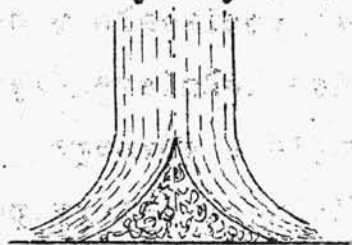


Rys. 72.

kość C na drodze od A do B na bardzo dużym obwodzie.

Na środku deski pod rurą, tworzy się oczywiście wir wody /rys.73/ w kształcie stożka, przeto budują



Rys. 73.

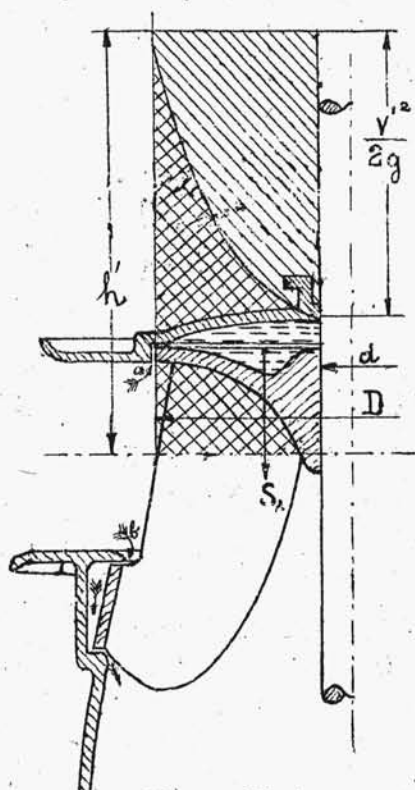
takie krótkie rury ssące już ze stożkiem. Kiedy więc mamy do dyspozycji pod turbiną mało miejsca na rurę ssącą, należy zastosować

taką konstrukcję.

§ 24. NAPÓR OSIOWY.

Aby wirnik, obracając się w kole zasilającym nie tarł obok, dajemy pewne luzy między nim a kołem. Ponieważ jednak, przy wejściu wody do wirnika, mamy

pewne ciśnienie wyższe od atmosferycznego, przeto pewna ilość wody popłynie do zbiornika nad wirnikiem szczeliną a , oraz do rury ssącej szczeliną b



Rys. 74.

/rys. 74/. Przy wejściu do wirnika mamy ciśnienie:

$$h_1 = \frac{P_1}{\gamma} =$$

$$H_a + H_1 - \frac{c_v^2}{2g} - H_f,$$

i tyleż wynosi ciśnienie w szczelinie a , gdyż znajduje się ona przy wejściu na wirnik. Z tego powodu pewna ilość wody popłynie nad wirnik i zapełni

znajdujący się tam zbiornik, utworzony przez pokrywę i wirnik. Gdyby woda tam się znajdująca pozostawała w spoczynku, to przedstawiałaby słup wody wysokości h_1 , oraz waga jej wynosiłaby S_1 . Ponieważ jednak i z dołu na wirnik działają analogicznie pewne ciśnienia słupów wody, możemy zredukować wszelkie obliczenia do linii środkowej wejścia, czyli w tym

wypadku mierzyć będziemy wysokość h_1 od tejże linii, a nie od górnej powierzchni wirnika. Siły działające w kierunku rury ssącej będą dodatnie, zaś w przeciwnym - ujemne.

W turbinach uwzględnić trzeba ciężar własny wirnika /uwzględniając to, że jest on zanurzony w wodzie/ z powodu redukowania pomiarów do linii środkowej.

Jeżeli woda, znajdująca się nad wirnikiem będzie wirowała wraz z nim z powodu chropowatości oraz ilość obrotów wody jest n' /mniejsza od ilości obrotów wirnika n /, to z tego powodu jej powierzchnia przyjmie kształt paraboloidy, przyczem jak wiadomo głębokość tej paraboloidy wynosi:

$$\frac{V'^2}{2g}$$

Dzięki temu zjawisku część wody z przestrzeni ponad wirnikiem wyjdzie z powrotem do koła zasilającego tak, iż gdy w stanie spoczynku ciśnienie wody wynosiłoby:

$$\frac{\pi D^2}{4} \gamma h_1$$

to z powodu wirowania wyniesie ono

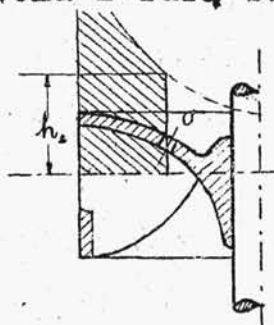
$$\frac{\pi D^2}{4} \gamma \left(h_1 - \frac{1}{2} \frac{V'^2}{2g} \right).$$

gdyż objętość paraboloidy, jak wiadomo, wynosi połowę objętości cylindra wysokości równej paraboloidzie. Dla ścisłości należy odjąć objętość zajmowaną przez wał turbiny, długości $h_1 - \frac{v'^2}{2g}$. A więc napór wody:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \gamma h_1 - \frac{\pi D^2 v'^2}{4 \cdot 2g} \gamma - \frac{\pi d^2}{4} \left(\gamma h_1 - \frac{v'^2}{2g} \right).$$

Im większe jest n' , tem mniejszy napór wody, a więc można stąd wyciągnąć wniosek taki, iż nie należy przeciwdziałać wirowaniu wody w przestrzeni nadwirnikowej.

Przypuśćmy, iż przestrzeń nadwirnikowa jest połączona z rurą ssącą, albo przez odpowiednie otwory



Rys. 75.

w górnej części wirnika albo przez otwory w pokrywie /rys. 75 i rys. 76/. Otwory te muszą posiadać takie wymiary, by woda mogła swobodnie przepływać do rury ssącej, a więc i ciśnienie

ponad wirnikiem będzie bliskie ciśnieniu w rurze ssącej. Wysokość wody wówczas spadnie i powierzchnia paraboli się znacznie obniży, tak iż tuż przy otworach pokrywy wysokość paraboli będzie tylko taka, jaka odpowiada ciśnieniu działającemu na wirnik

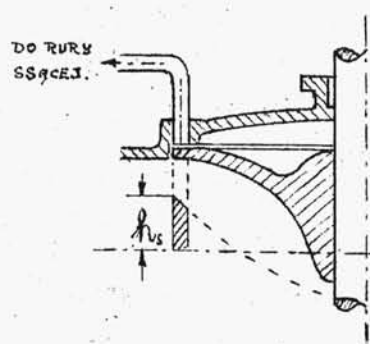
w tem miejscu. A więc h_s co do wielkości będzie:

$$h_s = H_a - H_s - \frac{c_1^2 - c_2^2}{2g} + H_{f_2}$$

i paraboloida ustali się tak, by jej powierzchnia nad otworami wznosiła się na wysokości h_s , zaś na obwodzie o średnicy D na odpowiedniej wysokości h_1 , która zazwyczaj będzie mniejszą od h_s . Napór S_1 w tym wypadku będziemy obliczać jako ciężar wody, znajdującej się pod tą paraboloidą. Praktycznie najlepiej obliczyć to ciśnienie drogą wykreślenia paraboli i wyliczenia stąd ilości wody.

W tym wypadku woda będzie stale uchodziła do rury ssącej. Gdyby parabola miała wysokość $h_1 > h_s$, wtedy woda płynęłaby z rury ssącej do wirnika i wówczas wirnik pompowałby wodę do koła kierowniczego, co byłoby niepożądanem.

Pozostaje teraz do rozpatrzenia kwestja ilości straconej w ten sposób wody, gdyż ta przepływająca woda nie wykonywa żadnej pracy, a więc trzeba jej ilość zredukować do minimum. Gdy otworów w pokrywie nie robimy, kwestja strat staje się zbędną. Jeżeli jednak decydujemy się na mniejszą siłę S_1 , przez połączenie zbiornika nad wirnikiem z rurą ssącą, to musimy się starać dawać otwór w pokrywie możliwie szeroki oraz jaknajdalej od osi turbiny położony.

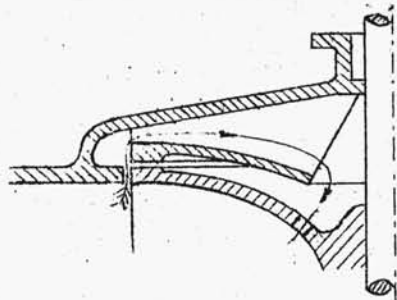


Rys. 76.

Osiągamy to przez umieszczenie otworu nad krawędzią wirnika, jak na rys. 76.

Największa wysokość tej paraboli będzie wówczas bardzo nieznaczna, do czego właśnie dążymy.

Gdy obmurze turbiny jest z betonu i przeprowadzenie rur komunikacyjnych przedstawia pewne trudności, wówczas możemy dać następujące rozwiązanie. Pokrywa posiada nadlane uźebrowania oraz ściankę, tak iż woda może swobodnie płynąć między pokrywą i ścianką

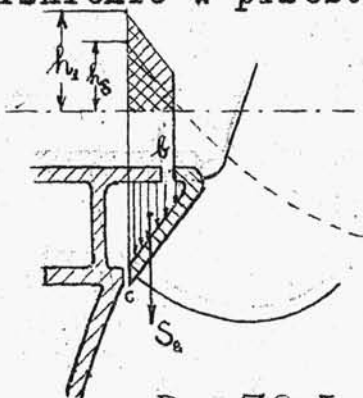


Rys. 77.

do wirnika, nie biorąc udziału w wirowaniu /rys. 77/, zaś w wirniku tuż przy piąście dajemy otwór, łączący przestrzeń nadwirnikową z wnętrzem wirnika.

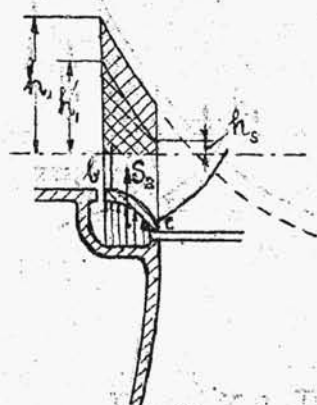
Te co zachodzi nad wirnikiem zachodzi również i między rurą ssącą a wirnikiem. Tutaj musimy rozróżniać 2 wypadki. Gdy turbina jest budowana na duże \mathcal{N}_s , mamy dolny pierścień wirnika rozszerzający się /rys. 78 I/, gdy zaś wirnik jest budowany na małe \mathcal{N}_s , pierścień dolny zwęża

się /rys. 78 II/. Jeżeli w punkcie b mamy ciśnienie h_b , to w wirniku I z powodu wirowania średnie ciśnienie w przestrzeni omawianej będzie mniejsze,



Rys. 78. I.

niż przed wirnikiem. Narysujemy więc parabolę oraz możemy obliczyć objętość przez nią ograniczoną. Chodzi więc tylko o wyznaczenie wysokości jej.



Rys. 78. II.

Jeżeli otwory, przez które re woda może płynąć do rury ssącej są dość duże, to w badanej przestrzeni ciśnienie może być tylko trochę większe od ciśnienia w rurze ssącej, a więc na większej średnicy wirnika będzie ciśnienie h_s .

Gdyby zaś szczelina w punkcie

c była bardzo mała i stawiała przepływowi wody duży opór, to ciśnieniem panującym w tej przestrzeni będzie ciśnienie punktu b i średnie ciśnienie wówczas będzie wyższe. Stąd widać, że konstruktor winien zwrócić baczną uwagę na wielkość szczelin w punktach b i c , zależnie od tego, czy pożądanem jest, aby

napór obciążał, czy też odciążał łożysko sztercowe turbiny.

Inaczej trochę sprawa się przedstawia z wirnikiem II-gim - rys. 78. I tutaj mamy dwie różne średnice dolnego pierścienia wirnika, lecz położenie ich wzajemne jest wprost odwrotne niż w wirniku I-szym. - Jeżeli szczelina b jest duża, zaś c mała, to kontrolującym ciśnieniem będzie ciśnienie, mające łatwiejszy dostęp do przestrzeni między wirnikiem a rurą ssącą, a więc h_1 i siła S_2 byłaby równą ciężarowi pojedynczo zakreskowanej objętości paraboloidy. Jeżeli natomiast b będzie małą, a c dużą szczeliną, to wówczas woda będzie mogła swobodnie przepływać do rury ssącej i ciśnienie panujące będzie niewiele większe od h_s , oraz siła S_2 będzie mniejsza niż w wypadku poprzednim. A więc i w tym wypadku konstruktor powinien uzależnić stosunek obu szczelin od wymaganego kierunku naporu.

Rozpatrzmy teraz inne siły osiowe, działające na wirnik. Istnieje jeszcze trzecia siła hydrostatyczna, pochodząca z zasysającego działania rury ssącej. Jeżeli ciśnienie w rurze ssącej wynosi h_s , to siła ta będzie równa:

$$S_3 = \frac{\pi D_1^2}{4} \gamma h_s$$

i skierowana w kierunku od rury ssącej /biorąc ciśnienie bezwzględne/, przyczem

$$h_s = H_a - H_s - \frac{c_3^2 - c_2^2}{2g} + H_{f_1}.$$

W kierunku rury ssącej będzie działała siła S_4 , gdyż na wał turbiny z zewnątrz działa ciśnienie atmosferyczne, a więc:

$$S_4 = \frac{\pi d^2}{4} H_a$$

Ze względu na zmianę kierunku wody w wirniku powstaje tam siła hydrodynamiczna S_5 , pochodząca z reakcji:

$$S_5 = \gamma \frac{Q}{g} c_3 = \gamma \frac{\pi D_3^2}{4} c_3^2 ;$$

wchodzi tu jedna tylko szybkość c_3 , gdyż przy wejściu na wirnik woda nie posiadała żadnej składowej szybkości w kierunku rury ssącej.

Dodając do tych sił ciężar samego wirnika, zanurzonego w wodzie oraz ciężar wału, otrzymamy siłę do obliczenia łożyska i czopa turbiny:

$$P = S_1 \pm S_2 - S_3 + S_4 - S_5 \pm G_{\text{wir.}} + G_{\text{wał.}}$$

§ 25. USZCZELNIENIA.

Przez dopiero co rozpatrywane szczeliny przecho-