

BUDOWNICTWO KOMUNIKACJI LĄDOWEJ	NORMA BRANŻOWA	BN-69
	Drogi samochodowe <b>Łożyska mostowe</b> Obliczenia statyczne i projektowanie	8935-03
		Grupa katalogowa VII 82

**1. WSTĘP**

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są obliczenia statyczne i projektowanie łożysk, ich części oraz przekładek odkształcalnych stosowanych przy podparciu lub zawieszeniu przęseł albo belek pomostu w mostach na drogach publicznych.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Normę należy stosować w projektach łożysk w drogowych obiektach mostowych.

Norma nie obejmuje łożysk kulkowych, gumowych zbrojonych specjalnymi włóknami oraz łożysk z brązu fosforowego, z drewna i kamienia.

Norma nie dotyczy łożysk istniejących obiektów mostowych do czasu ich przebudowy.

**1.3. Określenia i klasyfikacja** - wg BN-66/8935-01.

- 1.4. Normy i dokumenty związane**
- PN-66/B-02015 Mosty, wiadukty i przepusty. Obciążenia i oddziaływania
- PN-57/B-02403 Najniższe temperatury obliczeniowe otoczenia budynków i nieogrzewanych przestrzeni zamkniętych
- PN-69/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne
- PN-58/B-03261 Betonowe i żelbetowe konstrukcje mostowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-63/B-06250 Beton zwykły
- PN-65/B-27611 Papa asfaltowa izolacyjna
- PN-57/H-04350 Próba twardości metali sposobem Brinella
- PN-61/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki
- PN-63/S-10040. Drogi samochodowe. Mosty żelbetowe. Warunki techniczne wykonania i odbioru
- BN-66/8935-01 Drogi samochodowe. Łożyska mostowe. Warunki techniczne wykonania i badania odbiorcze
- WP-DP 7 Wytyczne Projektowania Stalowych Mostów Drogowych. Ministerstwo Komunikacji. Wyd. OITiEB Warszawa 1963 r.
- WP-D, DP 30 Wytyczne Projektowania Obiektów i Urządzeń Budownictwa Specjalnego w Zakresie Komunikacji. Projektowanie Stalowych Mostów Ko-

lejowych i Kolejowo-Drogowych. Ministerstwo Komunikacji. Wyd. OITiEB Warszawa 1967 r.

**2. ZASADY OGÓLNE**

**2.1. Warunki stosowania poszczególnych rodzajów łożysk.** Zastosowane łożyska powinny odpowiadać swemu przeznaczeniu ze względu na zapewnianą przez nie liczbę stopni swobody, rodzaj materiału zasadniczej części łożyska warunkującej jego działanie oraz sposób wykorzystania odkształceń materiału tej części zasadniczej.

Nie należy przy tym bez odrębnego omówienia i uzasadnienia stosować:

- łożysk ze stali konstrukcyjnej - w przęsłach o rozpiętości powyżej 60 m,
- łożysk stalowych przesuwnych stycznych - w żelbetowych przęsłach podwieszonych w ciągłych ustrojach przegubowych w ogóle, a w przęsłach innych - o rozpiętości powyżej 18 m,
- łożysk stalowych tocznych jednokierunkowych - w przęsłach o rozpiętości poniżej 18 m,
- łożysk stalowych tocznych wielokierunkowych (kulowych lub dwupiętrowych wielowałkowych) - jeżeli przy łożyskach stalowych tocznych jednokierunkowych możliwe jest zaprojektowanie na prowadnicach wałków luzu umożliwiającego wymagane poziome przesunięcia w kierunku równoległym do osi wałków,
- stalowych podkładek płaskich - w przęsłach o rozpiętości powyżej 10 m,
- łożysk z przegubami betonowymi - w przęsłach o rozpiętości poniżej 15 m,
- łożysk z przegubami żelbetowymi - jeśli możliwe jest zastosowanie łożysk z przegubami betonowymi,
- łożysk gumowych płytowych - w przęsłach o rozpiętości poniżej 10 m,
- przekładek odkształcalnych papowych, pilśniowych, z tworzyw sztucznych itp. jako łożysk lub przegubów - w przęsłach o rozpiętości powyżej 10 m,
- przekładek odkształcalnych ołowianych zarówno jako łożysk czy przegubów, jak i warstwy wyrównującej ośnienia lub reakcje w łożyskach.

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drógowej  
Ustanowiona przez Ministra Komunikacji dnia 2 kwietnia 1969 r.  
jako norma obowiązująca w zakresie projektowania od dnia 1 stycznia 1970 r.  
(Mon. Pol. nr 27/1969 poz. 217)

Stosowanie przegubów betonowych w łożyskach, które miałyby przenosić zbyt małe siły ściskające lub nawet siły rozciągające, wymaga sprężenia łożysk lub wykonania innych specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych. Odnosi się to również do stosowania przegubów żelbetowych w przypadku występowania sił rozciągających.

**2.2. Rozmieszczanie i ukierunkowanie łożysk.** łożyska należy tak sytuować, aby przy normalnym użytkowaniu przęsła były spełniane w sposób najwłaściwszy, łącznie, następujące warunki:

a) łożyska przesuwne powinny umożliwiać poziome przesunięcia punktów podparcia przęsła pod wpływem zmian temperatury, obciążeń stałych i ruchomych oraz skurczu i pęcznienia betonu,

b) łożyska przesuwne i nieprzesuwne powinny umożliwiać obroty przekrojów podporowych w granicach obliczanych ich wartości.

Łożyska gumowe płytowe powinny być tak usytuowane, aby mniejszy wymiar łożyska w planie był skierowany w przybliżeniu równolegle do płaszczyzny największych ugięć przęsła w warunkach normalnego jego użytkowania.

Układ łożysk gumowych płytowych na podporach wzdłuż mostu należy przyjmować na podstawie rozważenia warunków konstrukcyjnych i wytrzymałościowych podpór oraz asortymentu produkowanych łożysk. Dopuszczalne jest przy tym ustawienie na wszystkich podporach mostu łożysk umożliwiających jednakowe przesunięcia poziome.

Łożyska gumowe płytowe umieszczone na jednej podporze, a w przypadkach konstrukcji wolnopodpartych - łożyska pod jedną krawędzią przęsła - powinny być jednakowo zbudowane, mieć takie same właściwości odkształceniowe i ten sam wiek.

**2.3. Obliczenia statyczne łożysk.** łożyska należy obliczać zgodnie z PN-69/B-03000, a rodzaje obciążeń i oddziaływań oraz ich wartości, układy i zestawienia przyjmować zgodnie z PN-69/B-02015.

Elementy łożysk mostowych należy obliczać z uwzględnieniem najniekorzystniejszych zestawień obciążeń statycznych i dynamicznych zarówno sił pionowych i poziomych, jak i momentów zginających i skręcających, które mogą wystąpić przy poszczególnych układach obciążeń i oddziaływań.

Przy określaniu poziomych przesunięć i obrotów, w celu właściwego rozmieszczenia i ukierunkowania łożysk, należy uwzględniać warunki normalnego użytkowania przęsła oraz wpływ szkód górniczych.

W przypadkach występowania w mostach o układach ciągłych lub wspornikowych reakcji ujemnych (gdy nie stosuje się konstrukcyjnego ich wyeliminowania) należy przewidzieć odpowiednie zakotwienie łożysk.

**2.4. Zabezpieczenie łożysk od szkodliwego działania wody i wilgoci.** łożyska powinny być tak usytuowane i skonstruowane, aby:

- były dostępne do konserwacji,
- miały zapewniony swobodny odpływ wody atmo-

sferycznej ze swoich poszczególnych elementów oraz z ławy i niszy łożyskowej,

- były powyżej zmiennego poziomu wód,
- nie stykały się bezpośrednio z gruntem.

**2.5. Zabezpieczenie możliwości wymiany i regulacji łożysk.** W mostach z łożyskami gumowymi płytowymi należy przewidzieć możliwość podniesienia konstrukcji niosącej mostu w celu wymiany łożyska. W mostach usytuowanych w strefie szkód górniczych należy uwzględnić taką możliwość w celu regulacji łożysk stalowych.

### 3. ŁOŻYSKA STALOWE, STALIWNE I ŻELIWNE

#### 3.1. Materiały

**3.1.1. Właściwości mechaniczne stali, staliwa i żeliwa.** Elementy łożysk należy projektować ze stali, staliwa i żeliwa, wg norm przedmiotowych, o minimalnych właściwościach odpowiadających wymaganiom wg tabl. 1.

Tablica 1

Lp.	Cechy	Jednostki	Wartości
1	Wytrzymałość na rozciąganie	$\text{kg/mm}^2$ $\text{N/mm}^2$	$\geq 38$ $\geq 3,73 \cdot 10^2$
2	Umowna granica plastyczności	$\text{kg/mm}^2$ $\text{N/mm}^2$	$\geq 24$ $\geq 2,36 \cdot 10^2$
3	Wydłużalność $A_5$	%	$\geq 10$
4	Udarność w temperaturze od +20 do -5°C	$\text{kg} \cdot \text{m/mm}^2$ $\text{J/mm}^2$	$\geq 3$ $\geq 29,42$
5	Stan		znormalizowany

**3.1.2. Współczynniki odkształcalności sprężystej.** W obliczeniach statycznych i wytrzymałościowych elementów łożysk należy przy wszystkich gatunkach stali i staliwa przyjmować:

- współczynnik sprężystości liniowej  
 $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$  ( $2,06 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ ),

- współczynnik sprężystości postaciowej  
 $G = 0,81 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$  ( $7,94 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$ ),

- współczynnik odkształcalności poprzecznej  
 $\mu = 0,3$ .

Współczynniki odkształcalności sprężystej żeliwa powinny być podawane przez wytwórnictwo. W przypadku braku danych dopuszczalne jest przyjmowanie:

- współczynnika sprężystości liniowej  
 $E = 1,4 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$  ( $13,73 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$ ),

- współczynnika sprężystości postaciowej  
 $G = 0,54 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$  ( $5,3 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$ ).

**3.1.3. Naprężenia dopuszczalne.** Przy wymiarowaniu elementów łożysk należy w stali i żeliwie przyjmować naprężenia dopuszczalne jako iloczyn granicy plastyczności  $R_e$  lub  $R_{02}$  (w zależności od gatunku stali) i odpowiedniego współczynnika podanego w tabl. 2.

Dla staliwa naprężenia dopuszczalne należy zwiększyć o 10%.

Tablica 2

Lp.	Rodzaj naprężeń	Układ obciążeń		
		podsta- wowy	dodat- kowy	wyjąt- kowy
		wartości liczbowe współ- czynników		
1	Rozciąganie, ściskanie, zginanie	0,6	0,7	0,8
2	Ścinanie bezpośrednie	0,35	0,4	0,5
3	Naprężenia zastępcze ściskające i rozciągające	0,7	0,8	0,9
4	Docisk do powierzchni sworzni	0,8	0,9	1,0
5	Docisk powierzchni walcowych w łożyskach stycznych wg Hertza	1,5	1,8	2,1
6	Docisk powierzchni walcowych w łożyskach jedno- i dwuwalcowych wg Hertza	2,3	2,5	2,7
7	Docisk powierzchni walcowych w łożyskach wielowalcowych wg Hertza	1,9	2,1	2,3
8	Docisk powierzchni kulistych w łożyskach stycznych wg Hertza	1,8	2,1	2,4
9	Docisk powierzchni kulistych w łożyskach 1-, 2- i 3-kulowych wg Hertza	2,7	3,0	3,3
10	Docisk powierzchni kulistych w łożyskach wielokulowych wg Hertza	2,3	2,6	2,9

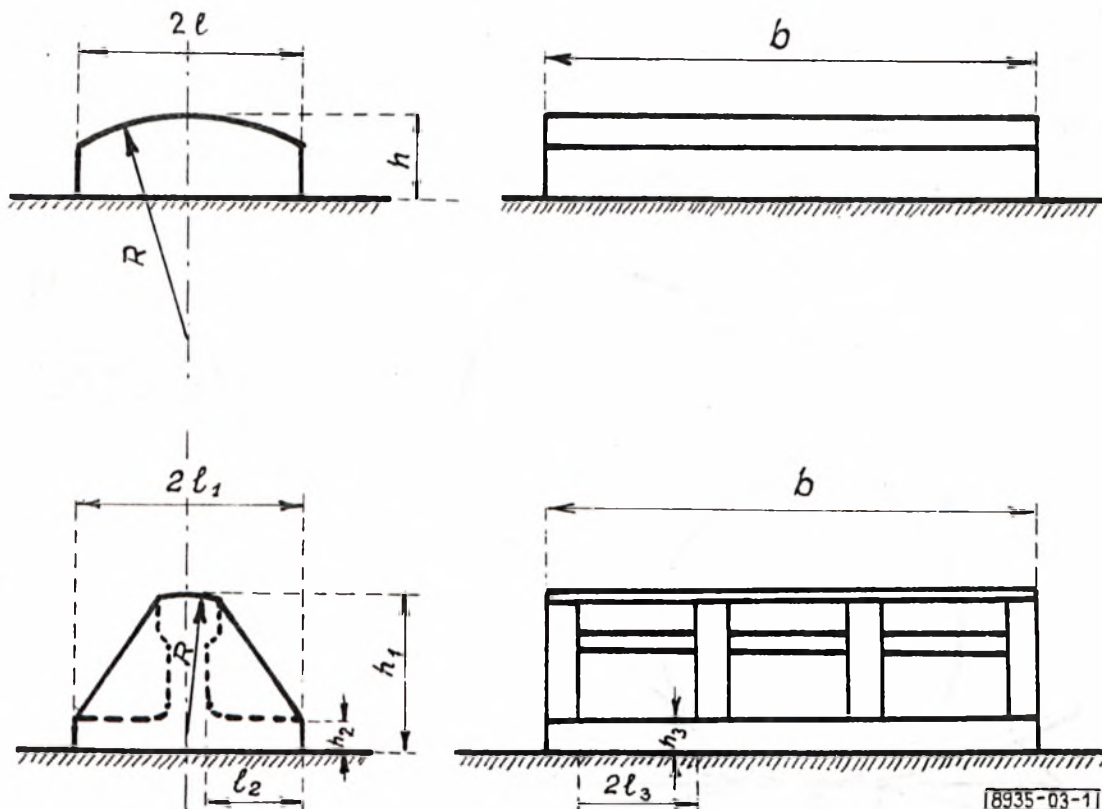
Przy obliczaniu sił wewnętrznych i naprężeń w poszczególnych elementach dopuszczalne jest pominięcie wpływu tarcia.

### 3.2.2. Płyty łożyskowe

**3.2.2.1. Oddziaływanie płyt łożyskowych na podłoże.** W płytach przekazujących reakcję łożyska na przylegające elementy konstrukcji we wszystkich przypadkach obciążeń pod płytą powinny występować naprężenia ściskające na całej powierzchni.

W przypadkach gdy  $l_n : h_n \geq 2$ , wartość naprężeń działających na podłoże wzdłuż wolnych krawędzi płyty należy wyznaczać uwzględniając sprężystość podłoża i sztywność zginania płyty ( $l_n$  i  $h_n$  - rys.1).

**3.2.2.2. Oddziaływanie płyt łożyskowych na wałki i kule w łożyskach wielowalcowych i wielokulowych.** Płyty łożyskowe przekazujące reakcję sku-

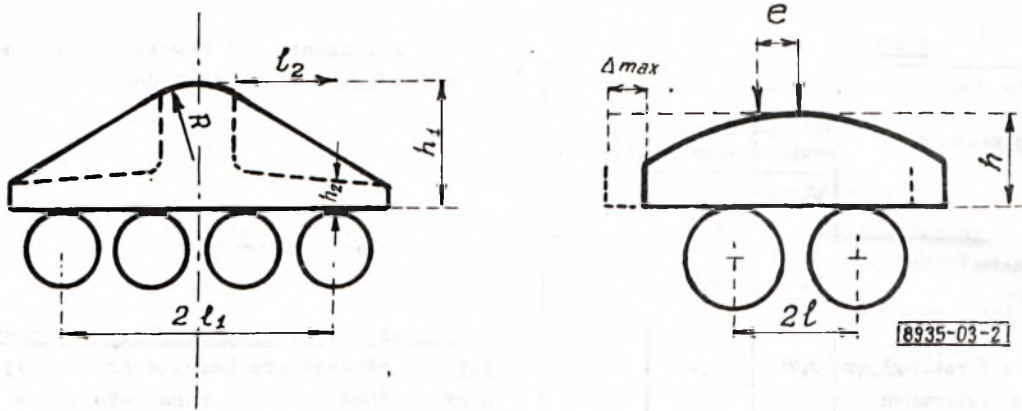


Rys. 1. Łożyska stalowe styczne przesuwne

### 3.2. Obliczenie i wymiarowanie elementów łożysk

**3.2.1. Założenia teoretyczne.** Siły wewnętrzne i naprężenia w elementach łożysk stalowych, stalowych i żeliwnych należy obliczać przy przyjęciu założenia sprężystych odkształceń materiału łożyska.

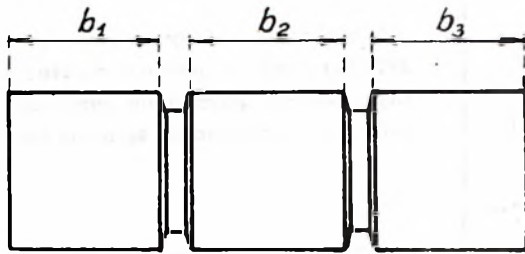
pioną na więcej niż dwa wałki lub na więcej niż trzy kule należy traktować jako nieskończenie sztywne, gdy  $l_n : h_n \leq 2$  ( $l_n$  i  $h_n$  - rys. 2). Jeżeli warunek ten nie jest zachowany, to oddziaływanie na poszczególne wałki lub kule należy określać, uwzględniając sprężystość punktów podparcia i sztywność zginania płyty.



Rys. 2. Łożyska stalowe przesuwne wielowalkowe

We wszystkich przypadkach przy określaniu oddziaływań na poszczególne wałki lub kule należy u-

(wspornik, belka wolnopodparta, belka utwierdzona itp.). Wymiary poszczególnych przekrojów płyt łoż-



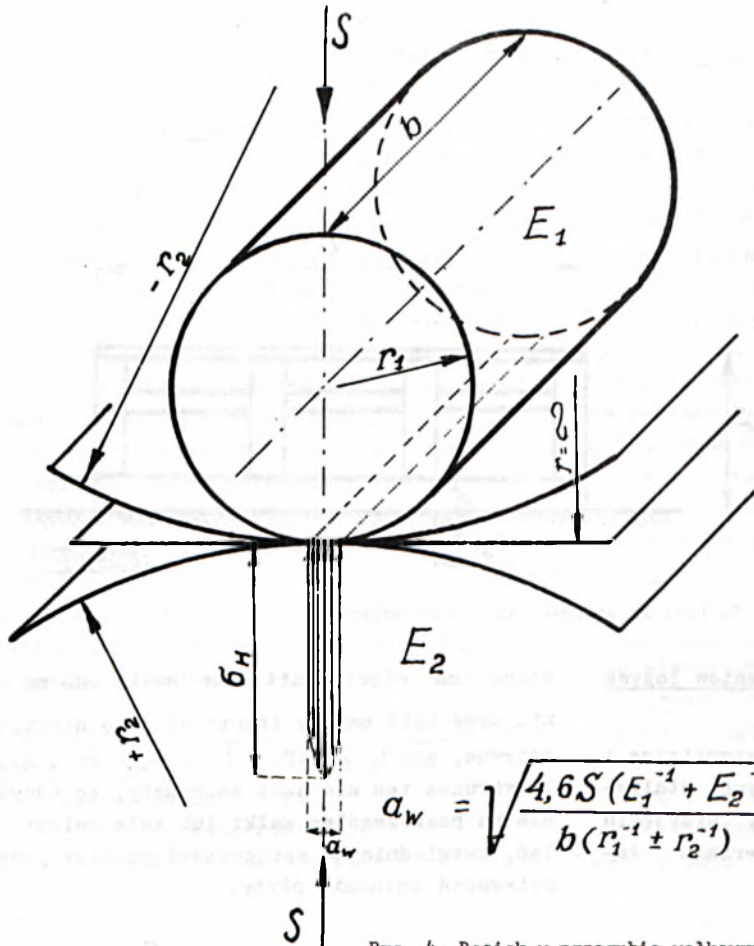
$$b_{min} \geq 2r$$

Rys. 3. Wałek łożyskowy

względnieć mimośrodowość ich ustawienia wynikające z maksymalnych przewidywanych przesunięć łożyska (rys.2)

**3.2.2.3. Wymiarowanie przekrojów płyt łożyskowych.** Przy określaniu sił wewnętrznych w płytach łożyskowych dopuszczalnym przybliżeniem jest przyjęcie zastępczych schematów statycznych prętowych

łożyskowych należy określać z warunków nieprzekroczenia naprężeń dopuszczalnych. Niezależnie od tego wzdłuż linii lub w punktach przekazywania na płyty łożyskowe docisków skupionych należy sprawdzić spełnienie warunku nieprzekroczenia naprężeń dopuszczalnych przez zastosowanie wzoru Hertza (rys. 4 i 5).



$$\sigma_H = \sqrt{\frac{S(r_1^{-1} \pm r_2^{-1})}{2,9 b (E_1^{-1} + E_2^{-1})}}$$

$S$  - siła ściskająca na szerokości  $b$

$$a_w = \sqrt{\frac{4,6 S (E_1^{-1} + E_2^{-1})}{b (r_1^{-1} \pm r_2^{-1})}} \leq 0,2 r_1$$

8935-03-4

Rys. 4. Docisk w przegubie wałkowym

### 3.2.3. Wałki, kule łożyskowe i wahacze

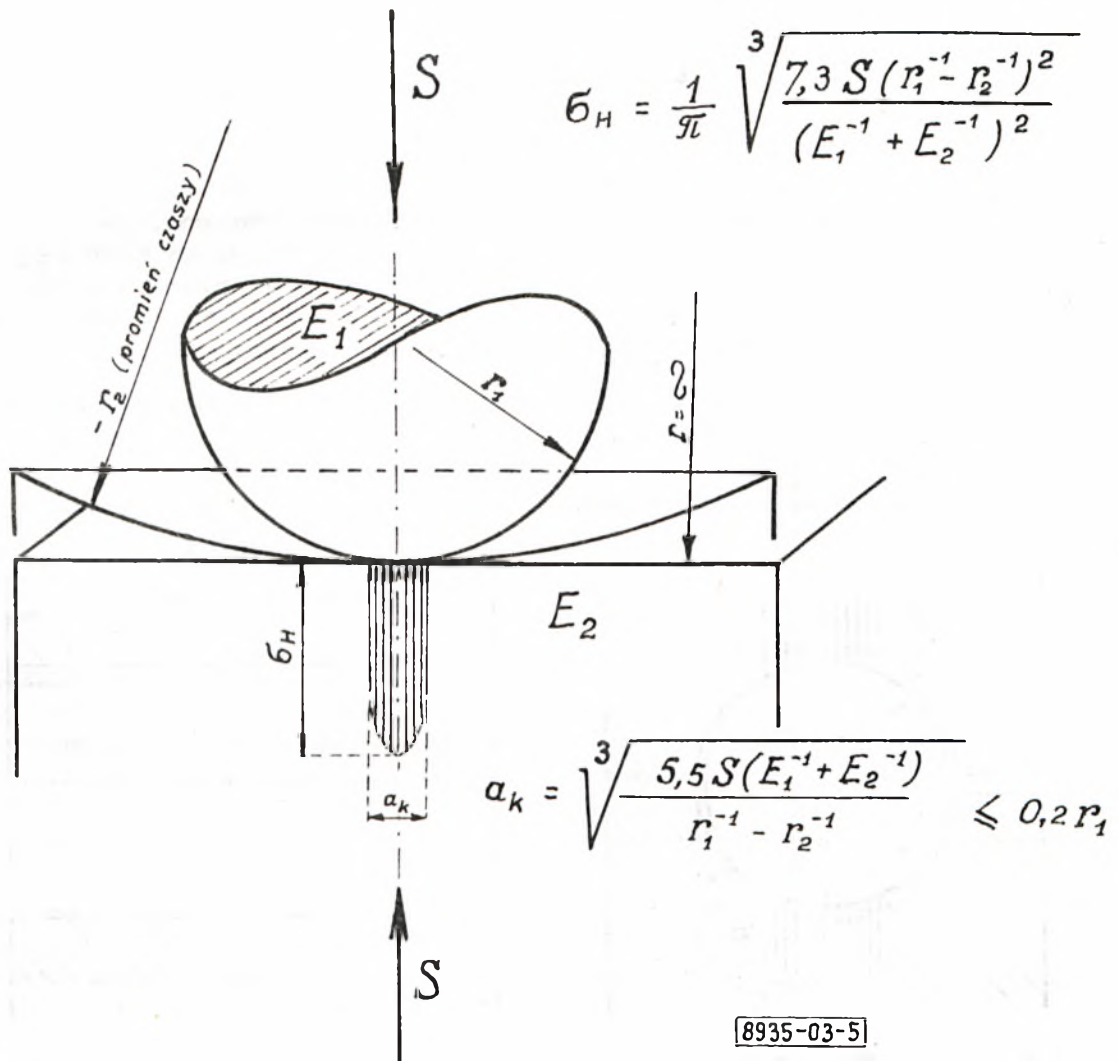
**3.2.3.1. Wymiarowanie wałków i kul.** Średnicę, długość i liczbę wałków albo średnicę i liczbę kul w łożyskach tocznych należy określać z warunku nieprzekroczenia naprężeń dopuszczalnych na liniach lub w punktach styku wałków albo kul z płytami łożyskowymi.

Wartość naprężeń w miejscach docisku należy ob-

jest większa od granicznych wartości wymiarów podanych na rys. 4 i 5.

**3.2.3.2. Wymiarowanie wahaczy.** Promienie krzywizny powierzchni docisku (walcowych lub kulistych) w wahaczach należy określać z warunków podanych w 3.2.3.1.

Wysokość wahaczy  $h$  należy przyjmować równą  $2r$  ( $h$  i  $r$  wg oznaczeń na rys. 6).

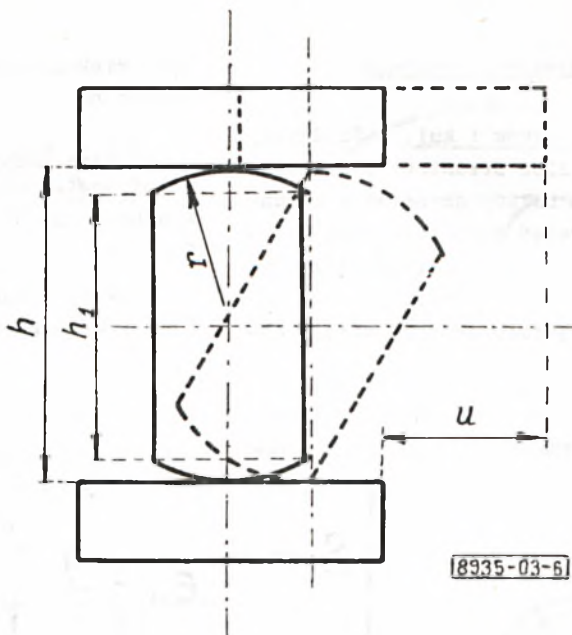


Rys. 5. Docisk w przegubie kulowym

liczyć ze wzorów Hertza, uwzględniając kształt powierzchni i moduł sprężystości elementu, z którym wałek lub płyta się stykają (rys. 4 i 5).

W przypadku gdy wałek lub kula dociskają do powierzchni wklęsłej, należy dodatkowo sprawdzić, czy szerokość  $a_w$  lub średnica  $a_k$  powierzchni styku nie

Przekroje poprzeczne wahacza na wysokości  $h$ , należy ustalać z warunku nieprzekroczenia naprężeń normalnych przy ścisnaniu i zginaniu, uwzględniając ukośne ustawienie wahacza w wyniku maksymalnych przewidywanych przesunięć punktów styku wahacza z płytami łożyskowymi oraz możliwość wybożenia wahacza.



8935-03-6

Rys. 6. Wahacz

W przypadku słupów wahadłowych spawanych lub młotowanych konstrukcję tych słupów należy projektować zgodnie z WP-DP 7 lub z WP-D, DP 30.

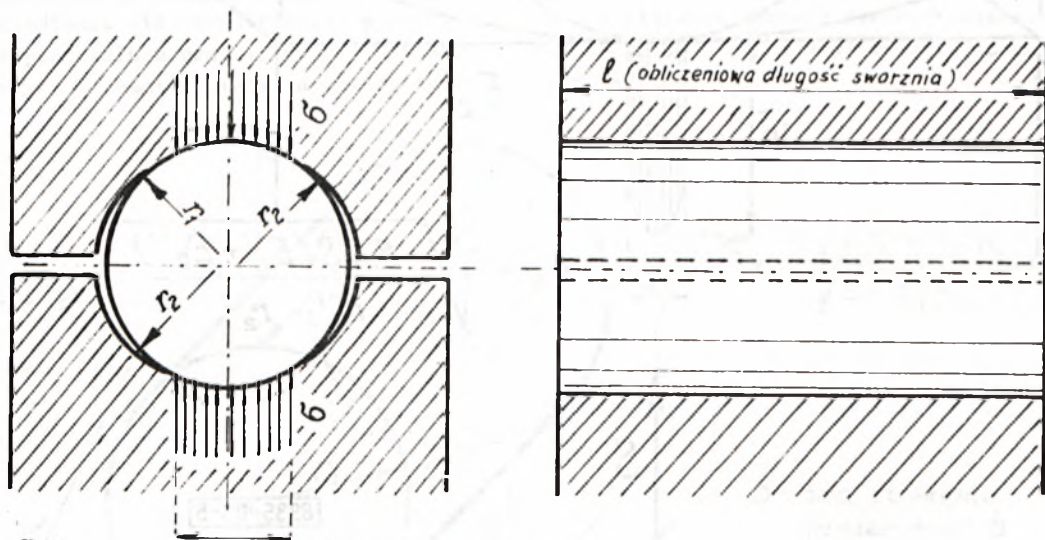
### 3.2.4. Sworznie

**3.2.4.1. Wymiarowanie sworzni ściskanych.** Średnicę i długość sworznia ściskanego (rys. 7) należy określać z warunku nieprzekroczenia naprężeń dopuszczalnych na powierzchni styku sworznia z elementami łączonymi.

Szerokość powierzchni ( $a$ ) styku należy przyjmować:

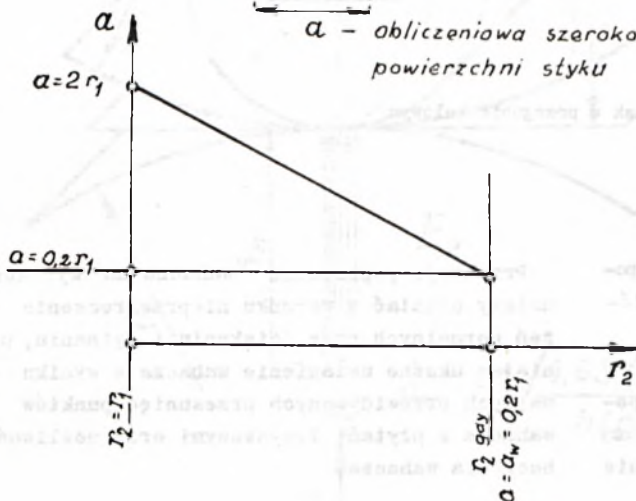
- równą średnicy sworznia, gdy  $r_1 = r_2$ ,
- równą  $a_w$  wg rys. 4, gdy  $a_w \leq 0,2 r_1$ ,
- wyznaczoną z interpolacji liniowej pomiędzy  $0,2 r_1$  i  $r_1$ , gdy wyznaczone ze wzoru Hertza  $a_w > 0,2 r_1$  (interpolacja wg rys. 7).

Naprężenia dopuszczalne należy obliczać zgodnie z tabl. 2: wg poz. 5, gdy szerokość powierzchni styku jest równa lub mniejsza od  $0,2 r_1$ , wg poz. 4 we wszystkich pozostałych przypadkach.



$a$  - obliczeniowa szerokość powierzchni styku

$a_w$  - szerokość powierzchni docisku wyznaczona ze wzoru Hertza (rys. 4)

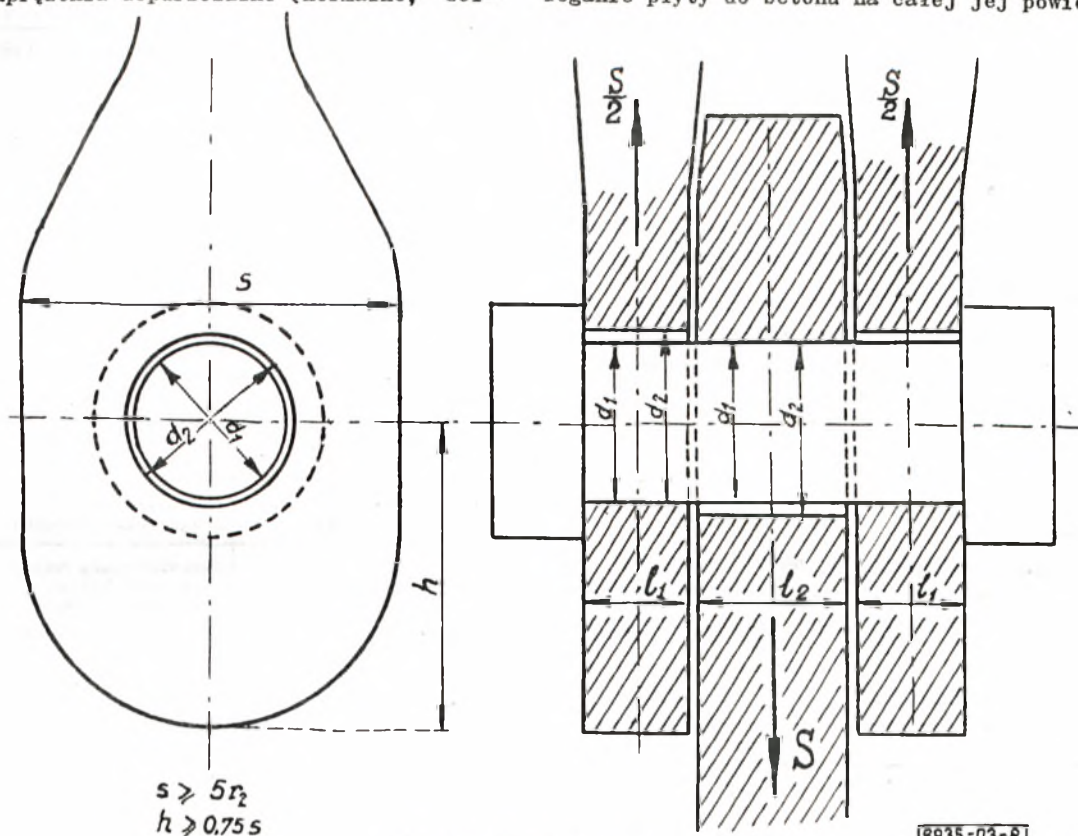


8935-03-7

Rys. 7. Sworznie ściskany

**3.2.4.2. Wymiarowanie sworzni ścinanych.** Promienie krzywizn i długości docisku sworzni ścinanych (rys. 8) powinny spełniać warunki podane w 3.2.4.1. Niezależnie od tego należy sprawdzać, czy w poszczególnych przekrojach sworznia nie zostały przekroczone naprężenia dopuszczalne (normalne, ści-

wiający wykonanie odlewu i obróbkę mechaniczną. Wszelkie zmiany przekrojów należy projektować tak, aby nie powodowały one dużych koncentracji naprężeń. Powierzchnie płyt stykające się z betonem należy kształtować tak, aby zapewnić szczelne przyleganie płyty do betonu na całej jej powierzchni.



Rys. 8. Sworznie ścinane

[8935-03-8]

nające i zastępcze) wywołane ścinaniem i zginaniem sworznia.

Przy określaniu sił wewnętrznych w sworzniu dopuszczalnym przybliżeniem jest przyjęcie schematu statycznego belki sztywnej obciążonej zrównoważonym układem sił poprzecznych (rys. 8).

### 3.3. Konstruowanie łożysk

**3.3.1. Łączenie i obróbka materiałów w elementach łożysk.** Poszczególne elementy łożysk (płyty, wałki, sworznie, wahacze itp.) należy wykonywać z jednego kawałka materiału obrabianego mechanicznie do ścisłych wymiarów. W łożyskach stalowych dopuszczalne jest łączenie elementów z części przez spawanie z tym zastrzeżeniem, że:

- elementy po zespawaniu powinny być normalizowane,
- spoiny nie powinny znajdować się na powierzchniach tocznych lub na powierzchniach działania docisków,
- kształt elementów powinien umożliwiać obróbkę mechaniczną elementów po ich zespawaniu i wyzarzeniu.

#### 3.3.2. Konstruowanie płyt łożyskowych

**3.3.2.1. Kształt płyt łożyskowych.** Zalecane jest przyjmowanie stosunku wysokości płyty do jej szerokości w płaszczyźnie zginania większego od 1:3. Kształt płyt powinien być jak najprostsz, ułat-

**3.3.2.2. Stabilizacja położenia płyty względem elementów konstrukcji mostu i pozostałych części łożyska.** Płyty łożyskowe powinny być połączone z przyległymi elementami konstrukcji mostu w sposób zapewniający przeniesienie na te elementy sił stykowych występujących w łożysku. Stabilizacja położenia płyty względem pozostałych części łożyska powinna być zapewniona przez zastosowanie odpowiednich prowadnic, opozów stabilizujących itp. uniemożliwiających nieprawidłowe wzajemne ustawienie tych elementów.

#### 3.3.3. Konstruowanie wałków, kul łożyskowych i wahaczy

**3.3.3.1. Wałki łożyskowe w łożyskach przesuwnych** powinny mieć średnicę  $d \geq 120$  mm. Długość najkrótszego odcinka styku wałka z płytą  $b_{\min}$  powinna być równa lub większa od  $d$  ( $b$  i  $d$  wg oznaczeń na rys. 3).

**3.3.3.2. Kule łożyskowe w łożyskach przesuwnych** powinny mieć średnicę  $d \geq 100$  mm.

**3.3.3.3. Wahacze.** Długość powierzchni toczenia w wahaczach o powierzchniach tocznych walcowych powinna umożliwiać przesunięcia względne  $u$  górnej i dolnej płyty łożyskowej dwa razy większe niż odpowiednie przesunięcie obliczone w przekroju podporowym. Długość powierzchni tocznych w wahaczach o powierzchniach tocznych kulistych powinna umożliwiać przesunięcie  $u$  cztery razy większe od od-

powiednich przesunięć obliczonych w przekroju podporowym ( $u$  - rys. 6).

### 3.3.4. Konstruowanie sworzni

**3.3.4.1. Sworznie łożyskowe ściskane** powinny mieć promień  $r_1 \geq 5$  cm. W przypadku gdy szerokość docisku  $a \geq a_w$  długość sworzni powinna spełniać warunek  $l \geq d_1$  (rys. 7).

**3.3.4.2. Sworznie łożyskowe ścinane** powinny mieć promień  $r_1 \geq 3$  cm. Promień otworu w łączonych sworzniach elementach  $r_2$  powinien być tak dobrany, aby szerokość docisku  $a$  wyznaczona wg 3.2.4.1 spełniała warunek  $d_1 \geq a \geq d_2$  (oznaczenia wg rys. 7 i 8). Sworznie powinny być zabezpieczone przed wysunięciem się z otworu.

### 3.3.5. Konstruowanie ucha w łożysku wahadłowym.

W łożysku wahadłowym kształt ucha powinien odpowiadać warunkom podanym na rys. 8.

## 4. ŁOŻYSKA Z BETONU I ŻELBETU

### 4.1. Materiały

**4.1.1. Właściwości betonu.** Beton stosowany w elementach łożysk (przegubach i słupkach wahadłowych) powinien wykazywać właściwości podane w tabl. 3

Tablica 3

Lp.	Cechy	Jednostki	Wartości
1	Marka betonu w łożyskach żelbetowych - $R_w$	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\geq 250$ $\geq 2452$
2	Marka betonu w łożyskach betonowych - $R_w$	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\geq 300$ $\geq 2942$
3	Kruszywo łamane o uziarnieniu równomiernym	mm	$0 \div 20$

Ilość cementu użyta do betonu nie powinna przekraczać 550 kg na  $1 \text{ m}^3$ .

Inne właściwości betonu i materiałów używanych do betonu wg PN-63/B-06250 i PN-63/S-10040.

Właściwości mechaniczne betonu wg PN-58/B-03261.

**4.1.2. Właściwości stali zbrojeniowej.** Do zbrojenia przegubów należy używać stali o wyraźnej granicy plastyczności i właściwościach mechanicznych odpowiadających gatunkom St3S i 18G2. Do zbrojenia pozostałych elementów łożysk można stosować wszystkie gatunki stali używane do zbrojenia konstrukcji betonowych.

Współczynnik sprężystości stali należy przyjmować  $E = 2 \cdot 100 \cdot 000 \text{ kg/cm}^2$  ( $20,6 \cdot 10^6 \text{ N/cm}^2$ ).

### 4.2. Naprężenia dopuszczalne

**4.2.1. Naprężenia dopuszczalne w betonie łożysk z żelbetu, elementów łożysk i przylegających elementów konstrukcji** - wg PN-58/B-03261.

**4.2.2. Naprężenia dopuszczalne w betonie przegubów plastycznych** zależnie od przyjętej marki betonu ( $R_w$ ) należy przyjmować wg tabl. 4.

Tablica 4

Lp.	Rodzaj naprężeń	Wartości
1	Docisk minimalny	$0,25 R_w$
2	Docisk maksymalny	$1,50 R_w$
3	Bezpośrednie ścinanie	$0,25 \cdot \sigma$

$\sigma$  - naprężenia ściskające w przegubie w tym samym stanie obciążenia, w którym sprawdzane jest naprężenie ścinające.

**4.3. Dopuszczalne odkształcenia przegubów.** Kąt wzajemnego obrotu elementów konstrukcji lub łożyska połączonych przegubem, w wyniku odkształceń termicznych i sprężystych konstrukcji, nie powinien przekraczać wartości podanych w tabl. 5.

Tablica 5

Lp.	Rodzaj przegubu	Kierunek obrotu	$\text{tg } \alpha$	Rys.
1	Betonowy jednokierunkowy	prostopadły do dłuższego boku przegubu	0,04	9
2	Betonowy jednokierunkowy	równoległy do dłuższego boku przegubu	0,004	9
3	Betonowy wielokierunkowy	odpowiadający największemu kątowi wzajemnego obrotu łączonych elementów	0,05	10
4	Żelbetowy jednokierunkowy uzbrojony dwoma rzędami prętów	prostopadły do osi rzędów prętów zbrojenia	0,01	4
5	Żelbetowy jednokierunkowy uzbrojony jednym rzędem prętów	prostopadły do osi rzędu prętów zbrojenia	0,02	13
6	Żelbetowy jednokierunkowy niezależnie od sposobu uzbrojenia	równoległy do osi rzędów zbrojenia	0,002	13 i 14
7	Żelbetowy wielokierunkowy	odpowiadający największemu kątowi wzajemnego obrotu łączonych elementów	0,015	12

### 4.4. Obliczanie elementów łożysk z betonu i żelbetu

**4.4.1. Przeguby z betonu.** W przegubach betonowych należy sprawdzać wartość:

a) minimalnych naprężeń ściskających (wywołanych najmniejszą reakcją pionową),

b) maksymalnych naprężeń ściskających (wywołanych największą reakcją pionową),

c) naprężeń ścinających (wywołanych największą reakcją poziomą),

d) kątów wzajemnego obrotu elementów połączonych przegubem.

Wartość naprężeń ściskających i ścinających w przegubach betonowych należy sprawdzać, przyjmując równomierny rozkład naprężeń na całej powierzchni przegubu.

**4.4.2. Przeguby z żelbetu.** W przegubach należy sprawdzać wartość naprężeń normalnych w uzbrojeniu



podłużnym przegubem, naprężeń ścinających oraz kątów wzajemnego obrotu elementów połączonych przegubem.

Naprężenia normalne w zbrojeniu podłużnym przegubu należy obliczać przyjmując, że całkowitą siłę normalną przenosi to zbrojenie.

Występowanie sił rozciągających w przegubach z żelbetu jest niedopuszczalne.

Naprężenia ścinające w przegubie należy obliczać przyjmując ich równomierny rozkład na całej powierzchni przegubu. Powinien być przy tym spełniony jeden z następujących warunków:

- naprężenie ścinające nie powinno przekraczać dopuszczalnych naprężeń przy ścinaniu bezpośrednim wg PN-58/B-03261

lub

- siła styczna  $H$ , obliczona jako wypadkowa sił składowych działających wzdłuż i w poprzek mostu, nie powinna przekraczać 0,25 najmniejszej siły ściskającej  $N_{\min}$ , występującej w przegubie jednocześnie z siłą  $H$  ( $H \leq 0,25 N_{\min}$ ).

4.4.3. Słupki wahadłowe łożysk. Obliczenie słupków wahadłowych powinno obejmować:

- określenie przekroju zbrojenia poprzecznego,
- sprawdzenie docisku do betonu pod przegubami z płyt stalowych zgodnie z PN-58/B-03261,

obliczenia wielkości tych sił. Ilość tego zbrojenia (w postaci siatek lub strzemion) należy przyjmować na wysokości  $a$  od przegubów równą 4% objętości betonu oraz równą 2% objętości w pozostałej części słupka. Zbrojenie to należy rozmieszczać zgodnie z 4.5.2.2.

4.4.4. Elementy konstrukcji przylegających do przegubów oblicza się zgodnie z PN-58/B-03261.

#### 4.5. Zasady konstruowania elementów łożysk

##### 4.5.1. Konstruowanie przegubów

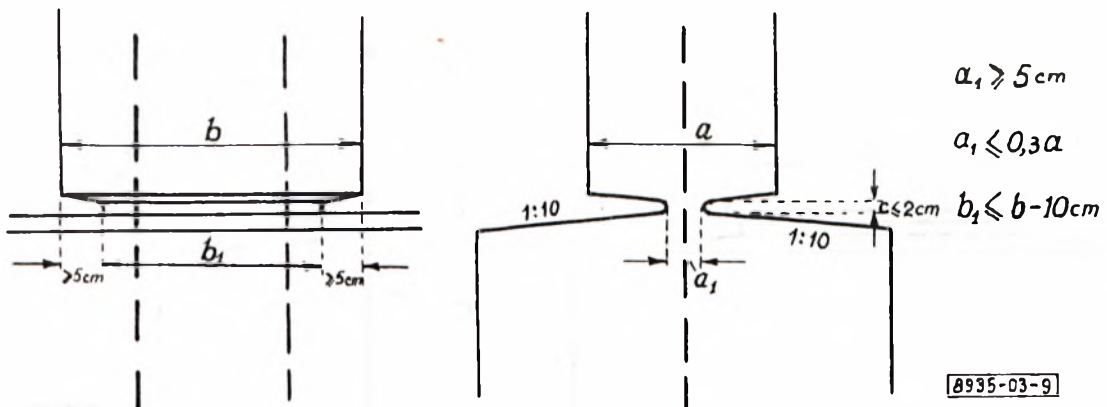
4.5.1.1. Kształt przegubów. Przegub utworzony jest przez miejscowe zmniejszenie przekrojów elementów. Przekroje przegubów jednokierunkowych powinny być prostokątne o mniejszym wymiarze w płaszczyźnie największych kątów obrotu, a przekroje przegubów wielokierunkowych - kołowe lub wielokątne. Boczne powierzchnie przegubów powinny być wklęsłe (rys. 9 i 10). Powierzchnie sąsiednich elementów przylegające bezpośrednio do przegubów powinny mieć pochylenie około 1:10 (rys. 9).

4.5.1.2. Wymiary przegubów z betonu należy przyjmować:

a) szerokość przegubu jednokierunkowego  $a_1$  (rys. 9)

$$a_1 \geq 5 \text{ cm} \text{ oraz } a_1 \leq 0,3a$$

b) długość przegubu



Rys. 9. Przegub betonowy jednokierunkowy

c) sprawdzenie słupków na siły normalne wg PN-58/B-03261.

Zbrojenie poprzeczne elementów, przenoszące siły rozciągające wywołane skoncentrowanym działaniem obciążeń w przegubach, można projektować bez

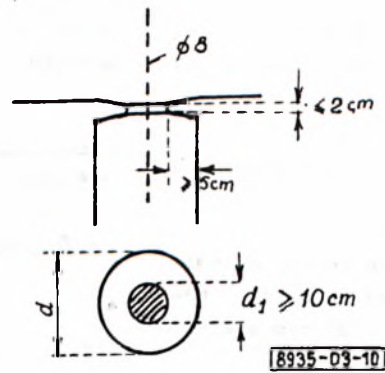
$$b_1 \leq b - 10 \text{ cm}$$

c) średnicę przegubu wielokierunkowego  $d_1$  (rys. 10)

$$d_1 \geq 10 \text{ cm} \text{ oraz } d_1 \leq d - 10 \text{ cm}$$

d) wysokość przegubu

$$c \leq 2,0 \text{ om}$$



Rys. 10. Przegub betonowy wielokierunkowy

4.5.1.3. Wymiary przegubów z żelbetu należy przyjmować:

a) szerokość przegubu jednokierunkowego  $a_1$  (rys. 11)

$$a_1 \geq 8 \text{ cm} \text{ oraz } a_1 \leq 0,3a$$

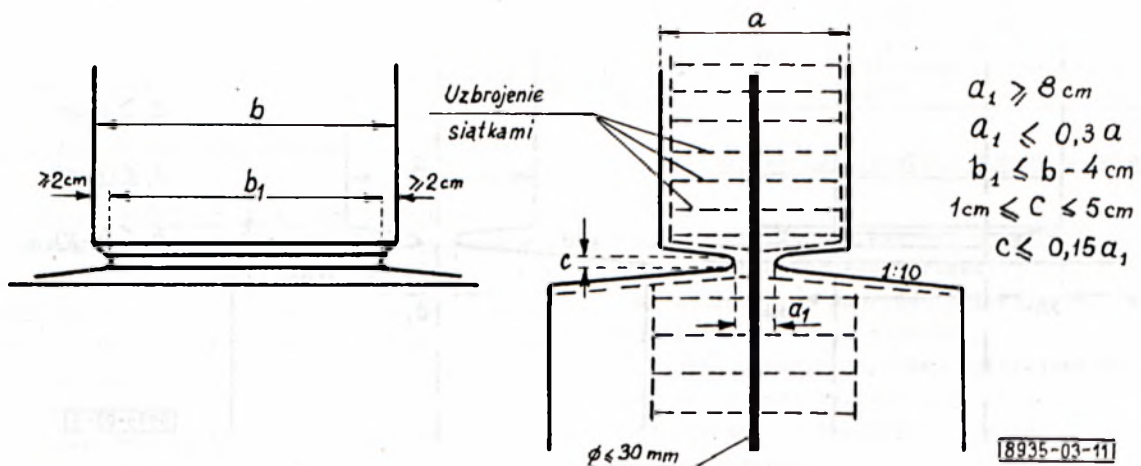
b) długość przegubu

$$b_1 \leq b - 4 \text{ cm}$$

d) wysokość przegubu

$$c \leq 0,15 a_1 \text{ oraz } 1 \text{ cm} \leq c \leq 5 \text{ cm}$$

4.5.1.4. Zbrojenie przegubów. Przeguby jednokierunkowe należy zbroić pojedynczym rzędem prętów (rys. 13) lub dwoma rzędami prętów połączonych strzemionami (rys. 14). Nie należy stosować prętów



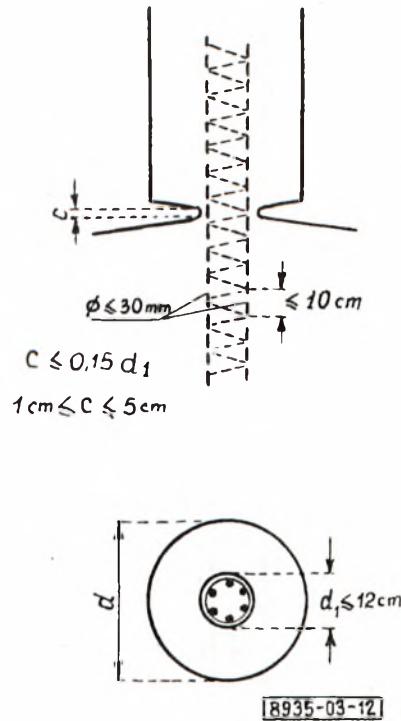
Rys. 11. Przegub żelbetowy jednokierunkowy

c) średnicę przegubu wielokierunkowego

$d_1 \geq 12 \text{ cm}$  oraz zgodnie z warunkami podanymi na rys. 12

tów podłużnych skrzyżowanych w przegubie.

Przeguby wielokierunkowe należy zbroić okrągłą wiązką prętów owiniętych uzwojeniem (rys. 12).



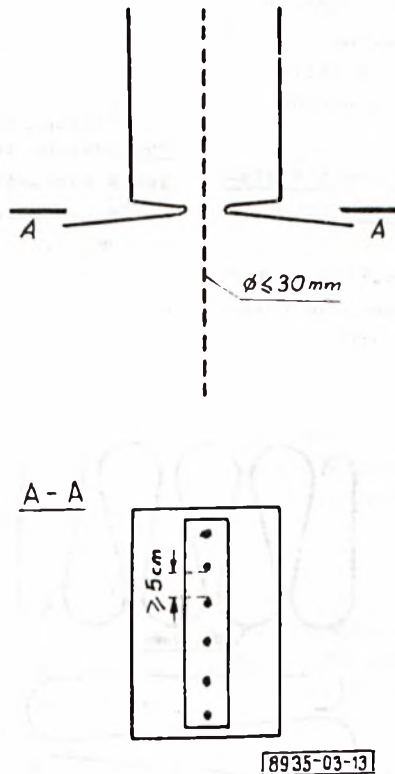
Rys. 12. Przegub żelbetowy wielokierunkowy

Średnica prętów podłużnych powinna być nie większa niż 30 mm, a odległości w świetle pomiędzy prętami nie mniejsze niż 5 cm.

Długość zakotwienia powinna zapewnić przeniesienie pełnej siły w pręcie przez przyczepność do be-

nie należy kończyć hakami.

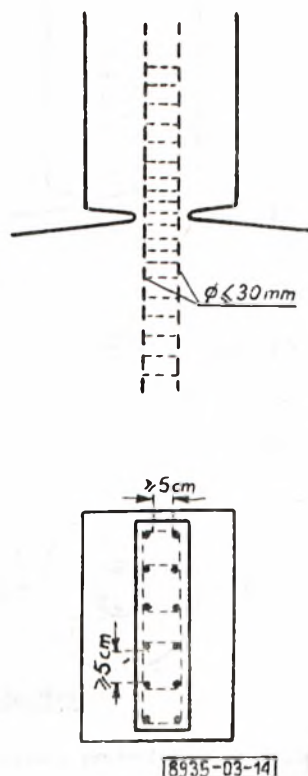
Strzemiona lub uzwojenie konstrukcyjne obejmujące pręty przegubu należy przyjmować na całej długości tych prętów; skok spirali uzwojenia nie powinien być większy niż 10 cm. Średnica strzemion



Rys. 13. Zbrojenie jednorzędowe

tonu. Długość ta nie powinna być mniejsza niż  $30\delta$ , gdzie  $\delta$  - oznacza średnicę wprowadzoną pręta wg PN-58/B-03261 p. 2.2.3 b). Prętów podłużnych

lub uzwojenia powinna wynosić 4,5 mm przy średnicy prętów podłużnych przegubu do 20 mm oraz 6 mm przy średnicy prętów ponad 20 mm.



Rys. 14. Zbrojenie dwurzędowe

Otulinie betonem prętów podłużnych przegubu należy przyjmować nie mniejsze niż 2,5 cm.

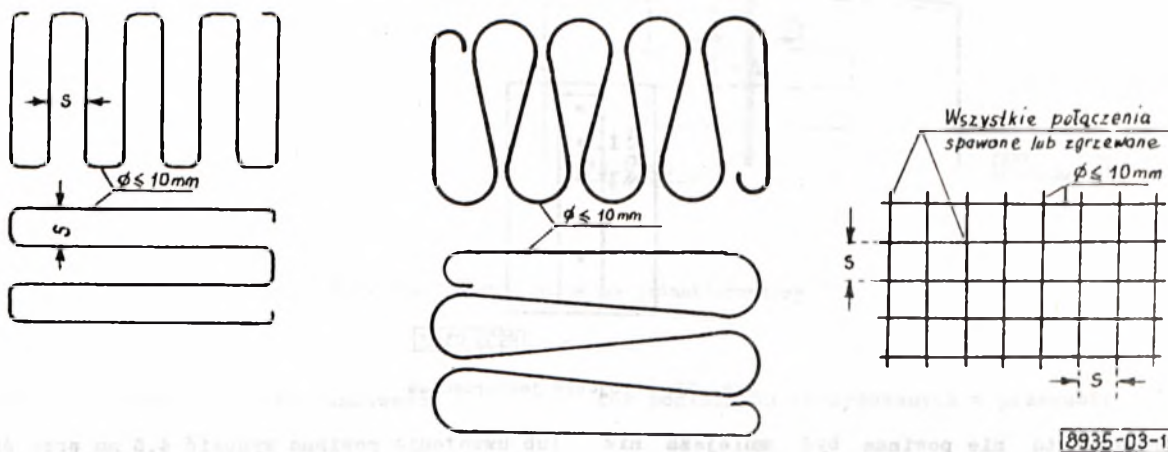
W przegubach z betonu dopuszczalne jest przeprowadzenie prętów wyznaczających geometryczną oś łożyska: w przegubie jednokierunkowym można zmieścić 2 pręty, w przegubie wielokierunkowym - tylko jeden pręt na osi łożyska. Średnica tych prętów nie powinna być większa niż 8 mm.

#### 4.5.2. Konstruowanie słupków wahadłowych i elementów konstrukcji przylegających do przegubów

4.5.2.1. Kształt i wymiary. Powierzchnie elementów betonowych przylegające bezpośrednio do przegubów powinny mieć pochylenie około 1:10.

Wysokość słupków wahadłowych należy określać z warunku nieprzekroczenia dopuszczalnych kątów obrotu w przegubach wg tabl. 5. Wysokość słupków nie powinna być mniejsza niż półtorakrotnie mniejszy wymiar przekroju poprzecznego słupka.

4.5.2.2. Zbrojenie słupków wahadłowych przegubów powinno tworzyć przestrzenny szkielec. Zbrojenie poprzeczne należy projektować w postaci układanych parami siatek ortogonalnych z wygiętych prętów, siatek spawanych, zgrzewanych lub strzemiom zamkniętych (rys. 15). Nie należy stosować siatek z powiązanych drutem pojedynczych prętów z hakami lub bez haków.



Rys. 15. Zbrojenie poprzeczne słupków wahadłowych

Zbrojenie siatkami powinno spełniać następujące warunki:

- średnica prętów siatek  $\leq 1$  cm,
- rozstaw osiowy sprętów w siatce  $6 \text{ cm} \leq s \leq 20 \text{ cm}$ ,
- otulenie siatek betonem  $\geq 1,5$  cm.

W elementach wydłużonych o niewielkim przekroju poprzecznym (np. w słupkach wahadłowych, słupach ramownic, smukłych łukach) pręty siatek lub strzemiion ułożone równoległe do mniejszego wymiaru przegubu, o łącznym przekroju  $A_2$  wyznaczonym zgodnie z 4.4.3, należy rozmieszczać równomiernie na wysokości  $a$  od przegubu. Przekrój uzbrojenia poprzecznego ułożonego prostopadle do mniejszego wymiaru przegubu można przyjmować:

a) równy  $A_2$  - przy stosunku wymiarów przegubu

$$\frac{b_1}{a_1} \leq 2$$

b) równy  $\frac{1}{3} A_2$  - przy stosunku wymiarów przegubu  $\frac{b_1}{a_1} \geq 8$

Dla pośrednich stosunków wymiarów ( $2 < \frac{b_1}{a_1} < 8$ ) należy interpolować liniowo między wartościami  $A_2$  i  $\frac{1}{3} A_2$ . Zbrojenie to należy również rozmieszczać równomiernie na wysokości  $a$  od przegubu.

W słupkach wahadłowych o wysokości  $h \leq 2a$  należy przyjmować tylko konstrukcyjne uzbrojenie podłużne. W słupkach wyższych, tj. przy  $h > 2a$  zbrojenie podłużne oraz zbrojenie poprzeczne między strefami koncentracji naprężeń w przegubach należy projektować zgodnie z PN-58/B-03261.

4.5.2.3. Zbrojenie elementów przylegających do przegubów należy projektować zgodnie z PN-58/B-03261.

## 5. ŁOŻYSKA GUMOWE <sup>1)</sup>

### 5.1. Materiały i wyroby

5.1.1. Wymagane własności fizyczne gumy i łożysk. Guma używana do wyrobu łożysk mostowych oraz gotowe łożyska powinny wykazywać własności podane w tabl. 6.

Własności zestawione w tabl. 6 oraz wartości współczynników tarcia gumy po stali i betonie powinny być określone doświadczalnie przez zakłady

<sup>1)</sup> Przez nazwę łożysk gumowych należy także rozumieć łożyska wykonane z innych materiałów o podobnych własnościach, np. z elastomerów.

produkujące łożyska i podawane w atestach i katalogach.

Tablica 6

Lp.	Cechy	Jednostka	Wartości
1	Współczynnik sprężystości odkształceń liniowych $E_2$	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$1000 \leq E \leq 15000$ $9807 \leq E \leq 147100$
2	Współczynnik sprężystości odkształceń postaciowych $G$	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$7 \leq G \leq 15$ $68,55 \leq G \leq 147,1$
3	Twardość gumy $D$	$^{\circ}$ Shore	$50 \leq D \leq 70$
4	Zakres temperatur, w którym zachowane są wskazane własności gumy	$^{\circ}$ C	$-20 \leq t \leq +40$
5	Okres zachowania wymaganych własności gumy	lata	20

$E_2$  - współczynnik sprężystości warstw gumy w łożysku, który jest zależny od wymiarów badanych elementów.

5.1.2. Wymagane własności wytrzymałościowe łożysk. Wykonane łożyska powinny wytrzymywać bez widocznych uszkodzeń obciążenia, zestawione w tabl. 7 wywołujące naprężenia średnie.

Tablica 7

Lp.	Rodzaj obciążenia	Jednostki	Wartości
1	Ściskanie osiowe	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	600 5884
2	Ścinanie	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	2G

G - współczynnik sprężystości odkształceń postaciowych.

Własności te powinny być określone doświadczalnie i sprawdzane przez zakłady produkujące łożyska.

5.1.3. Wymagane własności stali do zbrojenia. Zbrojenie łożysk całkowicie zatopione w gumie może być wykonane z wszelkiego rodzaju stali konstrukcyjnych, o własnościach podanych w 3.1.1 tabl. 1.

Zbrojenie łożysk wystające z warstw gumy powinno być wykonane ze stali o zwiększonej odporności przeciwko korozji, nie gorszej niż stali St5 grupy I wg PN-61/H-84020.

### 5.2. Naprężenia dopuszczalne w łożyskach

#### 5.2.1. Naprężenia dopuszczalne w gumie - wg tabl. 8.

Tablica 8

Lp.	Rodzaj naprężenia	Jednostki	Wartości
1	Naprężenia ściskające przy obciążeniu osiowym	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\sigma_{\text{dop}} = 100$ $\sigma_{\text{dop}} = 980,67$
2	Naprężenia ściskające przy obciążeniu mimośrodowym	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\sigma_{\text{dop}} = 125$ $\sigma_{\text{dop}} = 1225,8$
3	Naprężenia ścinające wzdłuż płaszczyzn w gumie oraz płaszczyzn styku gumy i blach stalowych łączonych przez wulkanizację	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\tau_1 = G$
4	Naprężenia ścinające wzdłuż płaszczyzn styku gumy i innych materiałów bez wulkanizacji	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\tau_2 = 0,5 \cdot \mu \cdot \sigma$

$\sigma$  - naprężenia średnie ściskające w łożysku w tym samym stanie obciążenia, w którym sprawdzane jest naprężenie ścinające.

**5.2.2. Naprężenia dopuszczalne w stali do zbrojenia.** Naprężenia dopuszczalne na rozciąganie stali stanowiącej zbrojenie łożysk należy przyjmować równe połowie umownej lub rzeczywistej granicy plastyczności

$$\sigma_{\text{dop}} = 0,5 R_{02} \text{ lub } \sigma_{\text{dop}} = 0,5 R_e$$

### 5.3. Warunki obliczania płytowych łożysk gumowych

**5.3.1. Rozkład odkształceń i naprężeń.** Dla zachowania dostatecznej dokładności obliczeń wystarczy przyjmować równomierny lub liniowy rozkład odkształceń i naprężeń, wynikających ze ściskania

i ścinania w gumie, w blachach zbrojenia, w płaszczyznach styku blach i gumy oraz w płaszczyznach styku z elementami konstrukcji, przylegających do łożysk.

**5.3.2. Rozkład sił poziomych.** Należy zakładać, że każde łożysko przyjmuje część całkowitej siły poziomej proporcjonalną do jego odkształcalności oraz powoduje powstawanie sił proporcjonalnych do odkształceń kątowych.

W obliczeniach części mostu przylegających do łożysk należy uwzględnić siły poziome przekazywane przez łożyska. Siły przekazywane przez łożyska nieprzesuwne należy obliczać przy uwzględnieniu składowych poziomych oddziaływań przesł.

Siły poziome  $H$  przekazywane przez łożyska przesuwne należy wyznaczać ze wzoru

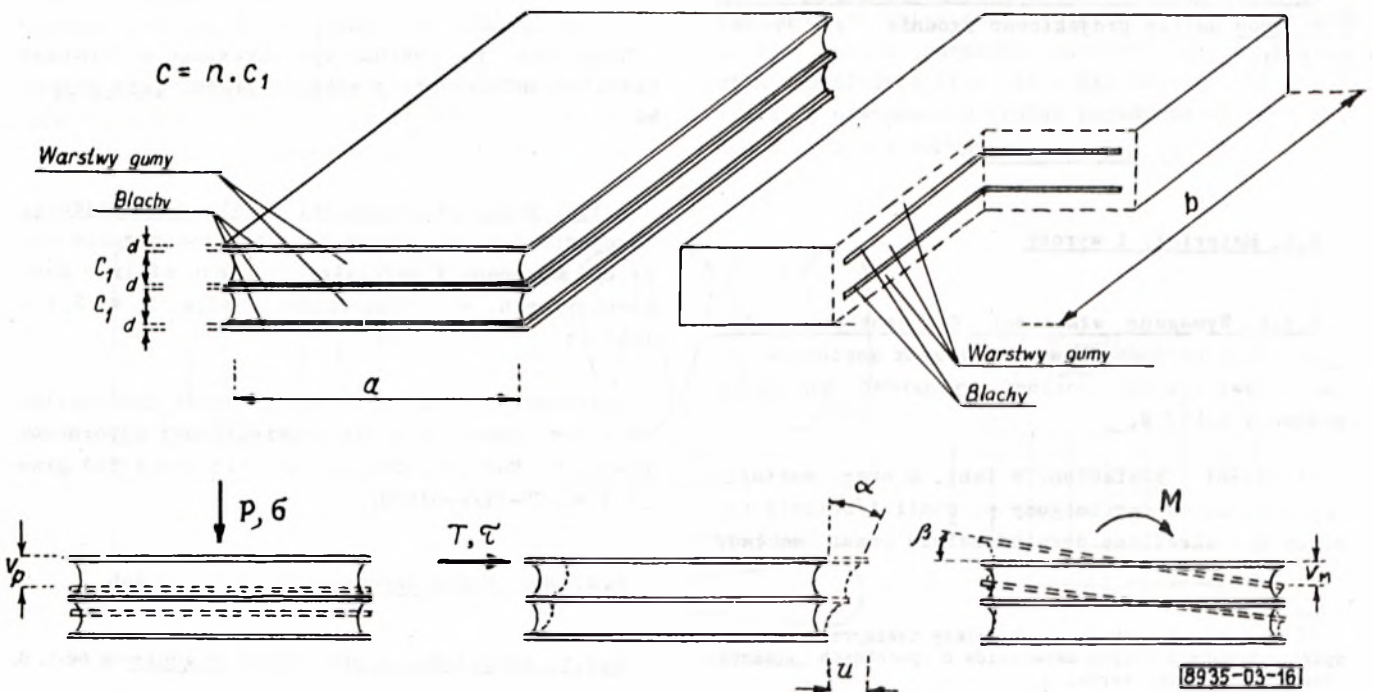
$$H = \text{tg} \alpha \cdot a \cdot b \cdot G \quad (1)$$

w którym:

$a$ ,  $b$  i  $\alpha$  - wg rys. 16,

$G$  - współczynnik wg tabl. 6, przy czym w przypadku usytuowania mostu w V lub VI strefie klimatycznej wg PN-57/B-02403 należy uwzględnić temperaturę otoczenia równą  $-22^\circ\text{C}$  i powiększyć dwukrotnie wielkość współczynnika  $G$ , podaną w tabl. 6.

**5.3.3. Pole powierzchni łożysk.** W obliczeniach należy przyjmować wymiary warstw gumy w tym przekroju (rys. 16), w którym są one najmniejsze. Pole powierzchni należy tak dobrać, aby przy największym obliczeniowym oddziaływaniu osiowym spełniony był warunek podany w tabl. 8 lp. 1.



Rys. 16. Łożyska gumowe

Naprężenia na krawędziach wynikające z największych ugięć przęseł nie mogą przekraczać wielkości dopuszczalnej określonej w tabl. 8 lp. 2.

**5.3.4. Grubość warstw gumy w łożysku przesuwnym.** Łączna grubość  $c$  wszystkich warstw gumy (rys. 16) powinna być tak wyznaczona, aby był spełniony warunek podany w tabl. 8 lp. 3 oraz ewentualnie również lp. 4, jeżeli w łożysku zastosowano styki niewulkanizowane.

Jeżeli w obliczeniach sił poziomych pominięto dla uproszczenia niektóre czynniki, uwzględniając tylko wpływ zmian temperatury, to wskazane w tabl. 8 wartości dopuszczalne należy zmniejszyć o 30%.

Jeżeli w moście szerokim lub ukośnym sumowanie składowych sił poziomych w dwóch kierunkach daje wypadkową, która przekracza większą z tych składowych o co najmniej 10%, to należy alternatywnie albo sprawdzić warunki podane w tabl. 8 wykorzystując wypadkową składowych sił, albo uwzględnić tylko większą ze składowych i zmniejszyć wskazane wartości naprężeń dopuszczalnych o 30%.

**5.3.5. Grubość warstw gumy w łożysku nieprzesuwnym.** Łączną grubość  $c$  warstw gumy należy wyznaczyć z warunku:

$$\operatorname{tg} \beta \leq \frac{2Pc}{Ea^2b} \quad (2)$$

w którym:

$P$  - wartość obciążenia osiowego,

$E$  - współczynnik sprężystości gumy wg tabl. 6,

$a, b, c$  - wg rys. 16.

Grubość ta powinna być jak najmniejsza, jednak przy zachowaniu warunku:

$$c_{\min} = c_1 \geq 8 \text{ mm (wg rys. 16)}$$

**5.3.6. Grubość blach zbrojenia** należy tak dobrać, aby był spełniony warunek podany w 5.2.2 w stosunku do naprężeń rozciągających w blachach, wyznaczony z przybliżonego wzoru

$$\sigma_a = \frac{c_1}{d} \leq 0,5R_{02} \quad (3)$$

w którym:

$R_{02}$  - umowna granica plastyczności stali,

$c, d$  - wg rys. 16.

**5.3.7. Odształcenia pionowe łożysk.** Odształcenia pionowe  $V_p$  łożyska pod działaniem siły pionowej  $P$  oblicza się ze wzoru przybliżonego

$$V_p = \frac{Pc}{Eab} \quad (4)$$

w którym:

$E$  - współczynnik sprężystości gumy wg tabl. 6,

$a, b$  i  $c$  - wg rys. 16

lub ze wzorów ścisłych.

Odształcenie  $V_p$  nie powinno przekroczyć wartości dopuszczalnych określonych ze względu na rodzaj konstrukcji przęseł mostu lub z warunków ruchu po moście.

Odształcenia  $V_M$  na krawędziach łożysk, powstające na skutek ugięć przęseł, obliczone tylko od działania obciążenia ruchomego nie powinny przekraczać wielkości  $V_p$ , obliczonej w tym samym stanie obciążenia, tak aby nie nastąpiło oderwanie łożyska od przęśla

$$V_M \leq V_p$$

**5.3.8. Momenty zginające  $M$  przekazywane przez łożyska** na przylegające części przęseł i podpór można wyznaczać ze wzoru uproszczonego

$$M = \frac{V_M Ea^2b}{6c} + Hc \quad (5)$$

w którym:

$V_M$  - odształcenie wskutek ugięcia przęśla,

$E$  - współczynnik sprężystości gumy wg tabl. 6,

$H$  - siła pozioma obliczona wg wzoru (1),  
 $a, b$  i  $c$  - współczynniki wg rys. 16  
lub ze wzorów ścisłych.

**5.4. Warunki projektowania płytowych łożysk gumowych**

**5.4.1. Kształt warstw gumy.** łożyska powinny być zbudowane z prostokątnych warstw gumy, których wymiary w planie są wielokrotnościami wymiarów najmniejszego łożyska  $100 \times 150$  mm.

Należy dobrać grubość warstw gumy w granicach od 8 do 20 mm, przy czym 8 mm odpowiada małym łożyskom, a 20 mm - łożyskom większym, np. o wymiarach  $300 \times 400$  mm.

Łączna grubość wszystkich warstw gumy nie powinna przekroczyć  $1/4$  mniejszego wymiaru łożyska w planie.

Jeżeli blachy zbrojenia wystają poza warstwy gumy i są z tymi warstwami zwulkanizowane (rys. 16), to powierzchnie boczne warstw gumy pomiędzy blachami powinny być wklęsłe i styczne do blach.

Wymiary łożysk powinny być określone przy projektowaniu przęseł i podpór, ponieważ wymiary te wpływają na wielkości sił i przemieszczeń przekazywanych przez łożyska.

**5.4.2. Zbrojenie łożysk.** łożyska powinny być zbrojone blachami stalowymi przedzielającymi warstwy gumy (rys. 16). Grubość blach należy przyjmować taką, aby był spełniony warunek podany w 5.3.6, jednak co najmniej 2 mm.

**5.4.3. Zakotwienie łożysk.** Jeżeli z obliczeń wynika konieczność dodatkowego połączenia łożysk z konstrukcją przęseł i podpór, a tarcie jest niewystarczające do przeniesienia sił poziomych zgodnie z 5.1.1 i 5.2.1, zewnętrzne blachy łożysk należy przymocować do przylegających części przęseł i podpór.

**5.4.4. Łączenie łożysk.** Dopuszczalne jest zestawienie obok siebie kilku łożysk gumowych.

Nie należy zestawiać razem łożysk różniących się między sobą właściwościami odkształceniowymi, wytrzymałością, wymiarami lub wiekiem.

Przy stosowaniu łożysk zestawionych razem należy zabezpieczyć szczeliny między nimi przed gromadzeniem się zanieczyszczeń i zbieraniem wilgoci.

**5.4.5. Dokładność wymiarowania łożysk.** Warstwy gumy powinny być wymiarowane z następującymi dopuszczalnymi odchyłkami:

wymiary w planie i usytuowanie łożysk  $\pm 1,0$  cm,  
grubość warstwy gumy  $\pm 0,1$  cm.  
Dopuszczalne odchyłki wymiarów blach zbrojenia wynoszą:  
wymiary w planie  $\pm 0,5$  cm,  
grubość  $\pm 0,05$  cm.

**5.4.6. Wymiana łożysk.** W projektach przęseł, podpór i łożysk należy przewidzieć możliwość wymiany tych elementów, zgodnie z 2.5.

Wymiana łożysk jest konieczna wówczas, gdy zostanie stwierdzone, że właściwości gumy lub już wykonanych całych łożysk nie spełniają warunków z 5.1.1 i 5.1.3 lub też gdy można tak przypuszczać na podstawie badań doświadczalnych łożysk o podobnej konstrukcji. Konieczność ta może wynikać z zatarzenia się gumy lub z innych przyczyn przypadkowych.

W projekcie łożysk, podpór i przęseł należy przewidzieć umieszczenie przy każdym moście co najmniej dwóch łożysk porównawczych nieobciążonych, które byłyby przymocowane do podpór w bezpośrednim sąsiedztwie łożysk obciążonych. łożyska porównawcze będą służyły do okresowych badań stopnia zatarzenia materiału.

Przy wymianie łożysk powinny być spełnione warunki podane w 2.2.

## 6. PRZEKŁADKI BITUMICZNE

**6.1. Materiały.** Na przekładki odkształcalne powinna być używana papa asfaltowa wg PN-65/B-27611. Zalecane jest również stosowanie materiałów o wyższej jakości, jak filce impregnowane, juta, tkaniny impregnowane.

Bitumy używane do sklejanja warstw przekładek powinny mieć penetrację w temperaturze  $25^{\circ}\text{C}$  nie większą niż 20 i temperaturę mięknięcia nie niższą niż  $80^{\circ}\text{C}$ .

### 6.2. Zasady wymiarowania

**6.2.1. Zasady ogólne.** Wymiary przekładek należy uzasadniać obliczeniowo jedynie w następujących przypadkach:

a) jeżeli do właściwego wymiarowania konstrukcji przęsła podpór lub ich elementów konieczne jest dokładne określenie położenia wypadkowej ciśnienia w przekładce,

b) jeżeli przekładka zastosowana jest jako warstwa izolująca, zastępująca otulinę betonową w łożyskach i przegubach żelbetowych w konstrukcjach o

rozpiętości podporowej większej niż 10 m,

c) jeżeli przekładka spełnia zadania warstwy wyrównującej ciśnienia lub reakcje w łożyskach stalowych.

W innych przypadkach wymiary przekładek można określać z warunków konstrukcyjnych.

**6.2.2. Określenie wymiarów przekładek spełniających zadania łożysk lub przegubów.** W przypadkach określonych w 6.2.1 a) należy przeprowadzać:

a) obliczenie minimalnej powierzchni płytki - wg wzoru

$$A = \frac{N}{20} \text{ cm}^2 \quad (6)$$

w którym:

$N$  - siła normalna działająca na płytkę, kG,  
20 - współczynnik liczbowy,  $\text{kG/cm}^2$ ,

b) zależność między szerokością i grubością płytki - wg wzoru

$$h = \frac{2a^2b}{N} \text{ cm} \quad (7)$$

w którym:

$h$  - grubość płytki, cm,  
 $a$  - długość boku równoległego do osi mostu, cm,  
 $b$  - długość boku płytki prostokątnego do osi mostu, cm,  
2 - współczynnik liczbowy,  $\text{kG/cm}^2$ .

W przypadku spełnienia obu zależności należy przyjmować położenie punktu działania wypadkowej ciśnienia w płytce w granicach rdzenia jej przekroju.

**6.2.3. Określenie wymiarów przekładek spełniających zadanie warstw wypełniających:**

a) grubość warstwy należy obliczyć z zależności

$$h = 10^3 d \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

w której:

$h$  - grubość warstwy,  
 $d$  - średnica prętów stalowych w przegubie,  
 $\alpha$  - maksymalny kąt obrotu w przegubie, w przęsłach kąt  $\alpha$  może być określany w przybliżeniu z zależności

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4y}{l} \quad (9)$$

przy czym:

$y$  - ugięcie maksymalne przęsła,  
 $l$  - rozpiętość przęsła;

b) szerokość płytki w kierunku działania przegubu należy obliczać z zależności:

$$a \leq \frac{(h + 5d)\sigma_z}{10^6 \operatorname{tg} \alpha} \quad (10)$$

w której:



$\sigma_z$  - naprężenie w stalowych prętach przegubu,  $\text{kG/cm}^2$ ,  
 $h, d$  i  $\alpha$  - jak w a).

W przypadku gdy  $\sigma_z$  wyrażone jest w  $\text{N/cm}^2$ , wzór (10) przyjmuje postać:

$$a \leq \frac{(h + 5d)\sigma_z}{9,81 \cdot 10^5 \text{tg} \alpha} \quad (10a)$$

6.2.4. Określenie wymiarów przekładek spełniających zadanie warstw wyrównujących ciśnienie. Grubość przekładki należy określać w cm z zależnością:

$$h \geq \frac{100}{\sigma} \quad (11)$$

w której:

$\sigma$  - średnie naprężenie pod płytą łożyska stalowego,  $\text{kG/cm}^2$   
 100 - współczynnik liczbowy,  $\text{kG/cm}$ .

W przypadku gdy  $\sigma$  wyrażone jest w  $\text{N/cm}^2$ , wzór (11) przyjmie postać:

$$h \geq \frac{981}{\sigma} \quad (11a)$$

6.3. Zasady konstruowania. Przekładki o wymiarach określanych konstrukcyjnie powinny składać się z co najmniej dwóch warstw papy sklejanego bitumem. W planie przekładka powinna pokrywać całą powierzchnię stykających się elementów.

## 7. PRZEKŁADKI OŁOWIANE

7.1. Materiały. Na przekładki wyrównawcze może być stosowany ołów technicznie czysty oraz stopy ołowiu z antymonem. Twardość w skali Brinella wg PN-57/H-04350 materiału stosowanego na przekładki powinna być mniejsza niż  $8 \text{ kG/cm}^2$  ( $78,45 \text{ N/cm}^2$ ).

Dla ołowiu technicznie czystego naprężenia minimalne powinny być większe od  $50 \text{ kG/cm}^2$  ( $490,33 \text{ N/cm}^2$ ), a naprężenia maksymalne mniejsze od  $100 \text{ kG/cm}^2$  ( $980,67 \text{ N/cm}^2$ ).

Dla stopów ołowiu z antymonem naprężenia minimalne powinny być większe od  $80 \text{ kG/cm}^2$  ( $784,53 \text{ N/cm}^2$ ), a naprężenia maksymalne - mniejsze od  $150 \text{ kG/cm}^2$  ( $1471,0 \text{ N/cm}^2$ ).

## 7.2. Zasady obliczania przekładek ołowianych

7.2.1. Powierzchnia obliczeniowa przekładek. Powierzchnię przekładek ołowianych należy określać z następujących zależności:

$$\frac{N_{\min}}{A} \geq \sigma_{\text{dop.min}} \quad (12)$$

$$\frac{N_{\max}}{A} \leq \sigma_{\text{dop.max}} \quad (13)$$

w których:

$N$  - siła normalna działająca na rozpatrywane łożysko,  $\text{kG}$ ,  
 $A$  - rzeczywista powierzchnia przekładki,  $\text{cm}^2$ .

Przy wymiarowaniu przekładek nie należy uwzględniać mimośrodowości działania obciążenia, jeżeli siła normalna  $N$  działa w granicach rdzenia przekładki. Jeżeli siła normalna znajduje się poza rdzeniem, to powierzchnię przekładki należy przyjmować jako iloczyn:

$$A = b \cdot c \quad (14)$$

w którym:

$b$  - szerokość płytki,  
 $c$  - odległość wypadkowej ciśnienia od najbliższej krawędzi płytki.

7.2.2. Grubość przekładek należy uzasadniać obliczeniowo jedynie w przypadkach, gdy płytka ma za zadanie wyrównać określone odkształcenia kątowe. Grubość  $h$  należy wówczas określać w mm z zależności:

$$h \geq 2a \text{tg} \alpha \quad (15)$$

w której:

$a$  - długość boku równoległego do płaszczyzny ugięcia,  
 $\alpha$  - przewidywany kąt jednorazowego obrotu.

## 7.3. Zasady konstruowania przekładek

7.3.1. Grubość. Przekładki stosowane jako warstwy wyrównawcze nie powinny być cieńsze niż 2 mm.

7.3.2. Zabezpieczenie przed korozją. Przekładki ołowiane nie powinny stykać się bezpośrednio z betonem, zaprawami cementowymi i wapiennymi. Od materiałów tych przekładki powinny być izolowane warstwami papy, bitumu lub cienkimi blachami stalowymi.

BG PW  
**BN. 003240**



40000000341595