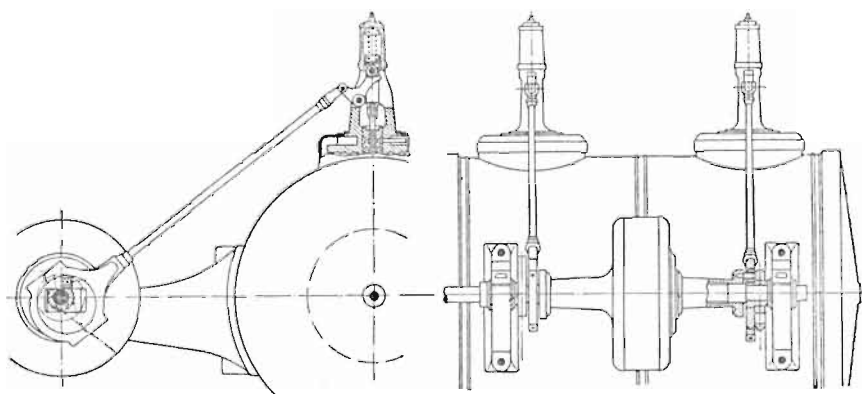


## § 51. STAWIDŁA KRZYWIZNOWE W POŁĄCZENIU Z REGULATOREM OSIOWYM.

Celem uzyskania zmiennego rozrządu pary łączy się stawidła krzywiznowe, wymienione w § 49, z regulatorem, przy czym prawie wyłącznie stosowany jest regulator osiowy (patrz „Stawidła suwakowe” § 33). W przeciwstawieniu do stawideł suwakowych stawidła zaworowe posiadają zwykle cztery organy sterujące. Dzięki temu regulator osiowy może działać tylko na zawory wlotowe i zmieniać wielkość napełnienia oraz

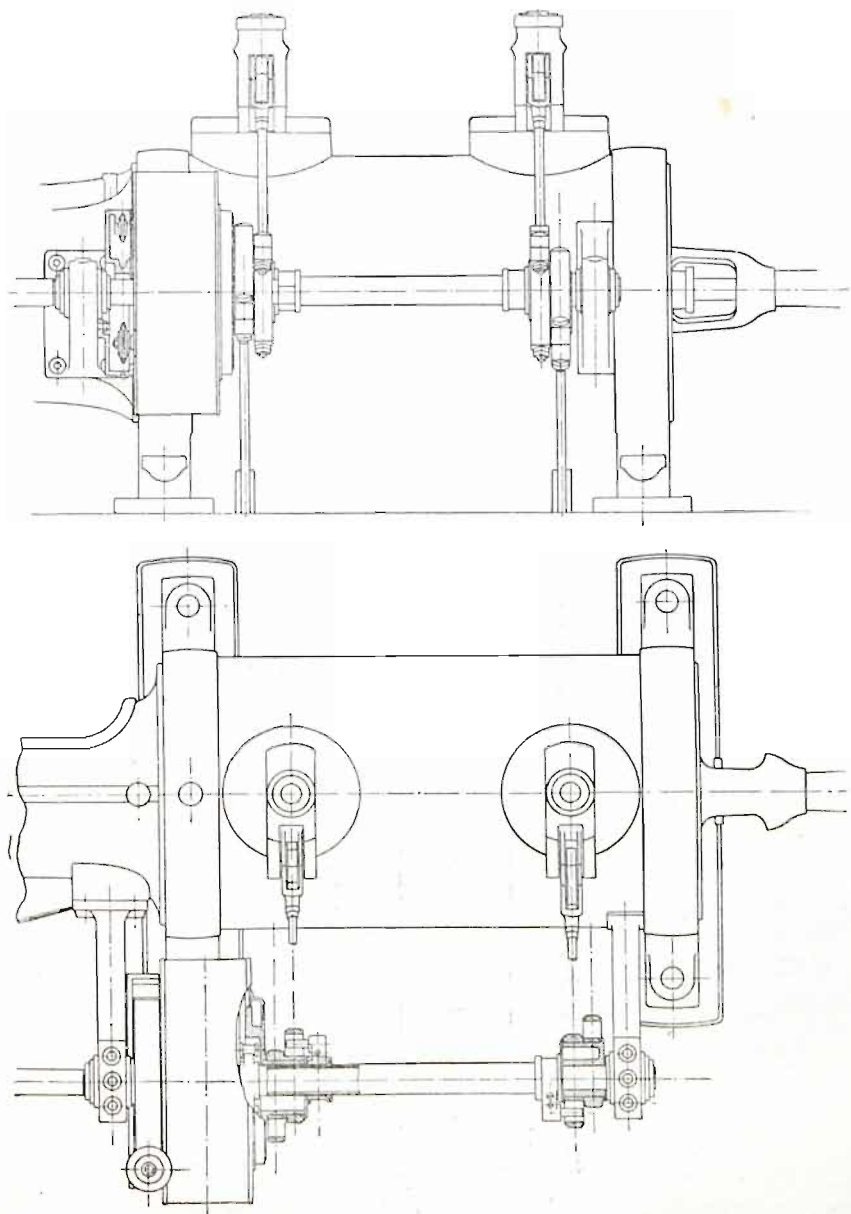


Rys. 219.

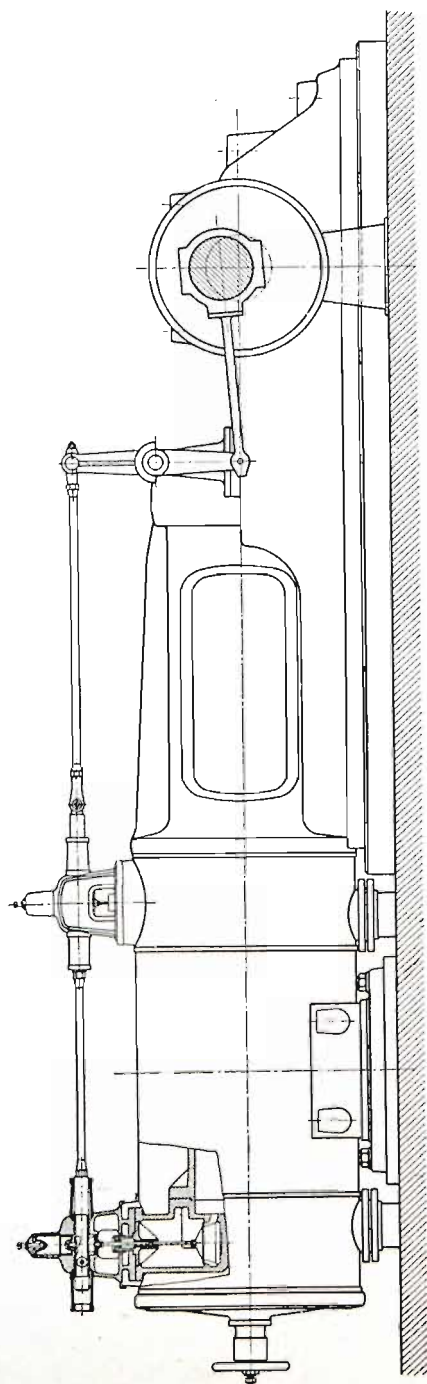
w niewielkiej mierze wlot przedzwrotowy, natomiast kompresja i wylot przedzwrotowy pozostają bez zmiany. Sterowanie tego rodzaju ułatwia znacznie uzyskanie dobrego rozrządu pary przy różnych obciążeniach silnika, a posiada jeszcze tę dodatnią stronę, że jednocylindrowa maszyna zaworowa może pracować z małym napełnieniem normalnym, a zatem i z kondensacją (patrz § 33 str. 151).

Regulator osiowy może być ułożony na wale sterującym lub na wale głównym. Najczęściej spotykany układ przedstawia rys. 219. Regulator, umieszczony w środku pomiędzy łożami wału sterującego, posiada po obydwóch bokach rurowe przedłużenia, których końce przestawiają mimośrodowo zaworów wlotowych; — mimośrodowo do napędu zaworów wylotowych znajdują się bezpośrednio przy łożach wału sterującego. Przeważnie regulator nie działa wcale na zawory wylotowe, choć z łatwością można uzyskać wpływ regulatora na nie.

Znacznie mniej jest rozpowszechniony układ Doerfla (rys. 220). Regulator znajduje się tutaj w pobliżu kołnierza ramy maszyny i okręca ułożoną na wale sterującym rurę stalową. Na ostatniej są oklinowane dwie korby, które za pomo-



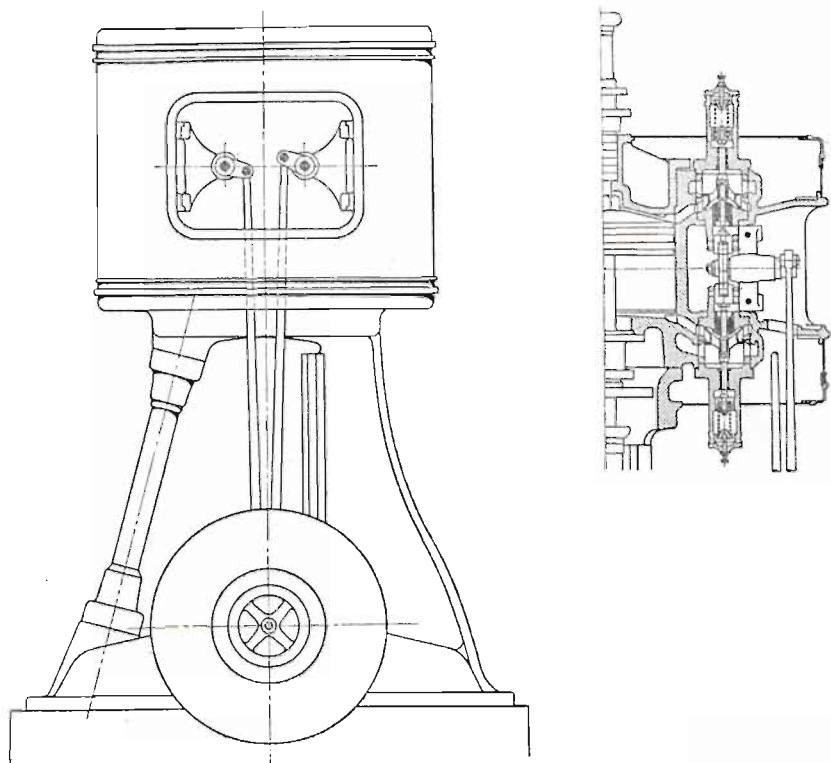
Rys. 220.



Rys. 221.

cą sworzni okręcają ruchome tarcze mimośrodków wlotowych na oklinionych tarczach.

W stawidle Stumpfa regulator osiowy znajduje się zwykle na wale głównym (rys. 221). Podobny układ stosuje się prze-  
ważnie także w maszynach stojących (rys. 222).

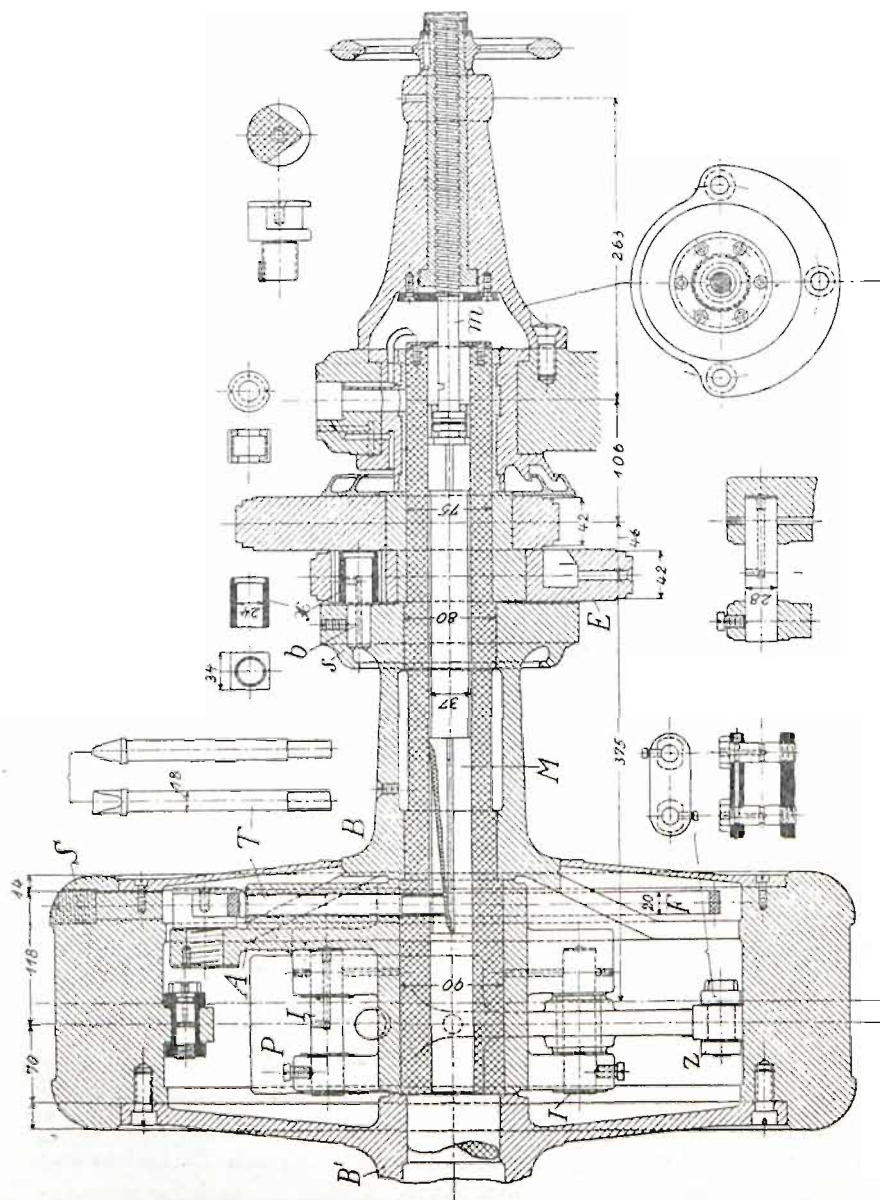


Rys 222

Tak samo jak w stawidłach suwakowych może regulator osiowy i w stawidłach zaworowych posiadać krzywą centralną o kształcie linii prostej lub o kształcie łuku. Jako przykłady tych dwóch typów przytaczam regulator Lentza z prostą linią centralną i regulator Proella z krzywą centralną łukiem zatoczoną.

Całość regulatora osiowego Lentza uwi-  
daczają rysunki 223, 224 i 225. Na wale sterującym jest zakli-  
niona dwuramienna dźwignia, w której czopach *I* zawieszono  
się ciężarki rozpędowe *P* regulatora. Końce ciężarków są połą-

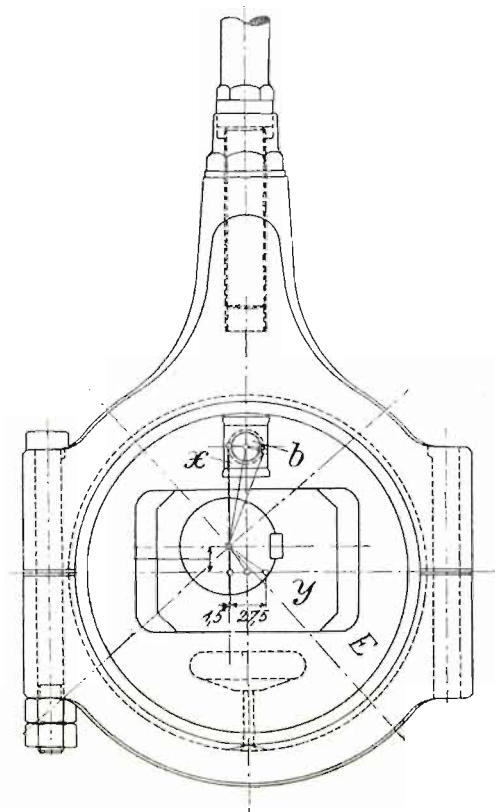
czone płaskownikami  $Z$  z pierścieniem nośnym  $S$ , który zarazem tworzy masę bezwładności i osłonę regulatora. Działaniu siły odśrodkowej ciężarków  $P$  przeciwdziała siła sprężyny  $F$ , która posiada przekrój prostokątny. Jeden jej koniec jest przytwierdzony w miejscu  $p$  do osłony regulatora, a dru-



Rys. 223.

gi opiera się na czopie, znajdującym w ramieniu *A* przedtem wspomnianej dwuramiennej dźwigni, zaklinionej na wale.

Przy postoju maszyny ciężarki *P* i pierścień nośny znajdują się w położeniu uwidocznionym na rys. 225. Przy uruchamianiu maszyny sprężyna obraca pierścień nośny równomiernie z obrotem wału tak długo, dopóki ciężarki przy zwię-



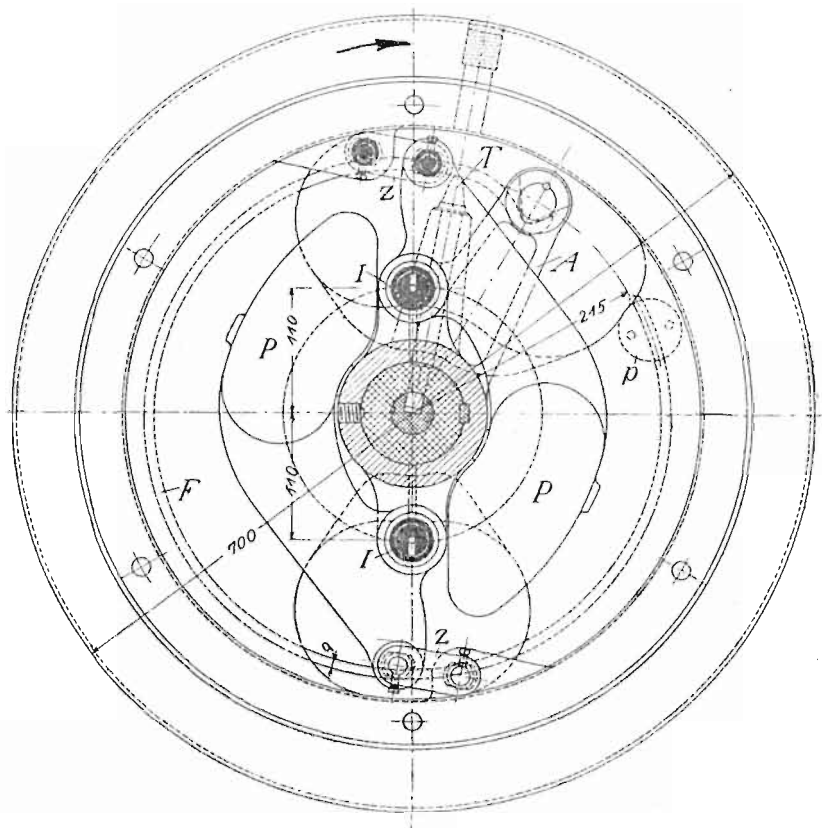
Rys. 224.

kszeniu szybkości silnika nie wychylą się pod wpływem siły odśrodkowej wokoło czopów *I*. Skutkiem tego następuje napięcie sprężyny i cofnięcie się pierścienia nośnego oraz nastawienie stawidła na wymagane napełnienie.

Przy niezmiennym obciążeniu maszyny siły odśrodkowe ciężarków są w równowadze z siłą sprężyny, skutkiem czego pierścień nośny obraca się równomiernie z wałem maszyny. Jeżeli natomiast z powodu zmniejszenia obciążenia silnika



zwiększy się jego liczba obrotów, to równocześnie pierścien nośny nie podąży z powodu swej bezwładności za wzrostem szybkości, czyli cofnie się, oraz ciężarki wychylą się więcej pod wpływem większej siły odśrodkowej, działając w tym samym kierunku, co pierścien. Zmienione położenie pierścienia



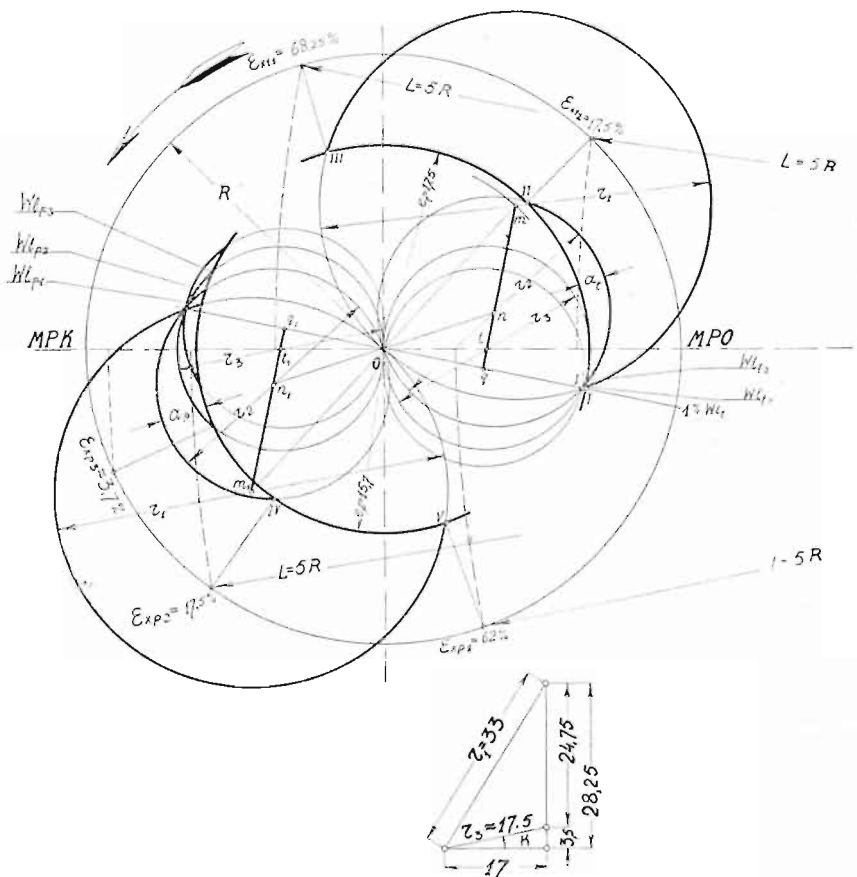
Rys. 225.

powoduje, za pomocą tulei  $B$  (względnie  $B'$ ), sworznia  $b$  i kamienia  $x$ , przesunięcie tarczy mimośrodowo  $E$  (rys. 224) na oklinowanej tarczy prostokątnej  $y$ , czyli nastawienie mniejszego napełnienia. Przy zwiększeniu obciążenia regulator działa w odwrotnym kierunku. Ponieważ przesuwanie mimośrodowo odbywa się po prostokącie, przeto linia centralna jest prosta.

W danym regulatorze można zmieniać liczbę obrotów silnika w czasie jego biegu przez zmianę napięcia sprężyny. Uskutecznia się to za pomocą kółka ręcznego i trzpienia  $m$ ,

skutkiem czego klin  $M$  zostaje mniej lub więcej podsuwany pod trzpień  $T$ , naprężający sprężynę  $F$ .

Regulator osiowy Lentza posiada krzywą centralną o kształcie linii prostej i zwykle po stronie odkorbowej 0% napełnienia oraz w przybliżeniu stały procentowy wlot przedzwrotowy. Stosownie do ostatniego wymagania krzywa cen-



Rys. 226.

tralna musi być przy martwym położeniu korby maszyny pochyloną względem linii  $MPO - MPK$  pod kątem  $90^\circ - \alpha$  (patrz § 33).

Rysunek 226 przedstawia wykresy suwakowe zaworowego stawidła z regulatorem osiowym Lentza Nr. 1, który



posiada największą mimośrodowość 33 mm, a najmniejszą 17 mm, czyli krzywą centralną o długości 28,25 mm.

Przy projektowaniu wykresów (rys. 226) postępujemy w sposób następujący. Rysujemy koło korby o średnicy  $2 R = 100$  mm. Odkładamy po stronie odkorbowej kąt  $\alpha$  tak duży, aby uzyskać wlot przedzwrotowy  $Wl_1 = i\%$ . Chcąc otrzymać wykres Zeunera w skali 2:1, odkładamy na linii  $O - Wl_1$  długość  $O - q = 17$  mm. W punkcie  $q$  kreślimy prostopadłą do  $O - Wl_1$ , która przecina linię  $O - MPO$  w punkcie  $t$ , oddalonym od  $q$  o długość 3,5 mm. W ten sposób otrzymujemy  $O - t \approx 17,5$  mm i kreślimy koło o średnicy  $r_3$  ze środka  $t$ , czyli dla wykresu Zeunera otrzymujemy skalę 2:1. Jeżeli przy położeniu środka mimośrodu w punkcie  $t$  stawidło ma nastawić 00% napełnienia, to przysłonięcie  $e_t \geq r_3$ . Wykonujemy  $e_t = r_3 = 17,5$  mm w skali 2:1. Następnie kreślimy z punktu  $O$  łuk promieniem  $= 33$  mm, który przecina linię prostopadłą do  $O - Wl_1$  w punkcie  $m$ , przez co otrzymujemy długość krzywej centralnej  $m - q = 28,25$  mm. Koło o średnicy  $r_1$ , narysowane ze środka  $m$ , przecina łuk  $e_t$  w punktach  $I$  i  $III$ , przez co znajdujemy 68,25% jako największe napełnienie i wlot przedzwrotowy nieznacznie mniejszy od 1%. Jeżeli napełnienie normalne ma wynosić 17,5%, to odkładamy je na linii  $MPO - MPK$  i znajdujemy przy pomocy łuku  $L = 5 R$  odnośny punkt na kole korby. Punkt ten łączymy ze środkiem  $O$ , przez co otrzymujemy punkt  $II$  jako przecięcie linii łączącej z łukiem o promieniu  $e_t$ . Koło suwakowe o średnicy  $r_2$ , odpowiadające napełnieniu 17,5%, musi posiadać środek  $n$  na linii centralnej  $m - q$  i przechodzić przez punkty  $O$  i  $II$ ; — za jego pomocą znajdujemy  $Wl_{t2}$ .

Teraz projektujemy wykresy dla strony kukorbowej. W normalnych stawidłach Lentza z regulatorem osiowym krzywe centralne po stronie od — i kukorbowej są równoległe i jednakowej długości. Jednakowe napełnienie po obydwóch stronach tłoka wykonywa się tylko przy napełnieniu normalnym. Osiąga się to przez wykonanie przysłonięcia po stronie kukorbowej  $e_p$  mniejszego od  $e_t$  po odkorbowej.

W myśl powyższego rysujemy po stronie kukorbowej krzywą centralną  $m_1 - n_1 - t_1 - q_1$  oraz kreślimy koła o śred-



kresu wynika, że przy założeniach poprzednio podanych nie otrzymuje się po stronie kukorbowej 0% napełnienia, oraz że wlot przedzwrotowy po tej stronie ulega większym zmianom.

Wykonanie stawidła z regulatorem według rys. 226 posiada tę zaletę, że tarcze prostokątne  $y$  (rys. 224) są okliniowane na wale względem siebie pod kątem  $180^\circ$ , skutkiem czego nie tak łatwo zajdzie omyłka. Wadą tego układu są natomiast nierówne napełnienia po obydwóch stronach tłoka oraz to, że przy wyrównanym napełnieniu normalnym  $a_p > a_t$ , czyli przy jednakowym mechanizmie stawidłowym skok zaworu po stronie kukorbowej jest większy, niż po odkorbowej.

Chcąc uzyskać wyrównanie wszystkich napełnień, trzeba tarcze prostokątne  $y$  (rys. 224) oklinić względem siebie pod kątem trochę mniejszym od  $180^\circ$ . Wówczas krzywe centralne nie są równoległe (rys. 227), a mimośrodowości po stronie odkorbowej wykonywa się większe niż po stronie kukorbowej, czyli krzywa centralna  $m_1 - q_1 < m - q$ .

Rysunek 227 przedstawia wykresy stawidła zaworowego z regulatorem osiowym Lentza dla jednakowych napełnień po obydwóch stronach tłoka. Po stronie odkorbowej przyjęto największą mimośrodość  $O - m = 30 \text{ mm}$ , przez co przy  $e_t = 17,5 \text{ mm}$  otrzymano największe napełnienie  $62,5\%$ . Poza tym projektujemy wykresy dla strony odkorbowej w ten sam sposób jak w rys. 226. Przy projektowaniu strony kukorbowej rozpoczynamy od największego napełnienia  $62,5\%$ . Przyjmujemy  $O - m_1 < O - m$ , w danym wypadku po szeregu prób przyjmujemy  $O - m_1 = 28,5 \text{ mm}$ . Koło o średnicy  $r_{1p}$  przecina  $Ex_{p1} - O$  w punkcie  $I$ , przez co znajdujemy  $e_p = 11,7 \text{ mm}$ . Następnie dobieramy na przedłużeniu linii  $n - O$  punkt  $n_1$  w ten sposób, aby koło o średnicy  $r_{2p}$  wykazało  $17,5\%$  napełnienia. Łączymy punkt  $m_1$  z punktem  $n_1$  i otrzymujemy krzywą centralną  $m_1 - q_1$ . Przy położeniu środka mimośrodu w punkcie  $t_1$  stawidło daje  $00\%$  napełnienia.

Z wykresów rys. 227 wynika, że przy normalnym napełnieniu  $a_p$  różni się nieznacznie od  $a_t$ . Natomiast przy największym napełnieniu wymiar  $r_{1p} - e_p$  jest znacznie większy od  $r_{1t} - e_t$ . Jest to dużą wadą, bo zawór musi otrzymać większą wysokość, co wpływa niekorzystnie na jego szczelność. Z tej przyczyny jest najwięcej rozpowszechniony regulator według rys. 226.



Po zaprojektowaniu wykresów suwakowych według rys. 226 lub 227 trzeba narysować mechanizm stawidłowy oraz kształt krzywizny dla największego napełnienia, stosownie do wymagań podanych w § 50. Również należy zaprojektować wykresy rzeczywistych i koniecznych skoków zaworu dla napełnienia normalnego, aby przekonać się, czy dławienie pary nie jest zbyt duże. Stosownie do otrzymanych wyników zmienia się ostateczny kształt krzywizny.

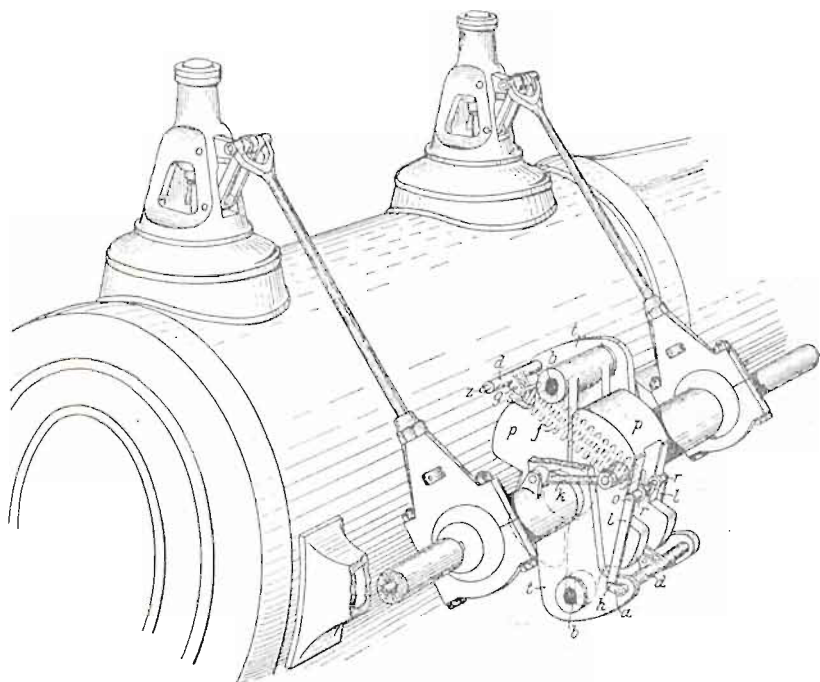
Regulator osiowy Proella posiada krzywą centralną łukiem zatoczoną (patrz także rys. 116). Całość regulatora przedstawiają rysunki 228 i 229. Na wale głównym są oklinione tarcze  $t$ , z których każda tworzy jedną całość z jednym mimośrodem o stałej mimośrodkowości  $r$ , (po stronie ku — lub odkorbowej). W tarczach są osadzone czopy  $b$ , wokoło których obracają się ciężarki rozpędowe  $p$  regulatora. Siły odśrodkowej ostatnich przeciwdziałają siły sprężyn  $f$ . Jeden koniec każdej sprężyny jest zaczepiony o sworznię  $g$ , znajdujący się w dźwigni  $d$ , która spoczywa za pośrednictwem czopa  $z$  w tarczach  $t$ . Drugi koniec sprężyny zaczepia o sworznię  $o$ , na którym znajduje się krążek  $r$ . Przy wychyleniu się ciężarków rozpędowych  $p$  krążki  $r$  przesuwają się po grzbiecie tychże ciężarków i opisują za pomocą kierownic  $l$  łuki wokoło sworzni  $h$ , osadzonych w dźwigniach  $a$ , które spoczywają na końcach poprzednio wspomnianego sworznia  $z$ . Wychylenie się ciężarków  $p$  wokoło sworzni  $b$  powoduje również okręcanie mimośrodków ruchomych, posiadających mimośrodkowość  $r_2$ , za pomocą łączników  $k$  na mimośrodkach zaklinionych o mimośrodkowości  $r_1$  (patrz także rys. 229).

Regulator Proella, przedstawiony na rys. 228, posiada także przyrząd do zmiany liczby obrotów w czasie biegu maszyny. W razie potrzeby zmiany liczby obrotów silnika obracamy kółka ręczne, znajdujące się na końcu wału sterującego, względem siebie, przez co przesuwamy drążek  $i$  w jednym lub drugim kierunku. Skutkiem tego osiąga się za pośrednictwem dźwignien  $n$  i łączników  $s$  okręcanie dźwignien  $d$  i  $a$ , czyli zmianę naprężenia sprężyn; — przy większym napięciu sprężyn dźwignie  $d$  wychylają się na zewnątrz, a dźwignie  $a$  oddalają krążki  $r$  od punktów obrotu  $b$  ciężarków  $p$ . Wspomnieć też należy, że kółka ręczne normalnie



biegną razem z wałem, a jedynie po uchwyceniu ich ręką przy przestawianiu zatrzymują się.

Jeżeli w stawidle zaworowym ma być osiągnięte wyrównanie napełnień po obydwóch stronach tłoka, to regulator osiowy Proella (rys. 230) posiada następujące cechy charakterystyczne. Mimosrodowość  $r_s$  stałych mimosrodów, oklinionych względem siebie o  $180^\circ$ , jest jednakowa po oby-



Rys. 229.

dwóch stronach tłoka. Również cięciwy krzywych centralnych  $m - t$  oraz  $m_1 - t_1$  są jednakowej długości, natomiast mimosrodowość obracanego mimośrodów jest po stronie odkorbowej większa niż po kukorbowej  $r_{zt} > r_{zp}$ ; — skutkiem tego kąt przestawiania po stronie odkorbowej  $\alpha_t$  jest mniejszy niż po stronie kukorbowej  $\alpha_p$ . Przysłonięcie wlotowe  $e_t$  po stronie odkorbowej jest większe od przysłonięcia  $e_p$  po stronie kukorbowej.

Przy projektowaniu wykresów suwakowych dla stawideł zaworowych, połączonych z regulatorem osiowym Proella,



rysujemy koło korby (rys. 230) o średnicy  $2R = 100 \text{ mm}$ . Przyjmijmy, że mamy regulator o mimośrodowości stałej  $r_s = 20 \text{ mm}$ , oraz o mimośrodowościach zmiennych  $r_{zt} = 35 \text{ mm}$  i  $r_{zp} = 32 \text{ mm}$ , który posiada po stronie odkorbowej najmniejszą mimośrodowość  $17,5 \text{ mm}$  i największą  $26,5 \text{ mm}$ , a po stronie kukorbowej najmniejszą mimośrodowość  $14 \text{ mm}$  i największą  $24,25 \text{ mm}$ . Powyższe krzywe centralne  $m - t$  oraz  $m_1 - t_1$  kreślimy w kole korby o promieniu  $R$  w ten sposób, że punkty  $t$  i  $t_1$  są położone na linii  $MPO - MPK$ . Ponieważ w wykresie Zeunera kreślimy koła, przedstawiające poszczególne mimośrodowości, ze środków na krzywej centralnej, przeto otrzymujemy wykres Zeunera w skali  $2:1$ . Chcąc uzyskać  $00\%$  napełnienia po stronie odkorbowej, przyjmujemy przysłonięcie wlotowe  $e_t \geq r_{3t}$ ; — wybieramy  $e_t = 17,5 \text{ mm}$ . Następnie odkładamy napełnienie normalne  $17,5\%$  na linii  $MPO - MPK$ , kreślimy łuk promieniem  $L = 5R$ , znajdujemy  $17,5\%$  na kole korby i punkt przecięcia  $III$  na łuku zatoczonym promieniem  $e_t$ . Szukamy teraz dla napełnienia normalnego na linii  $m - t$  środka  $n$  koła suwakowego  $r_{2t}$ , które musi przechodzić przez punkty  $O$  i  $III$  oraz wykazać odpowiedni wlot przedzwrotowy. Ostatni, oznaczony przez  $Wl_2$  znajdujemy, przenosząc punkt  $IV$  na koło korby; — w danym wypadku otrzymaliśmy  $1\%$  wlotu przedzwrotowego. Gdyby wielkość ostatniego nie zadawała nas, to musielibyśmy najpierw zmienić wielkość  $e_t$ . W razie uzyskania niezadawalających wyników po zmianie  $e_t$ , trzeba by zastosować inną krzywą centralną.

Ponieważ w danym wypadku otrzymaliśmy odpowiedni wlot przedzwrotowy, przeto badamy największe napełnienie. Ostatnie znajdujemy, kreśląc wokoło punktu  $m$  koło o promieniu  $m - O$ , które przecina łuk wykreślony promieniem  $e_t$  w punktach  $I$  i  $II$ ; — w ten sposób otrzymujemy największe napełnienie  $55\%$  oraz wlot przedzwrotowy  $Wl_{t1}$ , który jest trochę mniejszy od  $Wl_{t2}$ .

Teraz projektujemy stronę kukorbową, rozpoczynając od napełnienia normalnego. Odkładamy więc cięciwę  $m - n$  od punktu  $m_1$  i znajdujemy punkt  $n_1$ . Z tego ostatniego kreślimy koło o promieniu  $n_1 - O$ , czyli o średnicy  $r_{2p}$ . Następnie odkładamy na linii drogi tłoka napełnienie  $17,5\%$  i znajdujemy punkt  $V$  na kole  $r_{2p}$ , przez co otrzymujemy przysłonięcie



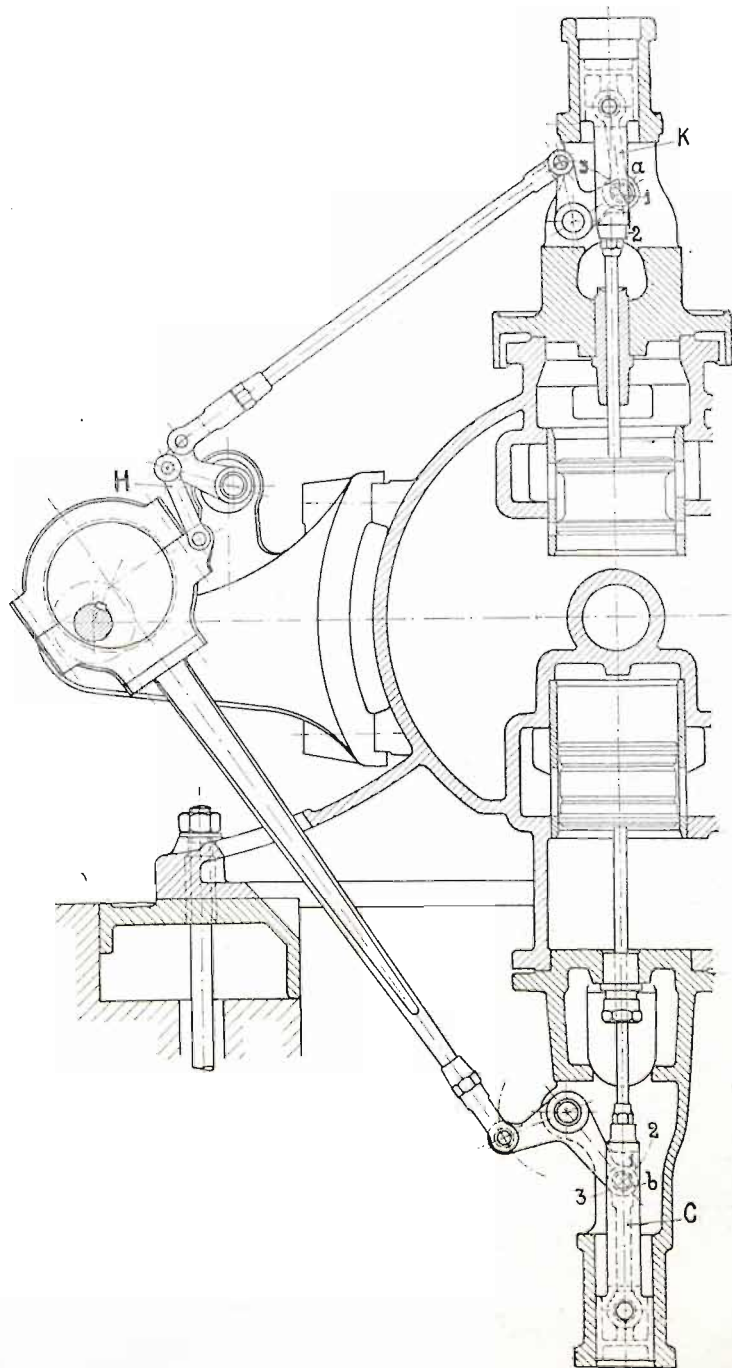
napętnienia największego (patrz § 50), oraz wykresy rzeczywistych i koniecznych skoków zaworu dla napętnienia normalnego. Gdyby ostatnie wykazały zbyt duże dławienie pary, trzeba by zmienić kształt krzywizny.

## § 52. STAWIDŁA Z KIEROWNICAMI.

Mechanizm stawideł tego rodzaju jest połączony bezpośrednio, bez zastosowania sprężyny, z wewnętrznym organem sterującym, który skutkiem tego musi wykonywać stale pewne ruchy. Z istoty stawidła wynika więc, że nie może ono być użyte do napędu zaworów dwusiedzeniowych, a może być wykonywane tylko w połączeniu z zaworami tłoczkowymi (suwakami). Włączenie w mechanizm stawidłowy kierownicy ma na celu uzyskanie szybkiego ruchu suwaka w czasie otwierania i zamykania kanału, a powolnego — w okresie zamknięcia kanału (patrz § 32, str. 135). Stałe połączenie mechanizmu stawidłowego z zaworem tłoczkowym umożliwia stosowanie bardzo wysokiej liczby obrotów maszyny, ograniczonej jednak względem na nadmierne dławienie pary.

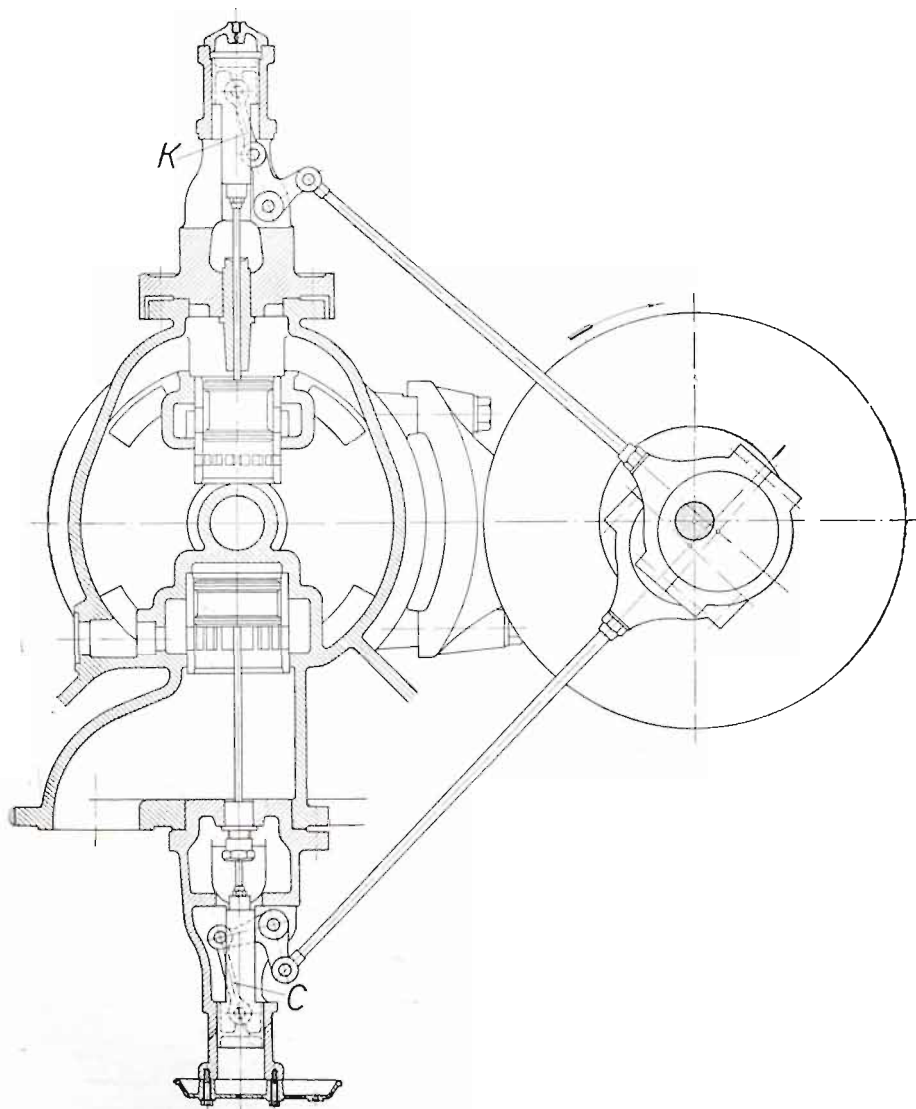
Wykonanie mechanizmów stawideł z kierownicami może być różnorodne, jako przykłady przytaczam stawidła, używane do napędu zaworów tłoczkowych przez wytwórnię L. Zieleniewski w Krakowie. Rys. 231 przedstawia stawidło cylindra niskoprężnego, w którym jeden mimośród napędza zawór wylotowy i wlotowy. Napęd zaworu wylotowego odbywa się bezpośrednio przy włączeniu kierownicy *C*, której koniec *b* przebiega w czasie otwierania (także zamykania) kanału łuk 1 — 2 prawie równoległy do osi trzonu zaworu, a w czasie zamknięcia kanału — łuk 1 — 3 prawie prostopadły do tejże osi. Wynika z tego, że suwak wykonywa bardzo powolny ruch przy zamkniętym kanale sterującym. Mechanizm zaworu wlotowego natomiast posiada dwie kierownice *H* i *K*, skutkiem czego ruch końca *a* kierownicy *K* jest w czasie otwierania kanału sterującego na łuku 1 — 2 jeszcze szybszy.

Stawidło cylindra wysokoprężnego (rys. 232) posiada oddzielne mimośrodki do napędu zaworu wylotowego i wlotowego, bo ostatnie znajdują się pod wpływem regulatora



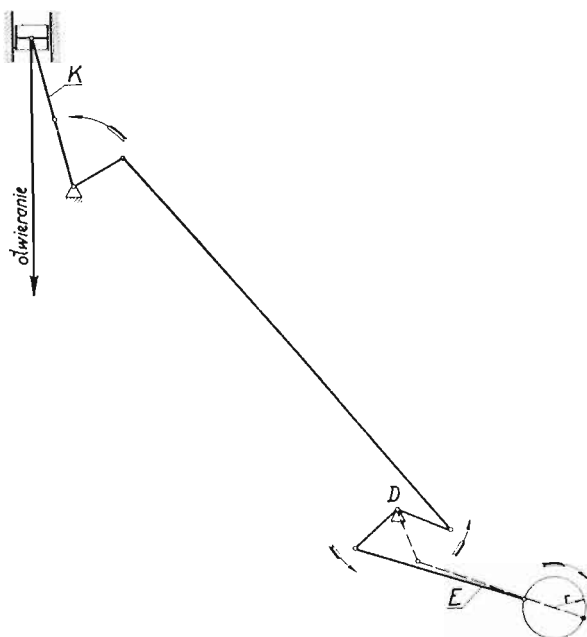
Rys. 231.

osiowego. Mechanizm wylotowy posiada kierownicę *C*, a wlotowy — kierownicę *K*. Szybkość ruchu zaworu wlotowego w czasie otwierania kanału można by zwiększyć, stosując krótki drążek mimośrodowy *E* oraz dźwignię *D* z odpowiednio ułożonymi ramionami (rys. 233),



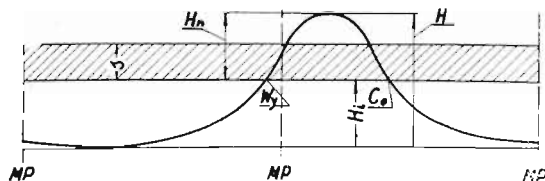
Rys. 232.

Ruch sterującej krawędzi suwaka wylotowego w cylindrze wysokoprzężnym przedstawia rys. 234. Szerokość kanału w tu-



Rys. 233.

lei suwakowej oznaczono literą  $s$ , całkowity skok suwaka —  $H$ , skok użyteczny —  $H_n$ , skok jałowy —  $H_l$ . Oczywiście należy dążyć do tego, aby  $H_l$  było możliwie małe w stosunku do  $H_n$ .



Rys. 234.

### § 53. STAWIDŁA WYCHWYTOWE.

Zasadę działania mechanizmu wychwytowego oraz rodzaje zasadnicze stawideł wychwytowych podano w § 44.