategoria, odmiana i stan stali na główne elementy belek podsuwnicowych oraz torów jezdnych dźwignic podwieszonych, powinny być dobrane odpowiednio do natężenia pracy dźwignic (grupy wg PN-79/M-06503), warunków technologicznych montażu belek (np. spawanie) oraz warunków eksploatacyjnych (wolno stojące estakady, jezdnie w zamkniętych budynkach) - zalecenia zestawione zostały w tabl. 1.

Tablica 1

Tablica 1				
Kategoria stali	Estakady wolno stojące	Jezdnie w budynkach	Grupa natężenia pracy dźwignicy	
Stal	$R_{e \min} \leq 355 \text{ MPa}$	$g \leq 20$ ¹⁾ półuspokojona	1, 2, 3, 4	
		$g > 20$ uspokojona lub normalizowana		
	$R_{e \min} > 355 \text{ MPa}$ ²⁾	odmiana D	odmiana C	5, 6
	$R_{e \min} \leq 355 \text{ MPa}$	odmiana M lub D	odmiana U lub C	
$R_{e \min} > 355 \text{ MPa}$	nie zalecana	nie zalecana		

1) Grubość kształtownika w mm.
2) W przypadku jezdni dźwignic 3 i 4 grupy natężenia pracy celowość zastosowania stali $R_{e \min} > 355 \text{ MPa}$ powinna być sprawdzona z uwzględnieniem zmęczenia.

Żądane własności stali powinny być potwierdzone w zaświadczeniu o jakości lub atście.
Stal na słupy i inne elementy związane z belkami - wg PN-80/B-03200.

3. ZASADY PROJEKTOWANIA

3.1. Ogólne zasady obliczeń statycznych i projektowania, metodę obliczeń według stanów granicznych, wytrzymałości obliczeniowe stali i połączeń oraz ogólne postanowienia w zakresie obciążeń i ugięć przyjmuje się wg PN-80/B-03200.

3.2. Obciążenia

3.2.1. Ustalanie obciążeń. Poza ogólnymi zasadami ustalania obciążeń należy stosować wymagania PN-64/B-02012 oraz PN-72/B-02013.

Ponadto przy ustalaniu rodzaju obciążenia belki przyjmuje się:

- obciążenia pionowe suwnicami 5 i 6 grupy natężenia pracy - jako obciążenie zmienne długotrwałe,
- obciążenie poziome i obciążenie pionowe w innych przypadkach niż poz. a/ oraz obciążenie pomostów, chodników, schodów - jako obciążenie zmienne krótkotrwałe,
- uderzenie dźwignicy w urządzenia odbojowe - jako obciążenie zmienne wyjątkowe.

Jeżeli w nawie występuje więcej niż jedna dźwignica, to do obliczeń (wytrzymałości m.in. zmęczeniowej, stateczności, ugięć) przyjmuje się najniekorzystniejsze oddziaływanie dwu dźwignic.

Do obliczeń torów jezdnych suwnic wspornikowych przyjmuje się naciski kół na tory (wg charakterystyki suwnicy) oraz siły hamowania suwnicy równe 0,1 nacisku kół (bez współczynnika dynamicznego), natomiast nie uwzględnia się sił hamowania wózka.

3.2.2. Współczynniki. Dla składowej oddziaływania wywołanej ciężarem własnym dźwigni cy przyjmuje się współczynnik obciążenia równy 1,1. Współczynniki obciążenia dla pionowego i poziomego oddziaływania dźwigni cy od obciążeń użytkowych (udźwigu) należy przyjmować w zależności od natężenia pracy dźwigni cy:

- 1,1 w przypadku 1, 2 i 3 grupy,
- 1,15 w przypadku 4 grupy,
- 1,2 w przypadku 5 grupy,
- 1,25 w przypadku 6 grupy.

Współczynnik jednoczesności obciążeń stosowany do zmiennych obciążeń krótkotrwałych odnosi się również do przypadków wymiarowania belki podsuwnicowej z uwzględnieniem nacisku kół kilku (dwu lub więcej) niezależnie działających suwnic zaliczonych do 1 + 4 grupy natężenia pracy.

3.2.3. Obciążenie pomostu, chodnika, schodów. Obciążenie użytkowe chodnika i schodów należy przyjmować 1500 Pa, a obciążenie pomostów remontowych - nie mniej niż 2500 Pa; przy czym przyjmuje się, że obciążenie pomostu remontowego nie występuje równocześnie z obciążeniem belki dźwigni cy.

3.2.4. Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010 uwzględnia się przy wymiarowaniu belek podsuwnicowych wówczas, gdy oprócz obciążenia suwnicami belki te obciąża konstrukcja budynku (np. dach). Nie uwzględnia się obciążenia śniegiem w przypadku belek eksploatowanych w otwartej przestrzeni.

3.2.5. Obciążenie wiatrem wg PN-77/B-02011 belek podsuwnicowych pracujących w budynkach zamkniętych uwzględnia się, gdy oprócz obciążenia suwnicami belki te obciąża konstrukcja budynku, m.in. przez stężenia belek podsuwnicowych podpierające ścianę zewnętrzną.

Natomiast obciążenie wiatrem belek eksploatowanych w otwartej przestrzeni określa się wg PN-74/M-06514, uwzględniając działanie ciśnienia dynamicznego wiatru na belkę podsuwnicową, suwnicę, zawieszę i przemieszczany ładunek.

3.2.6. Wpływ zmian temperatury - wg PN-74/M-06514.

3.2.7. Składowe oddziaływania suwnicy (jeżeli nie są określane w sposób dokładny) tj. największe i najmniejsze wartości oddziaływania koła suwnicy wywołane ciężarem własnym oraz udźwigiem można przyjmować odpowiednio:

- od udźwigu

$$V_{Qmax} = \frac{Q(a - e_h)}{an};$$

$$V_{Qmin} = \frac{Q \cdot e_h}{an};$$

- od ciężaru własnego

$$V_{Gmax} = V_{max} - V_{Qmax};$$

$$V_{Gmin} = V_{min} - V_{Qmin};$$

Udźwig suwnicy (Q), maksymalny i minimalny nacisk koła (V_{max} , V_{min}), rozstaw torów (a), najmniejszą odległość haka od toru (e_h) oraz ilość kół po jednej stronie suwnicy (n) przyjmuje się według charakterystyki suwnicy.

3.2.8. Kojarzenie obciążeń. W obliczeniach przyjmuje się najniekorzystniejsze działanie następujących obciążeń:

- pionowe obciążenie suwnicami (ze współczynnikiem dynamicznym),
- pozioma siła hamowania wózka (bez współczynnika dynamicznego),
- ciężar własny belki i chodnika,
- obciążenie użytkowe chodnika (nie dotyczy pomostów remontowych),
- oddziaływanie konstrukcji hali (np. dachu, ścian).

Ponadto w obliczeniach konstrukcji wsporczej (słupy, stężenia) uwzględnia się poziomą równoległą do toru siłę hamowania suwnicy.

3.3. Ugięcia

3.3.1. Ugięcie pionowe belek podsuwnicowych i torów jezdnych, niezależnie od sposobu podparcia, nie powinno przekraczać (l - rozpiętość belki):

- $l/400$ - przy obciążeniu suwnicami o napędzie ręcznym oraz wciągnikami i wciągarkami jednoszynowymi,
- $l/500$ - przy obciążeniu suwnicami o udźwigu do 50 t,
- $l/600$ - przy obciążeniu suwnicami o udźwigu ponad 50 t.

3.3.2. Ugięcie poziome belek podsuwnicowych i torów jezdnych (między podporami) nie powinno przekraczać $1/1000$ rozpiętości belki i nie powinno wynosić więcej niż 10 mm.

3.3.3. Przemieszczenie poziome podpór (słupów) wolno stojących estakad a także jezdni dźwignic 5 i 6 grupy natężenia pracy eksploatowanych w budynkach zamkniętych (z wyjątkiem suwnic hakowych, magazynowych i warsztatowych), nie powinno przekraczać (h - poziom jezdni suwnicowej):

- $h/2000$ - w kierunku wzdłużnym,
- $h/1000$ - w kierunku poprzecznym, gdy rozpatrywany jest płaski układ statyczny (np. dwa słupy jednonawowej estakady),
- $h/1500$ - w kierunku poprzecznym, gdy uwzględnia się współpracę sąsiednich układów (w kierunku jazdy suwnicy).

Ponadto, niezależnie od grupy natężenia pracy suwnic, względne przemieszczenie poziome podpór belek podsuwnicowych (zmiana prześwitu), nie powinno przekraczać 20 mm, gdy prędkość jazdy mostu suwnicy $v_{jm} \leq 80$ m/min oraz 12 mm przy $v_{jm} > 80$ m/min.

3.4. Wytrzymałość zmęczeniowa

3.4.1. Zalecenia ogólne. Wytrzymałość zmęczeniową stali i połączeń belek podsuwnicowych i torów jezdnych należy ustalać wg PN-79/M-06515.

W obliczeniach zmęczeniowych przyjmuje się obciążenia charakterystyczne i nie uwzględnia się obciążeń poziomych ani użytkowych obciążeń pomostów.

Można nie uwzględniać zmęczenia stali w przypadku belek obciążonych dźwignicami 1, 2 i 3 grupy natężenia pracy, jeżeli na belkę zastosowano stal o $R_{e, min} \leq 355$ MPa oraz w konstrukcji belki nie występuje korb rodzaju K4 wg PN-79/M-06515.

3.4.2. Grupy natężenia pracy 1B + 6B belek podsuwnicowych lub jezdni dźwignic podwieszonych ustala się wg PN-79/M-06515, analogicznie jak grupy 1U + 6U w przypadku urządzeń nośnych dźwignic, przy czym należy uwzględnić pracę dźwignic (dwu lub jednej) w zakładanym okresie eksploatacji konstrukcji (zwykle 50-letnim).

W przypadku braku danych, grupę natężenia pracy belki można przyjmować wg tabl. 2 w zależności od klasy obciążenia ($Q1 + Q4$) oraz klasy wykorzystania ($C1 + C8$) jednej dźwigni najniekorzystniej oddziałującej na belkę; tak ustaloną grupę natężenia pracy belki podwyższa się o 1^o w przypadku, gdy założenia technologiczne przewidują stałą współpracę dwu dźwigni.

Tablica 2

wg PN-79/M-06503	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Q1	-	-	1B	2B	2B	3B	3B	4B
Q2	-	1B	2B	3B	3B	4B	4B	5B
Q3	1B	2B	3B	4B	4B	5B	5B	6B
Q4	2B	3B	4B	5B	5B	6B	6B	6B

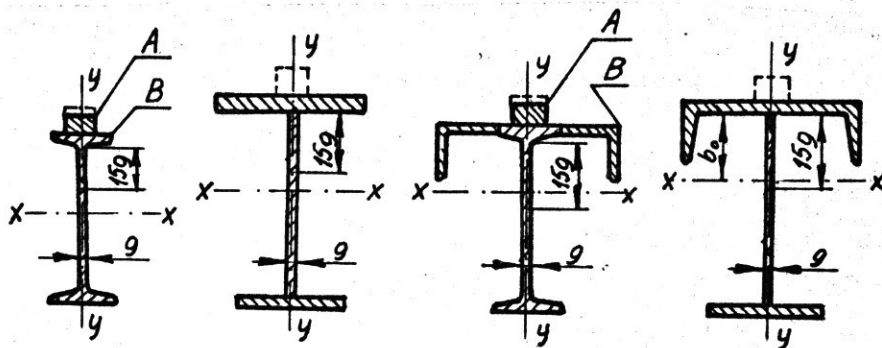
4. OBLICZENIA STATYCZNE

4.1. Postanowienia ogólne. Elementy rozciągane, elementy ściskane, elementy zginane oraz połączenia oblicza się wg PN-80/B-03200 z tą różnicą, że do wymiarowania belek podsuwnicowych i torów innych urządzeń dźwigowo-transportowych nie stosuje się zasad teorii plastyczności.

Zamiast przyjętych w niniejszym rozdziale uproszczonych założeń i obliczeń można stosować inne dokładniejsze pod warunkiem spełnienia wymagań 3.1.

4.2. Jezdnie suwnic natorowych

4.2.1. Belki pełnościennie bez stężeń z dwiema lub z jedną osią symetrii przekroju (rys.1) można obliczać przy następujących założeniach:



Rys. 1

- obciążenia pionowe (nacisk kół suwnicy, oddziaływanie konstrukcji dachu i inne) przenoszone są przez całkowity przekrój belki,
- pomija się skręcanie (obrót przekroju) belki przy określaniu wpływu obciążeń poziomych,
- moment zginający wywołany obciążeniem poziomym prostopadłym do toru (oddziaływanie kół suwnic, oddziaływanie konstrukcji i inne) przenoszony jest przez przekrój zastępczy obejmujący górny pas belki, część środnika o wysokości równej $15g$ (g - grubość środnika) oraz przekrój szyny gdy uwzględnione są wymagania 4.7.1.

Wówczas naprężenia oblicza się wg wzorów:

- w dolnym pasie belki

$$\sigma_d = \frac{M_w + M_x \varphi}{W_{xd}} \leq \frac{R}{m_z} \quad (1)$$

- w górnym pasie belki

$$\sigma_g = \frac{M_w + M_x \varphi}{W_{xg}} \pm \frac{M_y}{W_y} \leq 1,1 \frac{R}{m_z} \quad (2)$$

w których:

M_w, M_x, M_y - momenty zginające wywołane: ciężarem własnym belki wraz z obciążeniem chodników i ciężarem dachu lub innych konstrukcji działających na belkę; pionowymi naciskami kół suwnic; poziomymi oddziaływaniami kół suwnic;

W_y - wskaźnik wytrzymałości zastępczego przekroju względem osi y-y odniesiony do odpowiedniego punktu przekroju (np. A na rys.1 w przypadku uwzględnienia przekroju szyny w przekroju zastępczym lub punkt B).

Wartość pierwszego członu we wzorze (2) nie powinna być większa niż R/m_z .

Wpływ zmęczenia stali (zgodnie z 3.4.) uwzględnia się sprawdzając naprężenia wg wzorów:

- w dolnym pasie belki

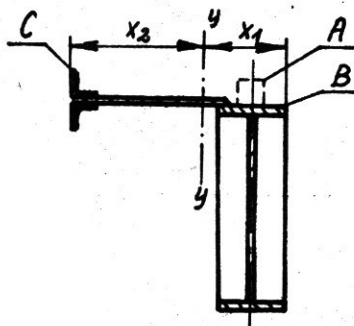
$$\sigma_d = \frac{M'_w + M'_x \varphi}{W_{xd}} \leq R_z \quad (3)$$

- w górnym pasie belki

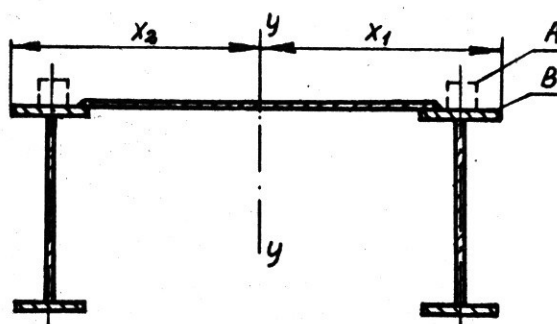
$$\sigma_g = \frac{M'_w + M'_x \varphi}{W_{xg}} \leq R_z \quad (4)$$

w których M'_w, M'_x - momenty zginające wywołane obciążeniami wg 3.4.1.

4.2.2. Belki pełnościenne ze stężeniem blachownicowym poziomym (rys.2 i 3) można obliczać przy następujących założeniach:



Rys. 2



Rys. 3

- a) obciążenia pionowe przenoszone są przez całkowity przekrój belki (blachownicy pionowej),
 b) pomija się skręcanie belki przy określaniu wpływu obciążeń poziomych,
 c) moment zginający wywołany obciążeniem poziomym przenoszony jest przez zastępczy przekrój górnego pasa belki wraz z całkowitym przekrojem stężenia tj. blachownicy poziomej.

Wówczas naprężenia oblicza się:

- w dolnym pasie belki odpowiednio wg wzorów (1) i (3),
- w górnym pasie belki (p. A lub B na rys.2 i 3) wg wzoru:

$$\sigma'_g = \frac{M_w + M_x \cdot \gamma}{W_{xg}} \pm \frac{M_y \cdot x_1}{I_y} \leq 1,1 R \quad (5)$$

uwzględniając wpływ zmęczenia stali wg wzoru (4),

- w zewnętrznym pasie stężenia (p.C na rys.2) wg wzoru

$$\sigma_t = \frac{M_{w1}}{M_{x1}} + \frac{M_y \cdot x_2}{I_y} \leq R \quad (6)$$

We wzorach:

x_1, x_2 - wg rys.2,

I_y - moment bezwładności przekroju wg poz.c),

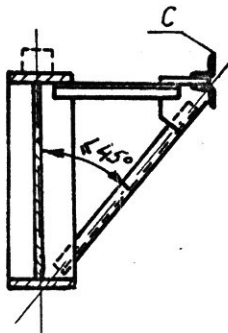
M_{w1} - moment zginający wywołany ciężarem własnym stężenia wraz z obciążeniem chodnika (użytkowym),

W_{x1} - wskaźnik wytrzymałości przekroju zewnętrznego pasa stężenia.

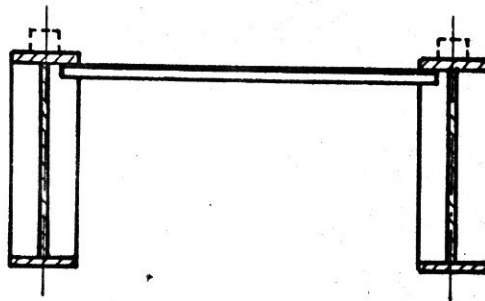
M_y - w przypadku z rys.3 należy uwzględnić poziome oddziaływanie suwnic z sąsiedniej nawy.

Wartość pierwszego członu we wzorze (5) nie powinna być większa niż R.

4.2.3. Belki pełnościennie ze stężeniem kratownicowym poziomym (rys.4 i 5) można obliczać przy założeniu, że moment zginający wywołany poziomymi oddziaływaniami kół suwnic przenoszony jest przez stężenie, tj. poziomą belkę kratownicową, której pas (jeden lub oba) stanowi przekrój zastępczy górnego pasa belki (jak w p.4.2.1c). Pozostałe założenia - wg 4.2.2a, b).



Rys. 4



Rys. 5

Wówczas naprężenia sprawdza się:

- w dolnym pasie blachownicy odpowiednio wg wzorów (1) i (3)
- w górnym pasie blachownicy wg wzoru

$$\sigma_g = \frac{M_w + M_x \cdot \gamma}{W_{xg}} \pm \frac{P_{Ht} \cdot m_w}{F_g} \pm \frac{M_{yt}}{W_y} \leq 1,1 R \quad (7)$$

uwzględniając wpływ zmęczenia stali wg wzoru (4),

- w zewnętrznym pasie kratownicy (p.C na rys.4) wg wzoru

$$\sigma_t = \frac{M_{w1}}{W_{x1}} + \frac{P_{Ht} \cdot m_w}{F_t} \leq 1,05 R \quad (8)$$

We wzorach:

F_g - pole zastępczego przekroju górnego pasa belki,

F_t - pole przekroju zewnętrznego pasa kratownicy,

M_{yt} - moment zginający wewnętrzny pas kratownicy (przekrój zastępczy), wywołany hamowaniem wózka suwnicy; przy obliczaniu momentu można posługiwać się tabl.3,

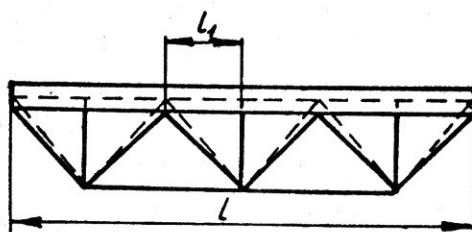
P_{Ht} - maksymalna siła w zewnętrznym pasie kratownicy (wywołana hamowaniem wózka).

Wartość pierwszego członu we wzorze (7) nie powinna być większa niż R.

4.2.4. Belki kratownicowe płaskie można stosować do suwnic umiarkowanie obciążonych i eksploatowanych, gdy grupa natężenia pracy belki nie jest wyższa niż 4B.

Kratownicę oblicza się jako układ statycznie niewyznaczalny, przyjmując następujące założenia:

- w obliczeniu uwzględnia się sztywność górnego pasa,
- w węzłach górnego pasa kratownicy uwzględnia się występowanie mimośrodów siły w pasie, równo odległości punktu przecięcia osi krzyżulców od osi pasa (zgodnie z PN-80/B-03200),
- siły w prętach kratownicy wyznacza się pomijając sztywność węzłów oraz mimośrodów (z wyjątkiem b) osi prętów względem linii siatki geometrycznej kratownicy (rys.6).



Rys. 6

- największy moment zginający w górnym pasie kratownicy, wywołany bezpośrednim naciskiem kół suwnicy można przyjmować

$$M = c v l_1^2 \quad (9)$$

w którym:

c - współczynnik (wg tabl.3) zależny od stosunku $e_k : l_1$

e_k - rozstaw kół suwnicy,

l_1 - odstęp węzłów kratownicy,

v - pionowe oddziaływanie kół suwnicy (obliczeniowe).

Naprężenia w górnym pasie kratownicy, wywołane siłami poziomymi, oblicza się jak w 4.2.2. lub 4.2.3. - odpowiednio do rozwiązania konstrukcyjnego stężenia.

Tablica 3

$e_k:l_1$	współczynnik c		$e_k:l_1$	współczynnik c		$e_k:l_1$	współczynnik c	
	prześl.	podp. ^{1/}		prześl.	podp.		prześl.	podp.
0,1	+0,35	-0,17	0,6	+0,20	-0,16	1,1	+0,20	-0,14
0,2	+0,30	-0,16	0,7	+0,20	-0,16	1,2	+0,20	-0,13
0,3	+0,27	-0,15	0,8	+0,20	-0,16	1,3	+0,20	-0,12
0,4	+0,24	-0,14	0,9	+0,20	-0,16	1,4	+0,20	-0,10
0,5	+0,22	-0,15	1,0	+0,20	-0,15	1,5	+0,20	-0,08

1) Współczynnik c właściwy dla przęsłowego oraz podporowego momentu zginającego.

4.2.5. Belki kratownicowe przestrzenne można obliczać wg załącznika.

4.2.6. Belki skrzynkowe można obliczać wg załącznika.

4.3. Jezdnie suwnic podwieszonych projektuje się zwykle jako belki o przekrojach dwuteowych walcowanych lub złożonych przy czym nie zaleca się stosowania belek ażurowych.

Belki suwnic podwieszonych można obliczać przy następujących założeniach:

- obciążenia pionowe (nacisk kół suwnicy) przenoszone są przez całkowity przekrój belki,
- pomija się skręcanie belki przy określaniu wpływu obciążeń poziomych,
- moment zginający wywołany obciążeniem poziomym (prostopadłym do toru) przenosi się przez zastępczy obejmujący pas belki obciążony bezpośrednio kołami suwnicy wraz z częścią środnika o wysokości równej $15g$ (g - grubość środnika).

Wówczas naprężenia oblicza się wg wzorów:

- w pasie obciążonym bezpośrednio kołami suwnicy

$$\sigma = \frac{M_w + M_x \gamma}{W_w} \pm \frac{M_y}{W_y} \leq R \quad (10)$$

- w drugim pasie belki

$$\sigma = \frac{M_w + M_x}{W_x} \leq R \quad (11)$$

Po prawej stronie wzoru (10 lub 11) odnoszącego się do pasa ściskanego, wartość wytrzymałości obliczeniowej R należy podzielić przez współczynnik zwężenia m_z .

Łączniki w elementach rozciąganych podwieszania torów projektuje się przyjmując zmniejszone o 30% wartości wytrzymałości obliczeniowej.

4.4. Jezdnie jednoszynowe można obliczać wg 4.3 uwzględniając przy tym występowanie naprężeń miejscowych w stopce dolnej na skutek zginania kołami wózka oraz zmniejszanie się grubości stopki (do 20%) na skutek ścierania. Dopuszcza się pominięcie naprężeń miejscowych oraz ścierania stopki pod warunkiem redukcji o 50% wytrzymałości obliczeniowej stali stopki.

4.5. Jezdnie suwnic wspornikowych projektuje się stosując odpowiednio postanowienia 4.2; 4.3. oraz 4.4.

4.6. Kozły odbojowe. Na końcach torów szynowych instaluje się kozły odbojowe wyposażone w odboje sprężyste albo twarde z nakładką sprężystą lub gumową.

Siłę uderzenia w odbój określa się według charakterystyki zderzaka dźwignicy¹⁾ na podstawie wartości energii kinetycznej uderzenia wyrażającej się wzorem

$$E_k = \frac{m_1 v_u^2}{2} \quad (12)$$

w którym:

m_1 - masa skrajnej dźwignicy przypadająca na dany odbój, wyznaczona z uwzględnieniem niesymetrycznego lub zmiennego położenia środka ciężkości masy względem odbojów; w przypadku sztywnego podwieszenia ładunku, do masy dźwignicy wlicza się masę elementów podwieszenia oraz masę ładunku,

v_u - prędkość uderzenia, którą przyjmuje się w granicach 0,5 + 1 znamionowej prędkości jazdy dźwignicy, w zależności od zastosowanego systemu hamowania dźwignicy.

4.7. Inne postanowienia

4.7.1. Przekrój szyny można uwzględniać w zastępczym przekroju pasa belki, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- połączenie (łączniki) szyny z belką obliczone jest z uwzględnieniem sił rozwarstwiających,
- do obliczeń przyjmuje się zmniejszoną o 25% wysokość główki szyny dźwigowej lub kolejowej (w przypadku szyn o przekroju prostokątnym - 75% całkowitej wysokości szyny),
- rozwiązanie konstrukcyjne umożliwia regulację toru przez zmianę położenia całej belki (wraz z szyną).

4.7.2. Naprężenia zastępcze w środku belki w obzearze przylegającym do pasa, który nie jest obciążony (bezpośrednio) kołami dźwignicy sprawdza się wg PN-80/B-03200.

Naprężenia zastępcze w obzearze środka przylegającym do pasa obciążonego kołami dźwignicy sprawdza się wg wzoru:

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_Q^2} \leq 1,1 R \quad (13)$$

w którym:

σ_x - naprężenie normalne od zginania belki wywołanego obciążeniami pionowymi,

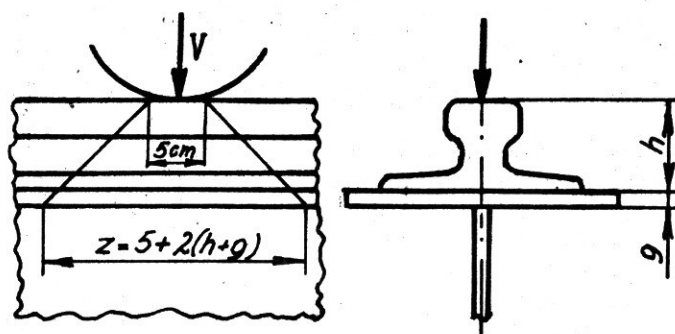
σ_y - naprężenie od nacisku koła dźwignicy; można przyjmować

$$\sigma_y = \frac{v \varphi}{z_g}$$

$\tau_Q = \frac{(Q_w + Q_x) s}{I_x g}$ - naprężenia ścinające,

1) Zderzaki dźwignic podlegają przepisom Urzędu Dozoru Technicznego i dobierane są zwykle według wytycznych zawartych w normie ZN-74/1232-3371 OBRDiUT "Detrans" Bytom.

z - można przyjmować wg rys.7



Rys.7

Q_w - siła poprzeczna wywołana ciężarem własnym belki wraz z obciążeniem chodników i ciężarem dachu lub innych konstrukcji działających na belkę,

Q_x - siła poprzeczna wywołana pionowymi naciskami kół suwnicy,

S - moment statyczny pasa belki (gdy spełnione są warunki wg 4.7.1 - łącznie z przekrojem szyny).

4.7.3. Połączenie środka belki (o złożonym przekroju) z pasami za pomocą spoin pachwinowych lub czołowych oblicza się wg PN-80/B-03200, przyjmując odpowiednie współczynniki s oraz naprężenia wyznaczone wg 4.7.2.

W przypadku nitowego połączenia środka belki z pasem obciążonym kołami suwnicy, na każdy nit (poziomy) przypada siła

$$N = t_1 \sqrt{\left[\frac{(Q_w + Q_x \psi) S}{I_x} \right]^2 + \left(\frac{V \psi}{z_n} \right)^2} \quad (14)$$

t_1 - odcinek połączenia (szwu) przypadający na jeden nit,

z_n - wymiar z wyznaczony na linii szwu.

4.8. Stateczność miejscowa elementów pełnościennych

4.8.1. Ogólne warunki stateczności. Stateczność miejscową ściskanego pasa belki oraz stateczność środka przy ścinaniu i zginaniu sprawdza się wg PN-80/B-03200, a stateczność środka przy docisku (pasa do środka) można sprawdzać wzorem:

$$\sigma_y \leq \frac{R}{m_{sd}} \quad (15)$$

przy ograniczeniu siły $V \leq 36 g^2 R$ przekazywanej na środek (g - grubość środka).

W przypadku złożonych stanów naprężeń stateczność miejscową środka sprawdza się wg wzorów:

a) środek nieuzębrowany wzdłużnie (bez żeber lub uzębrowany poprzecznie)

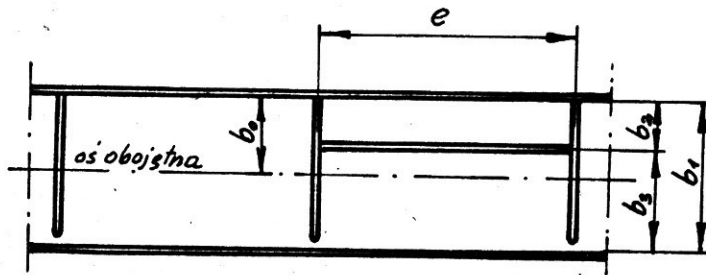
$$\sigma_z = \sqrt{(m_{sy} \cdot \sigma_y + m_{sx} \cdot \sigma_{xg})^2 - 3 \psi m_{sy} \cdot \sigma_y \cdot m_{sx} \cdot \sigma_{xg} + 3 (m_{st} \cdot \tau_Q)^2} \leq 1,1 R^1 \quad (16)$$

1) Wzór z pracy prof.dr inż. Janusza Murzewskiego

- b)  rodnik uzebrowany poprzecznie i wzdluznie, w polu miedyzy zebrem wzdluznym a pasem ściskany (rys.8)

$$\sigma_z = \frac{1-\nu}{2} (m_{sy} \cdot \sigma_y + m_{sx} \cdot \sigma_{x\acute{e}r}) + \sqrt{\frac{1}{4} (m_{sy} \cdot \sigma_y + m_{sx} \cdot \sigma_{x\acute{e}r})^2 + \frac{3}{4} (m_{sy} \cdot \sigma_y - m_{sx} \cdot \sigma_{x\acute{e}r})^2 + 3(m_{st} \cdot \tau_Q)^2} \leq 1,1 R \quad (17)$$

- c)  rodnik uzebrowany poprzecznie i wzdluznie, w polu miedyzy zebrem wzdluznym a pasem rozciagany - wg wzoru (18), w ktorym σ_{xg} nalezy zastepic wyrazeniem $\frac{b_0 - b_2}{b_0} \cdot \sigma_{xg}$ oraz σ_y wyrazeniem $0,4 \sigma_y$



Rys. 8

We wzorach:

$$\nu = 5 - 4 m_s^{\min}, \text{ ale nie mniej niz } \nu = 0$$

m_s^{\min} - wspolczynnik m_s dla najmniejszej spostrd smuklosci wzglednych dla poszczegolnych skladowych stanu naprezenia,

σ_{xg} - naprezenie normalne od zginania w obszarze środnika przylegajacym do gornego pasa,

$\sigma_{x\acute{e}r}$ - srednia wartosc naprezenia normalnego w polu miedyzy zebrem wzdluznym a pasem ściskany; w owczas m_{sx} określa się dla K_n odpowiadajacego $\nu = 1$ oraz $\alpha = e/b_2$

τ_Q - wg 4.7.2.

W przypadku, gdy sila skupiona dziala na rozciagany pas belki, to statecznosc miejscowa środnika sprawdza się:

- w strefie ściskanej wg PN-80/B-03200,

- w strefie rozciaganej stosuje się wzor (16) przy $\sigma_{xg} = 0$

4.8.2. Wspolczynniki m_{st} , m_{sn} , m_{sd} określone są przez uogolniony wspolczynnik m_s wg PN-80/B-03200.

Wartosci wspolczynnika K_d do wzoru $\lambda_{pd} = K_d / \sqrt{R}$ podane są w tablicy 4 w zaleznosci od stosunku $\alpha = e/b$ ($b = b_1$ lub b_2 wg rys.8) oraz parametru η . Dla belek nitowanych przyjmuje się $\eta = 10$, a dla belek spawanych nastepujace wartosci:

- a)  rodnik nieuzebrowany $\eta = 0$
- b)  rodnik uzebrowany wzdluznie:
- w polu miedyzy zebrem a pasem obciazonym $\eta = 0$
 - w polu miedyzy zebrem a pasem nieobciazonym $\eta = 0,8$
- c)  rodnik uzebrowany poprzecznie:
- obciazony ściskany pas belki z ktorym wspolpracuje szyna (wg 4.7.1) $\eta = \infty$
 - obciazony ściskany pas belki bez wspolpracy szyny $\eta = 2 \frac{b_p g_p^3}{b_g^3}$

- obciążony pas rozciągany

$$\eta = 0,8 \frac{b_p g_p^3}{b g^3}$$

(b, g oraz b_p, g_p - szerokość i grubość środnika oraz ściskanego pasa belki),

d) środnik uzębrowany wzdłużnie i poprzecznie
(dotyczy także krótkich żeber poprzecznych)

$$\eta = 0,8$$

Tablica 4

λ/λ_{p_d} - smukłość względna									
$\lambda = b/g; \alpha = e/b;$									
α	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	≥ 2
η	Współczynnik K_d								
0	1840	1725	1540	1345	1205	1095	1030	975	940
0,8	3200	2885	2445	2155	1890	1730	1610	1525	1465
1	3230	2930	2480	2180	1935	1770	1655	1575	1515
2	3260	2975	2550	2280	2055	1900	1795	1715	1655
4	3290	3020	2605	2365	2160	2025	1930	1855	1800
6	3315	3035	2620	2395	2195	2075	1990	1920	1875
10	3325	3045	2640	2420	2245	2125	2045	1990	1950
≥ 30	3345	3050	2670	2465	2315	2225	2160	2115	2080

W przypadku belek o przekroju z jedną osią symetrii /np. rys.1/, gdy oś obojętna przesunięta jest w kierunku pasa ściskanego $|\sigma_d| > |\sigma_g|$, do obliczeń przyjmuje się wysokość środnika $b = 2 b_0$ (b_0 - wysokość ściskanej strefy środnika) oraz wartości współczynnika K_n (uzupełnienie tabl.14 z PN-80/B-03200):

$$K_n = 3600 - 1075 \frac{|\sigma_d|}{|\sigma_g|} \quad \text{gdy } 1 < \frac{|\sigma_d|}{|\sigma_g|} \leq 1,35$$

$$K_n = 2150 \quad \text{gdy } \frac{|\sigma_d|}{|\sigma_g|} \geq 1,35$$

4.8.3. Żebra usztywniające środniki belek pełnościennych projektuje się wg PN-80/B-03200, przy czym zaleca się:

a) stosować dwustronne żebra usztywniające m.in. w miejscach występowania stężeń pionowych (zastrzałów),

- b) krótkich żeber poprzecznych nie stosować jeżeli nie stosuje się żeber wzdłużnych,
- c) na zebra usztywniające stosować stal zwykłej jakości niezależnie od gatunku stali użytej na łożysko.

Środniki poziomych stężeń pełnościennych (belek hamownych) usztywnia się zębami jednostronnymi (od spodu) stosownie do wyników obliczeń, a bezwzględnie w przypadkach stosunku szerokości łożyska do grubości większego niż 140.

5. ZALECENIA KONSTRUKCYJNE

5.1. Zalecenia ogólne. Konstrukcję zaleca się projektować z możliwie dużych zespołów, podzespołów i sekcji, z uwzględnieniem możliwości transportowych oraz stosowanych technologii i sprzętu.

W dokumentacji powinny być podane zalecenia co do montażu próbnego zespołów, podzespołów i sekcji lub sposobu wykonania styków, który zapewni prawidłowy montaż konstrukcji na placu budowy; styki głównych dźwigarów mogą być spawane lub śrubowe cierne.

5.2. Belki. Optymalne rozwiązania belek podsuwnicowych uzyskuje się zwykle przy zastosowaniu nieuzębrowanych belek pełnościennych walcowanych lub spawanych o przekrojach dwuteowych zwykłych lub złożonych. Stosowanie belek kratownicowych a także ażurowych (dwuteowniki podwyższone) nie jest zalecane nawet na tory jednoszynowe.

Belki pełnościenne wolno podparte o rozpiętości do 12 m mogą mieć pasy o stałym przekroju, natomiast przy większej rozpiętości zaleca się stosować pasy o zmiennym przekroju.

Zależnie od obciążenia i rozpiętości belki usztywnienie ściskanego pasa może być wykonane przez poszerzenie pasa bądź zastosowanie stężeń kratownicowych lub pełnościennych (np. z blachy żeberkowej); w przypadku belek ze stali o podwyższonej wytrzymałości zaleca się stosowanie stężeń.

5.3. Stężenia

5.3.1. Stężenia poziome. Szerokość stężenia poziomego określona jest zwykle szerokością chodnika i względami konstrukcyjnymi, jednak stosunek szerokości stężenia do długości nie powinien być mniejszy niż 1/20.

Pas zewnętrzny poziomego stężenia można uważać za podparty na głównym dźwigarze belki podsuwnicowej (np. rys.4), gdy zastrzały podpierające pochylone są pod kątem nie większym niż 45°. W przypadku większego pochylecia zastrzałów, zewnętrzny pas stężenia oblicza się z uwzględnieniem ciężaru własnego i obciążeń zmiennych przy rozpiętości równej odstępowi podpór belki.

5.3.2. Stężenia pionowe. Dźwigary boczne (stężenia pionowe wzdłużne) stosuje się w urządzeniach belek podsuwnicowych o rozpiętości większej niż 12 m, zwykle dla dźwignic 5 i 6 grupy natężenia pracy - wówczas górny pas dźwigara bocznego jest równocześnie zewnętrznym pasem stężenia poziomego.

Pionowe stężenia w linii słupów estakady wymiaruje się przyjmując do obliczeń siły poziome wg 4.6.

Pionowe stężenia poprzeczne stosuje się w odstępach nie większych niż 6 m.

5.4. Szyny. Rodzaj szyn tj. przekrój, szerokość główki, gatunek stali - ustalane za pomocą wzorów Hertza na podstawie skupionego docisku koła suwnicy do szyny - przyjmuje się według charakterystyk technicznych suwnic.

Oś szyny powinna leżeć w płaszczyźnie symetrii przekroju belki; w przypadku belek dwuteowych i teowych - w płaszczyźnie symetrii środka.

Można stosować szyny bezстыkowe lub łączone z odcinków z luzem (szczeliną) w granicach $0 + 2$ mm. Styki szyn nie powinny być rozmieszczane w sąsiedztwie (ok. 600 mm) podpór i styków belki. Styki szyn występujące w miejscach łączenia elementów montażowych konstrukcji powinny być wykonane skośnie ($45 + 60^\circ$ względem osi szyny) z zastosowaniem ograniczników zabezpieczających końce szyn przed przemieszczeniem poprzecznym. W przypadku przerwy dylatacyjnej rozwiązanie konstrukcyjne styków szyn powinno zapewniać łagodne przetażenie się kół suwnicy przez przerwę.

5.5. Połączenia

5.5.1. Połączenia pasów. Pasy belki podsuwnicowej ze środkiem mogą być łączone spoinami czołowymi lub spoinami pachwinowymi o grubości nie mniejszej niż 4 mm. Blachy węzłowe w kratownicowej belce podsuwnicowej powinny być łączone z pasem za pomocą spoin ciągłych, przy czym należy zapewnić łagodne przejście blachy węzłowej w pas.

W dokumentacji powinno być określone (zgodnie z PN-77/B-06200 rozdz.4) wymagane wykonanie połączeń a w szczególności wykonanie spoin odpowiadające karbom przyjętym w obliczeniach.

5.5.2. Połączenia żeber. Żebra zaleca się łączyć ze środkiem i pasami za pomocą spoin pachwinowych ciągłych o grubości $a = 3$ mm lub większej, wynikającej z obliczenia. Żebro należy spawać bezpośrednio do środka oraz do pasa ściskanego, a do pasa rozciąganego poprzez przekładki.

5.5.3. Połączenie szyn. Szyny mogą być łączone z belką podsuwnicową za pomocą spawania, nitowania, śrubowego połączenia ciernego lub odpowiednich łapek mocowanych śrubami, przy czym:

- spawanie można stosować do prostokątnych szyn umiarkowanie obciążonych,
- w przypadku suwnic 6 grupy natężenia pracy zalecane jest mocowanie szyn za pomocą śrub.

Łączniki (łapki, śruby, nity, odcinki spoin) powinny być rozmieszczone po obu stronach szyny w odstępach nie większych niż 700 mm, przy czym zaleca się stosować śruby i nity o średnicy $16 + 24$ mm, a odcinki spoin co najmniej o długości 100 mm i grubości 4 mm.

Gdy przekrój szyny uwzględniony jest w obliczeniach przekroju belki, to połączenie szyny z belką powinno być nitowe, śrubowe cierne lub spawane spoinami ciągłymi.

5.6. Inne zalecenia. Belki podsuwnicowe powinny być zabezpieczone przed działaniem ognia lub długotrwałym oddziaływaniem ciepła (promieniowanie, konwekcja), powodującym wzrost temperatury ponad 150°C .

Zalecenia i wymagania dotyczące przejść i dojeżdż do dźwignic podane są w osobnych przepisach ¹⁾.

Pozostałe zalecenia - wg PN-80/B-03200.

K O N I E C

Załącznik
Informacje dodatkowe

1) Zarządzenie nr 60 MBiPMB z 6.10.1969 r.

ZAŁĄCZNIKPRZYBLIŻONE OBLICZENIE BELEK

1. Belki skrzynkowe. Belkę skrzynkową (rys.Z-1) dopuszcza się obliczać jako cztery współpracujące dźwigary płaskie, o środku skręcania pokrywającym się ze środkiem przekroju, których momenty bezwładności wynoszą:

$$I_1 = \frac{x_s}{b} \cdot I_{xc}; \quad I_2 = \frac{b - x_s}{b} \cdot I_{xc}; \quad I_3 = \frac{h - y_s}{h} \cdot I_{yc}; \quad I_4 = \frac{y_s}{h} \cdot I_{yc}; \quad (Z-1)$$

we wzorach:

I_{xc} , I_{yc} - momenty bezwładności przekroju (całego) względem osi przechodzących przez środek sztywności przekroju,
pozostałe oznaczenia wg rys. Z-1.

Gdy belka obciążona jest kilkoma dźwignicami, to w poszczególnych przekrojach przyjmuje się zastępczy układ złożony z siły pionowej, siły poziomej oraz momentu (przyłożonych w środku sztywności przekroju) wg wzorów:

$$V = \sum V_i; \quad H = \sum H_i; \quad M_V = \sum V_i \cdot e_{xi}; \quad M_H = \sum H_i \cdot e_{yi}; \quad M = M_V + M_H; \quad (Z-2)$$

w których:

V_i , H_i - poszczególne pionowe i poziome siły działające w danym przekroju,

e_{xi} , e_{yi} - mimośrodki sił (V_i , H_i) względem środka sztywności przekroju belki.

Przekroje dźwigarów płaskich (składników przekroju belki) wymiaruje się przyjmując bezpieczniejszy wariant obciążenia (rys. Z-1):

a) przy założeniu, że rozkład obciążeń poszczególnych dźwigarów jest proporcjonalny do ich sztywności

$$V_1 = V \cdot \frac{x_s}{b} - M \cdot \frac{I_{xc}}{b (I_{xc} + I_{yc})} \quad (Z-3)$$

$$V_2 = V \cdot \frac{b - x_s}{b} + M \cdot \frac{I_{xc}}{b (I_{xc} + I_{yc})} \quad (Z-4)$$

$$H_g = H \cdot \frac{h - y_s}{h} + M \cdot \frac{I_{yc}}{h (I_{xc} + I_{yc})} \quad (Z-5)$$

$$H_d = H \cdot \frac{y_s}{h} - M \cdot \frac{I_{yc}}{h (I_{xc} + I_{yc})} \quad (Z-6)$$

b) przy założeniu, że pas górny przejmuje całe obciążenie poziome

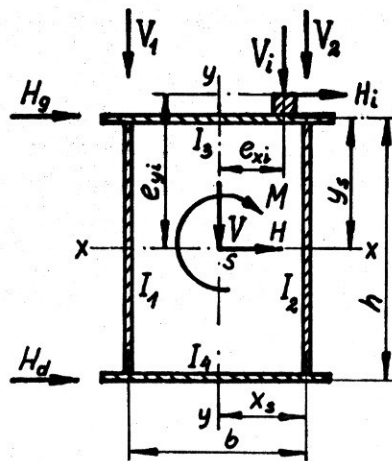
$$V_1 = V \cdot \frac{x_s}{b} - M_V \cdot \frac{I_{xc}}{b (I_{xc} + I_{yc})} - \frac{M_H - H y_s}{b} \quad (Z-7)$$

$$V_2 = V \cdot \frac{b - x_s}{b} + M_V \cdot \frac{I_{xc}}{b(I_{xc} + I_{yc})} + \frac{M_H - Hy_s}{b} \quad (Z-8)$$

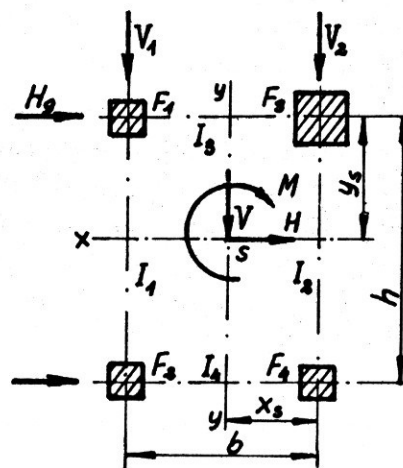
$$H_g = H + M_V \cdot \frac{I_{yc}}{h(I_{xc} + I_{yc})} \quad (Z-9)$$

$$H_d = -M_V \cdot \frac{I_{yc}}{h(I_{xc} + I_{yc})} \quad (Z-10)$$

W narożach przekroju belki naprężenia odpowiednio sumuje się uwzględniając przy tym najniekorzystniejsze zwroty sił poziomych (H_i)



Rys. Z-1



Rys. Z-2

2. Belki kratownicowe przestrzenne (rys.Z-2) dopuszczają się obliczać przy następujących założeniach:

- ustrój przestrzenny zastępuje się czterema kratownicami płaskimi o momentach bezwładności

$$I_1 = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2} \cdot h^2; \quad I_2 = \frac{F_3 F_4}{F_3 + F_4} \cdot h^2; \quad I_3 = \frac{F_1 F_3}{F_1 + F_3} \cdot b^2; \quad I_4 = \frac{F_2 F_4}{F_2 + F_4} \cdot b^2; \quad (Z-11)$$

- środek skręcania belki pokrywa się ze środkiem sztywności przekroju o współrzędnych

$$x_s = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \cdot b; \quad y_s = \frac{I_4}{I_3 + I_4} \cdot h; \quad (Z-12)$$

- obciążenie w rozpatrywanym przekroju belki zastępuje się układem sprowadzonym do środka sztywności,
- kratownice płaskie oblicza się analogicznie jak w p.1 załącznika, podstawiając we wzorach (Z-3 + 10):

$$I_1 + I_2 \text{ zamiast } I_{xc}$$

$$I_3 + I_4 \text{ zamiast } I_{yc}$$

Powyższy tok postępowania może być stosowany również w przypadku ustrojów przestrzennych kratownicowo-błachownicowych.

3. Przepony. W przestrzennych ustrojach jezdni suwnicowych powinny być stosowane przepony:

- ramowe lub pełnościenne w przypadku belek skrzynkowych,
- kratownicowe (prętowe) w przypadku belek kratownicowych lub kratownicowo-błachownicowych.

Przepony należy stosować w odstępach (t) nie większych niż 5 m, przy równoczesnych warunkach: $t \leq 2h$ oraz $t \leq 2e_k$ (h - wysokość belki, e_k - rozstaw kół suwnicy).

Przeponę oblicza się przyjmując działanie, wzdłuż przekątnej przekroju belki, siły ściskającej

$$P = \frac{Vhd}{\frac{I_2}{I_4} b_2 + \left(\frac{I_2}{I_1} + 1 \right) h^2} \quad (Z-13)$$

w którym:

- V - nacisk koła suwnicy (ze współczynnikiem dynamicznym),
- d - przekątna przekroju belki.

Jeżeli odstęp przepon jest większy od rozstawu kół suwnicy, to do licznika wzoru (Z-13) wprowadza się mnożnik zależny od liczby kół suwnic mieszczących się w odstępie przepon:

$\left(2 - \frac{e_k}{t} \right)$ - przy dwóch kołach,

$\left(3 - 2 \frac{e_k}{t} \right)$ - przy większej liczbie kół.

Jeżeli przeponę stanowi pojedynczy pręt, to jego smukłość nie powinna być większa niż $\lambda = 80$.

W złożonych przypadkach obciążenia belki obciążenie przepony zaleca się wyznaczać analitycznie.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Konstrukcji Metalowych "MOSTOSTAL".

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-65/8814-04. Dostosowano postanowienia do PN-80/B-03200, a w tym:

- a) wprowadzono jako obowiązującą metodę wymiarowania wg stanów granicznych,
- b) wprowadzono nowe gatunki stali o podwyższonej wytrzymałości,
- c) wprowadzono nowy sposób obliczania prętów ściskanych i zginanych oraz sprawdzania stateczności miejscowej,
- d) wprowadzono unowocześnioną metodę ustalania wytrzymałości jak i sposobu obliczania połączeń.

Ponadto zmieniono układ i uporządkowano treść normy oraz wprowadzono legalne jednostki miar.

3. Normy związane

PN-80/B-02010	Obciążenie w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem
PN-77/B-02011	Obciążenie w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem
PN-64/B-02012	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie suwnicami mostowymi
PN-72/B-02013	Obciążenie w obliczeniach statycznych. Obciążenie torów jezdnych urządzeniami dźwigowo-transportowymi podwieszonymi
PN-80/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-77/B-06200	Konstrukcje stalowe budowlane. Wymagania i badania
PN-72/H-84018	Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki
PN-72/H-84020	Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki
PN-62/H-93410	Szyny dźwigowe
PN-79/M-06503	Dźwignice. Podział dźwignic na grupy natężenia pracy
PN-74/M-06514	Dźwignice. Obciążenia w obliczeniach ustrojów nośnych dźwignic
PN-79/M-06515	Dźwignice. Podstawowe zasady wymiarowania stalowych ustrojów dźwignic.

4. Autor projektu normy - prof.dr inż. Władysław Bogucki