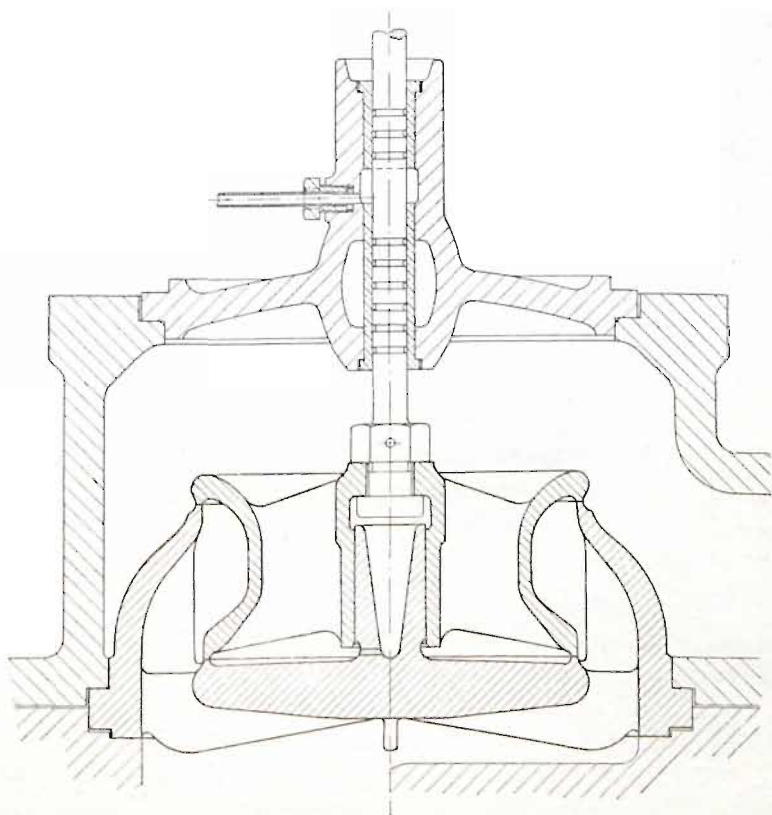


zaworowej, to wówczas najlepiej wykonać pierścienie ze stali niklowej z wytoczonymi w nich siódlami (patrz rys. 136). Pierścienie te mogą być wprasowane w cylinder, lub też przytwierdzone do niego śrubami. Ostatnia konstrukcja jest korzystniejsza, zwłaszcza ze względu na możliwość łatwej wymiany, lecz wymaga ona więcej miejsca, skutkiem czego nie zawsze może być zastosowana.

§ 42. SPECJALNE KONSTRUKCJE ZAWORÓW.

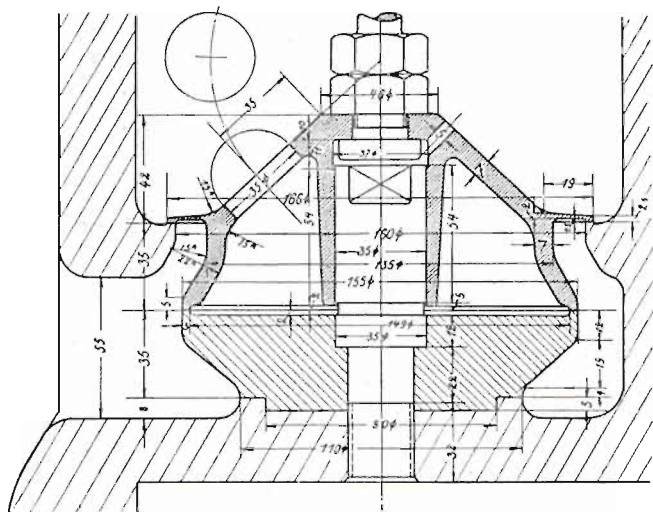
Główną wadą dwusiedzeniowych zaworów rurowych jest niedostateczna ich szczelność. Przyczyną nieszczelności jest sztywne połączenie materiałem tak siodeł zaworu jak i siodeł gniazda, a na obydwa te połączenia działa para o różnej temperaturze. Żebra znajdują się bowiem przeważnie



Rys. 159.

w parze o niższej temperaturze niż zawór, skutkiem czego ostatni wydłuża się więcej.

Celem usunięcia tej słabej strony niektórzy konstruktorzy nadają gniazdom kształt przedstawiony na rys. 159. Gniazdo posiada tutaj ściankę nie wiele grubszą od zaworu, a działa na nie para o tej samej temperaturze, co na zawór. Przytwierdzenie gniazda do cylindra może być dokonane przy pomocy skrzynki zaworowej (patrz rys. 159), co nie jest wskazane ze względu na dogodność wyjmowania gniazda.

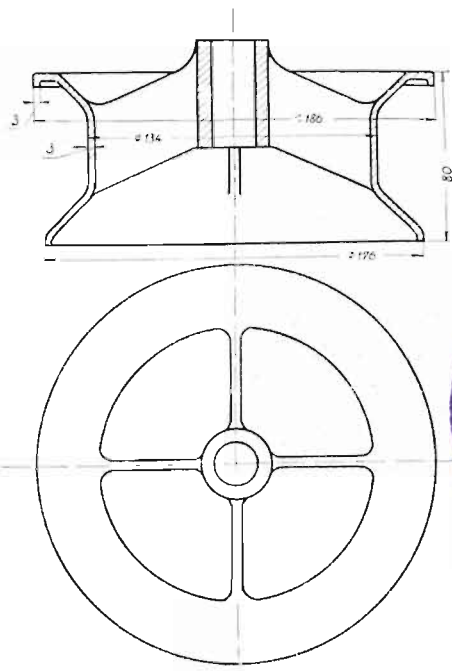


Rys. 160.

Bezwzględnie korzystniejsze jest przytwierdzenie kołnierza gniazda do cylindra za pomocą długich śrub dociskających, przechodzących przez kołnierz nasady, lub też za pomocą śrub wkręconych w cylinder.

Wyjątkowo dobra szczelność zaworu jest bardzo ważna w maszynie Stumpfa, która ma zastąpić maszynę o podwójnym rozprężaniu pary, a posiada tylko zawory wlotowe. Prof. Stumpf starał się osiągnąć cel zamierzony, stosując zawór, w którym górne siedło znajdowało się w części sprężystej (rys. 160). Zawór był wykonany ze zlewnej stali szlachetnej, lecz w praktyce nie dał on spodziewanych wyników, skutkiem czego nie znalazł szerszego zastosowania.

Zawory rurowe ze stali zlewnej są natomiast często używane przy wielkiej liczbie obrotów maszyny (np. w parowozach). Wykonywując wówczas ścianki zaworu o grubości około 3 mm (rys. 161), można znacznie zmniejszyć ciężar zaworu, co jest bardzo ważne w szybkobieżnych maszynach ze względu na zmniejszenie uderzeń zaworu o siódła.

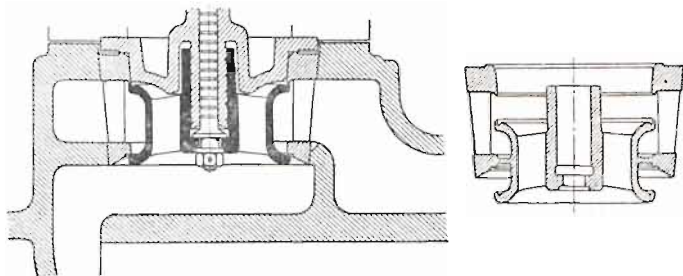


Rys. 161.



Inni konstruktorzy starali się znowu projektować zawory rurowe całkowicie odciążone. Jako przykłady mogą posłużyć rys. 162 i 163. W budowie przedstawionej na rys. 162 inż. Radovanovič uzyskuje odciążenie przez to, że odlewa zawór razem z siódłem, po czym przy obróbce wycina się pierścień łączący. Uwzględniając działanie ciśnienia pary dolotowej na zewnętrzną część zaworu, a ciśnienia kompresyjnego na jego wewnętrzną część, można średnice siodeł tak dobrać, że zawór jest na początku otwierania całkowicie odciążony. Ponieważ otwiera się on (zawór wlotowy) przy ruchu w dół, przeto sprężyna zaworowa musi podtrzymywać nie tylko jego ciężar, lecz oprócz tego wywierać potrzebne

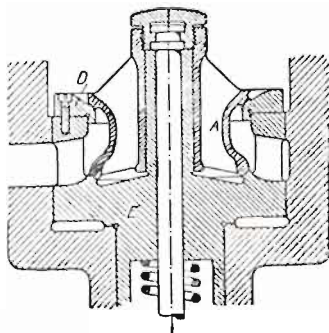
do uzyskania szczelności ciśnienie. Brak dociskania zaworu do siodeł ciśnieniem pary dolotowej i konieczność stosowania bardzo silnej sprężyny zaworowej jest słabą stroną tej budowy, która rozstrzygnęła o jej małym rozpowszechnieniu.



Rys. 162.

Lentz uzyskuje całkowite odciążenie, odlewając zawór *A* o stosownie dobranych średnicach siodeł (rys. 163) z jednej części z pierścieniem *D*. Rozcięcie następuje dopiero przy obróbce. Konstrukcja ta wymaga przytwierdzenia za pomocą śrub pierścienia *D* do gniazda *E*.

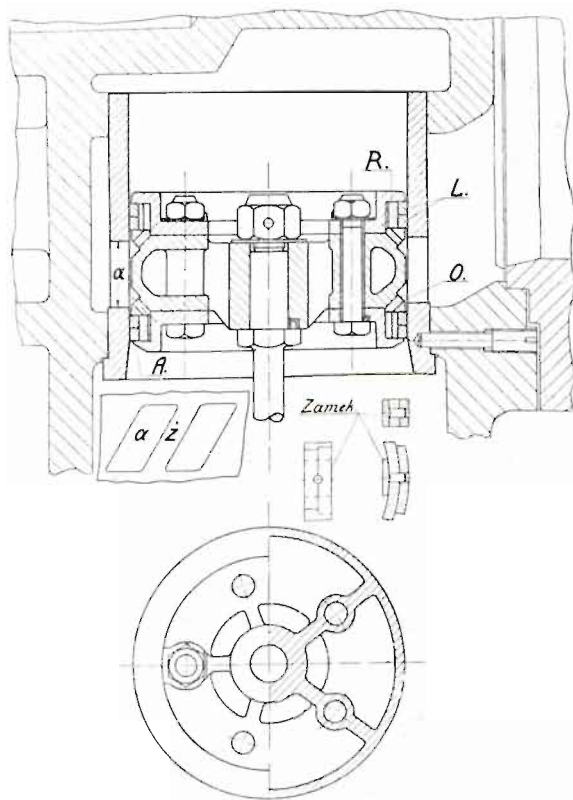
Dążność do uzyskania dobrej szczelności i całkowitego odciążenia oraz do możliwości stosowania dużej liczby obrotów



Rys. 163.

maszyny skłoniła niektórych konstruktorów do zastąpienia zaworu rurowego tłoczkowym (patrz rys. 132, 140, 141 i 142). Zasady budowy tego zaworu podano przy rozważaniu rys. 132, a pewna odmiana budowy znajduje się na rys. 164. Zawory tłoczkowe mogą dawać pojedynczy (rys. 164), lub podwójny (rys. 132) dopływ względnie odpływ pary. Zawór składa

się z kilku żeliwnych części, połączonych ze sobą trzonem (rys. 132), co należy uważać za najlepszą konstrukcję, lub też śrubami (rys. 164). Połączenie powinno być tak wykonane, aby nierozprężne pierścienie uszczelniające L i pierścienie rozprężne R mogły swobodnie poruszać się we wpustkach.



Rys. 164.

Rozcięcia pierścieni L i R układa się w innych płaszczyznach. Położenie pierścieni L i R względem siebie oraz względem korpusu zaworu ustala zamek Z , wykonany ze stali. Zaznaczyć jednak trzeba, że ubezpieczenie to nie jest konieczne, bo nie ma powodu, aby pierścienie zmieniały swe położenie w zaworze. Pierścienie uszczelniające L wykonywa się zawsze z żeliwa, a pierścienie rozprężne R przeważnie z żeliwa, a jedynie przy bardzo małej średnicy ze stali zlew-

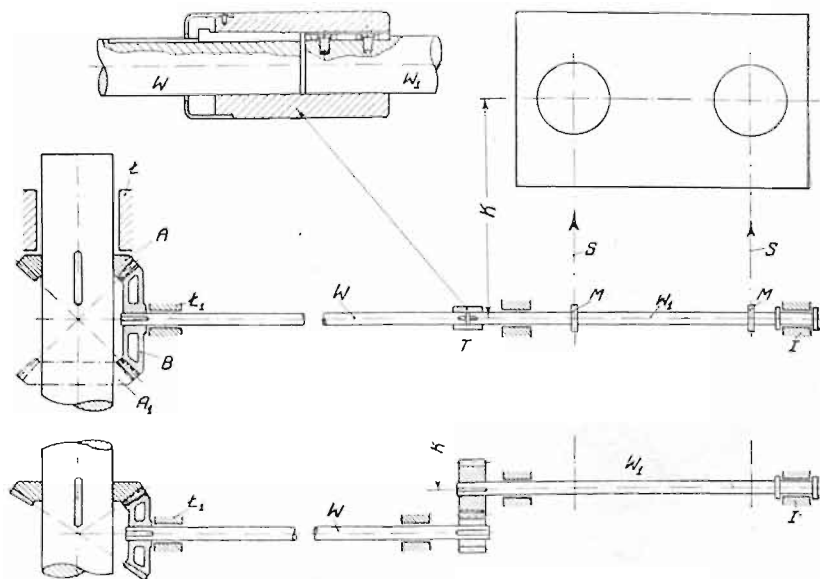
nej. Pod pierścienie R wprowadza się zwykle parę dwoma małymi otworkami O , przez co zapobiega się ściśnięciu pierścieni przez parę w okresie przechodzenia ich przez kanały a . Dzięki takiej budowie uzyskuje się lepszą szczelność pierścieni przy dowolnym ruchu suwaka, w czasie którego pierścienie nie znajdują się nad kanałami a , oraz w okresie, w którym zawór nie zmienia swego położenia. W zaworze tłoczkowym uskuteczniają sterowanie pierścienie L , wobec czego trzeba nadać krawędzi A taki kształt, aby dławienie pary było możliwie małe. Chcąc uniknąć wycierania materiału pierścieni przez żebra Z , znajdujące się pomiędzy kanałami a , oraz wycierania materiału tulei przez te części pierścieni, które nie pracują na żebrach, trzeba koniecznie stosować skośne położenie żeber. Przy wykonaniu bowiem żeber równoległych do ruchu zaworu nie można uniknąć wyżłobień w pierścieniach, skutkiem których szczelność zaworu pozostawia dużo do życzenia. Pierścienie uszczelniające L wymagają wydatnego smarowania, które ułatwia się, umieszczając na zewnętrznym obwodzie pierścienia wpustkę na smar. Ostatnia nie powinna jednak dochodzić do miejsca rozcięcia pierścienia, aby utrudnić dostawanie się smaru pod pierścień.

§ 43. NAPĘD ZAWOROWEGO MECHANIZMU STAWIDŁOWEGO.

Napęd zaworowego mechanizmu stawidłowego można przeprowadzić w różny sposób. W maszynach leżących jest najczęściej rozpowszechniony napęd przy pomocy wału sterującego W (rys. 165). Ostatni jest uruchamiany stożkowymi kołami zębatymi A i B , z których pierwsze, osadzone na wale głównym, jest dwudzielne ze względów montażowych. Sam wał sterujący spoczywa w 3 lub 4 łożach, z których dwa są przytwierdzone do cylindra. Na wale sterującym są oklinione krzywki lub mimośrodów M , napędzające za pomocą drążków S mechanizm stawidłowy, umieszczony w nasadzie zaworowej. Ponieważ cylinder wydłuża się w czasie pracy maszyny pod wpływem wysokiej temperatury pary, a osiowe położenie mimośródów M względem mechanizmu stawidłowego nie powinno zmieniać się, przeto wykonywa się zwykle wał sterujący z dwóch części, połączonych sprzęgłem T .

Ostatnie jest przytwierdzone do wału W , a wał W_1 może przesuwac się w nim na klinie wpustkowym. Osiowe położenie wału W jest ustalone przez koło zębate B i łożo L_1 , a wału W_1 — zwykle w łożu L .

Przy napędzie rozważanym odległość K pomiędzy osią maszyny i wału sterującego powinna być możliwie mała. W tym celu otrzymuje dwudzielne koło zębate A odpowiednią

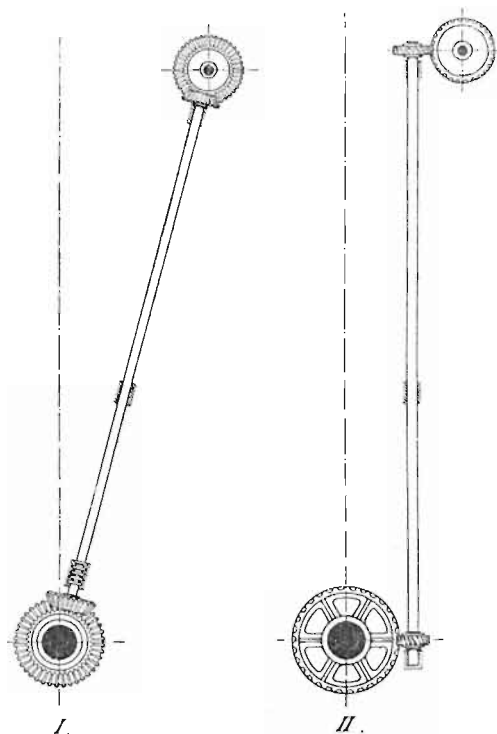


Rys. 165 i 166.

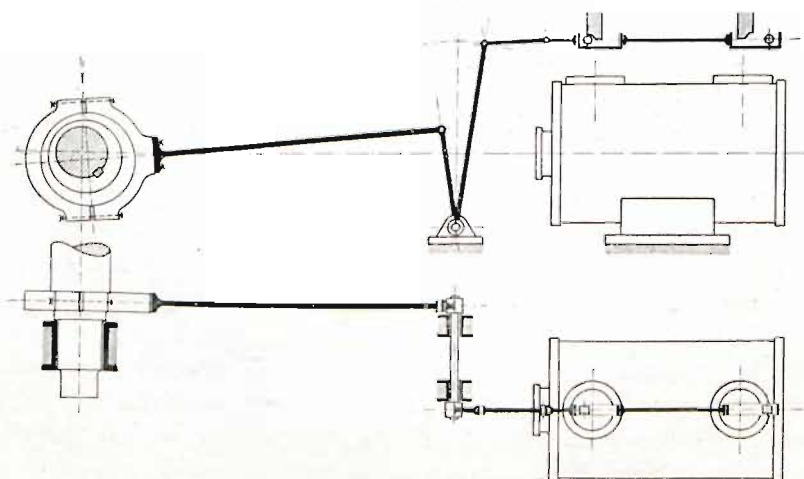
konstrukcję. Wspomnianą odległość K można zmniejszyć umieszczając koło zębate na wale głównym w miejscu A_1 . Wówczas jednak podchwytywanie smaru, wyciskającego się z łoża głównego L , nie jest tak dogodne, bo nie spływa on do skrzynki, okalającej koła zębate. Ostatnia jest bowiem przy umieszczeniu koła zębatego w miejscu A przytwierdzona do korpusu łoża L , a przy umieszczeniu go w miejscu A_1 musi spoczywać na osobnej podporze.

Większe zmniejszenie odległości K uzyskuje się przy układzie napędu stawidłowego według rys. 166, który posiada podwójną przekładnię. Wał sterujący W , napędzany z wału głównego z przekładnią 3 : 2 lub 2 : 1, spoczywa w łożach przytwierdzonych do ramy, natomiast wał W_1 , napędzany również kołami zębatymi z przekładnią 2 : 3 lub 1 : 2, spo-

czywa w łożach przytwierdzonych do cylindra. Budowa ta powiększa jednak koszty wykonania.

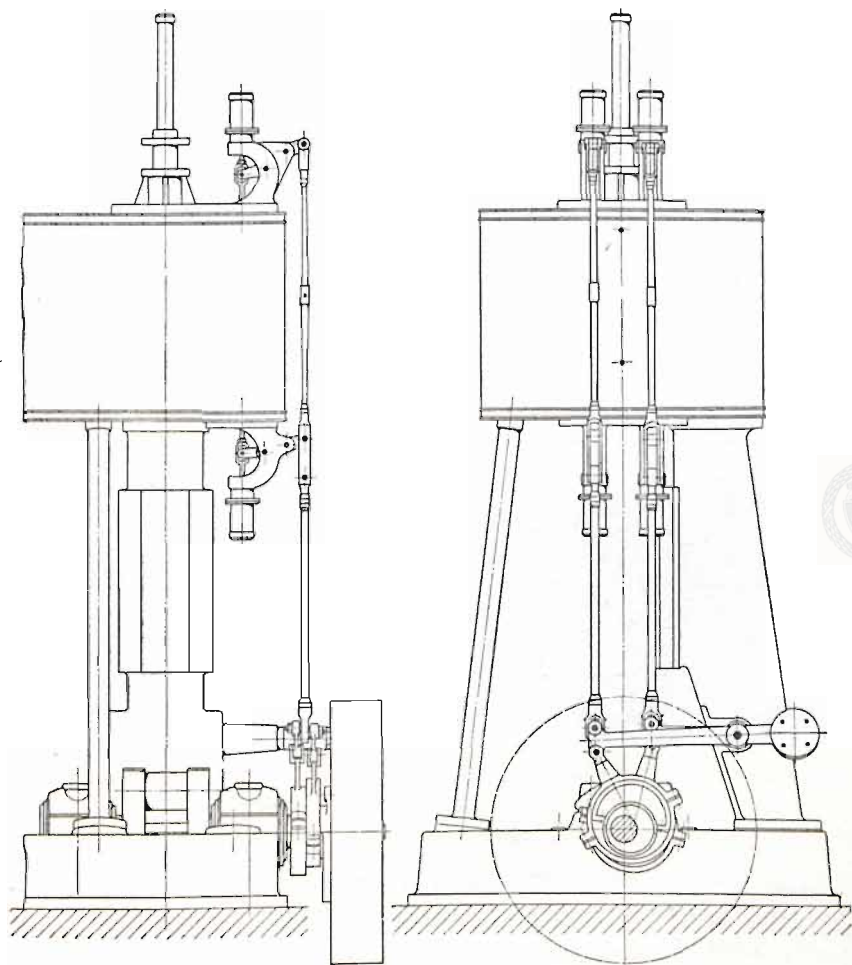


Rys. 167.



Rys. 168.

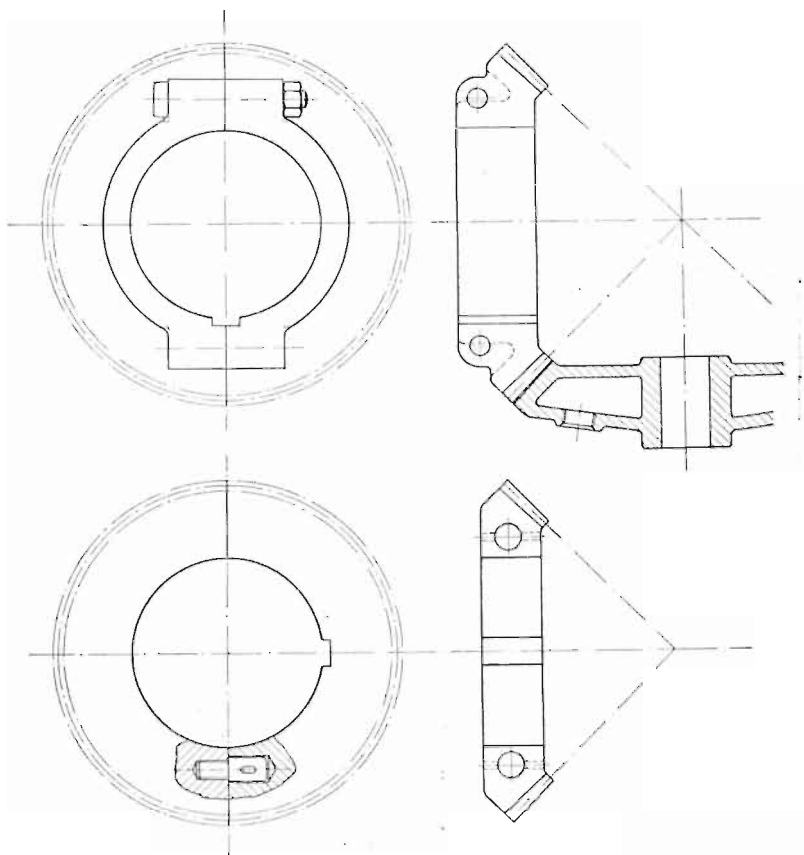
W maszynach stojących napęd wału sterującego wymaga zwykle podwójnej przekładni, przy czym stosuje się czasem przekładnię ślimakową. Jak wynika z rys. 167, otrzymuje się w maszynach stojących bardzo krótkie drążki napędzające mechanizm.



Rys. 169.

Tańsze wykonanie napędu mechanizmu wału sterującego otrzymuje się, stosując bezpośredni jego napęd z mimośrodą osadzonego na wale głównym maszyny. Układ tego rodzaju widzimy na rys. 168 dla maszyny leżącej prof. Stumpfa. Mimośród, będący pod wpływem regulatora osiowego, na-

pędza przy pomocy przekładni dźwigniowej mechanizmy stawidłowe, umieszczone w przedniej i tylnej nasadzie zaworowej. Gdyby cylinder posiadał także zawory wylotowe,



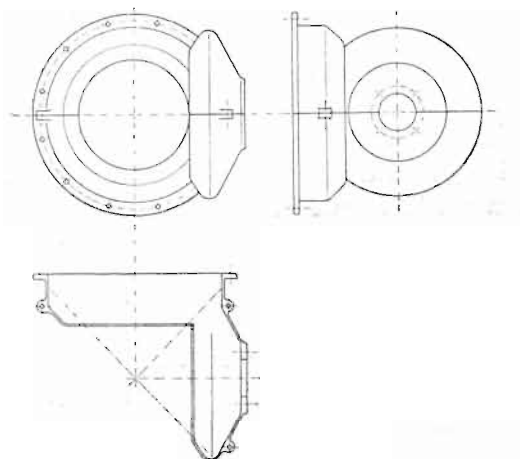
Rys. 170.

to mógłby je napędzać drugi mimośród w sposób podobny. W porównaniu z napędem za pomocą wału sterującego posiada ostatni tę słabą stronę, że można stosować go tylko w połączeniu z regulatorem osiowym, oraz że nie można oddzielnie nastawiać mimośród dla każdego zaworu.

Unikanie wału sterującego posiada większe znaczenie w maszynach stojących. Przy pomocy napędu bezpośredniego (rys. 169) otrzymuje się bowiem budowę nie tylko tańszą, lecz także znacznie prostszą, co jest bardzo ważne ze względu na obsługę.

Chcąc uzyskać cichy bieg kół zębatach, napędzających wał sterujący, trzeba wykonać zęby obrobione oraz drobną ich podziałkę. Również pożądane jest wylanie koła osadzonego na wale sterującym gipsem lub betonem. Koło dwudzielnemu na wale głównym nadaje się natomiast takie kształty, aby zabierało możliwie mało miejsca w kierunku osi wału, np. podług rys. 170. Koła zębate wykonywa się zwykle z żeliwa, jedynie w maszynach wyciągowych przeważnie ze staliwa. W ostatnich bowiem wał sterujący napędza przyrząd bezpieczeństwa.

Skrzynkę dwudzielną, okalającą koła zębate, można wykonać z blachy, lecz naogół korzystniejsza jest budowa z żeliwa, przedstawiona na rys. 171.



Rys. 171.

§ 44. RODZAJE ZAWOROWEGO MECHANIZMU STAWIDŁOWEGO.

Prawidłowo działający mechanizm nie powinien powodować w okresie otwierania i zamykania zaworu uderzeń w mechanizmie stawidłowym, ani też zbyt silnych uderzeń zaworu o siodła. W pierwszej chwili zawór powinien powoli unosić się ze swych siodeł, a następnie ruch zaworu musi być tak dalece przyspieszony, jak tego tylko pozwalają opory przyspieszenia, aby uzyskać w możliwie krótkim okresie całkowite otwarcie zaworu. Czas zamykania zaworu

powinien być również możliwie krótki, aby dławienie pary było jak najmniejsze, a osiadanie jego na siedłach — możliwie powolne.

Mechanizmy zaworowe można podzielić na:

- I) stawidła wodzone,
- II) stawidła wychwytowe.

W stawidłach wodzonych zawór posiada stałe połączenie z mechanizmem napędowym. Połączenie to może być dokonane za pomocą dźwigni, czopów i drążków, lub też w okresie zamykania zaworu za pomocą siły sprężyny, działającej na trzon zaworu. Stawidła wodzone mogą służyć do uzyskania niezmiennego lub zmiennego rozrządu pary. W ostatnim wypadku wywiera na nie wpływ regulator, który zmienia w zależności od obciążenia maszyny wielkość napełnienia cylindra wysokoprężnego, a w wyjątkowych wypadkach także cylindra średnio — lub niskoprężnego. Z powyższego wynika, że regulator działa naogół tylko na zawory wlotowe.

W stawidłach wychwytowych natomiast mechanizm otwiera tylko zawór w sposób wodzony, a zamykanie zaworu skutecznia sprężyna, niezależnie od mechanizmu stawidłowego. W chwili rozpoczęcia zamykania zaworu odłącza się on bowiem od mechanizmu zewnętrznego. Stawidła wychwytowe są prawie wyłącznie używane w połączeniu z regulatorem do uzyskania zmiennego napełnienia, działają więc na zawory wlotowe. Zawory wylotowe posiadają zawsze stawidła wodzone.

Stawidła wodzone można podzielić na następujące grupy:

- 1) stawidła krzywkowe,
- 2) „ biegunowe,
- 3) „ krzywiznowe,
- 4) „ z kierownicami.

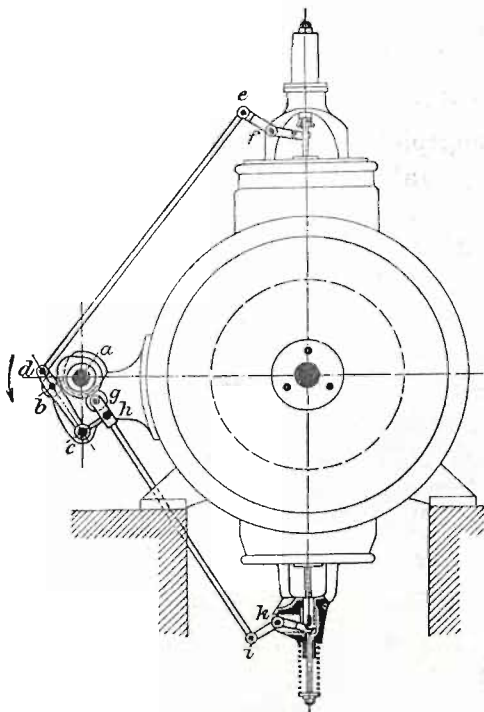
Najwięcej używane jest obecnie w maszynach parowych stawidło krzywiznowe.

Stawidła wychwytowe można podzielić na:

- 1) stawidła z powolnym wyłączaniem chwytacza,
- 2) „ z szybkim „ „ „
- 3) „ z wodzonym ruchem chwytacza.

§ 45. STAWIDŁA KRZYWKOWE.

Napęd zaworów stawidłem krzywkowym przedstawia rys. 172. Każdy zawór jest uruchamiany osobną krzywką



Rys. 172.

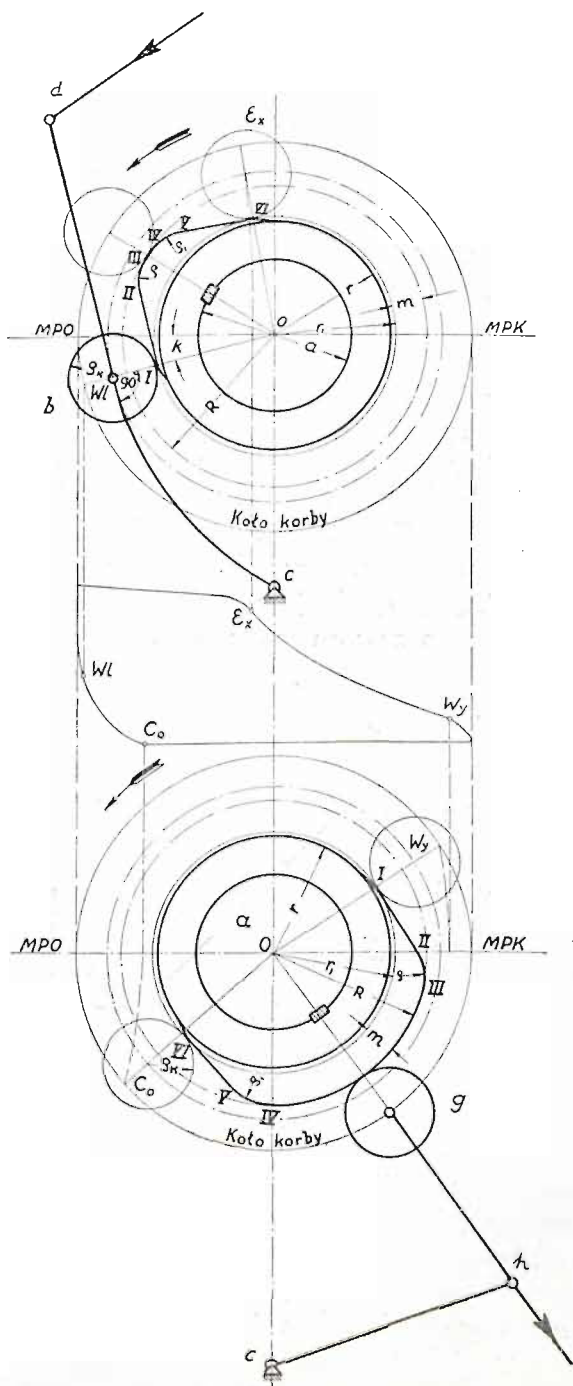
oklinioną na wale sterującym *a*; — krótsza służy do napędu zaworu wlotowego, a dłuższa — wylotowego. Na krzywce wlotowej pracuje krążek *b*, umieszczony w dźwigni, spoczywającej na wałku pomocniczym *c*. Gdy pod krążek *b* podejrze krzywka wlotowa, to zawór zostaje otwarty za pomocą drążka *d* — *e* i dźwigni *f*, przy czym sprężyna, znajdująca się w nasadzie, dociska krążek *b* do krzywki. Analogicznie działa stawidło wylotowe. Krzywka uruchamia

krążek g , umieszczony na końcu drążka zaworowego h — i , który porusza dźwignię k , działającą na trzon zaworowy.

Długość krzywek oznacza się na podstawie wykresu indikatora, oddzielnie dla strony od — i kukorbowej. Na rys. 173 przedstawiono krzywki dla strony odkorbowej. Z wykresu indikatora rzutujemy punkt Ex na linię drogi tłoka MPO — MPK i wykreślamy łuk długością korbowodu, przez co znajdujemy punkt Ex na kole korby. Punkt Wl na tymże kole znajdujemy, przyjmując kąt $\alpha = 7^\circ$ do 15° . Kierunek obrotu wału sterującego wskazuje strzałka. Zawór wlotowy jest otwarty w czasie, w którym wał sterujący przebiega kąt $Wl - O - Ex$.

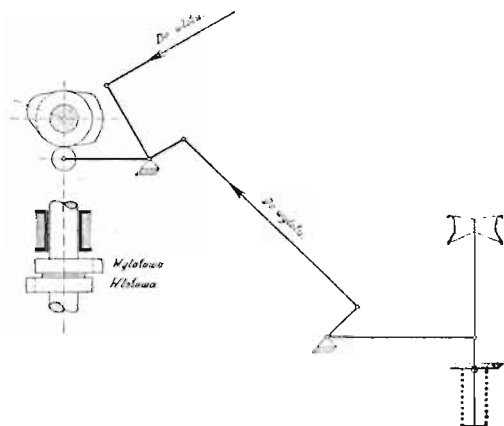
W celu zaprojektowania krzywki przyjmujemy, stosownie do średnicy wału sterującego a , koło spoczynku o promieniu r . Krążek b nie powinien stykać się z tym kołem w czasie, w którym zawór jest zamknięty, aby zapewnić szczelne przyleganie siodeł zaworu do siodeł gniazda. Z tej przyczyny kreślimy pomocnicze koło o promieniu $r_1 = r + 0,5 \text{ mm}$ do 1 mm . Koło to przecina linię $Wl - O$ w punkcie I , w którym rozpoczyna się wlot przedzwrotowy, a linię $Ex - O$ w punkcie VI , w którym kończy się napełnienie. Pomiedzy kołem spoczynku o promieniu r i punktami I oraz VI wykonujemy łagodne przejścia, aby zapobiec uderzeniom na wypadek, gdyby odległość krążka od koła spoczynku była mniejsza od $r_1 - r$.

Krzywkę, która obejmuje kąt $I - O - VI$, projektujemy w sposób następujący. Stosownie do normalnego skoku h zaworu z dodaniem 10% do 15% , czyli stosownie do $1,1$ do $1,15 h$ zaworu przyjmujemy z uwzględnieniem przekładni w mechanizmie stawidłowym wysokość krzywki m i wykreślamy koło wierzchołkowe o promieniu R . Następnie kreślimy w punktach I i VI styczne do koła o promieniu r_1 oraz łączymy te linie promieniami ρ i ρ_1 z kołem wierzchołkowym. W czasie, w którym krzywka od punktu III do punktu IV styka się z krążkiem b , jest zawór całkowicie otwarty, Promień ρ tworzy więc przejście z okresu przyspieszenia w okres stałego skoku zaworu, a promień ρ_1 określa przyspieszenie zaworu przy zmniejszaniu się jego skoku. Promień ρ_1 wykonujemy zwykle większy od promienia ρ . Przyleganie krążka b do



krzywki skutecznia siła sprężyny, znajdującej się w nasadzie zaworowej. Musi ona więc nadać zaworowi i całemu mechanizmowi stawidłowemu potrzebne przyspieszenie (dodatnie lub ujemne) w okresie otwierania zaworu, w którym krążek *b* styka się z krzywą podnoszenia *I—II—III*, oraz w okresie zamykania zaworu, w którym krążek *b* styka się z krzywą opuszczania *IV—V—VI*. Odłączanie się krążka od krzywki następuje najłatwiej na łuku *IV—V* i powoduje wtedy silne uderzenie zaworu o siedła. Z tej przyczyny trzeba wykonać promień ρ_1 dostatecznie duży.

Krzywkę, uruchamiającą zawór wylotowy, projektuje się w analogiczny sposób. Z wykresu indykatora rzutujemy punkty *Wy* i *Co* na linię drogi tłoka *MPO—MPK*, kreślimy łuki długością korbowodu, przez co znajdujemy na kole korby punkty *Wy* i *Co*. Łącząc te punkty ze środkiem koła *O*, otrzymujemy długość krzywki, obejmującą kąt *I—O—VI*. Dalsza konstrukcja krzywki jest analogiczna do przedstawionej szczegółowo dla zaworu wlotowego.

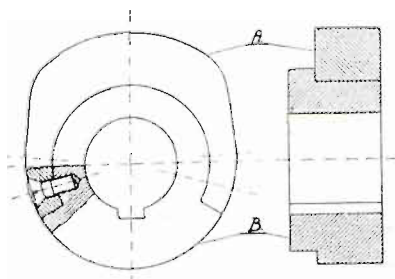


Rys. 174.

Z opisu działania stawidła krzywkowego wynika, że nie wywołuje ono żadnych ruchów zewnętrznego mechanizmu stawidłowego w okresie spoczywania zaworu na siedłach. Kształt krzywki określa natomiast szybkość otwierania, czas całkowitego otwarcia i szybkość zamykania zaworu. Skutkiem tego można za pomocą stawidła krzywkowego z łatwością osiągnąć zamierzony rozrząd pary, bo nie jesteśmy ograni-

czeni żadnym prawem ruchu w czasie całego obrotu wału silnika. Oczywiście chcąc uniknąć zbyt silnego uderzenia zaworu o siódła, zmuszeni jesteśmy nadać krzywej opuszczania zaworu $IV-V-VI$ taki kształt, przy którym dławienie pary jest nieuniknione. Największą wadą stawidła krzywkowego jest jednak duża masa zewnętrznego mechanizmu stawidłowego, którą w czasie otwierania i zamykania zaworu trzeba przyspieszyć. Z tej przyczyny stawidło to było używane w maszynach parowych tylko przy mniejszej liczbie obrotów ($n \leq 110$ obr/min) i tylko w maszynach średniej mocy, a obecnie w nowych maszynach nie jest już prawie wcale stosowane.

Układ stawidła może być różny, np. według rys. 174 otrzymuje się w drążkach stawidłowych naprężenie na rozciąganie, a zatem lżejsze drążki. Stawidła krzywkowe są używane wyłącznie dla niezmiennego rozrządu pary. Zmienne



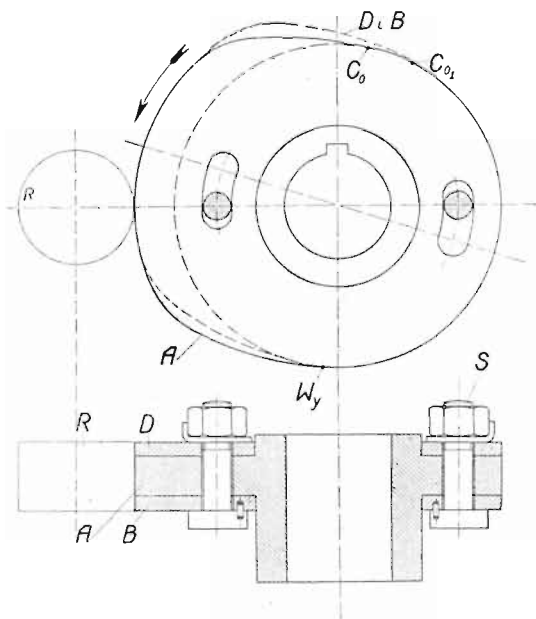
Rys. 175.

napętnienie było stosowane bardzo rzadko, np. w stawidle prof. Zwonička, bo otrzymywało się bardzo skomplikowany mechanizm, chcąc uniknąć zbyt dużych oporów stawidła na regulator.

Krzywki mogą być wykonane jako odlew kokilowy z żeliwa, lecz przeważnie wykonywa się je ze stali z powierzchnią hartowaną, na której pracuje krążek. Chcąc zapewnić łatwiejszą wymianę części pracującej, można wykonać krzywkę według rys. 175. Na wale sterującym jest tutaj okliniona część B, do której przysrubowuje się część hartowaną A.

Stawidło krzywkowe można też z łatwością tak zbudować, aby móc przedstawiać w czasie postoju maszyny wielkość kompresji. Jedno z możliwych wykonania uwidocznia

rys. 176. Na wale jest okliniona krzywka A , a do niej są przyśrubowane krzywki B i D . Krążek R jest umieszczony w drążku stawidłowym. Jeżeli przy pracy z kondensacją wszystkie trzy tarcze A , B i D nakrywają się, to wylot przedzwrotowy znajduje się w punkcie W_y , a kompresja w punkcie C_0 . Przy pracy z wydmuchem okracamy boczne tarcze B i D w kierunku przeciwnym do obrotu wału sterującego, tak że tarcza A steruje wówczas także W_y , natomiast



Rys. 176.

tarcze B i D — kompresję, nastawiając mniejszą kompresję w punkcie C_{01} .

Krążek wykonywa się zawsze ze stali hartowanej. Promień jego ρ_k (patrz rys. 173) powinien być ze względów geometrycznych możliwie mały, choć ze względów na ścieranie się pożądanym byłby większy. Aby uzyskać możliwie wcześnie całkowite otwarcie zaworu, co jest bardzo ważne zwłaszcza w zaworach wlotowych, promienie ρ_k i ρ nie mogą być duże. W zaworach wlotowych stosuje się przeważnie: $\rho_k = m + 4$ do 6 mm, a w zaworach wylotowych: $\rho_k = m + 4$ do 6 mm, jeżeli $m \leq 10$ mm, natomiast: $\rho_k \approx 1,6 m$, jeżeli $m > 10$ mm. Szerokość krążka staramy się wykonać możliwie małą przeważnie $s = 10$ mm + m do 1,6 m.