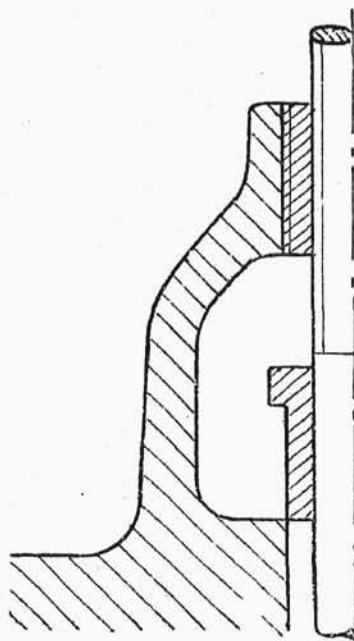
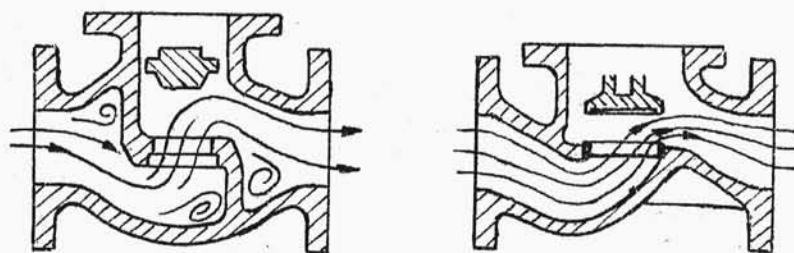


wane, nie posiadające gwałtownych załamania, wskutek czego unikamy wirów. Rys.220 przedstawia porównanie przepływu w tych dwóch rodzajach kadłubów. Jeszcze mniejsze opory przepływu stawia korpus z rys.221, w którym wrzeciono i grzybek ustawione są pod kątem 45° względem osi zaworu.



rys.219.

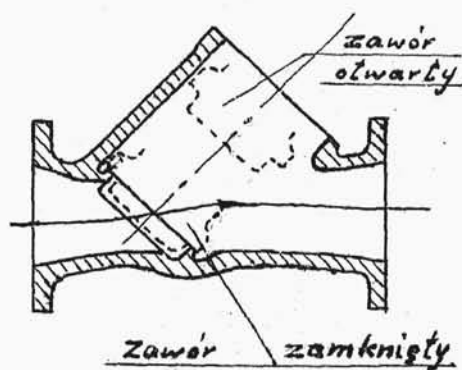


rys.220.

§3. Obliczenie wytrzymałościowe zaworów.

Wrzeciono pracuje rozmaicie przy ciś-

nieniu działającym pod i na grzybek. Przy ciśnieniu na grzybek, przy zaworze zamkniętym wrzeciono



rys.221

wywiera tylko bardzo niewielki nacisk na talerz. Największa siła działa na wrzeciono przy otwieraniu zaworu. Wrzeciono jest rozciągane przez siły:

$$P = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \cdot p \quad /233/$$

p - ciśnienie robocze

D_1 - zewnętrzna średnica grzybka /rys.204/

Przy ciśnieniu pod grzybek wrzeciono ściskane jest siłą P_N /wzór 232-b/

$$P_N = \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2 \cdot p + \pi \cdot D_s \cdot b \cdot p_s \quad /234/$$

Musimy sprawdzić wrzeciono na wyboczenie, jako zamocowane przegubowo w grzybku i w nakrętce /drugi wypadek wyboczenia/. Spółczynnik bezpieczeństwa przyjmujemy równy 6, dość mały, ponieważ mamy zabezpieczenie w dławiku, którego nie uwzględniamy. Poza tym wrzeciono jest skręcane momentem tarcia na dnie gniazda w grzybku i w dławiku; momenty te są niewielkie.

Wrzeciono w części swej między nakrętką i kółkiem

ręcznym jest skręcane momentem M_s .

$$M_s = P_k \cdot \frac{d_s}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \vartheta') \quad /235/$$

d_s - średnica średnia gwintu

α - kąt pochylenia gwintu, mierzony na średnicy

ϑ' - pozorny kąt tarcia.

Oznaczam

D_k - średnica kółka ręcznego w cm

P_k - siła na obwodzie tego kółka w kg

Z praktyki przyjmujemy

$$P_k \approx D_k$$

stąd otrzymujemy orientacyjny wzór na średnicę kółka ręcznego:

$$D_k = \sqrt{2 \cdot M_s} \quad /236/$$

M_s - w kgcm.

K a d ł u b . Liczymy jako naczynie zamknięte, w kształcie elipsoidy obciążone wewnętrznym ciśnieniem nominalnym p_n /rys.222/. Największe naprężenie wystąpi w przekroju osiowym w miejscu, gdzie promień krzywizny R jest największy. Przyjmujemy, iż na przekrój F ściany działa siła $S \cdot p_n$;

$$F \cdot k_j \geq S \cdot p_n \quad /237/$$

Powierzchnia S równa się różnicy powierzchni wycinka

kołowego o promieniu R i kącie φ , oraz powierzchni trójkąta równoramiennego o wysokości $R-r$ i o tym samym kącie wierzchołkowym φ :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot R^2 - \frac{1}{2} (R-r) \cdot 2 \cdot (R-r) \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} =$$

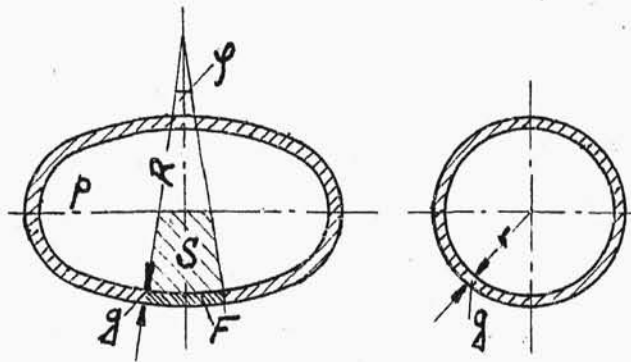
$$\approx \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot R^2 - (R-r)^2 \cdot \frac{\varphi}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot (2 \cdot R \cdot r - r^2) =$$

$$= R \cdot r \cdot \varphi \cdot \left(1 - \frac{r}{2R}\right)$$

/238/

We wzorze powyższym zastąpiono $\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$ przez kąt $\frac{\varphi}{2}$, ponieważ kąt $\frac{\varphi}{2}$ jest bardzo mały.



rys.222.

Przekrój rozciągany

$$F = R \cdot \varphi \cdot g$$

/239/

a podstawiony w równanie /237/

$$R \cdot \varphi \cdot g \cdot k_{ij} \geq R \cdot r \cdot \varphi \cdot p_n \cdot \left(1 - \frac{r}{2R}\right)$$

$$g \geq \frac{p_n \cdot r}{k_{ij}} \cdot \left(1 - \frac{r}{2R}\right) + c$$

/240/

$c \approx 0,4 \text{ cm}$ dla żeliwa i staliwa

Grzybek liczymy w sposób przybliżony jako zginany wzdłuż osi symetrii. Rozpatrujemy siły, działające na połowę talerza /rys. 223/. Wypadkowa ciśnienia leży w środku ciężkości powierzchni półkola, w punkcie odległym o $\frac{2 \cdot d_s}{3 \cdot \pi}$ od osi symetrii. Wypadkowa reakcji gniazda leży w środku ciężkości półokręgu koła, w punkcie odległym o $\frac{d_s}{\pi}$ od osi symetrii. Siły te dają moment względem osi

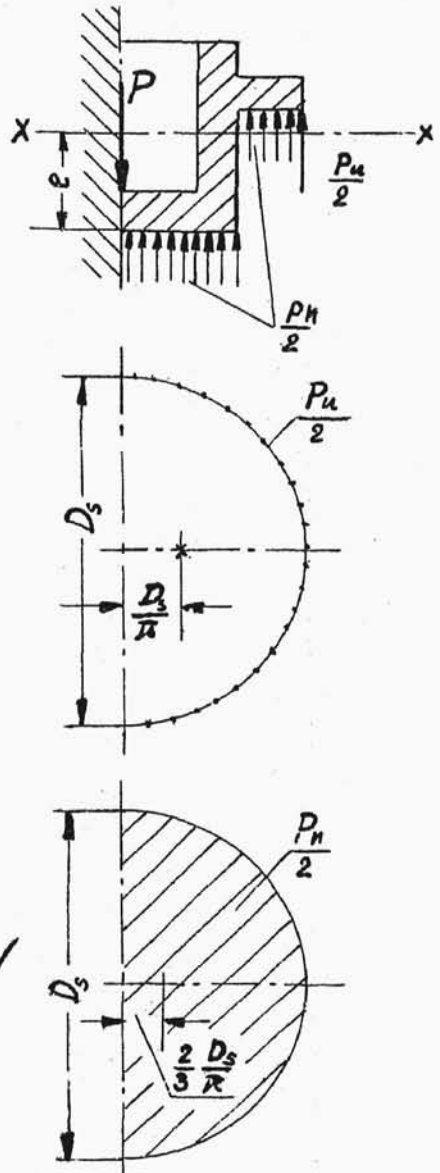
$$M_g = \frac{P_n}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{D_s}{\pi} + \frac{P_o}{2} \cdot \frac{D_s}{\pi} = \frac{D_s}{6 \cdot \pi} (2P_n + 3P_o) / 241 /$$

P_n - jest naciskiem działającym na powierzchnię grzybka

$$P_n = \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2 \cdot p_n \quad \text{kg}$$

P_o - jest siłą uszczelniającą

$$P_o = \pi \cdot D_s \cdot b \cdot p_o$$



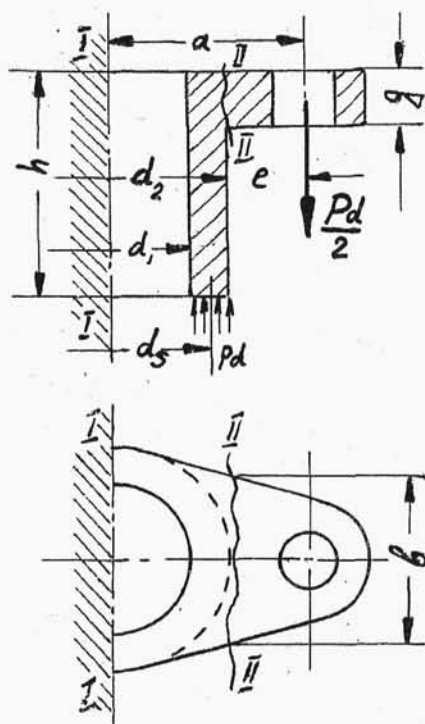
rys. 223.

$$M_g \leq W \cdot k_{gj} = \frac{J}{e} \cdot k_{gj} \quad /242/$$

J - moment bezwładności przekroju względem osi XX przesuniętej przez jego środek ciężkości - w cm^4

e - odległość skrajnego włókna od środka ciężkości przekroju.

D ł a w i k liczymy jako zginany w przekroju I i



rys. 224.

II /rys. 224/ siłą $\frac{P_d}{2}$ rozmieszczoną równomier-
nie na dolnej powierzchni
dławika i przenoszącą przez
śrubę

$$P_d = \frac{\pi}{4} \cdot (d_2^2 - d_1^2) \cdot p_d$$

Przyjmujemy ciśnienie dła-
wienia

$$p_d \approx 3 \cdot p_n$$

W przekroju I:

$$M_{gI} = \frac{P_d}{2} \cdot a - \frac{P_d}{2} \cdot \frac{d_2}{\pi} \quad /243-a/$$

$$M_{gI} \leq W_I \cdot k_{gj} \quad /243-b/$$

$$W_I = \frac{1}{6} \cdot (d_2 - d_1) \cdot h^2 \quad /243-c/$$

W przekroju II:

$$M_{gII} = \frac{P_d}{2} \cdot e \leq W_{II} \cdot k_{gj} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot g^2 \cdot k_{gj} \quad /244/$$

We wszystkich obliczeniach wytrzymałościowych zaworów, mających zupełnie określone przeznaczenie, przyjmując możemy ciśnienie robocze p_r - zamiast ciśnienia nominalnego p_n , jeżeli uszkodzenie obliczonej części nie zagraża bezpieczeństwu obsługi; możemy więc tak uczynić np. przy obliczaniu wytrzymałości wrzeciona i grzybka, nie należy tego czynić przy obliczaniu dławika.

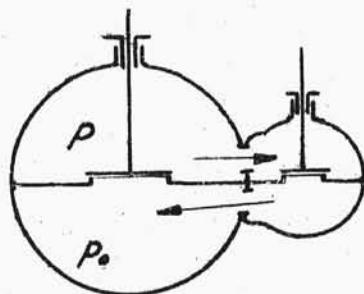
§4. T y p y z a w o r ó w.

Dwa są sposoby odciążania zaworów:

a/ przez dodatkowy zawór boczny uruchamiany niezależnie od zaworu głównego /rys.225/;

b/ przez dodatkowy grzybek współosiowy /rys.226/; działanie tego odciążenia jest automatyczne.

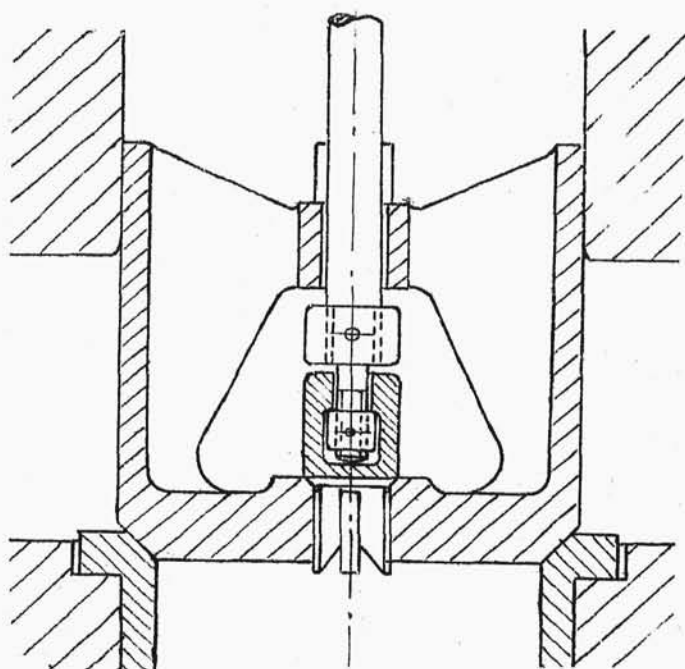
Używane są także zawory, w których kierunek przepływu zmienia się o 90° , t.zw. z a w o r y k ą t o w e /rys.227/.



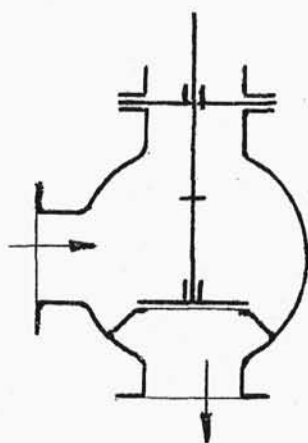
W zaworze t r ó j - d r o g o w y m /rys.228/

rys.225.

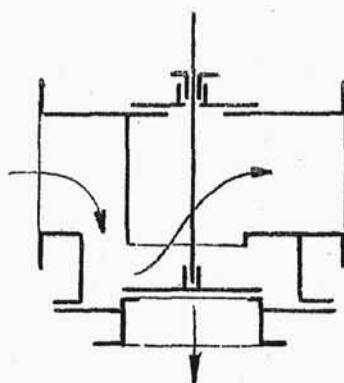
przepływ z przewodów wlotowych kierowany jest naprzemiennie do jednego lub drugiego przewodu wylotowego.



rys.226.



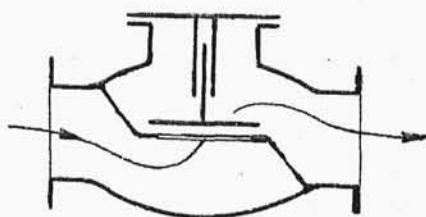
rys.227.



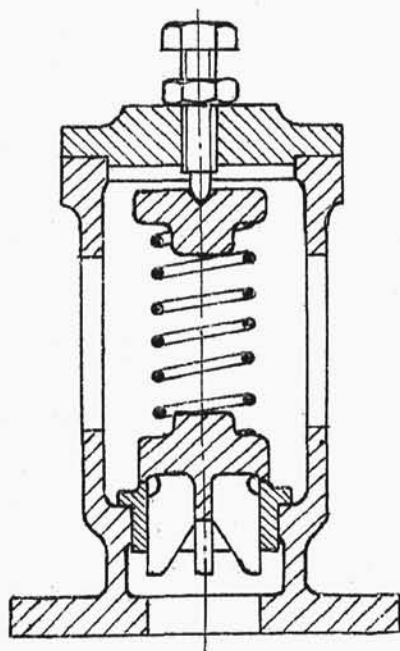
rys.228.

Schemat najprostszej konstrukcji zaworu z w r o-
t n e g o pokazuje rys.229.

Rys.230 pokazuje prosty
i często stosowany zawór
b e z p i e c z e ń s t w a
t.zw. o m a ł y m s k o-
k u. Wadą tego typu zaworów
jest to, że się bardzo ma-
ło podnoszą i wykazują skłon-
ność do drgań. Powodem jest
to, że z chwilą otwarcia się
zaworu ciśnienie pod grzyb-
kiem natychmiast maleje i
grzybek opada na gniazdo. Te
uderzenia niszczą szybko gniaz-
do. Bardziej chronią przed nie-
bezpieczeństwem t.zw.zawory o
p e ł n y m s k o k u/rys.231/
W nich, z chwilą otwarcia zaworu



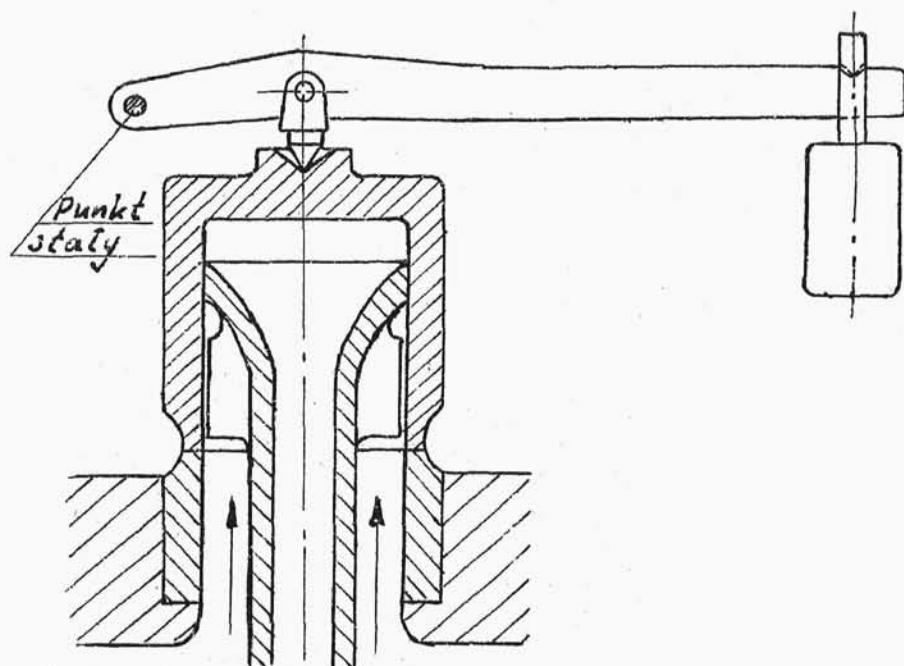
rys.229.



rys.230.

ciśnienie w przewodzie głównym spada, ale w przewo-
dzie środkowym, mającym ujście w głębi kotła, a więc i
pod grzybkiem, pozostaje takie same, jak w kotle. W

ten sposób zawór pozostaje przez czas dłuższy otwarty, pozwalając na skuteczny odpływ nadmiaru pary.



rys.231.

Zawory bezpieczeństwa mogą być:

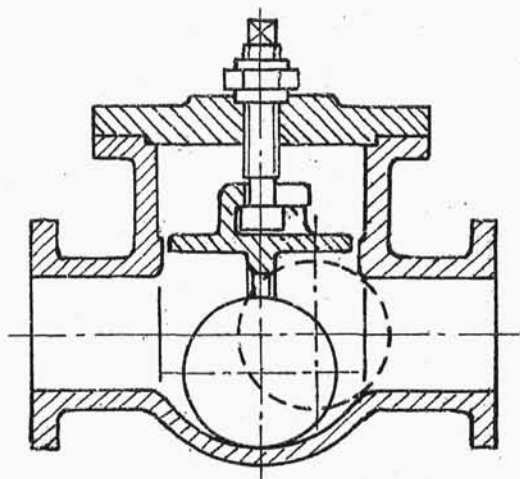
a/ z upływem swobodnym, kiedy czynnik wypływający z zaworu wypuszczamy bezpośrednio w atmosferę

b/ z upływem ujętym, kiedy czynnik wypływający z zaworu odprowadzamy przewodami, co jest np. konieczne, jeżeli czynnikiem jest ciecz. Zawór obciążony ciężarem jest pewniejszy w działaniu od zawo-

ru obciążonego sprężyną, ale nie może być stosowany w kotłach poruszających się np. w parowozach.

W zaworze zabezpieczającym przed nadmierną szybkością przepływu /rys.232/ wykorzystujemy wzrost szybkości przepływu, np.

w razie pęknięcia przewodu i, w związku z tym, dużą różnicę ciśnień przed i za zaworem. Porwana prądem kula przesuwana się w kierunku przepływu i zatyka przewód. Widoczna na rysunku zasada działa jako

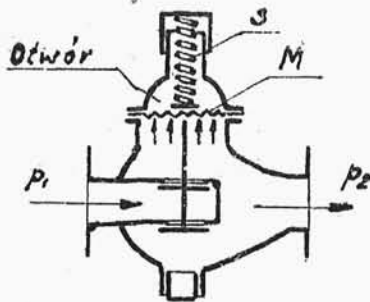


rys.232.

element dławiący, zwiększając tym sposobem różnicę ciśnień, przesuwającą kulę i regulując szybkość, przy której następuje samoczynne zamknięcie przewodu.

Zawory odpowietrzające lub odwadniające są to samoczynnie otwierane i zamykane zawory umieszczone w najwyższych /odpowietrzający/, w najniższych /odwadniający/ punktach przewodu, t.j. tam, gdzie mogłyby się gromadzić niepożądane powietrze lub woda.

Grzybek zaworu redukcyjnego /dław-
w i ą c e g o/ /rys.233/sterowany jest przez prze-



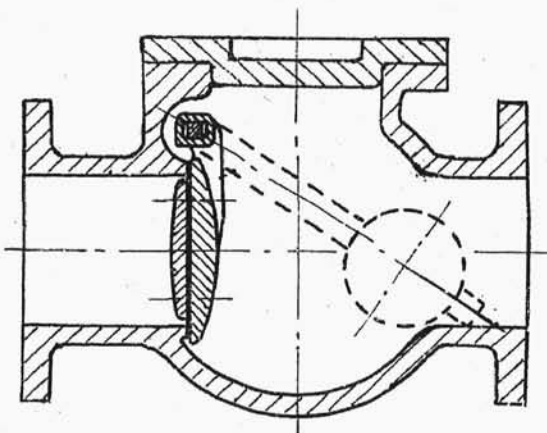
rys.233.

p o n ę / m e m b r a n ę / M
i sprężynę S . Na przeponie
równowazą się siły: ciśnie-
nia zdławionego p_2 i sprężyny.
W razie spadku ciśnienia zdła-
wionego przeważa sprężyna i

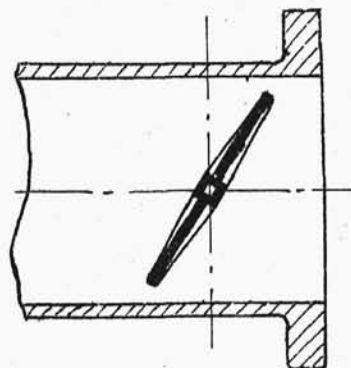
opuszcza grzybek w dół, zmniejszając dławienie;

w razie wzrostu - przeważa ciśnienie
i podnosi grzybek, powodując silniejsze dławienie.

Jako elementy proste konstrukcyjnie stosowane są
względnie często zawory k l a p o w e /rys.234/ i m o-
t y l k o w e /rys.235/. Wadą ich jest niemożność moc-
nego i szczelnego zamknięcia.



rys.234.



rys.235.

§5. Z a s u w y .

Elementem zamykającym zasuwę /rys.236/ jest p ł y-
t a o klinowych powierzchniach uszczelniających. Pierw-
szorzędną zaletę jest bardzo mały opór przepływu przy
całkowitym otwarciu. Opory przepływu przez zawieradła o-
kreślamy przez porównanie go z oporami, jakie przepływ na-
tyka w gładkich przewodach rurowych o tej samej śred-
nicy wewnętrznej; otóż w zasuwie o średnicy nominalnej
300 mm opór ten równy jest oporowi rurociągu o tej sa-
mej średnicy i długości zaledwie paru metrów, podczas
gdy opór zwykłego zaworu o tej samej średnicy nominal-
nej odpowiada oporowi rurociągu o długości ponad 100m.
Drugą zaletą zasuwy jest mała długość.

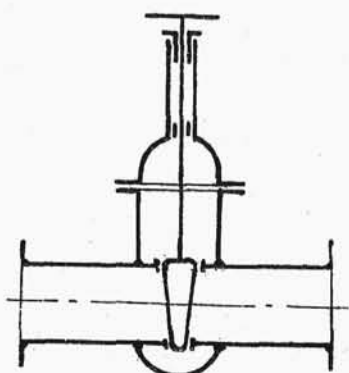
Do wad zasuwy zaliczyć należy: znacząco wysoką, dłu-
ższy czas otwierania /większy skok/, duże opory
tarcia przy otwieraniu i zamykaniu, możliwość zaklesz-
czeń, trudniejsze warunki naprawy.

Zbieżność płyty zamykającej przyjmujemy 1:5 ÷ 1:8.

Możliwość zakleszczenia łopaty klinowej wywołała
szereg konstrukcji o powierzchniach uszczelniających
równoległych, przy czym najczęściej ciśnienie wewnętrz-
ne, panujące w przewodzie wykorzystane jest dla docię-

nięcia powierzchni uszczelniających, a niewielki dodatkowy nacisk daje wrzeciono lub sprężyna.

Ze względu na duże opory tarcia przy otwieraniu

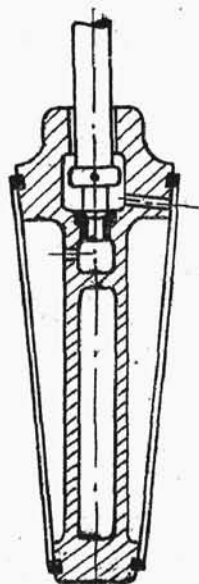


rys.236.

i zamykaniu większe zasuwę buduje się z urządzeniem o d c i ą ż a j ą c y m /rys. 237/.

Kadłub zasuwę obliczamy obliczamy wytrzymałościowo jako rurę eliptyczną lub prostokątną.

W rurze eliptycznej /rys.238/ przekrojem niebez-



rys.237.

piecznym jest przekrój wzdłużny, odpowiadający dłuższej osi elipsy. Zarówno momenty zginające jak i siły rozrywające będą tam większe: $M_{ga} > M_{gb}$

$P_a > P_b$. Zauważamy, iż zachodzi odmienny rozkład naprężeń rozciągających i ściskających, wywołanych zginaniem w punktach A i B przekroju osiowego rury.

Rozpatrujemy część rury o długość

ci 1 cm.

$$P_a = p_n \cdot a$$

$$M_{ga} = \frac{1}{6} \cdot p_n \cdot a^2 \cdot \left(2,2 - 1,4 \cdot \frac{b}{a} - 0,8 \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \quad /245/$$

Największe naprężenie wystąpi na wewnętrznej stronie ściany.

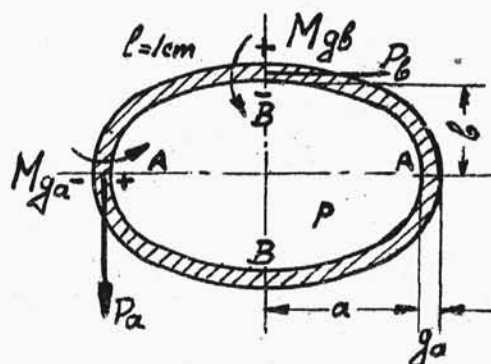
$$\sigma_{max} = \frac{P_a}{g_a \cdot 1} + \frac{M_{ga}}{\frac{1}{6} \cdot g_a^2 \cdot 1} = \frac{p_n \cdot a}{g_a} \left[1 + \frac{a}{g_a} \cdot \left(2,2 - 1,4 \cdot \frac{b}{a} - 0,8 \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \right] \leq k_{rj} /246/$$

$$g = g_a + c \quad /247/$$

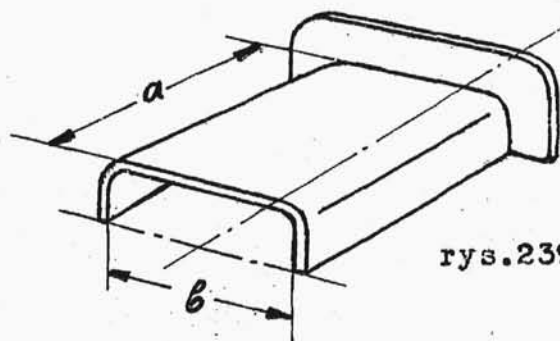
$$c \approx 0,1 \text{ cm}$$

Dla dużych wielkości g_a można wartość c zmniejszyć lub w ogóle pominąć.

Przy liczeniu rury prostokątnej /rys.239/ posługujemy się wzorem, który był podany dla obliczeń płyt prostokątnych, przy omawianiu nitowań szczelnych.



rys.238.



rys.239.

$$g = b \cdot \sqrt{\frac{\eta \cdot p_n}{k_r}} + c$$

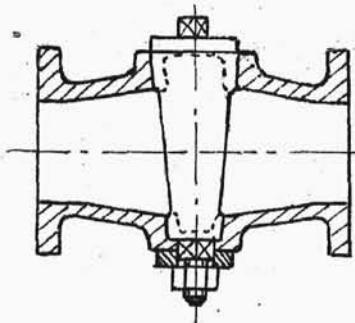
w którym współczynnik η zależy od stosunku długości boków płyty b i a , oraz od sposobów jej podparcia.

Znamy wartości η_1 dla płyty swobodnie podpartej i η_2 dla płyty zamocowanej na obrzeżu. Ponieważ mamy do czynienia z wypadkiem pośrednim, przyjmujemy wartość

$$\eta \approx \frac{1}{2} \cdot (\eta_1 + \eta_2)$$

§6. Zawory kurkowe.

/Rys.240/. Zawory te zamyka się przez obrót kur-



ka. Stosunek wysokości do szerokości otworu przelotowego w kurku wynosi zwykle:

$$\frac{h}{b} = a = 1,8 \div 2,5 \quad /248/$$

i pamiętając, że

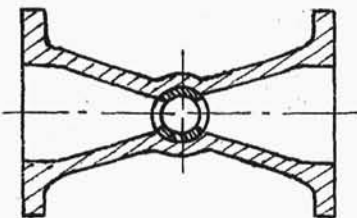
$$\frac{d^2 \pi}{4} = b \cdot h = a \cdot b^2$$

otrzymamy

$$b = d \cdot \sqrt{\frac{\pi}{4 \cdot a}} \quad /249/$$

Zbieżność przyjmuje się

1:4 ÷ 1:7.



rys.240.

§7. M a t e r i a ł y .

1. K a d ł u b y wykonywujemy z ż e l i w a maszynowego jakości pospolitej / Żm / lub normalnej / Żm18 / dla ciśnienia $p_n \leq 10 \text{ atn}$ i dla $D_{nom} \leq 150 \text{ mm}$ oraz $t < 185^\circ$ w wypadku pary nasyconej.

M o s i ą d z i b r ą z lany stosuje się dla temperatury niższej od 220° w małych zaworach. Większe zawory jedynie dla celów specjalnych z brązów kwasoodpornych.

S t a l i w o jakości pospolitej lub normalnej /035L/ - używane jest bez ograniczeń dla wysokich ciśnień i temperatur.

S t a l kuta przy najwyższym ciśnieniu i temperaturach, stosowanych w wypadkach wyjątkowych.

2. G r z y b k i i p ł y t y zasuw, o ile są zaopatrzone w pierścienie uszczelniające, wykonywa się z tych samych materiałów, co kadłuby, w przeciwnym wypadku - z tych samych, co pierścienie uszczelniające.

3. P i e r ś c i e n i e u s z c z e l n i a j ą c e dla przewodów wodnych i małych ciśnień wykonywane są z materiałów miękkich: gumy, skóry, fibry. Dla średnich ciśnień o przewodach gazowych lub powietrznych

stosujemy żeliwo. Dla przewodów wodnych przy średnich ciśnieniach używa się brąz /np. Br4 - lany [88% Cu, 10% Sn, 2% Zn - CuSn10Zn2-L] o wytrzymałości na rozciąganie $R_r \geq 2000 \text{ kg/cm}^2$ i wydłużenie $A_5 \geq 8\%$, oraz twardości Brinella $H \geq 60 \text{ kg/mm}^2$. Dla pary przegrzanej stosuje się stopy niklu /np. stop Monell a/.

4. W r z e c i o n a wykonujemy najczęściej ze stali O35 rzadziej O45. Tam, gdzie zachodzi obawa korozji /woda, para/ dajemy brąz /np. Br5-kuty / ale także i stal. W wypadkach szczególnych stal nierdzewna.

5. U s z c z e l n i e n i e d ł a w i k a .

Dla wody, gazu, powietrza i pary nasyconej-sznur konopny, bawełniany, azbestowy - nasycony łożem lub grafitem; dla wody i powietrza również stosuje się dla uszczelnienia krążki lub kołnierze skórzane. Dla gazu i pary o wysokim ciśnieniu lub pary przegrzanej uszczelnienia metalowe w postaci powierzchni dotartych, kołnierzy samodoszczelniających, pierścieni rozprężnych /labiryntowych/.

