

S T A W I D Ł A ./c.d./

III. Mechanizm napędzający stawidła zaworowe.

Napęd stawideł budujemy według schematów podanych na rys.240 A, B lub 241.

Na rys.240 A mamy napęd od wału głównego przez przekładnię stożkową na wał sterujący W, na którym umieszczone są mechanizmy rozrządu zaworów. Wałek sterujący składa się z dwóch części połączonych sprzęgłem elastycznym T., co jest konieczne ze względu na wydłużanie cylindra. Położenie wału ustalone jest przy łożysku L_1 . Koła przekładni stożkowej posiadają małą podziałkę dla uzyskania cichego biegu; w tym celu również koło H wylewa się betonem. Koła wykonujemy z żeliwa, a w maszynach wyciągowych; ze względów bezpieczeństwa ze staliwa. Zaletą omówionego układu jest to, że smar z łożyska głównego ścieka wprost do skrzynki przekładniowej. Ujemną stroną jest duża odległość K wału sterującego od osi maszyny. Dla zmniejszenia tej odległości można dać koło N_1 zamiast N, lecz wówczas skrzynka przekładniowa musi posiadać osobną podporę i nie mamy tej korzyści ze smarowaniem. Ponadto, dla zmniejszenia K stosuje się również przekładnię podwójną /rys.240 B/ lecz układ ten jest drogi.

Na rys.241 mamy inny rodzaj napędu. Wał główny przy pomocy minisrodu M i system drążków napędza mechanizm rozrządu pary. Układ ten jest tańszy i prostszy; mamy tu jedynie trudność właściwego ustawienia łożysk A i B.

IV. Podział stawideł zaworowych.

Stawidła zaworowe dzielimy na : wodzone i wychwytowe. Różnica między nimi polega na tem, że w stawidłach wodzonych zawór jest stale połączony z mechanizmem napędzającym i zamykany siłą sprężyny lub odpowiednią dźwignią. W stawidłach zaś wychwytowych zawór odłącza się w okresie zamykania od mechanizmu zawewnętrznego, a zamykanie zaworu następuje pod wpływem własnego ciężaru i siły sprężyny.

Stawidła wodzone dzielimy dalej na :

- 1/ Stawidła z niezmiennym rozrzędem pary
- 2/ Stawidła ze zmiennym rozrzędem pary.

V. Stawidła wodzone z niezmiennym
rozrzędem pary.

Stosujemy je do wszystkich zaworów cylindrów niskopiętnych/ o ile maszyna nie pracuje z pobieraniem pary / i do wszystkich zaworów wylotowych.

Rozróżniamy tu następujące konstrukcje :

- 1/ Stawidła krzywkowe / z tarczami nieokrągłymi /
- 2/ " biegunowe .
- 3/ " krzywiznowe.
- 4/ " z kierownicami.

Obecnie najbardziej rozpowszechnione są stawidła krzywiznowe, jako najtańsze. Dla dużych ilości obrotów stosowane są chętnie zawory z kierownicami.

Stawidło krzywkowe mamy na rys.242. Na wałku sterującym W osadzone są tarcze nieokrągłe sterujące odpowiednie zawory. Na wałku pomocniczym F znajdują się dźwignie dla każdego zaworu, zaopatrzony w krążki K / K_1 /. Kształt krzywki składa się z linii : $a_1 - c_1$ dla otwierania, $c_1 - b$ otwarcie całkowite i $b - a$ zamykanie zaworu. Analogicznie dla zaworu wylotowego, przy czym napęd można tu uzyskać od krążka K_1 przez układ dźwigni G z drążkiem D, lub bezpośrednio drążkiem B. Przy układzie G - D, drążek D jest rozciągany co jest bezwzględnie korzystniejsze, lecz położenie jego jest zbyt poziome. Przy układzie B drążek pracuje na ściskanie, co wymaga grubszych wymiarów. Słabą stroną stawideł krzywkowych są duże masy w ruchu, a więc chcąc pracować przy większych obrotach, należy dążyć do tego, aby drążki D i D_1 pracowały na rozciąganie przez co uzyskamy zmniejszenie mas. Sprężyna zaworu musi być tak silna, aby zapewniła stałą styczność krążka z krzywką we wszystkich punktach rozrzędu, jedynie przy szczelnym zamknięciu zaworu szczelina

winna wynosić 0,5 do 1 mm. Krążki są hartowane, jak również powierzchnie pracujące w tarczy nieckragłej. Powierzchnie te mogą być wykonane osobno i przykręcone do tarczy.

Krzywkę projektujemy z założonych przyspieszeń zaworu /rys.243/. Wykreślamy koło podstawowe D_2 i koło D_1 , przy czym $D_1 = D_2 + 0,5$ do 1 mm. Odkładamy wysokość "h", odpowiadającą całkowitemu otwarciu zaworu. Po stronie otwarcia dajemy zaokrąglenie niezbyt wielkim promieniem R_1 . Po stronie zamykania - R_2 , przy czym $R_1 < R_2$. Zaokrąglenia te łączymy stycznymi z kołem D.

Omówione stawidło pracuje z niezmiennym rozrządem pary. Dla maszyn pracujących raz z wydmuchem a raz z kondensacją zachodzi potrzeba stosowania zmiennej kompresji. W tym celu dajemy krzywkę według rys.244. Mamy tu trzy tarcze A, B i D. Jeśli maszyna ma pracować z kondensacją, to wszystkie tarcze skręcamy tak, że się nakrywają; mamy wówczas dużą kompresję /odcinek Co - Wy/. Dla pracy z wydmuchem musimy zmniejszyć kompresję, więc przekręcamy tarczę B i D w kierunku przeciwnym do obrotu wału sterującego w ten sposób, że koniec tarczy B i D przejdzie do punktu Co_1 . Otrzymujemy przez to dłuższy czas otwarcia zaworu wylotowego, a więc mniejszą kompresję. Tarcze B i D sterują więc kompresję, a A - wylot. Konstrukcja ta jest dość rzadko stosowana; śruby S nie są zbyt pewnym elementem.

Stawidła biegunowe. Mamy tu dźwignię o zmiennej przekładni /rys. 245,246,247/. W chwili zaczęcia otwierania punkt oparcia dźwigni jest blisko osi obrotu, więc siła potrzebna do otwarcia jest w pierwszej chwili mała, co jest ważne zwłaszcza przy zaworach nieodciążonych. Zaletą tych stawideł jest więc: powolny ruch przy otwieraniu i zamykaniu, a potem przy otwieraniu małe siły a przy zamknięciu - lekkie osiadanie zaworu. Biegun otrzymuje napęd od mimośrodów. Rozróżniamy tu dwie zasadnicze konstrukcje:

a/ Podkładka stale przytwierdzona do nasady, po której toczy się biegun napędzany od mimośrodów /rys.245/

b/ Oba bieguny ruchome /rys.246/.

Rozpatrzmy konstrukcję a/. Na rys.245a mamy stawidło wlotowe.

Odległość "m" w chwili gdy zawór zaczyna się otwierać musi być możliwie mała. Drażek mimośrodowo pracuje tu na rozciąganie, co jest korzystne. Sprężyna S nadaje potrzebne przyspieszenie, aby biegun był stale w styczności z podkładką.

Rys.245 b przedstawia wylotowe stawidło biegunowe. Drażek mimośrodowo jest tu ściskany ; chcąc mieć drażek rozciągany musielibyśmy zastosować układ według rys.245 c, lecz jest on bardzo niedogodny w budowie i rzadko stosowany. Naogół więc dla stawideł wylotowych maszyn o ilości obrotów do 120 stosujemy konstrukcję 245 b. Dla większych ilości obrotów dajemy oba bieguny ruchome.

Konstrukcję z obu ruchomymi biegunami /typ B/ mamy na rys.246. Sworzeń G i I przytwierdzone są w skrzynce zaworu. Wykonanie a/ stosuje się w maszynach parowych, b/ - w gazowych obustronnego działania.

Bieguny wykonywamy stalowe, hartowane na powierzchni. Muszą być one racjonalnie smarowane, a kształt ich winien zapewniać jaknajmniej-
sze zdzieranie. W tym celu bieguny winny toczyć się po sobie, zwłaszcza przy początku otwierania ; dalej ślizganie nie jest tak szkodliwe, bo zawór już jest odciążony. Po zamknięciu zaworu biegun, okręcając się dookoła czopa, odłącza się od podkładki. Przyleganie bieguna do podkładki zachodzi więc tylko podczas pracy stawidła.

Podkładkę można wykonać zatoczoną promieniem 2.r, gdzie r - promień bieguna /rys.247/. Wykonanie to jest drogie, więc przy stałej podkładce dajemy zwykle podkładkę zatoczoną w kierunku przeciwnym niż na rysunku, a biegun prosty. Przy obu biegunach ruchomych wykonywamy zwykle jeden zaokrąglony a drugi prosty.

W chwili początku otwierania punkt B /rys.247/ t.j. początek zaokrąglenia ζ podkładki leży powyżej osi czopa o $x = 1/3$ do $1/2$ całkowitego skoku zaworu. Odległość C w tym momencie, zwana "rozbieżnością" bieguna, wynosi :

$$C = 2 \text{ do } 10. \text{ mm.}$$

przyczem mniejsze wartości dajemy dla maszyn wolnobieżnych, większe - dla szybkobieżnych. Wielkość C wpływa na szybkość otwierania zaworu :

należy pamiętać, że przy zbyt dużym C otrzymamy duże dławienie pary dolotowej.

Projektowanie stawidła biegunowego.

Mamy tu zupełną niezależność ustawienia poszczególnych punktów rozrzędu pary, bo każdy zawór ma swój biegun i swój mimośród. Wykres dla stawidła wlotowego podaje rys.248. Rysujemy koło korby i przyjmujemy kierunek obrotu /MPO i MPK/. Z wykresu indykatora bierzemy napełnienia jednakowe dla strony przedniej i tylnej. Przyjmujemy kąt k również jednakowy dla obu stron. Zataczamy łuk promieniem $l = 5.r$ i łączymy otrzymany stąd punkt Ex_t z punktem Wl_t , poczem kreślimy równoległą $Se_t - Se_t$ do prostej $Ex_t - Wl_t$. Analogicznie dla strony przedniej /indeks "p"/. Stąd otrzymujemy wielkości otwarcia a_{et} i a_{ep} dla obu stron. Podobnie budujemy wykres dla stawidła wylotowego /rys. 249/, gdzie przyjmujemy równą kompresję dla obu stron.

Przyjmujemy teraz pewien układ stawidła i mimośrodość wlotową. Wykreślamy środkowy kierunek drążka mimośrodowego OH /rys.250/. W punkcie O kreślimy linię MM prostopadłą do kierunku OH jako środkowe położenie mimośrodu. Od linii MM odkładamy w odpowiedniej skali wielkość przysłonięcia e_t . Otrzymujemy punkty Wl_t i Ex_t . Wykres uzupełniamy, kreśląc LDT_t /linię drąga tłokowego dla strony O / pod kątem k_t . Podobnie dla strony K , odkładamy wielkość przysłonięcia e_p i kreślimy LDT_p pod kątem k_p . Tam samo projektujemy wykres dla stawidła wylotowego /rys.251/, skąd otrzymujemy punkty Wy_p, Co_p, Wy_t, Co_t .

Z powyższych wykresów wynika: Dla stawidła wlotowego przy jednakowym wykonaniu biegunów otrzymamy mniejsze otwarcie zaworu po stronie tylnej, ponieważ $e_t > e_p$ /rys.250/. Chcąc przy jednakowym wykonaniu biegunów osiągnąć jednakowe skoki dla obu stron, trzeba więc po stronie tylnej dać $r_{et} > r_{ep}$. Odwrotnie dla stawidła wylotowego: ponieważ $i_p > i_t$, należy wykonać $r_{ap} > r_{at}$, wówczas można osiągnąć jednakowe otwarcie przy jednakowym wykonaniu biegunów. Zwykle dajemy $r_a > r_i$ ponieważ "a" jest znacznie większe od "i", a skoki niewiele się różnią.

Wykres dla stawideł suwakowych dawał prócz punktów charakterystycznych pewien pogląd na szybkość rozrządu. Przy stawidłach zaworowych wykres daje tylko punkty charakterystyczne, musimy więc osobno zbadać, czy nie zachodzi dławienie. Wychodzimy tu z równań :

$$f_{e \max} = \frac{F \cdot c_{\max}}{v_{e \max}} ; \quad f_{a \max} = \frac{F \cdot c_{\max}}{v_{a \max}}$$

Kreślimy w pewnej skali krzywą prędkości tłoka c_m /rys.252/ i krzywą potrzebnych wolnych przekrojów f_e . Na zasadzie tych krzywych dla zaworu o danych wymiarach wykreślamy krzywe koniecznych i rzeczywistych skoków zaworu /rys.253/. Od punktu A zaczyna się dławienie pary. Jeśli okres dławienia wypada zbyt długi, musimy zmienić miłośrody.

Główną wadą stawideł biegunowych jest duże dławienie i zbyt duży skok względem skoku rzeczywistego, co daje duże naprężenia w sprężynie.

Stawidła krzywiznowe. Główną ich zaletą jest : prostota budowy, łatwa kontrola i wymiennosc, taniosc wykonania i znacznie mniejsze niż w stawidłach krzywkowych masy będące w ruchu, co pozwala stosować je dla większych ilości obrotów $n = 150$ do 200 obr/min. W połączeniu z zaworami rurowymi stawidła te są obecnie najbardziej rozpowszechnione.

Najprzód omówimy konstrukcję, w których zamykanie zaworu uskutecznia siła sprężyny.

Na rys.254 drążek S uruchamia dźwignię z krzywizną, która napędza dźwignię D. Dźwignia D jest stale dociskana sprężyną do krzywizny napędzającej. Dajemy $\alpha = 18^\circ$ do 35° , przyczem mniejszy kąt daje powolniejsze otwieranie, lecz większe dławienie. Krzywizna R_1 odpowiada otwarciu zaworu, R - zamknięciu. Aby mieć pewność zamknięcia zaworu, promień R zataczamy z punktu oddalonego o "y" od środka czopa.

Na rys.255 mamy stawidło Lenza. Krążek połączony jest bezpośrednio z zaworem. Jest to najprostsze rozwiązanie, lecz mamy tu niewielki nacisk boczny na trzon zaworu co nie jest zbyt korzystne.. Zamykanie uskutecznia sprężyna, która musi dać takie przyspieszenie, aby krążek nie odłączał się od krzywizny.

Pewną odmianę powyższego stanowi stawidło Proell-Schwabe podane

na rys.256. Nie jest ono tak proste jak Lenza, lecz zato nie wywiera bocznych sił na trzon. Drażek mimośrodowo pracuje na ściskanie, co jest bezwątpienia stroną ujemną.

Rys.257 przedstawia stawidło Müllera. Konstrukcja bardziej skomplikowana i wymagająca wysokiej nasady zaworu. Stawidło to daje szybsze otwarcie i jest dobre, gdy chodzi o duże skoki przy małych napełnieniach.

Stawidło krzywiznowe zamykane nie siłą sprężyny, lecz drugą krzywizną wprowadził Prof.Doerfel /rys.258/. Gdy drażek mimośrodowo idzie w górę, tarcza W obraca się w prawo i krzywizna Z_2 podchodzi pod krążek K, który umocowany jest w dźwigni, obracającej się dookoła czopa A. Zawór zostaje otwarty z szybkością określoną przez krzywą Z_2 . Po nawróceniu mimośrodowo drażek idzie nadół. Krążek B, który przy otwieraniu opadał w/g krzywej $x - y$ postępuje teraz w górę dzięki ruchowi krzywizny $y - x$, a równocześnie krążek K opuszczać się musi w/g krzywej Z_2 . Mamy tu przymusowe zamykanie przez działanie mimośrodowo na dźwignię W i krzywiznę $y - x$. Synchronizowanie obu krzywych jest bardzo trudne, więc czop A zawieszamy zazwyczaj elastycznie na sprężynie. Przy wprowadzaniu swego stawidła Prof.Doerfel twierdził, że będzie mógł pracować dobrze z dużą ilością obrotów, lecz ze względu na trudność wykonania i synchronizowania krzywizn stawidło to mało się przyjęło. Mimo przymusowego zamykania krzywizną daje się jeszcze sprężynę na zawór dla doszczelnienia i elastyczności zamknięcia, by nie połamać mechanizmu wrazie dostania się jakiegoś twardego ciała na siedło zaworu.

Stawidła z kierownicami. Na rys.259 mamy stawidło dla zaworów tłoczkowych w wykonaniu firmy "Zieleniewski". Wykonanie to dla cylindrów niskoprężnych z niezmiennym rozrzędem pary daje dobre wyniki.

VI. Stawidła wodzone dla zaworów wlotowych ze zmiennym napełnieniem

W maszynach jednocylinrowych, lub w cylindrach wysokoprężnych maszyn o kilkakrotnym rozprężaniu pary zmienne napełnienie uzyskujemy zapomocą

regulatora zwykłego lub osiowego, który zmienia mimośrodowość i kąt przodowania.

1/ Stawideł krzywkowych w połączeniu z regulatorem nie używa się prawie wcale, ze względu na duże masy w ruchu i trudność połączenia w sposób prosty regulatora z krzywką. Istnieje tu tylko jedno możliwe rozwiązanie zmarłego niedawno Prof. Zwoniczka.

2/ Stawidła biegunowe w połączeniu z regulatorem pionowym wyszły z użycia ze względu na: zawiłą konstrukcję /kosztowne wykonanie/ i duże naprężenia sprężyn. Złoty temu, że $a_{\max} \gg h$ /rys.260/ oraz duże dławienie pary. Duży skok maksymalny wymaga jak wiemy dłuższych zaworów, a więc mniej szczelnych i z większą szkodliwą przestrzenią. Jedyną konstrukcją godną polecenia jest stawidło inżyniera Windmanna /rys.261/.

3/ Stawidła krzywiznowe /Lenza, Proella, Doerfla/ jak i stawidła z kierownicami uruchamiającymi zawory tłoczkowe /rys.262/ dają zmienne napełnienie prawie wyłącznie przez połączenie z regulatorem osiowym. Stawidła krzywiznowe mają tę zaletę, że skok maksymalny przy odpowiednim zaprojektowaniu krzywizny niewiele różni się od skoku normalnego. Natomiast połączenie regulatora osiowego ze stawidłem z kierownicami dla zaworów tłoczkowych nie daje dobrych rezultatów, ponieważ dławienie pary jest zbyt duże; dla zaworów tłoczkowych znacznie korzystniejsze są stawidła wychwytowe, które można używać dla znacznie większych ilości obrotów.

VII. Regulatory osiowe.

Regulatory osiowe używane są do zmiany rozrzędu pary przy stawidłach krzywiznowych. Regulator osiowy może być umieszczony bezpośrednio na wale głównym i za pomocą jednego drążka mimośrodowego napędzać krzywizny dla przedniego i tylnego zaworu /rys.263/ lub też może być umieszczony obok cylindra na wale sterującym i oddziaływać na mimośrodowość M_1 i M_2 /rys.264/. Ponadto może się znajdować obok ramy /rys.265/, lecz wówczas uruchomienie mimośrodowość nie jest tak dogodne.

Tak samo jak dla maszyn suwakowych rozróżniamy regulatory osiowe:

1/ O krzywej centralnej prostej,

2/ Okrzywej centralnej zatoczonej łukiem.

Z pierwszej grupy najbardziej rozpowszechniony jest regulator Lenza, z drugiej - Proella. Ponadto znamy regulatory Steina, Steine-Hartung, Müllera i t.d.

Linia centralna o kształcie łuku posiada w porównaniu z prostą tę zaletę, że daje większe odnoki przy mniejszych napełnieniach. Słabą stroną jej jest to, że wlot przedzwrotowy ulega większym zmianom.

Rozpatrzmy regulator osiowy Lenza. Na wale sterującym okliniona część B / rys.266/i 267/ o kształcie prostokątnym. Na niej może się przesuwać mimośród A, ponieważ posiada wewnątrz ^{dłuższy} wykroj prostokątny. Na mimośrodku A nałożone są pokrywy, z których tylna łączy się zapomocą drążka z mechanizmem napędzającym zawór. Przesuwanie mimośrodu A po kamieniu B skutecznia regulator, który zaczepia za mimośród A w czopie C. Wewnątrz osłony regulatora znajduje się część F /rys.267/ okliniona na wale sterującym. W części F umocowane są w czopach Z ciężary rozchodzące się nazewnątrz pod wpływem siły odśrodkowej przy zwiększającej się liczbie obrotów. Ciężarom tym przeciwdziała siła sprężyny płaskiej. Przy rozchodzeniu się nazewnątrz, osłona umieszczona luźno na wale okręca się w kierunku przeciwnym do biegu wału, bo przesuwają ją kierownica "y" zaczepiona w czopie "x". Ruch wykonywany przez osłonę przenosi tuleja G przy pomocy czopa C na mimośród A, przesuwając go po kamieniu B. Koniec wału sterującego jest przewiercony; w przewierceniu umieszczony jest klin K, który zapomocą kółka ręcznego można wysuwać lub wsuwać. Urządzenie to służy do zmiany napięcia sprężyny regulatorowej, a zmiana ta może nastąpić w czasie ruchu maszyny. Jest to bardzo ważne, bo możemy tu zmieniać liczbę obrotów w granicach plus minus 5% w czasie ruchu maszyny, co jest bardzo dogodnie przy równoległym łączeniu dwóch maszyn napędzających generatory elektryczne pracujące na jedną sieć.

Regulator Proella mamy na rys.268. Posiada on wewnętrzny mimośród okliniony łącznie z tarczami A na wale sterującym. Ciężary okręcać się mogą około sworzni B przechodzących przez tarcze A. Siłę od-

środkowej tych ciężarów przeciwdziałają sprężyny spiralne. Przy okręcaniu się ciężarów wokół sworzni B, czop F połączony z ciężarami, łączy się przy pomocy kierownicy C i czopa H z luźnym mimośrodem L i okręca takowy wokół oklinionego wewnętrznego mimośrodu, skutkiem czego zawór napędzany pokrywami mimośrodu M i drążkiem N otrzymuje napęd przy innej mimośrodowości i innym kącie przodowania. Mamy tu również nastawność napięcia sprężyny regulatorowej umożliwioną kółkiem ręcznym w czasie ruchu zapomocą mechanizmu P, R, S.

Przy pomocy prawidłowo zbudowanego regulatora osiowego można wyrównać napełnienia po stronie O i K, dopuszczając nieznaczne zmiany wlotu przedzwrotowego. Kompresję i wylot sterują inne zawory regulator działa więc na zawory wlotowe tylko. Wyrównanie napełnienia można uzyskać przez różną długość krzywej centralnej.

W stawidle Lenza przysłonięcie wlotowe z tyłu jest większe niż z przodu skutkiem czego krzywa centralna Y po stronie K leży bliżej środka koła i jest dłuższa od X t.j. krzywej centralnej po stronie O. A więc :

$$e_t > e_p ; \quad Y > X$$

W regulatorze Proella :

przysłonięcia

$$e_t > e_p$$

mimośrodowość mimośrodu stałego :

$$r_{st} = r_{sp}$$

"

"

luźnego :

$$r_{zt} > r_{zp}$$

krzywe centralne : $X = Y$

kąty przodowania $\alpha_p > \alpha_t$ /rys.269/.

W regulatorze Steina /krzywa centralna łukowa/ :

$$e_t > e_p ; \quad r_{st} = r_{sp} ; \quad r_{zt} > r_{zp} ; \quad Y > X ;$$

Przy projektowaniu stawidła krzywiznowego musimy znać najpierw przy pomocy wykresu suwakowego o długości 100 mm. poszczególne charakterystyczne punkty rozrzędu pary oraz przysłonięcia e_t i e_p . Rozpoczynamy badanie stawidła od strony odkorbowej. Przyjmujemy pewien układ stawidła oraz pewną mimośrodowość wlotową - wszystko dla napełnienia normalnego. Kreślimy układ stawidła dla chwili początku otwierania /rys.270/. Środkowy kierunek drążka oznaczamy przez OW.

Prostopadle do tego kierunku rysujemy przez punkt O linię MM' t.j. środkowe położenie mimośrodów i odkładamy w stosownej skali przysłonięcia e_p i e_t wzięte z poprzednio zaprojektowanego wykresu. Mamy więc Wl_1 i Ex_1 dla napełnienia normalnego. Rysujemy krzywe koniecznych i rzeczywistych skoków zaworu. Jeśli dławienie wypada niezbyt duże, to dla tego normalnego napełnienia można pozostawić przyjętą mimośrodowość i mechanizm stawidła. Wykres uzupełniamy linią LDT . Analogicznie dla strony kukorbowej.

Znając mimośrodowość dla normalnego napełnienia można przystąpić do wykonania wykresu dla napełnienia minimalnego i maksymalnego, czyli do ustalenia krzywej centralnej regulatora. Używamy tu wykresu Zeunera. Jeśli bierzemy regulator wykonany, to ponieważ posiada on określoną już krzywą centralną, musimy ją tylko dostosować do naszych warunków.

VIII. Stawidła wychwytowe.

W stawidłach wodzonych prędkość zamykania zaworu zależy od zewnętrznego mechanizmu, natomiast w stawidłach wychwytowych zawór zostaje krótko przed chwilą zamknięcia odłączony od mechanizmu i opada na siodło pod wpływem własnego ciężaru i siły sprężyny. Aby zapobiec uderzeniu zaworu o siodło przy opadaniu stosuje się katarakty powietrzne lub olejowe. Stawidła wychwytowe stosuje się wyłącznie do zaworów wlotowych.

Rozpatrzmy działanie stawidła wychwytowego Colmanna z rys.274. Drażek mimośrodowy F napędza chwytacz P , który naciska dźwignię D uruchamiającą zawór. Po otwarciu chwytacz zeskakuje z dźwigni i wówczas zawór zamyka się pod działaniem własnego ciężaru i siły sprężyny. Przeskok chwytacza, t.j. odległość, o jaką chwytacz musi przeskoczyć poza krawędź dźwigni, aby móc za nią przy początku otwierania zaczepić, wynosi około 2 mm. Regulator za pośrednictwem drążka A okręca chwytacz dookoła czopa M , przez co zmienia długość powierzchni styku chwytacza z dźwignią D , a więc i czas otwierania.

Zaletą stawideł wychwytowych jest :

1/ Bardzo małe dławienie zwłaszcza przy małej kompresji.

2/ bardzo dogodny wpływ regulatora.

3/ Wzrost skoku przy wzroście napełnienia nie jest tak szybki jak w stawidle biegunowem /rys.271/. Mimo to, ponieważ skok jest jednak stosunkowo duży, więc zawory rurowe muszą posiadać tu pochylone siódła /patrz str.72 rys.144/ dla skrócenia wysokości.

Wady stawideł wychwytowych:

1/ Zmienna prędkość zamykania. Zależy ona w dużej mierze od tarcia w mechanizmie /dławnice/ i od prawidłowego działania katarakty. Z tej przyczyny stawidła te w połączeniu z zaworami rurowymi stosuje się do $n = 120$ obr/min. maksymalnie do 150 obr/min.

2/ Konieczność stosowania katarakty. Katarakta powietrzna winna posiadać osobne kanały dla ssania i dławienia, bo często zachodzi potrzeba nastawiania dławienia powietrza. /maszyna Sulzera posiada źle skonstruowaną kataraktę, gdyż ma tylko zawory dławiące/. Katarakty olejowe są naogół lepsze, bo nie wymagają tak częstego nastawiania.

3/ Skomplikowana budowa.

4/ Szybkie zdzieranie powierzchni pracującej chwytacza i dźwigni przy pracy z zaworami rurowymi zwłaszcza przy małych napełnieniach. Dla uniknięcia tego zdzierania stosowano zawory z przysłonięciami /patrz str.72 rys.145/, ale nie dały one dobrych rezultatów.

5/ Wadliwa regulacja przy małych napełnieniach.

Wymienionych wad nie posiadają stawidła wychwytowe przy pracy z zaworami tłoczkowymi, gdyż nie potrzeba stosować tu katarakt. Układu tego używamy aż do $n = 400$ obr/min. Dźwignia napędzająca trzon zaworu musi posiadać specjalną odnogę, która przy zamknięciu uderza o nasadę wyłożoną skórą, aby zawór tłoczkowy zatrzymał się w położeniu przewidzianym przez konstruktora.

Projektowanie wykresu. . Po znalezieniu charakterystycznych punktów różrzędu pary z wykresu o długości 100 mm. przyjmujemy pewien mechanizm i pewną mimośrodowość. Rysujemy linję OW i MM /rys. 272/ dla chwili początku otwarcia. Odkładamy wielkość przeskoku chwytacza. Pod kątem k rysujemy LDT i dla poszczególnych napełnień możemy wykreślić krzywą rzeczywistych skoków zaworu. Chcąc zastosować ten sam mechanizm dla strony O i K, musimy dać ztyłu większą mimośrodowość niż z przodu: $r_t > r_p$.

Rozróżniamy trzy zasadnicze typy stawideł wychwytowych :

- 1/ Stawidło z powolnym wyłączaniem chwytacza /stawidło Kaufholda, rys.273/.
- 2/ Stawidło z szybkim wyłączaniem chwytacza /stawidło Colmanna, rys.274/.
- 3/ Stawidło z wodzonym ruchem chwytacza / Sulzer/.

IX. Konstrukcja części stawidła.

Nasady. Mechanizm stawidła znajduje się w nasadzie żeliwnej przykręconej do skrzynki zaworowej. Kształt nasady zależy od rodzaju stawidła. Na rys.275 mamy nasadę stawidła Doerfla. Na rys.276 - Lenza, zaś na rys.277 - nasadę stawidła biegunowego.

Dawniej nasady były całkowicie zzewnątrz obrabiane dla ładnego wyglądu. Obecnie obrabia się tylko kilka powierzchni pierścieniowych. Niektórzy konstruktorzy obrabiają je jednak zgruba całkowicie i malują.

Nasada wspiera się na pokrywie skrzynki. Części wystające z cylindra okala się blachą błyszczącą lub pokrywą żeliwną. Nasada nie powinna być zbyt długa : jako prowadzenie sprężyny daje się osobny kapelaś. W większych maszynach leżących i w maszynach stojących musi być galezja lub schodki dla łatwego dostępu do nasady zaworu.

Trzony zaworowe. pracujące w nasadach wykonywamy ze stali tygłowej lub S.M. Mamy zazwyczaj trudność z utrzymaniem współosiowości między trzonem a prowadzeniem zaworu. Dla ułatwienia daje się gwint płaski w trzonie, co jednak stosować można tylko przy mniejszych liczbach obrotów, bo przy większych gwint taki łatwo się obluźnia. Trzony mają zwykle uszczelnienie grzebieniaste wytoczone w trzonie lub tulei. Prof.Chrzanowski uważa za słuszniesze wytaczanie rowków uszczelniających w części nieruchomej t.j. w tulejce. Przy końcu dławnicy grzebieniastej należy dać szczeliwo miękkie, aby gorące skropliny nie wyskakiwały na zewnątrz.

Sprężyny zaworów muszą być tak silne aby :

- 1/ w stawidłach wychwytowych zapewniały dostateczną prędkość osiadania zaworu,

2/ w stawidłach wodzonych i krzywkowych dawały dostateczne przyspieszenie, aby krążek był w stałym kontakcie z krzywką.

W stawidłach więc wodzonych sprężyny muszą być silniejsze niż w wychwytowych. Naogół przyjmujemy sprężynę według $P_{\max} = 2 \cdot P_{\text{norm.}}$. Obliczenie sprężyn daje naogół wadliwe wyniki, ponieważ trudno uwzględnić wpływ tarcia w dławnicach i działanie ssące pary. Poza to obliczenie nie uwzględnia zmęczenia materiału, co ma dla sprężyn kolosalne znaczenie. Więc zawsze należy dać kilka zwojów więcej niż to wypada z obliczenia.

Sworznie mechanizmu sterującego wykonywamy ze stali tyglowej hartowanej. Pracują one w tulejach wykonywanych dawniej z brązu fosforowego, obecnie zaś ze staliwa, przyczem są hartowane i przeszlifowane po zahartowaniu. Czopy wystające w nasadach nie powinny posiadać żadnych zawleczek nazewnątrz, ze względu na łatwość zanieczyszczenia.

Drażki. Drażek z łbami mamy na rys.278. Posiada on na jednym końcu gwint lewy a na drugim - prawy. W czasie ruchu maszyny można zmieniać jego długość przez pokręcanie kluczem w miejscu A ; jest to dogodne przy indykowaniu maszyny. Dajemy $d < D$, aby czop był silnie wsadzony.

Drażka z łbami nie można połączyć z mimośrodem ; stosujemy tu więc połączenie na gwint płaski, przyczem należy pamiętać, że gwint sam nie centruje.

Mimośrody wykonywamy z żeliwa, a przy dużych oporach ze staliwa. Wylewa się je przeważnie białym metalem.

Łożyska wału sterującego /rys.279/ należy przytwierdzić o ile tylko można do samego cylindra, aby przesuwwały się wraz z nim. Przy A mamy zahaczenie o łapę cylindra. Występ C zapobiega przesuwaniu smaru po korpusie łożyska i zmusza go do skapywania przy F. Panwie wylewa się białym metalem. Smarowanie pierścieniowe.

X. Stawidła maszyn nawrotnych.

Zaletą maszyny parowej jest możność ruszania z miejsca pod pełnem obciążeniem, gdyż energja doprowadzana jest do niej pod postacią ciśnienia. Maszyna parowa nadaje się więc do pracy naprzód i wstecz, dzięki czemu, jako silnik o dużej mocy posiada jeszcze duże znaczenie. Zastosowanie nawrotnej maszyny parowej mamy w lokomotywach, pozatem jako maszyny okrętowe, wydobywcze /wyciągowe/ i walcownicze.

W maszynach nawrotnych stosujemy specjalne stawidła. Najbardziej rozpowszechnione są stawidła j a r z m o w e / kulisowe / używane powszechnie w lokomotywach, jak również dość rozpowszechnione w nawrotnych maszynach walcowniczych. We Francji, Anglii i Belgji używają stawideł jarzmowych również do maszyn wyciągowych ; w innych krajach - wyparły je stawidła k s z t a ł t ó w k o w e . W maszynach okrętowych stosowane są przeważnie stawidła z k i e r o w n i c a m i .

Stawidła jarzmowe mogą służyć do napędu suwaków lub zaworów. Możemy je podzielić na trzy zasadnicze grupy według wynalazców :

1/ Stawidło Stephensona mamy na rys.280 / Stephenson zastosował to stawidło po raz pierwszy do parowozu/. Suwak S połączony jest zapomocą drążka z przesuwkiem A , wokoło którego okręca się jarzmo. Jarzmo otrzymuje napęd od dwóch mimośrodków, z których jeden połączony jest drążkiem D_1 z punktem O_1 , a drugi - drążkiem D_2 z punktem O_2 jarzma. Gdy jarzmo ustawimy tak, że przesuwek znajduje się w środku jego wysokości, jarzmo nie rusza suwaka i mamy 0% napełnienia. Jeśli zapomocą dźwigni B przestawimy jarzmo w górę, otrzymamy maksymalne napełnienie w jednym kierunku, przyczem napęd przenosi drążek D_2 . Jarzmo w dolnem położeniu daje maksymalne napełnienie w kierunku przeciwnym. Im większe napełnienie - tem większy skok suwaka.

Cechą charakterystyczną stawidła Stephensona jest to, że przesuwek pozostaje nieruchomy, a jarzmo zostaje zapomocą dźwigni B przesuwane w górę lub w dół. Stawidło to jest bardzo rozpowszechnione w parowozach belgijskich i angielskich. Słabą jego stroną jest to,

że maszynista musi tu przesuwac ciężkie jarzmo.

2/ Stawidło Goocha mamy na rys.281. Jarzmo B. połączone jest za pomocą drążków A i A_1 z odpowiednimi mimośrodami i zawieszone jest w punkcie E za pośrednictwem drążka zaczepionego przy O. Jarzmo nie zmienia tu położenia, natomiast zapomocą ręcznej dźwigni obracanej dokoła czopa F przesuwamy przesuwkę. Wprawdzie przestawianie jest tu dogodne, ale stawidło to nie rozpowszechniło się w parowozach, zato w maszynach wyciągowych i walcowniczych znalazło szersze zastosowanie.

3/ Dla uzyskania czulszego przestawiania amerykanin Allan wprowadził stawidło podane na rys.282. Zapomocą dźwigni ręcznej przestawiamy tu i przesuwkę i jarzmo jednocześnie. Przy przestawieniu dźwigni z położenia S w położenie N jarzmo idzie dogóry, przesuwkę nadół. Gdy przestawimy dźwignię z S do W mamy odwrotny ruch przesuwki i jarzma. Małe przesunięcie dźwigni powoduje tu znaczne przemieszczenia w mechanizmie ; przestawianie nie jest więc takie ciężkie.

Stawidło Allana zostało wielokrotnie ulepszone i najwięcej rozpowszechniło się w parowozach /Heusinger, Waldeck etc./. W parowozach zamiast jednego mimośrodów mamy przeważnie korbę, a drugi zastąpiony jest ruchem wózków. Przesuwki i jarzma hartujemy na powierzchni pracującej.

Stawidła jarzmowe w parowozach zastosowane są tak do rozrządu zaworowego jak i suwakowego. W maszynach walcowniczych mamy przeważnie stawidła suwakowe, gdyż maszyna musi pracować tu do końca z dużą ilością obrotów. W maszynach wyciągowych - przeważnie zaworowe.

Stawidła jarzmowe odznaczają się prostą budową, mają jednak następujące wady :

1/ Przy zmianie napełnienia zmieniają się tu wszystkie inne charakterystyczne punkty rozrządu pary. Przy projektowaniu stawidła jarzmowego należy dbać o to, aby wlot możliwie mało się zmieniał, więc przy zmniejszaniu napełnienia wzrastają kompresja i wylot, co może doprowadzić, zwłaszcza przy małych ciśnieniach admissyjnych do petlicy wykresu.

2/ Przy zmniejszaniu napełnienia zmniejsza się skok zaworu /suwaka/, a więc wzrasta dławienie pary wlotowej. Dławienia na wylocie niema tylko dlatego, że stawidło daje wtedy duży wylot przedzwrotowy.

3/ Przy dużych napełnieniach /zwłaszcza w parowozach, jeśli chodzi o ich dobre wyzyskanie/ otrzymujemy z powodu małego wylotu, o ile suwak ma przytem małą średnicę, - stratę przedstawioną na rys. 283.

Stawidło dla maszyn wyciągowych powinno przy rozruchu i dla krótkich skoków wózka dawać :

- 1/ Duże napełnienie /95%/ i mały wylot przedzwrotowy /do 5%/
- 2/ Małą kompresję i mały wlot przedzwrotowy.
- 3/ Pracę z daleko posuniętą ekspansją.

Stawidła jarzmowe odpowiadają warunkom 1/ i 2/, ale nie pozwalają na stosowanie dobrej ekspansji. Maszynista, nie wiedząc w każdej chwili pod jakim obciążeniem pracuje, nie może zmieniać ciągle napełnienia, szczególnie, że ma zazwyczaj krótkie, okresy jazdy : w punkcie b / rys.284/ już musi odcinać parę. Różnica w napędzie maszyn walcowniczych i wyciągowych polega na tem, że w walcowniczych musimy dany przedmiot do końca ^{przeciągnąć} przez walce, poczem raptownie zatrzymać maszynę, a więc maszyna parowa pracuje aż do zatrzymania pod pełnem obciążeniem. W wyciągowych natomiast zamyka się dopływ pary przed końcem jazdy, a wózki same dojeżdżają do wrót dzięki energii kinetycznej. Dlatego stawidła jarzmowe w maszynach wyciągowych dają złe wyniki.

Stawidła z kierownicami. Dzięki prostszej budowie przyjęły się głównie w maszynach okrętowych, gdzie napełnienie maksymalne /80%/ nie potrzebuje być tak duże jak np. w parowozach /90%/ i nawrotność nie tak częsta.

Schemat stawidła nawrotnego z kierownicami mamy na rys.285. Mimośród napędza drążek suwakowy C zapomocą drążka D, który zawieszony jest zapomocą kierownicy K w czopie H dźwigni A. Końiec drążka suwakowego E opisuje przy tym napędzie elipsę. Zależnie od położenia punktu H przedstawianego ręcznie lub serwowatorem, zmienia się tylko położenie elipsy, a wszystkie elipsy chwilowe prze-

cinają się w punkcie X. Zawieszenie kierownicy tak trzeba wykonać, aby istniał ten stały punkt X, któremu odpowiada stały wlot przedzwrotowy.

Stawidła z kierownicami są tańsze w wykonaniu i prostsze w konstrukcji od jarzmowych, lecz nie można uzyskać w nich tak dużych napełnień, więc w parowozach nie są używane. W maszynach wyciągowych również nie przyjął się dzięki tym samym wadom co i jarzmowe.

Stawidła kształtkowe używane wyłącznie do napędu zaworów, są to właściwie krzywkowe składające się z szeregu krzywek różnej długości położonych obok siebie /rys.286/. Krążek umieszczony w dźwigni stawidła, będąc w styku z przekrojem I da małe napełnienie, a z przekrojem V duże napełnienie.

Najprostsze rozwiązanie stawidła otrzymamy, gdy dla każdego zaworu damy po dwie kształtki : jedna dla ruchu naprzód, druga - wstecz, razem więc 8 kształtek na wale sterującym jednego cylindra. Przy tym układzie mielibyśmy krótkie kształtki, a więc małe przesunięcie ich dawałoby dużą zmianę napełnienia a kąt α wypadłby zbyt stromy. Dlatego stosujemy zazwyczaj dla jednego cylindra tylko cztery kształtki : jedna dla wlotu naprzód, druga dla wlotu wstecz, trzecia dla wylotu naprzód, czwarta dla wylotu wstecz.

Kształtki wykonywa się ze stali odkute w matrycy i hartowane na powierzchni. Prof. Chrzanowski poleca stosowanie kształtek z żeliwa utwardzonego przez odlew w kokilach. Ponieważ wówczas kształtka jest krucha, należy ściągnąć ją pierścieniami skurczowemi. Wszystkie dźwignie dajemy ze staliwa. Po kształtówce toczy się kula /rys.287/, lub krążek na kulkach /rys.288/. Aby jedna kształtka mogła uruchamiać dwa wentyle, umieszczamy jedną kulę nagórze, drugą nadole /rys.289/. Podobnie jak w stawidłach krzywkowych mamy tu duże masy, więc drążki napędzające winny pracować na rozciąganie. Aby kształtki mogły być podsuwane pod odpowiednie kule, umieszczamy je na tulejkach żeliwnych T /rys.290 i 291/ i przytwierdzamy śrubami. Tulejka T umieszczona jest na wale sterującym przesuwnie na klinie, i przesuwana zapomocą sprzęgła z wycięciem podłużnym / B na

Normalne stawidło kształtówkowe mamy na rys. 290. Sprzęgło B przesuwane jest dźwignią A uruchamianą od dźwigni D ręcznie lub serwowatorem. W maszynach wyciągowych dajemy ręczną nastawność do $S = 1000 \text{ mm.}$ i $p = 14 \text{ atm.}$ Na rysunku mamy kształtówkę dla jednej strony cylindra. Mamy tu stały wlot i zmienne napełnienie przyczem 0% napełnienia wypada w środku przy podziale. W stawidło tem również maksymalne napełnienie wymaga maksymalnego przesunięcia dźwigni, więc trudno pracować z dobrą ekspansją. Poza tem rozruch i krótki dojazd utrudniony, bo wlot, wylot i kompresja są stałe. Nie mamy więc dobrych wyników pod względem zużycia pary.

Aby ułatwić maszyniście pracę z daleko posuniętą ekspansją i ułatwić zjazdy kosza, zastosowano kształtówki odwrotnie przedstawione na rys. 291. Przy podziale mamy tu 0% napełnienia, a zaraz dalej idzie napełnienie maksymalne, przyczem wlot, kompresja i wylot /2%/ są bardzo małe. Dzięki temu maszynista niewiele przesuwając dźwignię, przy powolnym ruchu może całkowicie opanować maszynę. W krańcowem położeniu mamy napełnienie minimalne /20%, 25% do 30%/ z normalnym wlotem, wylotem i kompresją, jak w zwykłej maszynie jednokierunkowej. Słabą stroną jest to, że przy rozruchu może być duże dławienie, a w wypadku stosowania kontrpary, maszynista musi przejść przez maksymalne napełnienie, zanim osiągnie 0% i bieg wsteczny.

Aby konkurować z napędem elektrycznym musieli konstruktorzy pójść w dwóch kierunkach :

- 1/ ekonomji pracy przez zastosowanie regulatorów
- 2/ niezawodności ruchu, przez wprowadzenie aparatów bezpieczeństwa blokujących mechanizm w celu zabezpieczenia przed fałszywym ruchem maszynisty.

Wprowadzono więc konstrukcję kształtówek z rys. 292, gdzie połączono właściwie oba poprzednio omówione typy. Pracę tych kształtówek mamy uwidocznioną na rys. 293. Przy rozruchu, już w punkcie a winien zacząć działać regulator, który w punkcie B doprowadza stawidło do normalnego napełnienia. W punkcie c aparat bezpieczeństwa

winien doprowadzić do napełnienia 0%. Na drodze c-d przy napełnieniu 0% koszt jazdy dzięki energii kinetycznej, a na drodze d-e maszynista dodaje trochę pary aby koszt dojechał do wrót.

Maszyny wyciągowe buduje się zwykle jako bliźniacze lub bliźniaczo-posobne. Jako compound nie dają dobrego rezultatu, bo maszyna wyciągowa winna pod każdym obciążeniem szybko ruszać, a w maszynie compound cylinder NP może w pewnym położeniu nie mieć pary i trzeba wówczas ręcznie dodawać parę świeżą, co dzięki dużemu przekro^{xi}wi cylindra NP powoduje raptowny skok maszyny. w maszynie posobnobliźniaczej zjawisko to zachodzi znacznie rzadziej.

Maszyny wyciągowe napędzają :

- 1/ tarcze Keppego /zbudowane na zasadzie tarcia liny/,
 - 2/ bębny cylindryczne /rzadziej stożkowe/, pracujące z liną okrągłą,
 - 3/ bobiny z liną żelazną płaską i wąską, lub z szeroką aloesową / Francja /.
-