

<b>BUDOWNICTWO KOMUNIKACJI LĄDOWEJ</b>	<b>NORMA BRANŻOWA</b>	<b>BN-69</b> <b>8935-03</b>
	<b>Drogi samochodowe</b> <b>Łożyska mostowe</b>	
	<b>Obliczenia statyczne i projektowanie</b>	
	Grupa katalogowa 0782	

## 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-82/B-02403 Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne
- PN-69/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne
- PN-58/B-03261 Betonowe i żelbetonowe konstrukcje mostowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-75/B-06250 Beton zwykły
- PN-79/B-27617 Papa asfaltowa (na tekturze)
- PN-78/H-04350 Próba twardości metali sposobem Brinella
- PN-72/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki
- PN-82/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia
- PN-77/S-10040 Żelbetowe i betonowe konstrukcje mostowe. Wymagania i badania
- BN-66/8935-01 Drogi samochodowe. Łożyska mostowe. Warunki techniczne wykonania i badania odbiorcze
- WP-DP 7 Wytoczne Projektowania Stalowych Mostów Drogowych. Ministerstwo Komunikacji. Wyd. OITiEB Warszawa 1963 r.
- WP-D, DP 30 Wytoczne 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:

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

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drogowej  
 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 przęśla były spełniane w sposób najwłaściwszy, łącznie, następujące warunki:

a) łożyska przesuwne powinny umożliwiać poziome przesunięcia punktów podparcia przęseł 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 przęśla 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 przęśla - 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/S-10030.

Elementy łożysk mostowych należy obliczać z uwzględnieniem najniekorzystniejszych zestawień działań 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 przęśla 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	$\text{kg/mm}^2$ $\text{N/mm}^2$	$\approx 38$ $\approx 3,73 \cdot 10^2$
2	Umowna granica plastyczności	$\text{kg/mm}^2$ $\text{N/mm}^2$	$\approx 24$ $\approx 2,36 \cdot 10^2$
3	Wytrzymałość $A_5$	%	$\approx 10$
4	Udarność w temperaturze od $+20$ do $-5^\circ\text{C}$	$\text{kg}\cdot\text{m/mm}^2$ $\text{J/mm}^2$	$\approx 3$ $\approx 29,42$
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

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

- współczynnik sprężystości postaciowej

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

- 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

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

- współczynnika sprężystości postaciowej

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

**3.1.3. Naprężenia dopuszczalne.** Przy wymiarowaniu elementów łożysk należy w stali i żeliwie przyjmować naprężenia dopuszczalne jako iloczyn granicy plastyczności  $R_e$  lub  $R_{0,2}$  (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	wyjăt- 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 wal- cowych w łożyskach styczn- nych wg Hertza	1,5	1,8	2,1
6	Docisk powierzchni wal- cowych w łożyskach jedno- i dwuwalkowych wg Hertza	2,3	2,5	2,7
7	Docisk powierzchni wal- cowych w łożyskach wielo- wałkowych wg Hertza	1,9	2,1	2,3
8	Docisk powierzchni kulis- tych w łożyskach styczn- nych wg Hertza	1,8	2,1	2,4
9	Docisk powierzchni ku- listych w łożyskach 1-, 2- i 3-kulowych wg Hertza	2,7	3,0	3,3
10	Docisk powierzchni kulistych w łożyskach wielowalkowych wg Hertza	2,3	2,6	2,9

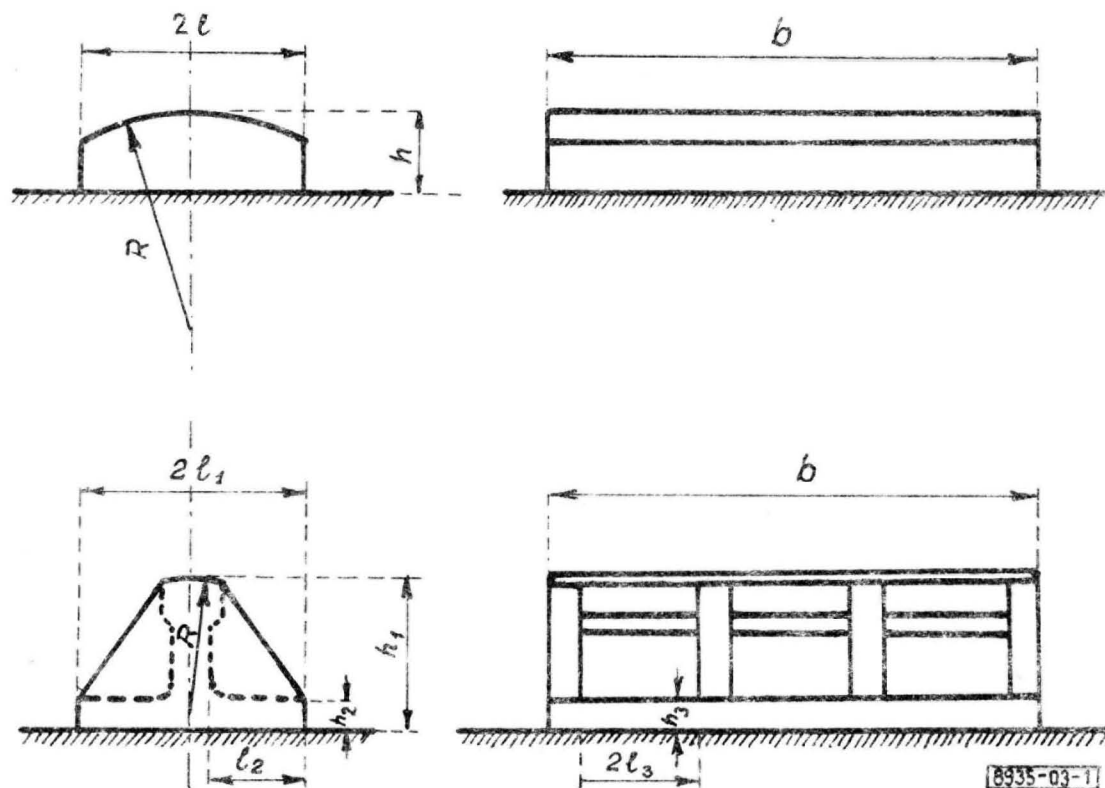
Przy obliczaniu sił wewnętrznych i naprężeń w poszczególnych elementach dopuszczalne jest pomi-  
nianie wpływu tarcia.

### 3.2.2. Płyty łożyskowe

**3.2.2.1. Oddziaływanie płyt łożyskowych na pod-  
łoże.** 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 podłożu 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 wał-  
ki i kule w łożyskach wielowalkowych i wielokulo-  
wych.** Płyty łożyskowe przekazujące reakcję sku-

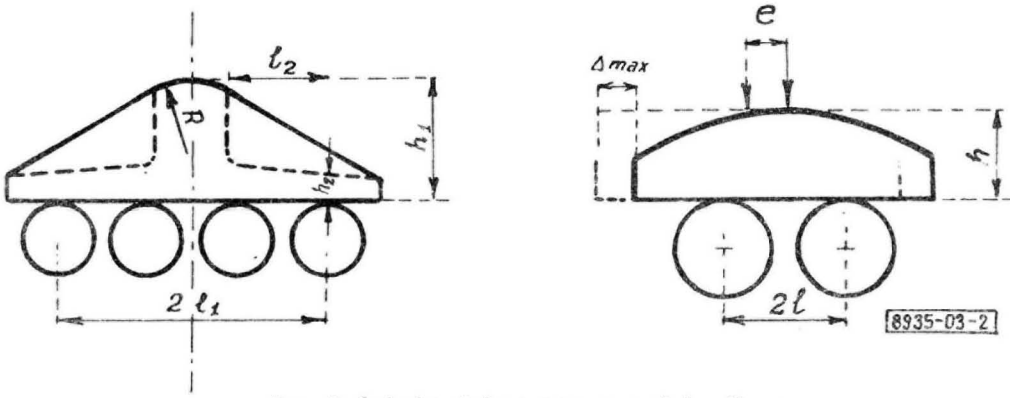


Rys. 1. Łożyska stalowe styczne przesuwne

### 3.2. Obliczenie i wymiarowanie elementów łożysk

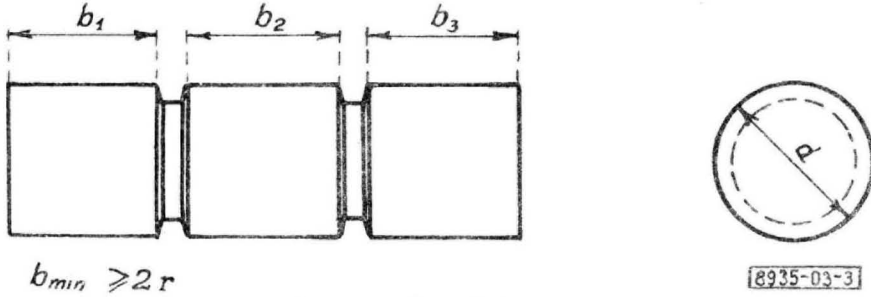
**3.2.1. Założenia teoretyczne.** Siły wewnętrzne i  
naprężenia w elementach łożysk stalowych, stalio-  
wych i żeliwnych należy obliczać przy przyjęciu  
założenia sprężystych odkształceń materiału łoż-  
yska.

pioną na więcej niż dwa wałki lub na więcej  
niż trzy kule należy traktować jako nieskończone  
sztywne, gdy  $l_n : h_n \leq 2$  ( $l_n$  i  $h_n$  - rys. 2). Jeże-  
li warunek ten nie jest zachowany, to oddziaływa-  
nie 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 uwzględnić (wspornik, belka wolnopodparta, belka utwierdzona itp.). Wymiary poszczególnych przekrojów płyt łożyskowych

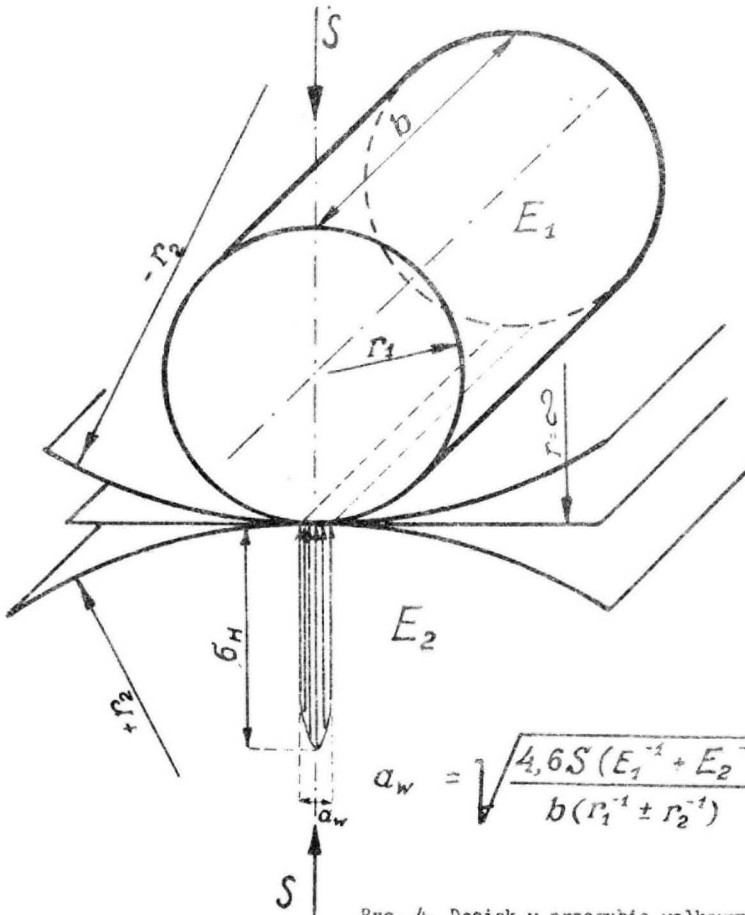


Rys. 3. Wałek łożyskowy

względnie mimośrodowo 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. 15).



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

S - siła ściskająca na szerokości b

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

8935-03-4

Rys. 4. Docisk w przegubie wałkowym

### 3.2.3. Wałki, kule łożyskowe i wahacze

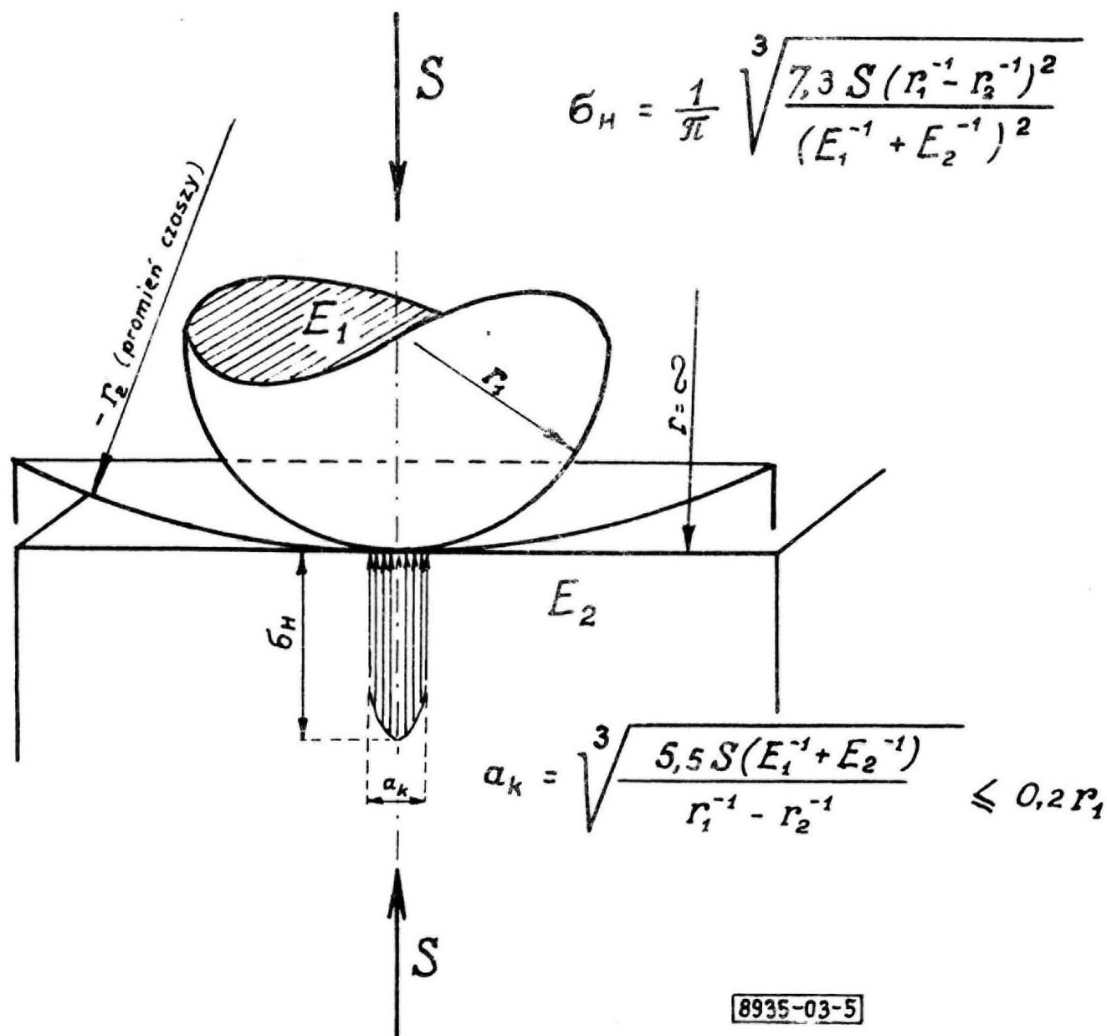
**3.2.3.1. Wymiarowanie wałków i kul.** Średnicę, długość i liczbę wałków albo średnicę i liczbę kul w łożyskach tocznych należy określać z warunku nieprzekroczenia naprężeń dopuszczalnych na liniach lub w punktach styku wałków albo kul z płytami łożyskowymi.

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.** Promień krzywizny powierzchni docisku (walcowych lub kulistych) w wahaczach należy określać z warunków podanych w 3.2.3.1.

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



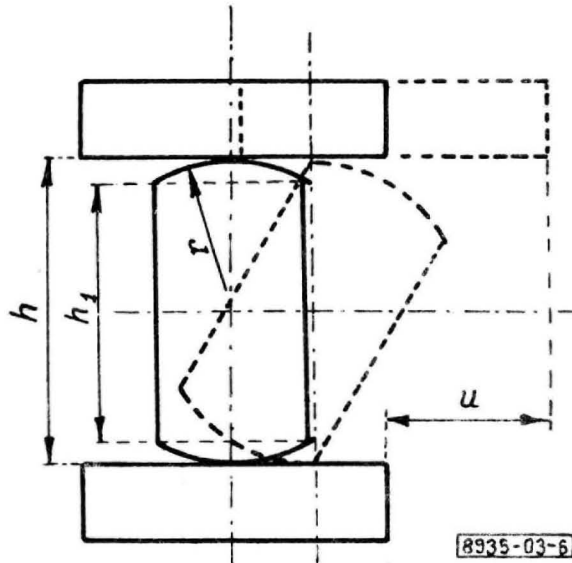
Rys. 5. Docisk w przegubie kulowym

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 ściskaniu i zginaniu, uwzględniając ukośne ustawienie wahacza w wyniku maksymalnych przewidywanych przesunięć punktów styku wahacza z płytami łożyskowymi oraz możliwość wybooczenia wahacza.

8935-03-5



Rys. 6. Wahacz

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

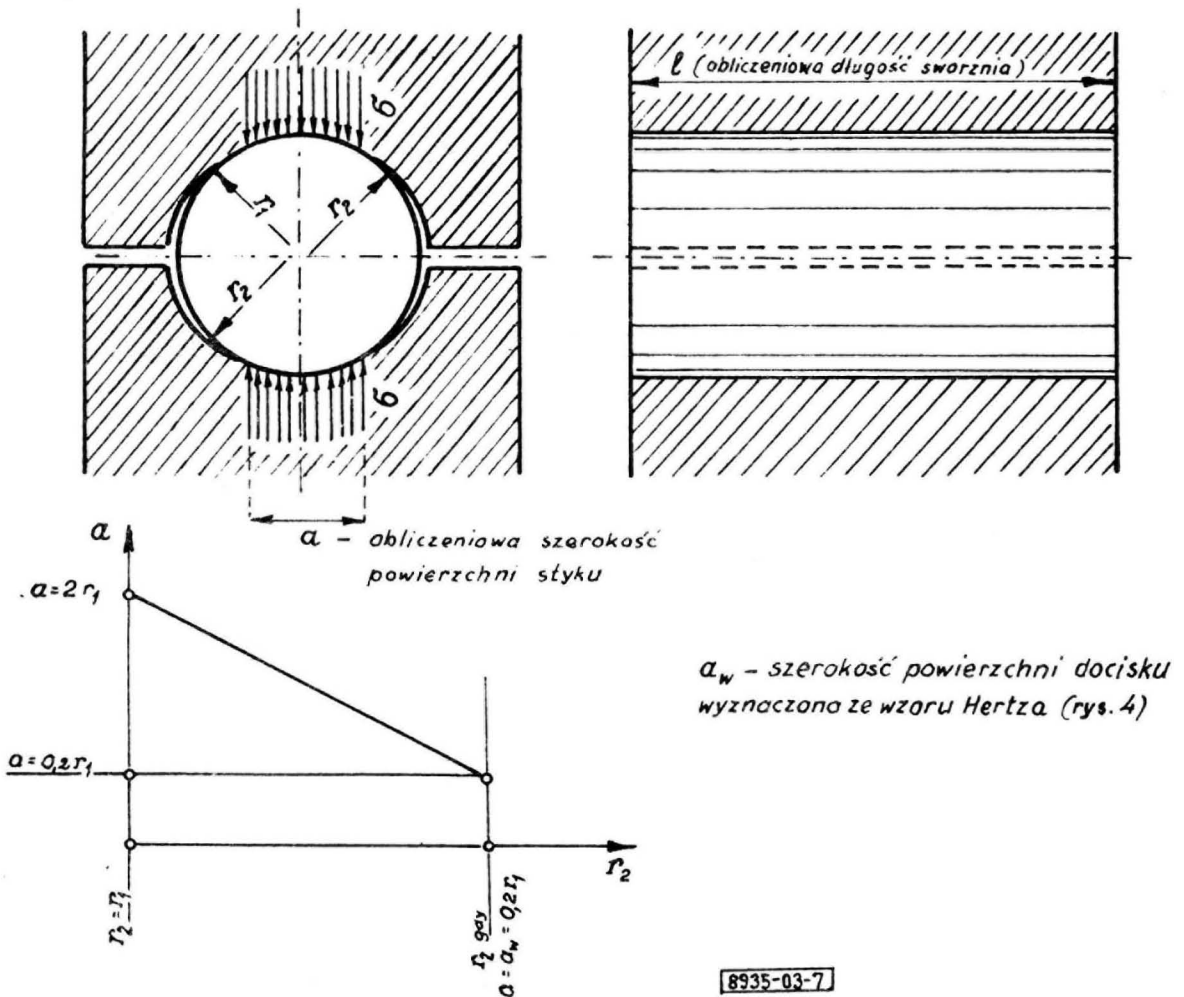
### 3.2.4. Sworznie

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.

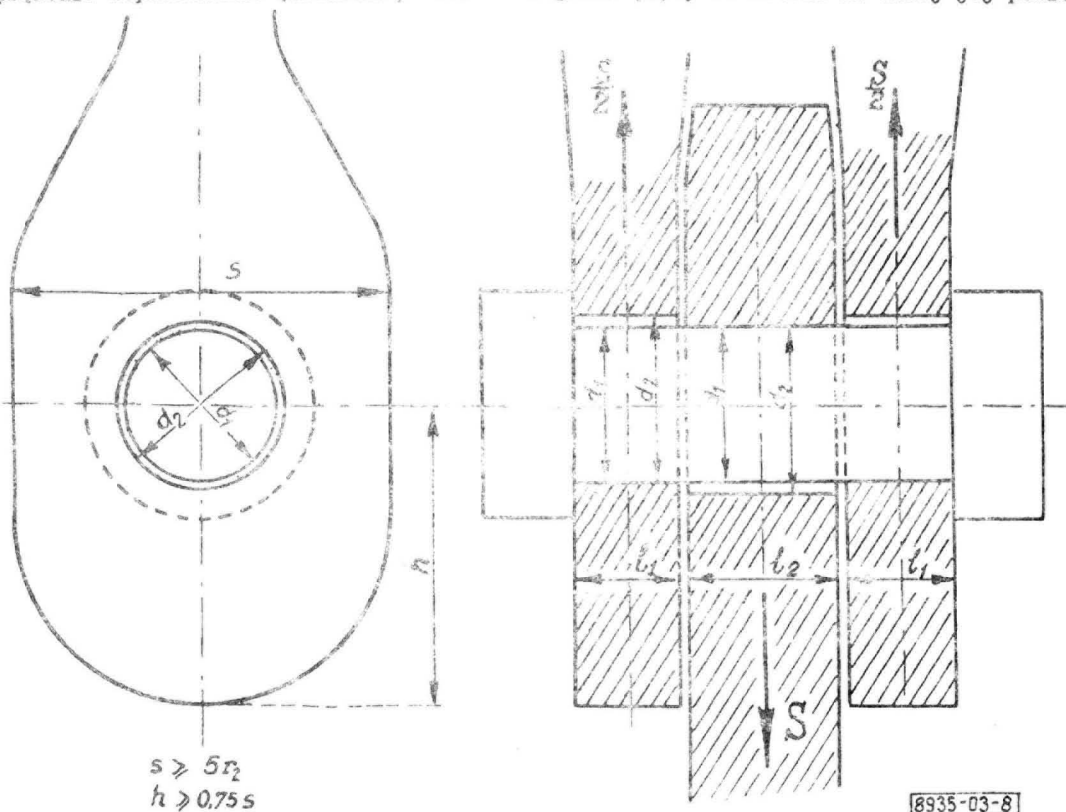


Rys. 7. Sworznie ściskany

8935-03-7

**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, ścis-

wijający 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. Sworzni ścinany

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 ściślejszych wymiarów. W łożyskach stalowych dopuszczalne jest łączenie elementów z części przez spawanie z tym zastrzeżeniem, że:

- elementy po zesparaniu powinny być normalizowane,
- spoiny nie powinny znajdować się na powierzchniach toczonech lub na powierzchniach działania docisków,
- kształt elementów powinien umożliwić obróbkę mechaniczną elementów po ich zesparaniu i wyżarzeniu.

#### 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 najprostszy, 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, czopów stabilizujących itp. uniemożliwiających nieprawidłowe 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 toczonech walcowych powinna umożliwić przesunięcia względne u górnej i dolnej płyty łożyskowej dwa razy większe niż odpowiednie przesunięcie obliczone w przekroju podporowym. Długość powierzchni toczonech w wahaczach o powierzchniach toczonech kulistych powinna umożliwić przesunięcia  $u$  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. 2.

Tablica 3

Lp.	Cechy	Jednostki	Wartości
1	Marka betonu w łożyskach żelbetowych - $R_{1w}$	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\geq 250$ $\geq 2452$
2	Marka betonu w łożyskach betonowych - $R_{1w}$	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\geq 300$ $\geq 2942$
3	Kruszywo łamane o uziarnieniu równomiernym	mm	0 ÷ 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-75/B-06250 i PN-77/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  $E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $20,6 \cdot 10^6 \text{ N/cm}^2$ ).

### 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	$0,25 R_{1w}$
2	Docisk maksymalny	$1,50 R_{1w}$
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:

- minimalnych naprężeń ściskających (wywołanych najmniejszą reakcją pionową),
- maksymalnych naprężeń ściskających (wywołanych największą reakcją pionową),
- naprężeń ścinających (wywołanych największą reakcją poziomą),
- 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 przegubu, naprężeni ścinających oraz elementów wzajemnego obrotu elementów połączonych przegubem.

Naprężenia normalne w zbrojeniu podłużnym przegubu należy obliczać przyjmując, że całkowita siła 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. Obliczenia słupków wahadłowych powinny obejmować:

a) określenie przekroju zbrojenia poprzecznego,  
b) 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.

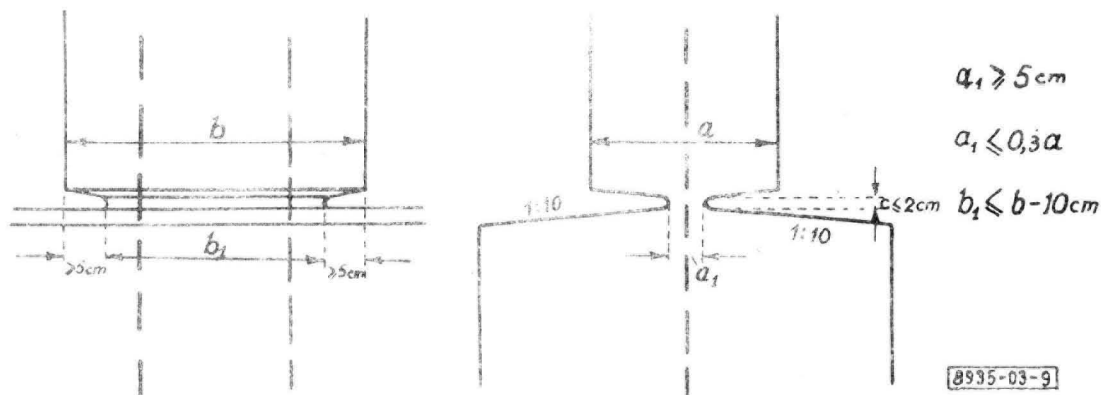
#### 4.5. Zasady konstruowania elementów łożysk

##### 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)  
 $a_1 \geq 5 \text{ cm}$  oraz  $a_1 \leq 0,3a$   
 b) długość przegubu

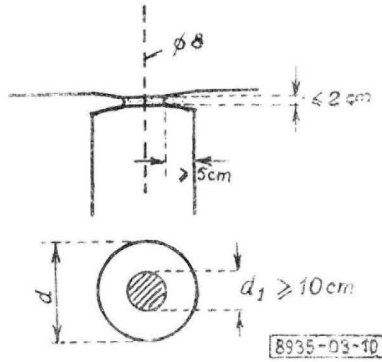


Rys. 9. Przegub betonowy jednokierunkowy

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)  
 $d_1 \geq 10 \text{ cm}$  oraz  $d_1 \leq d - 10 \text{ cm}$   
 d) wysokość przegubu  
 $c \leq 2,0 \text{ cm}$



Rys. 10. Przegub betonowy wielokierunkowy

4.5.1.3. Wymiary przegubów z żelbetu należy przyjmować:

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

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

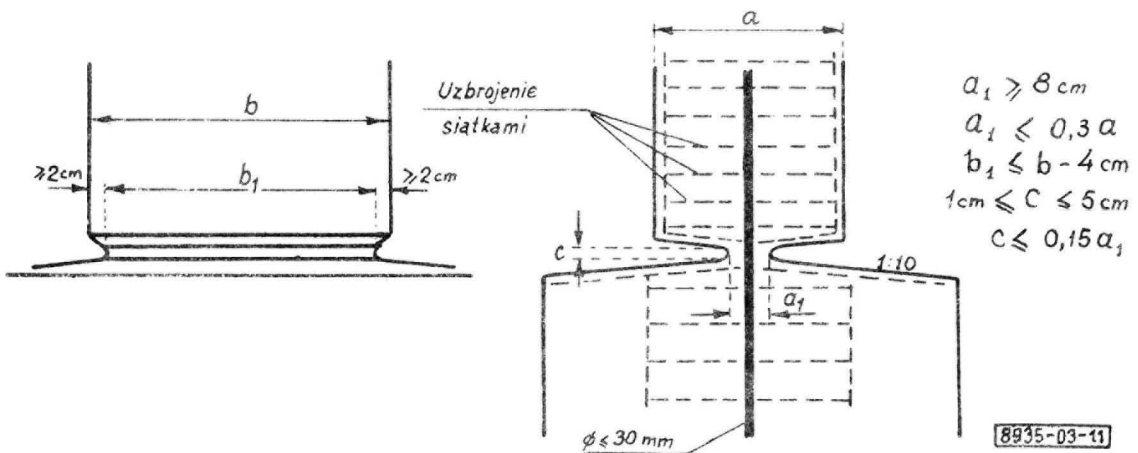
b) długość przegubu

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

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



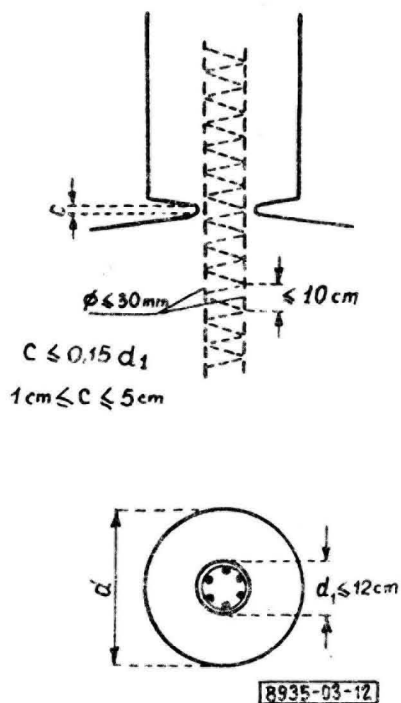
Rys. 11. Przegub żelbetowy jednokierunkowy

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).



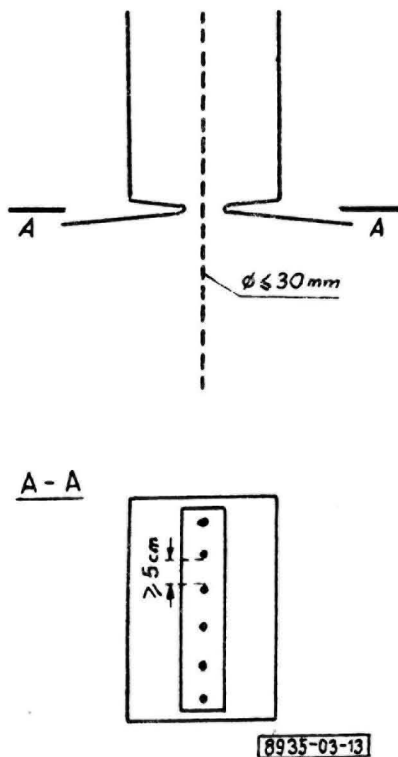
Rys. 12. Przegub żelbetowy wielokierunkowy

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 przecie przez przyczepność do be-

nie należy kończyć hakami.

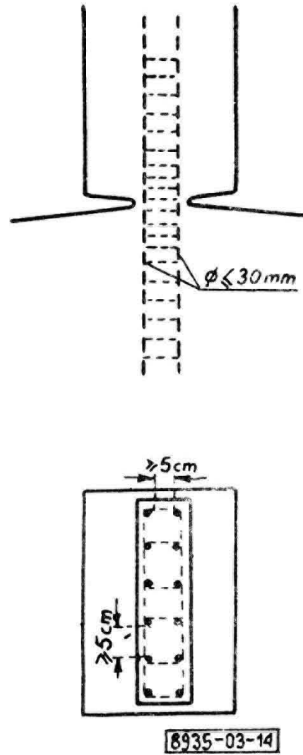
Strzemiona lub uzwojenie konstrukcyjne obejmujące pręty przegubu należy przyjmować na całej długości tych prętów; skok spirali uzwojenia nie powinien być większy niż 10 cm. Średnica strzemion



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.

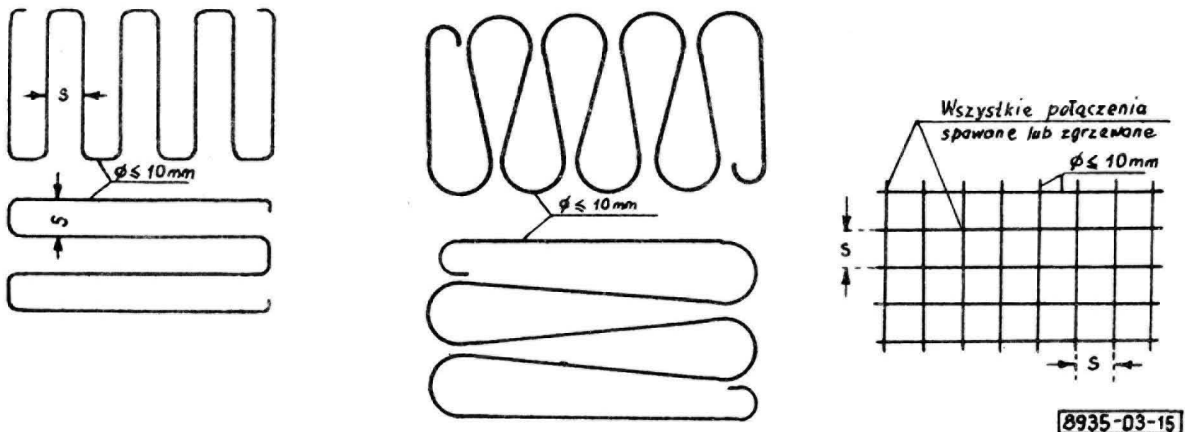
W przegubach z betonu dopuszczalne jest przeprowadzenie prętów wyznaczających geometryczną oś łożyska: w przegubie jednokierunkowym można zmieścić 2 pręty, w przegubie wielokierunkowym - tylko jeden pręt na osi łożyska. Średnica tych prętów nie powinna być większa niż 8 mm.

#### 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 szkielet. Zbrojenie poprzeczne należy projektować w postaci układanych parami siatek ortogonalnych z wygiętych prętów, siatek spawanych, zgrzewanych lub strzemion 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 strzemion ułożone równolegle do mniejszego wymiaru przegubu, o łącznym przekroju  $A_z$  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  $A_z$  - przy stosunku wymiarów przegubu

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

b) równy  $\frac{1}{3} A_z$  - 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  $A_z$  i  $\frac{1}{3} A_z$ . 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

produkujące łożyska i podawane w atestach i katalogach.

Tablica 6

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

$E_z$  - 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 wg PN-72/H-84020.

### 5.2. Naprężenia dopuszczalne w łożyskach

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

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

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 mimośrodkowym	$\text{kg/cm}^2$ $\text{N/cm}^2$	$\sigma_{\text{dop}} = 125$ $\sigma_{\text{dop}} = 1225,8$
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 uwzględniać 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

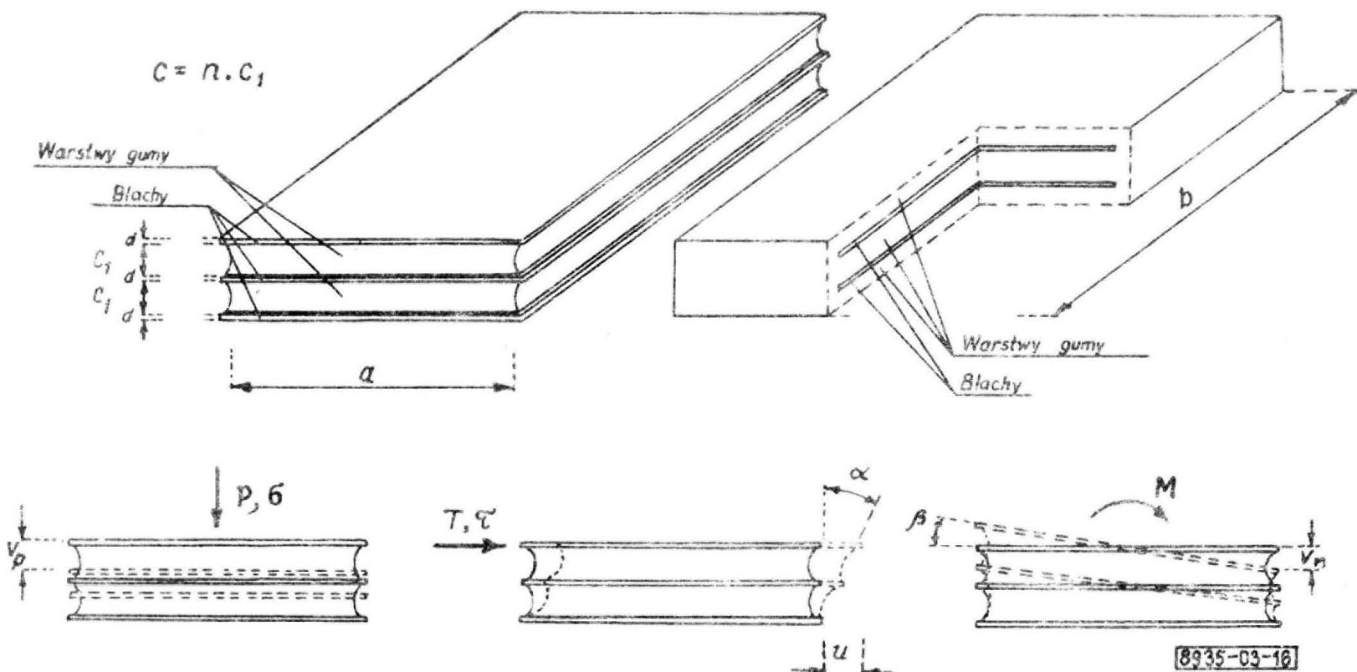
$$H = \text{tg} \alpha \cdot a \cdot b \cdot G \quad (1)$$

w którym:

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

$G$  - współczynnik wg tabl. 6, przy czym w przypadku usytuowania mostu w V strefie klimatycznej wg PN-74/B-02403 należy uwzględniać 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 przesuwym. 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 nieprzesuwym. Łączną grubość  $c$  warstw gumy należy wyznaczyć z warunku:

$$\epsilon g \beta \leq \frac{2Pc}{Ea^2b} \quad (2)$$

w którym:

$P$  - wartość obciążenia osiowego,

$E$  - współczynnik sprężystości gumy w łożysku 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. Odkształcenia pionowe łożysk. Odkształcenia 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 w łożysku wg tabl. 6,

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

lub ze wzorów ścisłych.

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

Odkształcenia  $V_M$  na krawędziach łożysk, powstające na skutek ugięć przęseł, obciążone 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

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

w którym:

$V_M$  - odkształcenie wskutek ugięcia przęśla,

$E$  - współczynnik sprężystości gumy w łożysku 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 × 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 × 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 źródła 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.

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-79/B-27617. Zalecane jest również stosowanie materiałów o wyższej jakości, jak filce impregnowane, juta, tkaniny impregnowane.

Bitumy używane do sklejanía 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:

$$a \leq \frac{(h + 5d) \sigma_z}{9,81 \cdot 10^6 \text{tg} \alpha} \quad (10a)$$

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

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

w której:

$\sigma$  - średnie naprężenie pod płytą kołyska stalowego,  $\text{kg/cm}^2$

100 - współczynnik liczbowy,  $\text{kg/cm}^2$ .

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 sklejanej 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-78/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 kołysko,  $\text{kg}$ ,

$A$  - 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  $\text{mm}$  z zależności:

$$h \geq 2atg \alpha \quad (15)$$

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  $2 \text{ mm}$ .

**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.

K O N I E C

## INFORMACJE DODATKOWE

Wydanie 5 - stan aktualny: październik 1984 - uaktualniono normy związane.