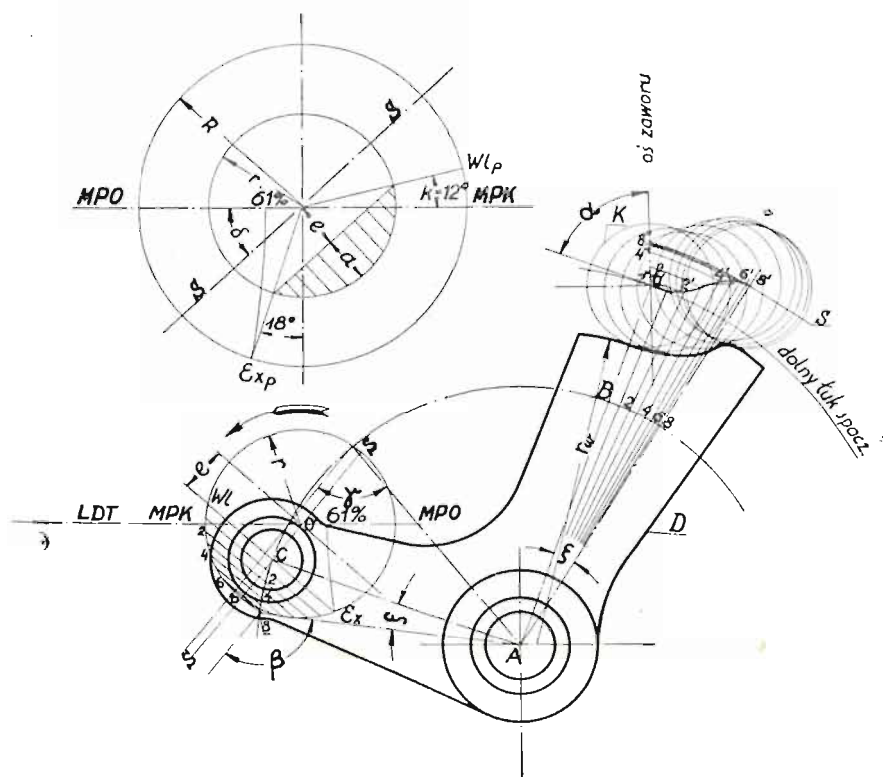


§ 50, PRZYKŁAD PROJEKTOWANIA KSZTAŁTU KRZYWIZNY.

Jako przykład przytaczam stawidło wlotowe Lentza dla strony korbowej (rys. 213), które ma pracować z największym napełnieniem 61% i posiadać wlot przedzwrotny o kącie korbowym $\alpha = 12^\circ$. Za pomocą koła korby



Rys. 213.

o promieniu R znajdujemy kąt obrotu korby, w czasie którego zawór jest otwarty, a który wynosi $12^\circ + 90^\circ + 18^\circ = 120^\circ$. Wybieramy do stawidła projektowanego regulator osiowy (patrz § 51) i największą mimośrodowość r . Teraz rysujemy schemat stawidła, przyjmując pewną przekładnię AC : r_w oraz średnicę krążka K . Przy położeniu środka ostatniego w punkcie b zawór jest jeszcze zamknięty, a przy ruchu krzywizny w lewo zaczyna się niezwłocznie otwierać,

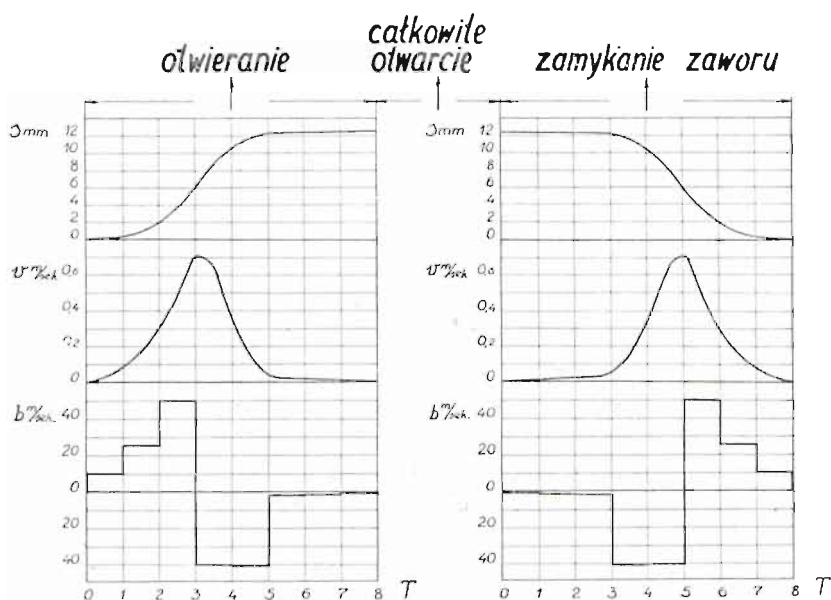
czyli następuje wlot przedzwrotowy. Kształt krzywizny przyjmujemy stosownie do wymaganego największego skoku zaworu, a oprócz tego należy wymagać, aby pomimo możliwie szybkiego otwierania zaworu siły przyspieszeń nie były zbyt duże.

W celu stwierdzenia skoków zaworu dla przyjętej krzywizny i w celu obliczenia sił przyspieszeń odkładamy na linii środkowego kierunku drążka mimośrodowo do punktu C przysłonięcie e dla badanego największego napełnienia i rysujemy wokoło punktu O koło o promieniu mimośrodowości r . Łuk $WL - Ex$ dzielimy na 16 równych części, oznaczonych liczbami 1, 2, 3, 4 i td. Wykreślone z tych punktów równoległe do $WL - Ex$ przecinają łuk zatoczony promieniem AC w 8 punktach analogicznie oznaczonych. Teraz łączymy środek b krążka K z punktem A , przez co znajdujemy na łuku o promieniu AC punkt B . Od ostatniego odkładamy w kierunku przeciwnym do ruchu dźwigni przy otwieraniu zaworu poszczególne cięciwy $C - 1$, $C - 2$, $C - 3$ i td. oraz przedłużamy poszczególne promienie aż poza dolny łuk spoczynku, wykreślony promieniem Ab .

W celu znalezienia skoków zaworu przy obracaniu się dźwigni D o kąty odpowiadające łukom $B - 1$, $B - 2$, $B - 3$ i td., przyjmujemy, że po nieruchomej krzywiznie dźwigni D porusza się krążek K . Na przedłużonych promieniach $A - 1$, $A - 2$, $A - 3$ i td. dobieramy środki $1'$, $2'$, $3'$ i td. krążka K w ten sposób, aby krążek stykał się z przyjętą krzywizną, czyli wokoło punktów $1'$, $2'$, $3'$ i td. kreślimy koła o średnicy krążka K . Połączenie środków b , $1'$, $2'$, aż do $8'$ tworzy krzywą S , według której przesuwał by się środek ruchomego krążka po nieruchomej krzywiznie dźwigni D . Aby znaleźć skoki zaworu dla poszczególnych wychyleń dźwigni D , kreślimy łuki około punktu A promieniami $A - 1'$, $A - 2'$ i td., — np. dla wychylenia $B - 4$ skok zaworu wynosi $b - 4''$. W ten sposób znajdujemy w poszczególnych punktach następujące skoki:

p u n k t :	1	2	3	4	5	6	7	8
skok w mm =	0,346	1,90	6,05	10,55	12,25	12,46	12,55	12,60

Znając skoki zaworu, możemy przystąpić do badania, czy obrany kształt krzywizny jest prawidłowy. W danym wypadku maszyna ma pracować z liczbą obrotów $= 150$ obr/min, wobec czego wał sterujący obraca się w czasie 1 sekundy: $360 \cdot \frac{150}{60} = 900^\circ$. Jak poprzednio zaznaczono, kąt otwarcia zaworu dla przyjętego napełnienia wynosi 120° .



Rys. 214.

Ponieważ z badania zaprojektowanego mechanizmu stwierdziliśmy przyrost skoków zaworu aż do krańcowego położenia mimośrod, przeto kąt otwierania zaworu wynosi 60° , czyli czas otwierania zaworu: $T = \frac{60}{900} = 0,06666$ sekundy.

Stosownie do otrzymanych skoków zaworu w 8 punktach dzielimy ten czas T na 8 równych części (interwałów), tj. $T : 8 = 0,00832$ sekundy (rys. 214). W poszczególnych punktach podziału 1, 2 i td. odkładamy znalezione poprzednio skoki zaworu s , które dają nam krzywą skoków. Na podstawie tej krzywej obliczamy prędkość i przyspieszenia zaworu przy założeniu, że prędkość zaworu jest jed-

nostajnie przyspieszona w danym interwale czasu. Wyniki obliczeń podano na rys. 214 i w następującej tabelce.

Punkt	Skok środkowa krążka s mm	Różnica skoków mm	Prędkość zaworu v m/sec	Przyspieszenie zaworu b m/sec ²
0	0	0	0	0
1	0,346	0,346	$\frac{0,000346 \cdot 2}{0,00832} = 0,0832$	$\frac{0,0832}{0,00832} = 10$
2	1,9	1,554	$\frac{0,001554 \cdot 2}{0,00832} - 0,0832 = 0,2912$	$\frac{0,2912 - 0,0832}{0,00832} = 25$
3	6,05	4,15	$\frac{0,00415 \cdot 2}{0,00832} - 0,2912 = 0,7072$	$\frac{0,7072 - 0,2912}{0,00832} = 50$
4	10,55	4,5	$\frac{0,0045 \cdot 2}{0,00832} - 0,7072 = 0,3744$	$\frac{0,3744 - 0,7072}{0,00832} = -40$
5	12,25	1,7	$\frac{0,0017 \cdot 2}{0,00832} - 0,3744 = 0,0334$	$\frac{0,0334 - 0,3744}{0,00832} = -41$
6	12,46	0,21	$\frac{0,00021 \cdot 2}{0,00832} - 0,0334 = 0,0166$	$\frac{0,0166 - 0,0334}{0,00832} = -2$
7	12,55	0,09	$\frac{0,00009 \cdot 2}{0,00832} - 0,0166 = 0,0041$	$\frac{0,0041 - 0,0166}{0,00832} = -1,5$
8	12,60	0,05	$\frac{0,00005 \cdot 2}{0,00832} - 0,0041 = 0$	$\frac{0 - 0,0041}{0,00832} = -0,5$

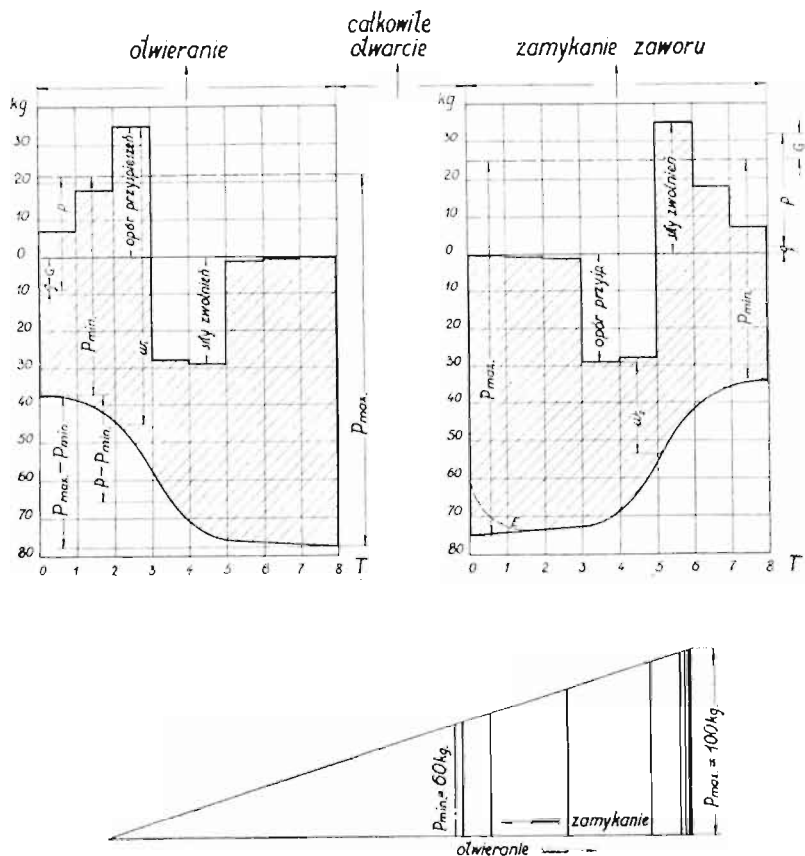
Na mocy wykresu przyspieszeń (rys. 214) obliczamy dla zaprojektowanego mechanizmu (rys. 213) siły przyspieszeń.

W przeciwstawieniu do stawidla krzywkowego (patrz § 46) sprężyna przyspiesza w stawidle Lentza tylko zawór, jego trzon wraz z wodzikiem stawidłowym i krążek. Przyjmijmy ciężar tych części 7 kg, czyli ich masa wynosi:

$$M = \frac{G}{g} = \frac{7}{9,81} = 0,715.$$

Siłę przyspieszającą dla każdego odstęp czasu (interwału) znajdujemy ze wzoru: $P = M \cdot b$.

Obliczone siły przyspieszeń odkładamy w rys. 215 od koła spoczynku. Chcąc znaleźć całkowity nacisk krążka na powierzchnię krzywizny w czasie otwierania zaworu, musimy



Rys. 215.

do tych sił dodać ciężar $G = 7 \text{ kg}$ i tarcie w dławnicy trzonu, które przyjmujemy $q = 2 \text{ kg}$, a odjąć nacisk pary na trzon zaworu p . Przyjmując średnicę trzonu 18 mm i ciśnienie pary 12 at , otrzymujemy nacisk pary na trzon $p = 30,6 \text{ kg}$. W końcu musimy dodać siłę sprężyny, która w drugiej części okresu otwierania zaworu musi spowodować zwolnienie poprzednio przyspieszonych mas, a w pierwszej części okresu zamykania zaworu przyspieszać je. W czasie zamy-

kana zaworu ciężar jego działa w kierunku przeciwnym do oporów przyspieszeń, a tarcie w dławnicy i ciśnienie pary na trzon zaworu zmniejszają nacisk pomiędzy krążkiem i krzywizną.

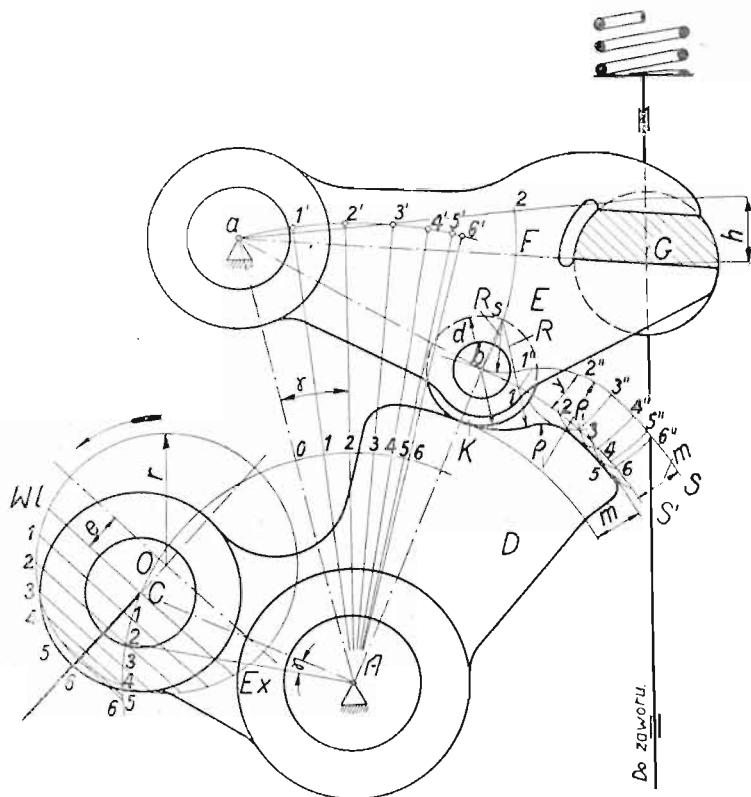
Przyjmijmy, że siła sprężyny przy zamkniętym zaworze wynosi $P_{min} = 60 \text{ kg}$, a przy całkowicie otwartym zaworze $P_{max} = 100 \text{ kg}$. Przy założonym skoku zaworu otrzymujemy więc wykres sprężyny; — na podstawie ostatniego i na podstawie stwierdzonych skoków krążka w poszczególnych punktach (rys. 213 i 214) możemy obliczyć siłę sprężyny działającą przy każdym skoku zaworu i wykreślić ją w rys. 215. Jeżeli krążek nie ma odłączyć się od krzywizny i następnie z siłą uderzyć o nią, to nacisk pomiędzy krążkiem i krzywizną musi być $w > 0$. W danym wypadku otrzymujemy najmniejszy nacisk $w_2 \approx 28 \text{ kg}$. Ten duży nacisk nie jest bynajmniej za duży w wypadku pracy z napełnieniem mniejszym, kończącym się w interwale 4 do 5, bo w okresie zmiany ruchu zaworu przy rozpoczęciu się jego zamykania tarcie w dławnicy jest większe i przeciwdziała sile sprężyny.

Gdybyśmy chcieli osiągnąć mniejsze dławienie pary przy małych napełnieniach, to trzeba by przyjąć więcej stromą krzywiznę, tj. większy skok zaworu w punktach 1 do 4. Przez to zwiększyły by się znacznie przyspieszenia, które mogą w stawidłach krzywiznowych dochodzić do $b = 100 \text{ m/sec}^2$, oraz wzrosła by siła sprężyny, która w stawidle Lentza dochodzi przy zamkniętym zaworze do 100 kg .

W podobny sposób, jak w stawidle Lentza, postępujemy przy projektowaniu innych stawideł krzywiznowych. Jeżeli mamy zaprojektować stawidło krzywiznowe z podwójną przekładnią (rys. 216), którego sworzeń C otrzymuje napęd od drążka mimośrodowego, to rysujemy najpierw mechanizm dla chwili, w której ma nastąpić wlot przedzwrotowy, oraz przyjmujemy kształt krzywizny stosownie do wymaganego skoku zaworu. Dla największego napełnienia Ex przyjmujemy wlot przedzwrotowy Wl i największą mimośrodowość r , przez co znajdujemy przysłonięcie e , które odkładamy od punktu C^1 .

¹⁾ W rys. 216, 217 i 218 przyjęto, celem jaśniejszego przedstawienia konstrukcji, wyjątkowo duże napełnienie największe.

Wokoło punktu O kreslimy koło o promieniu r , oraz wokoło punktu A łuk promieniem $A - C$. Łuk $Wl - Ex$ dzielimy na kilkanaście równych części, a równoległe do linii $Wl - Ex$ przecinają łuk zatoczony promieniem $A - C$ w punktach 1, 2, 3 itd. Poszczególne cięciwy $C-1$, $C-2$ itd. odkładamy od punktu O , znajdującego się na linii $A - a$, w kierunku prze-



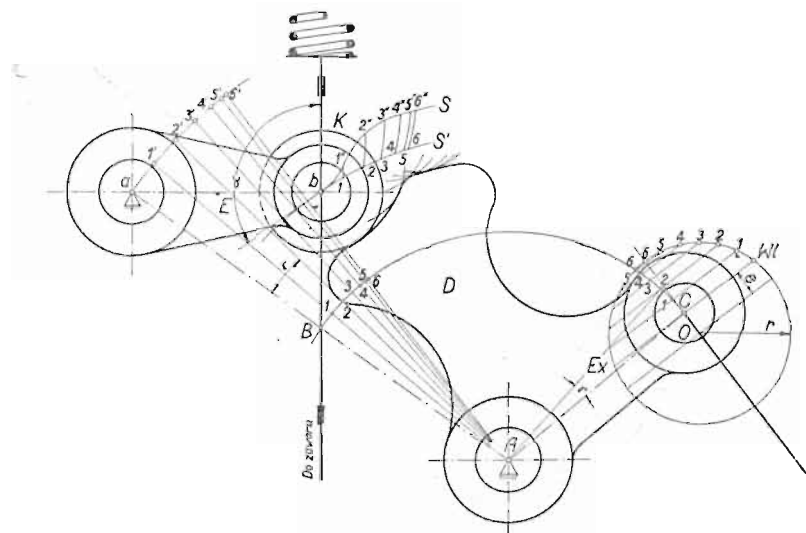
Rys. 216.

ciwnym do ruchu dźwigni D przy otwieraniu zaworu. Połączenia tych punktów 1, 2, 3 itd. z punktem A przedłużamy aż do przecięcia się ich z łukiem, wykreślonym wokoło punktu A promieniem $A - a$.

W celu znalezienia skoków zaworu przy obracaniu się dźwigni D o kąty odpowiadające łukom $0-1$, $0-2$, $0-3$ i t d., przyjmujemy, że dźwignia D jest nieruchomą, natomiast dźwignię E obracamy w ten sposób, że punkt jej obrotu a przesuwa się po łuku $a-6'$, przy czym krążek K musi zawsze

stykać się z przyjętą na dźwigni D krzywizną. Kreślimy więc łuki promieniem $a-b$ wokoło punktów $1', 2', 3'$ itd. Na łukach tych muszą znajdować się środki krążka $1'', 2'', 3''$ itd., których połączenie tworzy krzywą S , według której przesuwal by się środek ruchomego krążka K wraz z dźwignią E po krzywiznie nieruchomej. Aby znaleźć skok zaworu, np. dla obrotu dźwigni D o kąt $CA2=\gamma$, kreślimy wokoło punktu a łuk promieniem $a-b$, odkładamy od punktu F , znajdującego się na linii $a-G$, długość $y=2-2''$ jako $F-2$ i przedłużamy linię $a-2$ aż do osi trzonu zaworu, otrzymując h jako odnośny skok zaworu.

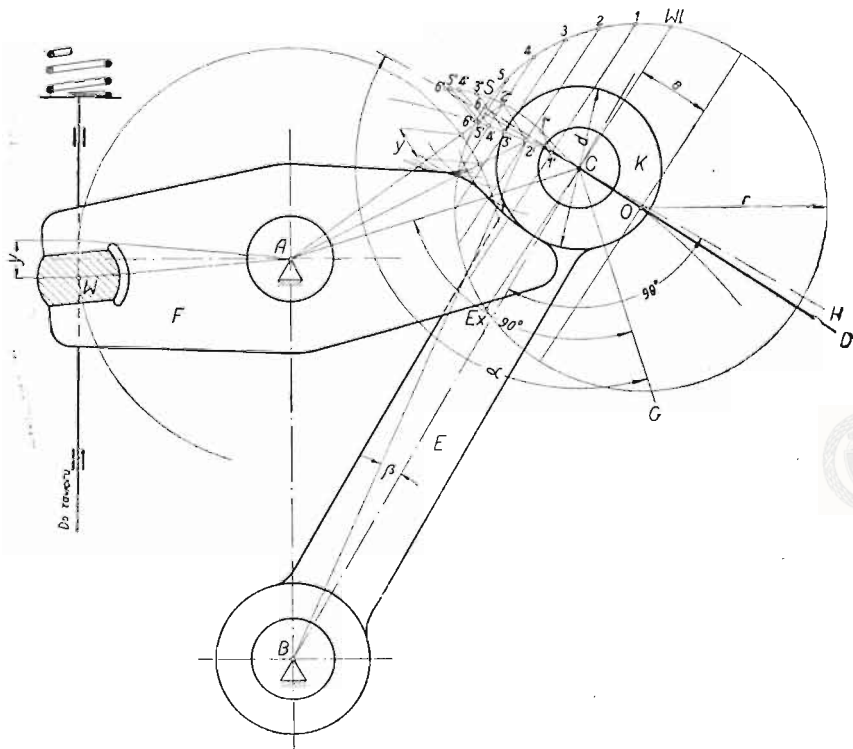
W taki sam sposób projektujemy stawidło Proella (rys. 217), którego schemat należy najpierw wykreslić. Od



Rys. 217.

środka sworznia C , napędzanego drążkiem mimośrodowym, odkładamy przysłonięcie e oraz kreślimy wokoło punktu O koło o mimośrodowości r . Łuk $Wl-Ex$ dzielimy na kilkanaście równych części, kreślimy wokoło punktu A łuki promieniami $A-C$ oraz $A-a$. Równoległe do $Wl-Ex$ dają nam punkty $1, 2, 3$ itd. na łuku $A-C$, które przenosimy, poczynając w punkcie B na linii $A-a$, w kierunku przeciwnym do ruchu dźwigni przy otwieraniu zaworu. Połączenia tych punktów z punktem A przedłużamy do łuku wykreślonego promieniem

$A-a$ i znajdujemy punkty $1', 2', 3'$ itd. W celu wykreślenia krzywej S , według której środek krążka K przesuwał by się przy nieruchomo przyjętej dźwigni D , kreślimy wokoło punktów $1', 2', 3'$ itd. łuki promieniem $a-b$, które to łuki przecinają dolny łuk spoczynku S' w punktach $1, 2, 3$ itd.



Rys. 218.

Na łukach znajdujemy środki krążka K w punktach $1'', 2'', 3''$ itd., bo krążek musi zawsze przylegać do krzywizny. Poszczególne długości $1-1'', 2-2'', 3-3''$ itd. pomiędzy krzywymi $S-S'$ przedstawiają skoki zaworu, np. przy okręceniu dźwigni D o kąt γ skok zaworu wynosi $2-2''$. W stawidle Proella kąt α jest większy od 90° , przez co otrzymuje się szybkie otwieranie zaworu, bo przekładnia jest duża; — krzywizna nie może być jednak zbyt stroma, bo może nastąpić samozahamowanie.

Inny rodzaj stawidla Proella przedstawia rys. 218. Krążek K , prowadzony łącznikiem E , jest tutaj napędzany

drążkiem mimośrodowo D . W danym stawidle jest $CG \perp AC$, a $CH \perp BC$ oraz kąt $\alpha > 90^\circ$, co posiada zalety i wady podane przy rozważaniu rys. 217. Od punktu C (rys. 218) odkładamy przysłonięcie e i kreślimy koło mimośrodowością r wokoło punktu O . Łuk $Wl - Ex$ dzielimy na kilkanaście równych części, zataczamy wokoło punktu B łuk promieniem BC i znajdujemy na nim punkty $1', 2', 3'$ itd. Wokoło punktu A kreślimy łuki promieniami $A-1', A-2', A-3'$ itd. Na łukach tych znajdują się środki krążka K , gdyby posuwał się po nieruchomej krzywiznie dźwigni F . Kreśląc krążek K w poszczególnych położeniach, znajdujemy punkty $1'', 2'', 3''$ itd., a zatem krzywą S . Chcąc znaleźć skoki zaworu, kreślimy wokoło punktu A koło o promieniu $A - W$, np. przy ruchu dźwigni E o kąt β krążek musiał by przesunąć się względem krzywizny o drogę $2' - 2''$, czyli zawór wykonał by skok y .

W sprawie wyboru średnicy d krążka K (patrz rys. 216) zaznaczam, że, ze względu na uzyskanie szybkiego otwarcia zaworu, średnica ta powinna być możliwie mała i przyjmuje się ją średnio:

$$d \simeq 12 \text{ mm} + 2 h$$

dla zaworów wlotowych i wylotowych przy normalnym skoku zaworu $h \leq 10 \text{ mm}$,

$$d \sim 3,2 h$$

dla zaworów wylotowych o skoku $h > 10 \text{ mm}$.

Jedynie w stawidłach z kątem $\alpha > 90^\circ$ poleca się stosować większą średnicę d . Promień R_s może być dla niezmiennego rozrządu pary dość duży, mianowicie $R_s = 0,5d$ lub $R_s = h$ do $2h$; — jeżeli jednak stawidło przy zmiennym rozrządzie pary nie posiada przekładni, to wykonywa się dla wlotu $R_s = 0,4$ do $0,8h$. Promień $R = R_s + 0,5d$. Promień $\rho = 0,4$ do $1,5 h$, a jedynie przy $h \leq 10 \text{ mm}$ wykonywa się $\rho = 2 \text{ mm} + 0,2 h$. Promień $\rho_1 = \rho + 0,5 d$. Jako średnią wartość szerokości s krążka K można podać: $s = 10 \text{ mm} + (1 \text{ do } 1,6) \cdot h$, a przy zastosowaniu przekładni — $s = 10 \text{ mm} + (1 \text{ do } 1,6) \cdot h'$, gdzie $h' = h \cdot \frac{ab}{aG}$ (patrz rys. 216).