

uwzględniany współdziałania rygli przez słupy obrotowy i wsporny oraz okładzinę, lecz przyjmujemy, że każdy rygiel działa na szerokość pasa poziomego liczonego od połowy odstepu 2 rygli do następnej połowy pola między ryglami.

Przyjmujemy dalej, że okładzina opiera się o rozwory i słupy, a nie uwzględniamy oporu, jaki stawia w kierunku podłużnym rozwór.

Założenia te są mniej korzystne dla wymiarów konstrukcji wrót, pamiętać jednak należy, że nie uwzględniamy siły, jaką mogą wyrzucić na wrota uderzenia statków, a w słuzach morskich także uderzenia fal, że wreszcie konstrukcja jest bardzo narażona na rdzewienie.

Wrota zamknięte.

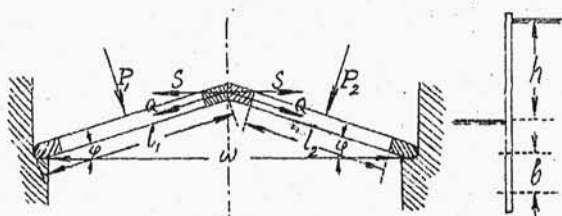
Skrzydła płaskie.

Napężenia w rozworach. Oznaczamy przez p - ciśnienie wody na jednostkę długości rozwory, przez P_1 ciśnienie wody na całej długości rozwory, przez P_2 ciśnienie na długości między słupami, przez S składową poziomą siły oddziaływania na podporach równego $\frac{P}{2}$, a przez Q składową tej siły, równoleg-

łą do rozworthy, przez M moment zgięcia, przez J moment bezwładności, a przez e odległość włókien skrajnych od osi obojętnej, reszta zaś oznaczeń jest widoczna z rysunku /rys.164/, to:

$$p = \gamma h b ; \quad P_1 = \gamma h b l_1 ; \quad P_2 = \gamma h b l_2 ;$$

$$S = \frac{P_1}{2 \sin \varphi} = \frac{\gamma h b l_1}{2 \sin \varphi} ; \quad Q = \frac{P_2}{2 \tan \varphi} = \frac{\gamma h b l_2}{2 \tan \varphi} ;$$



Rys.164.

Napężenie cisnące:

$$K_1 = \frac{Q}{F} = \frac{\gamma h b l_2}{2 \tan \varphi F}$$

Napężenie zginające:

$$K_2 = \frac{M e}{J} = \frac{P_2 \cdot l_2 e}{8 J} = \frac{\gamma h b l_2^2 \cdot e}{8 J} ;$$

Napężenie całkowite:

$$K = K_1 + K_2 = \gamma h b \left(\frac{l_1}{2 \tan \varphi F} + \frac{l_2^2 \cdot e}{8 J} \right) ;$$

Np. dla rygla drewnianego o przekroju prostokątnym

$$F = x \cdot y; \quad J = \frac{1}{12} x^3 y; \quad e = \frac{x}{2};$$

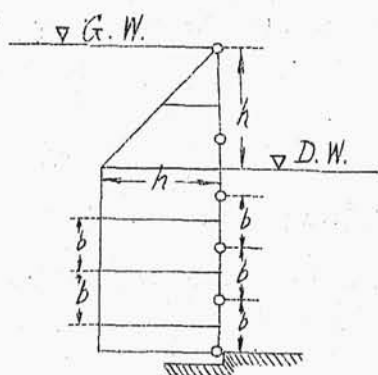
$$K = \gamma h b \left(\frac{l_1}{2 \operatorname{tg} \varphi} + \frac{3 l_2^2}{4 x^2 y} \right);$$

Dla wrót żelaznych można przyjąć $l_1 = l_2 = l$,
wtedy $P_1 = P_2 = P$,

$$a \quad K = \gamma h b l \left(\frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi F} + \frac{l \cdot e}{8 J} \right);$$

Ilość i położenie rozwór można wyznaczyć albo przy pomocy krzywej sumowania ciśnienia, albo w następujący sposób: wyznaczysz w przybliżeniu b , odcinamy na wykresie ciśnień u dołu prostokąt o wysokości $\frac{b}{2}$, u góry zaś trójkąt o prawie takiej powierzchni $\left(\frac{f}{2}\right)$, a resztę dzielimy na prostokąty o wysokości b i trapezy o powierzchni f , przy czem w razie potrzeby zmienimy odpowiednio b . - Ilość prostokątów i trapezów oraz położenie ich środków ciężkości dają nam liczbę rozwór i ich położenie /rys. 165/.

Jeżeli skrzydło jest trapezowe lub od strony we-



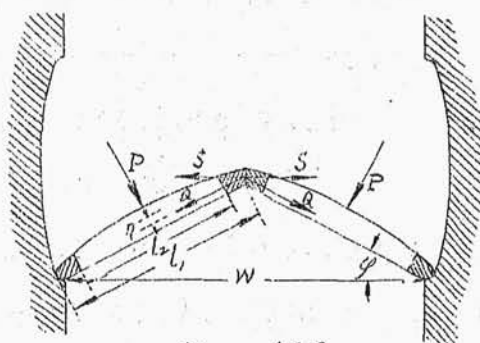
Rys. 165.

wewnętrznej proste, a od strony zewnętrznej krzywe, lecz oba skrzydła nie tworzą jednej powierzchni krzywej /rys. 166/, wtedy moment zgięcia

$$M = \frac{P_2 \cdot l_2}{8} - \frac{P_1 \cdot \eta}{2 \operatorname{tg} \varphi};$$

gdzie η - odstęp położenia siły Q od osi ciężkości belki a naprężenie

$$K = K_1 + K_2 = r h b \left(\frac{l_1}{2 \operatorname{tg} \varphi F} + \frac{l_2^2 \cdot e}{8 J} - \frac{l_1 \cdot e \eta}{2 \operatorname{tg} \varphi J} \right);$$



Rys. 166.

dla $\eta = 0$ równanie przyjmuje kształt poprzednio podany.

Przyjmując dla wrót żelaznych $l_1 = l_2 = l$ i $P_1 = P_2 = P$, otrzymujemy:

$$K = r h b l \left(\frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi F} + \frac{l \cdot e}{8 J} - \frac{e \eta}{2 \operatorname{tg} \varphi J} \right);$$

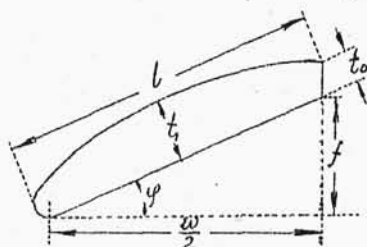
Najkorzystniejszy kształt rozwory będzie taki, dla którego w każdym przekroju $M = 0$, mamy bowiem wtedy tylko ciśnienie spowodowane parciem wody. -

Będzie to kształt paraboliczny o strzałce

$$t_1 - t_0 = \frac{lf}{w};$$

/rys.167/. Ponieważ $\frac{f}{w}$ przyjmuje się $\approx \frac{1}{5}$,

zatem należałoby przyjąć $t_1 - t_0 = \frac{l}{5}$. Tak wielkiej krzywizny nie przyjmuje się ze względów konstrukcyjnych, lecz $\frac{l}{8} \div \frac{l}{12}$.



Rys.167.

Przy projektowaniu

wielkich wrót radzimy

sobie w ten sposób, że zwiększamy η przez użycie przekroju niesymetrycznego, a mianowicie o większej ilości nakładek na pasie belki od zewnątrz niż wewnątrz /rys.168/.



Rys.168.

Jeżeli nazwiemy przez: e_1 - odległość włókien skrajnych ciągnionych od osi ciężkości,

e_2 - takąż odległość włókien skrajnych ciśnionych, wtedy największe naprężenia będą:

$$K_{ciagn.} = \gamma h b l \left(-\frac{1}{2 \tan \varphi \cdot F} + \frac{l e_1}{8 J} - \frac{e_1 \eta}{2 \tan \varphi \cdot J} \right);$$

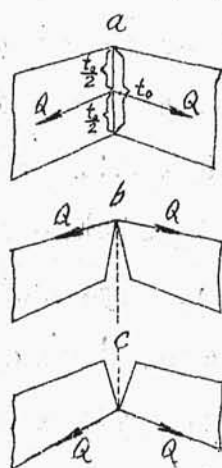
$$K_{cisn.} = \rho h b l \left(-\frac{1}{2 \tan \varphi F} - \frac{l e_2}{8 J} + \frac{e_2 \eta}{2 \tan \varphi J} \right);$$

Najkorzystniej będzie, jeżeli K cisn. = K ciagn. Moment sił może otrzymać wartość ujemną, jeżeli

$$\frac{P \eta}{2 \tan \varphi} > \frac{P \cdot l}{8};$$

to, znaczy, jeżeli rozwory są wyginane przeciw ciśnieniu wody górnej, a stać się to może np. gdy wskutek spadku temperatury skrzydła się skurozą i będą przylegały do progu bez wspierania się o siebie. Wtedy dolne rozwory nie będą się o siebie wspierały, będą miały moment sił dodatni, ale większy niż w stanie normalnym, gdyż równy $M = \frac{Pl}{8} - 0$. Słup wsporny będzie w dolnej części narażony silnie na wygięcie w kierunku dolnej wody, gdyż przejmie ciśnienie rozwór, które nie są wsparte o drugie skrzydło. Nastąpi skrzywienie skrzydła, wskutek czego niektóre górne rozwory dojdą do siebie i będą się wspierały, ale będzie się o nie opierał słup wsporny /a dołem o próg/, przez co rozwory będą narażone na większe parcia wsporne, niż w normalnym stanie. Rozkład tego parcia będzie wzrastał

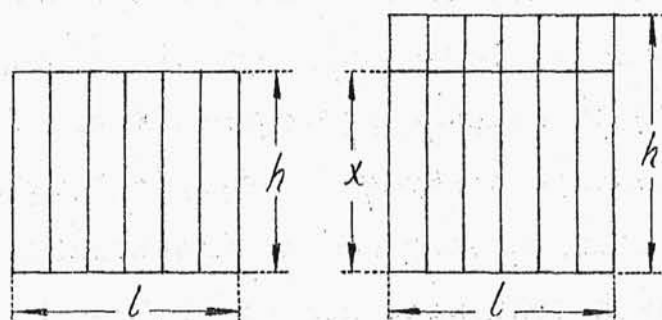
ku górze tak, iż cały moment zgięcia stanie się ujemny, a wygięcie nastąpi ku górnej wodzie. - Aby tego uniknąć daje się rozwory tak wielkie, aby wspierały się o siebie nawet przy najniższej temperaturze bez opierania się o próg. Należy zatem zrobić listwę uszczelniającą nieco ruchomą, aby mogła się posunąć ku progowi; w przeciwnym razie wypadnie dopuścić pewną nieszczelność na prog w lecie, albo wykonać skłupy i rozwory mocniejsze, aby wytrzymały ugięcia. Przyjmowaliśmy, że siła Q zaczepia w środku powierzchni zetknięcia się rozwór. U wielkich rozwór punkt zaczepienia siły Q waha się między brzegami przekroju zależnie od różnicy między temperaturą danej chwili, a temperaturą jaka była w czasie osadzania wrót, a wskutek tego wartość η jest zmienna /rys.169/. Aby η było niezmiennie, nale-



Rys.169.

ży ustalić punkt zaczepienia siły Q i w tym celu zakłada się na końcu rozwór możliwie blisko krawędzi od strony dolnej wody (a) ruchome łożyska, służące do wspierania się wzajemnego rozwór. Jest wskazane umieścić podobne łożyska przy

słupie obrotowym; umieszczamy je blisko krawędzi (a), żeby otrzymać możliwie wielkie η .



Rys. 170.

Jeżeli

$$l \geq h$$

/rys.170/,

jest korzystnym ze względu na racjonalne oblicze-

nie statyczne, za czym idzie oszczędność

materiału, dać tylko jedną rozwarę i to górną /obarek/, która przenosi ciśnienie wywołane wsparciem się skrzydeł na mur niży. Jeżeli l jest mniejsze o niewiele od h , wtedy dajemy też jedną rozwarę wsporną, ale nie na samym szczycie skrzydła, lecz nieco niżej w odległości x od progu takiej, iż

$$x \leq l.$$

Jeżeli h jest znacznie większe, niż l , należy dać 2 rozwory, jedną u góry, drugą w środku wysokości skrzydła. Teżnik poziomy u dołu skrzydła służy do oparcia go o próg. Między temi rozworami dajemy, jako

stężenie dla okładziny belki pionowe, które liczymy z ostrożności nie jako belki ciągłe, ale jako wolno oparte na rozworach. Na belki pionowe przychodzą tężniki poziome, które można liczyć jako belki ciągłe, jeżeli biegną od słupa obrotowego do wspornego między słupami pionowymi, a okładziną. W ten sposób powstają skrzydła o silnych tężnikach pionowych /konstrukcja słupowa/ w odróżnieniu od skrzydeł o silnych tężnikach poziomych, jakimi są rozwory /konstrukcja rozworowa/.

Grubość okładziny. Liczymy okładzinę, jak belkę w dwóch punktach podpartą według większej długości między rozworami i tężnikami pionowymi i przyjmujemy jednostajne obciążenie ciśnieniem wody γh /co ma miejsce w części dolnej wrót poniżej zwierciadła wody dolnej/.

Grubość okładziny wypada:

$$\alpha = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{3\gamma h}{1000k}} \quad \text{lub} \quad = \frac{a}{2} \sqrt{\frac{3\gamma h}{1000k}}$$

gdzie b oznacza odstęp rozwór, a - odstęp tężników pionowych, k - naprężenie dopuszczalne i przyjmujemy wynik większy.

Dokładniej licząc należałoby uważać okładzinę jako płytę na 4 krawędziach wolno podpartą. Według

wzorów francuskich:

$$M_1 = \frac{1}{8} h a^2 \frac{b^4}{2a^4 + b^4} ; \quad M_2 = \frac{1}{8} h b^2 \frac{a^4}{a^4 + 2b^4} ;$$

a

$$d = \frac{a}{2} \sqrt{\frac{b^4}{2a^4 + b^4}} \sqrt{\frac{3\gamma h}{1000k}} \quad \text{lub} \quad = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{a^4}{a^4 + 2b^4}} \sqrt{\frac{3\gamma h}{1000k}} ;$$

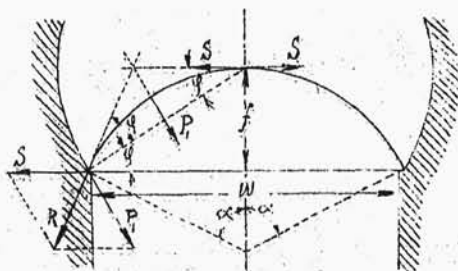
Dla $a=b$, $M_1 = M_2 = \frac{1}{24} \gamma h a$, a grubość blachy wypada 0,58 grubości liczonej wyżej podanym sposobem. Należy jednak pamiętać o wspomnianych niekorzystnych warunkach, w jakich znajdują się wrota i dać raczej grubsza blachę.

Skrzydła krzywe.

Gdy skrzydła mają w stanie zamkniętym kształt odcinka koła, doznają tylko ciśnień stycznych, które ma wytrzymać okładzina. Siła styczna $S = pr$, a naprężenie $k = \frac{p \cdot r}{F}$, gdzie r - promień koła, F przekrój pasa poziomego o szerokości b i grubości d , a $p = \gamma h b$ /rys.171/.

Grubość okładziny $d = \frac{r h r}{k}$.

Ciśnienie jest najmniejsze dla strzałki $f = \frac{\omega}{2}$ wtedy jednak długość skrzydła jest największa, wykonanie najtrudniejsze, a kształt niży i dna bardzo niekorzystny tak, iż nie używa się tego



Rys. 171.

kształtu. Naj-
mniej materiału
wypada teoretycz-
nie dla $\frac{f}{W} = \frac{1}{3}$,
ale faktycznie $\frac{1}{5}$
z powodu większych
stężeń.

Okładzina jest zabezpieczona przeciw zgięciu
tężnikami poziomymi, które są narażone podobnie
jak belki proste na wyboczenie; przy obliczeniu
wymiarów tych tężników pomijamy współdziałanie
okładziny.

Słupy obrotowe należy liczyć dla wrót zamknię-
tych, jak belkę ciągłą uchwyconą na obu końcach
i podpartą łożyskami, którymi opierają się o ścia-
nę nyży. W tych miejscach tężniki poziome są sil-
niejszej konstrukcji i mają ściankę pionową o wy-
miarach wycinka koła między okładziną a cięciwą.

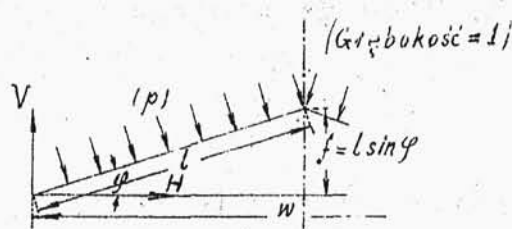
Słupy wsporne w tej konstrukcji nie doznają na-
prężeń gdy wrota są zamknięte.

Jak wiadomo, zwykle otwieramy wrota przed zu-
pełnem wyrównaniem poziomów i wtedy skrzydła są
poddane ciśnieniu, jakie wywołuje mała różnica wy-
sokości poziomów wody /5 - 10 cm./.

Przejmują one wtedy parcie wody na okładzinę i

przenoszą składową równoległą do cięciwy na łożyski łożyskowe, a resztę parcia na urządzenie służące do poruszania wrót.

Działanie wrót zamkniętych na ściany boczne. Nie uwzględniamy wpływu oparcia wrót o próg i przyjmujemy stałe ciśnienie wody równe spadowi wody w śluzie /rys.172/. Wielkość



Rys. 172.

sił składowych

V i H otrzymujemy z równań równowagi:

$$V - pl \cos \varphi = 0;$$

$$Vl \cos \varphi - Hl \sin \varphi - \frac{pl^2}{2} = 0;$$

stąd

$$V = pl \cos \varphi;$$

$$H = \frac{V \cos \varphi}{\sin \varphi} - \frac{pl}{2 \sin \varphi};$$

$$H = \frac{pl}{\sin \varphi} \left(\cos^2 \varphi - \frac{1}{2} \right);$$

Dla $\varphi = 45^\circ$, $H = 0$;

dla $\varphi = 22^\circ 30'$, $H = V$, a $\frac{f}{w} = \frac{1}{2} \tan \varphi = 0,207$.

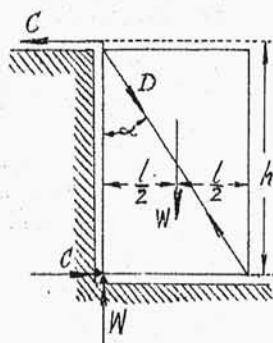
Aby skrzydła, a zatem i komora wrotowa nie wypad-

ły zbyt wielkie i aby wskutek zbyt wielkiego φ nie narażać wystającej części nżyż na odbicie, daje się $\operatorname{tg} \varphi = 0,2 \div 0,4$, a strzałkę progu równą $\frac{1}{5}$ ($\varphi = 21^{\circ}50'$) do $\frac{1}{6}$ ($\varphi = 18^{\circ}15'$).

Siły V i H w skrzydle krzywem wyznacza się tak, jak skrzydła prostego, będącego cięciwą skrzydła zakrzywionego.

Wpływ wrót otwartych. Siła działająca na łożysko i opaskę szyjną

$$C = \frac{W \cdot l}{2h};$$



Rys.173.

gdzie W - ciężar wrót, a odległości l i h są widoczne z rys.173.

Ciągnienie w ścięgnię:

$$D = \frac{W}{2 \cos \alpha}$$

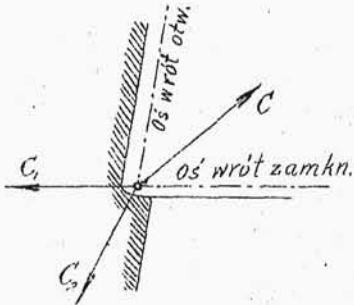
Siły C i D należy liczyć dla największego W t.j.

dla wrót, gdy komora jest opróżniona z wody.

Zakotwienie opaski szyjnej należy wykonać w kształcie wideł tak, aby jedno ramię działało w kierunku zamkniętego skrzydła, a drugie w przybliżeniu w kierunku otwartego skrzydła /rys.174/.

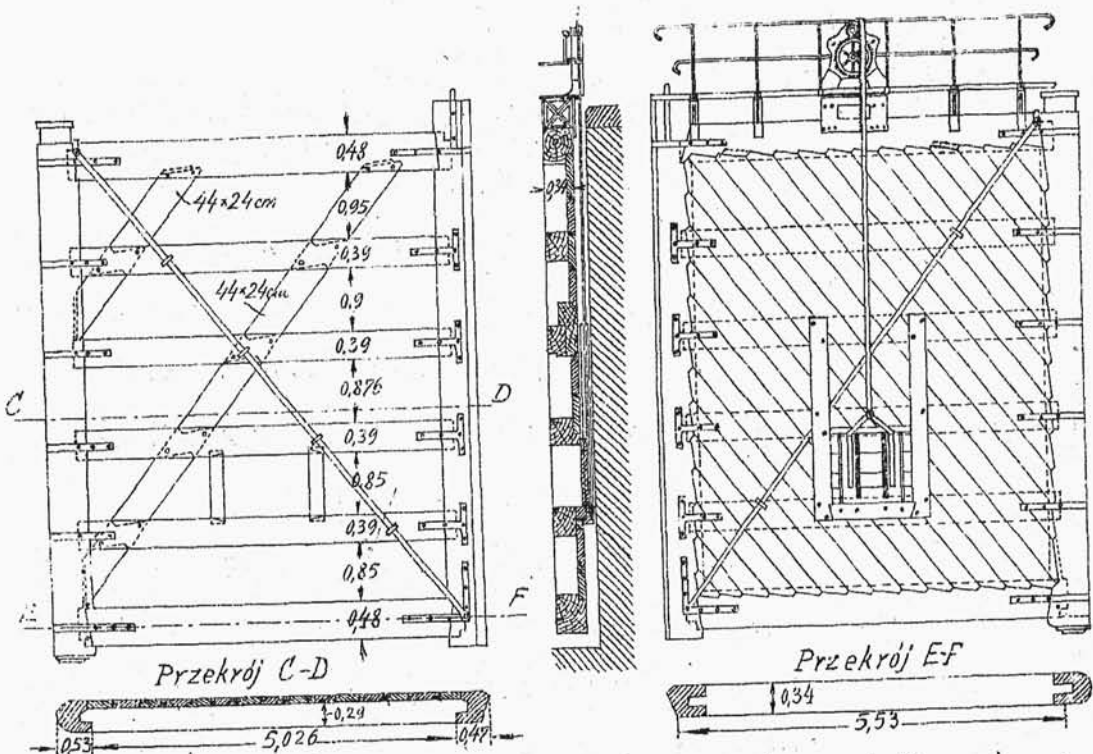
Konstrukcja wrót

Wrota drewniane.



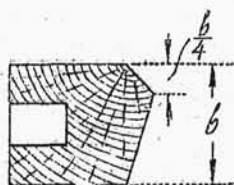
Rys. 174.

Wykonanie powinno być jak-najstaranniejsze, połączenia jaknajmniej sztuczne, belki i deski czysto wyheblowane. - Używa się wyłącznie dębiny /rys. 175/.



Rys. 175. Skrzydło wrót wspornych służy pod Papenburkiem.

Słupy. Oba słupy daje się jednakowo grube i szersze, niż grube z powodu zaciosów; stosunek szerokości do grubości wynosi 5:4, u słupów obrotowych dochodzi 6:4. Grubość słupów równa się grubości okładziny i rozwór. Słupy są dłuższe, niż wysokość wrót, słup obrotowy o wysokość szyi, słup wsporny, celem umieszczenia urządzenia do poruszania wrót. Słup wsporny jest na $1/4$ grubości ścięty /rys.176/, aby



Rys.176.

przy silniejszym uderzeniu drzewo się nie odszepcywało. Czasem podwyższa się wrota celem umieszczenia belki do obracania wrót. - Gdy wrota nie wymagają takiej wysokości, jaką mają ściany boczne, wtedy okła-

dzina sięga tylko do potrzebnej wysokości /rys.177/.

Rozwory. Kształt przekroju rozwór skrajnych t.j. przyproża i obarka jest prostokątny, pośrednich taki lub kwadratowy, przyczem wysokość rozwór skrajnych jest większa, niż pośrednich. Można dać rozwory cieńsze nieco na końcach, a grubsze w środku, ale tylko od strony wody dolnej, gdyż niema z tej strony okładziny; jest to jednak powodem wielu niedogód-

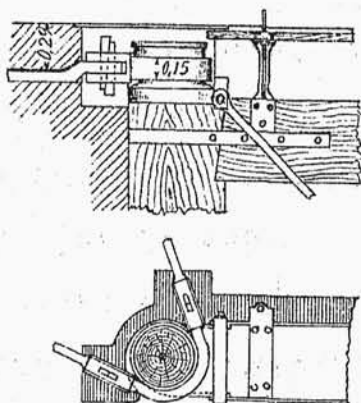
wory i ma małe zaciosy na rozworach pośrednich. Grubość jego przyjmuje się conajwięcej dwa razy tak wielką, jak okładziny i zacina się tyle samo zastrzał, co rozwory.

Szerokość zastrzału musi być dość wielka, gdyż wiele z niej jest nieużyteczne wskutek zaciosów. - Większe skrzydła mają 2 zastrzały, jeden przez środek skrzydła, drugi mniejszy w rogu górnym.

Okładzina. - licuje z powierzchnią zewnętrzną słupów i rozwór. Dajemy ją skośnie wzdłuż zastrzału. Dyle winny przystawać do siebie możliwie szczelnie, na końcach mają zaciosy /łączą się na zakładkę/.

Ściągna i okucia. Przeciw osiadaniu się wrót działają ściągna. Daje się je z obu stron, przez co środek ciężkości wrót leży w środku skrzydła.

Połączenie ze słupem obrotowym jest najlepsze za pomocą 2 strzemion prostopadłych do siebie. - Jeżeli na górze słupa obrotowego znajduje się czop żelazny, osadzony za pomocą czapki z żelaza lane-go, to można ścięgno przymocować do tej czapki /rys:178/. Na dole ścięgno jest przymocowane do słupa wspornego również za pomocą okucia. Ściągna o przekroju płaskim są wygodniejsze, niż o przekroju okrągłym. Z rozworami jest ścięgno spięte zapo-



Rys. 178.

mocą klamer. W szerokich a niskich skrzydłach daje się ścięgnom zamki, umożliwiające przynajmniej z początku, nim zardzewieją, odpowiednie napięcie ścięga.

Na połączeniu rozwór ze słupami daje się silne strzemiona, sięgające na rozwory i przytwierdzone do nich przynajmniej 2 sworzniami. Na słupie wspornym jest strzemie najczęściej tylko u góry, na rozworach pośrednich żelazo o kształcie — , a na dole żelazo kątowe.

Wrota żelazne.

Skrzydła płaskie z pojedynczą okładziną.

Najwięcej cierpią wrota żelazne od rdzy, przede wszystkim tam, gdzie może osadzać się namul. Toteż blachy łączy się w ten sposób, że od zewnątrz blacha górna zachodzi na dolną, główki nitów od zewnątrz są wpuszczone w blachę /rys.179/.