jektowania.

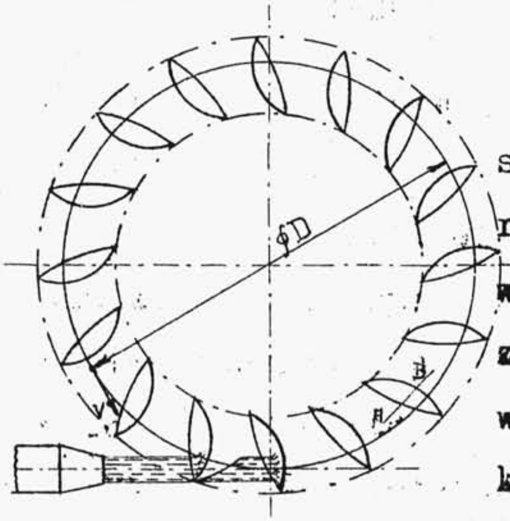
Przypuśćmy, że mamy turbinę na 500 stóp spadku, wykreśloną na $\beta_1=70°$ i $\alpha_1=30°$ /turbiny bardzo często są budowane na bardziej niebezpieczny stosunek kątów niż ten/, wówczas jak możemy widzieć z rys.86 ciśnienie w punkcie 0 jest dodatnie, mianowicie $\sim$ 16 stóp słupa wody. Wydzielanie się powietrza nie będzie miało miejsca. Lecz zróbmy tam błąd na tylko 4^0, tak iż $\beta_1=66°$, zamiast 70^0, wówczas, jak możemy widzieć z krzywycn, osiąga się ujemne ciśnienie 15 stóp ——— i wydzielanie się powietrza musi nastąpić.

Turbiny na niskie spadki są mniej na to czułe, o czem można się przekonać wykreślając rysunek dla niskiego spadku. /Wykład prof. Zwierzchowskiego wygłoszony przed Western Society of Engineers w Chicago 1917. Patrz miesięcznik tegoż Towarzystwa za kwiecień 1917 r./.

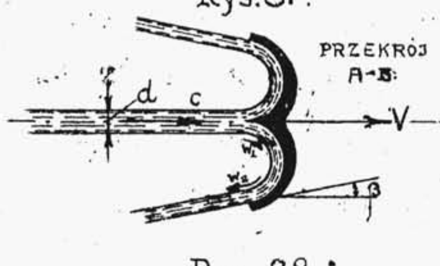
R O Z D Z I A Ł V.

§ 29. KOŁO PELTONA.

Jak widzieliśmy, jeśli $n_s > 800$, to trzeba było użyć 4 wirników lub więcej, gdyż maksymalne n_s jednego wirnika wynosi 400. Jeżeli natomiast n_s jest mniejsze od minimalnego, czyli wysokość B jest mniejsza od 30 mm., to musimy porzucić turbinę dośrodkową Francisa. Możnaby wówczas zastosować turbinę Schwamkruga, jednakże obecnie nie stosuje się jej, tylko koła Peltona /rys.87/. Są więc te ostatnie odpowiednie na wysokie spadki, a małe n_s.



Rys.87.



Rys.88.

Koło Peltona wygląda w ten sposób. Mamy tarczę, do której przymocowuje się łopatki w kształcie czarek, jak to zresztą widać z rys.88. Struga wody rozcina się na tych czarkach na 2 części i woda płynie wzdłuż powierzchni wklęsłych prawie że ze stałą prędkością ze względu na wyjątkową gładkość tych powierzchni. Przyspieszenia żadnego tu być nie może, gdyż całe H zamieniliśmy na prędkość w dyszy. Prędkość obwodową, mierzoną na kole, oznaczmy przez V styczne do środkowej linji strugi, i to koło bierzemy do obliczeń jako ϕD ; średnicę przekroju strugi oznaczamy przez d .

Wiemy z teorji reakcji, że dla najlepszego wyzyskania prędkości wody, prędkość obwodowa koła winna być o połowę mniejszą od prędkości strugi. Jeśli wyjście z łopatki odbywa się pod kątem β , zaś struga się zbliża z prędkością c , łopatka ucieka z prędkością v , to względna prędkość wejścia

$$w_1 = c - v,$$

a więc i $w_2 = c - v$, a więc siła reakcji

$$F = \frac{\gamma Q}{g}(w_2 \cos\beta + w_1) = \frac{\gamma Q}{g}(c - v)(1 + \cos\beta),$$

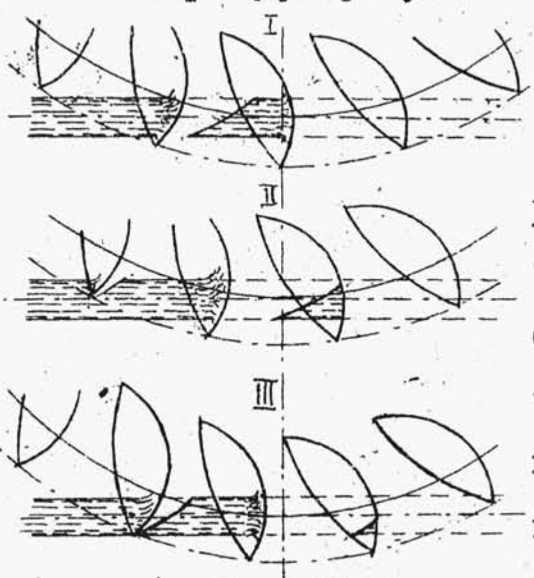
a więc jest to siła na obwodzie koła. Możemy przeto otrzymać moc reakcji

$$P = \frac{\gamma Q}{g}(c - v) . v . (1 + \cos\beta) .$$

Maximum mocy otrzymujemy wówczas, gdy $v = \frac{1}{2} c$, a zatem wychodząc z założenia, że koło obraca się z prędkością, dającą najlepszą sprawność, co jak wiadomo zachodzi teoretycznie przy $c = \sqrt{2gH}$, zaś uwzględniając straty przyjmuje się $c = 0,97\sqrt{2gH}$ w samej dyszy, a więc

$$v = \frac{0,97}{2}\sqrt{2gH} .$$

Praktycznie biorąc jest ona cokolwiek mniejsza, gdyż zawsze kilka kropel odpadnie lub odbije się, tak iż przyjmujemy:



Rys. 90.

$$V = 0{,}47\sqrt{2gH}.$$

W momencie zatem, gdy łopatka wpada na strugę wody, ta ostatnia zacznie się odcinać i w czasie dalszej wędrówki struga będzie odcinana coraz dalej, zaś ostatnia kropla wody, należąca do przekroju strugi, który pierwszy został zagarnięty przez łopatkę, pójdzie dalej i zostanie podchwycony przez łopatkę poprzednią. Tak iż śledząc za biegiem strugi i łopatek możemy sobie wyrysować położenia poszczególnych przekrojów odciętych jak na rys.89. Wyznaczywszy w ten sposób przekroje odciętej strugi, możemy obliczyć długości odcinków w chwili, gdy druga łopatka odetnie znów część strugi, która niepowstrzymana biegnie dalej, tak iż łopatki stale przecinają strugę na odcinki. Chodzi teraz o to, aby tak dobrać konstrukcję łopatek, by cały odcinek strugi miał czas przejść po łopatce i zmienić kierunek biegu, zanim łopatka wyjdzie ze sfery działania strugi. Dążyć musimy do tego, by każda kropla wody mogła oddać swą energję łopatce. A będzie to zależało od a/ stosunku poszczególnych prędkości i b/ czasu, w ciągu którego łopatka będzie się znajdowała pod działaniem strugi. Długość cięciwy koła może być miarą tego czasu. Z drugiej strony widzimy, że im większe D, tem dłuższy jest czas, w ciągu którego łopatka się znajduje pod działaniem strugi.

Można przeprowadzić następujące badanie: założyć, że mamy do czynienia za strugą o pewnej średnicy i konstruować koło Peltona o różnych średnicach, wówczas badać, czy można będzie wyzyskać ostatnią nawet kroplę strugi. Wpływ duży ma naturalnie podziałka, czyli ilość łopatek, umieszczona na tarczy, ta zaś zależy od sposobu umocowania, a ponieważ przymocowywuje się za pomocą śrub, przeto nie może ilość łopatek być dla danego koła zbyt wielką, aby śruby się pomieścić mogły. Przy powyższem studjum wyjdziemy z najmniejszej praktycznie dopuszczalnej podziałki i tak dojdziemy do następującego rezultatu. Jeżeli stosunek $\frac{D}{d}$ spadnie do 10, to jesteśmy na granicy, jeszcze tam, gdzie całkowite wyzyskanie energji strumienia jest możliwe. Poniżej 10 - okaże się, że nie cała ilość wody strumienia zdąży przejść przez łopatki. Przy wartości $\frac{D}{d} = 9$ stracilibyśmy w ten sposób około 2 - 3 % t.j. woda wpadnie na łopatkę, ale nie zdąży już zmienić swego kierunku. Częstokroć strata powyższa, nawet do 5 %, z pewnych względów jest dopuszczalna. Możemy więc określić minimum tego stosunku jako

$$\frac{D}{d} \geqslant 10(9).$$

Jeśli $c = 0{,}97\sqrt{2gH}$, to pomnożywszy przekrój strugi przez c, otrzymamy Q:

$$Q = 0{,}97\sqrt{2gH} \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

zaś moc będzie

$$HP = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H \cdot \eta}{75} = \gamma \cdot \frac{0{,}97\sqrt{2g} \cdot \eta \cdot \pi}{75 \cdot 4} \cdot d^2 \cdot H\sqrt{H},$$

albo

$$HP = \text{const.}\, d^2 \cdot H\sqrt{H},$$

a więc

$$HP_1 = \frac{HP}{H\sqrt{H}} = \text{const.}\, d^2.$$

Przejdźmy teraz do n_1. Wiadomo, że:

$$n_s = n_1\sqrt{HP_1}\ ; \qquad \frac{\pi D n}{60} = v = 0{,}47\sqrt{2gH}$$

$$\frac{n}{\sqrt{H}} = n_1 = \frac{0{,}47 \cdot 60 \cdot \sqrt{2g}}{\pi D} = \frac{\text{const.}}{D} = \frac{K_n}{D}.$$

Wartość tego K_n dla kół Peltona wynosi około 40 /dla t. Francisa była minimalnie 49/. Ponieważ

$$n_s = n_1\sqrt{HP_1} = \frac{K_n}{D}\sqrt{const.\,d^2} = const.\cdot\frac{d}{D},$$

a więc wyrażone jest analogicznie do turbin Francisa, gdzie było zależne od $\frac{B}{D}$.

Wartość tego spółczynnika przy wprowadzeniu stałych liczbowych wynosi .

$$n_s = 240\,\frac{d}{D}$$

a więc maximalne n_s, które osiągnąć można po podstawieniu: $\frac{D}{d} = 9$ wynosi:

$$n_s \cong 27.$$

Przypominamy zaś sobie, że minimum n_s dla turbin Francisa wynosiło 45, mamy więc przerwę w ciągłości n_s od 27 do 45. Widać z tego, że trzebaby $n_s = 27$ pomnożyć nieomal, przez 2, by osiągnąć ~ 45, oznacza to, że trzeba HP pomnożyć przez 4, a to się osiąga dając 4 dysze na jednem kole. Jednak w rzeczywistości nie daje się 4-ch dysz na jednem kole, lecz 2 koła, a na każdem z nich 2 dysze. - Koła te są umieszczone na jednym wale generatora prądu po obu jego stronach.

I taki układ jest z punktu widzenia konstrukcji budowy i obsługi zupełnie praktyczny i dlatego dochodzimy do wniosku, że zapomocą 2-ch kół: Peltona i Francisa pokryć możemy wszelkie możliwe wymagania co do n i HP przy danych spadkach H, co tłomaczy, dlaczego wszystkie inne typy turbin wodnych, omawiane w klasyfikacji, prawie że nie są budowane. *

R O Z D Z I A Ł VI.

§ 30. AUTOMATYCZNA REGULACJA TURBIN WODNYCH.

Turbiny wodne posiadają tę własność, że do pewnego stopnia same się regulują bez potrzeby żadnego mechanizmu, któryby je ustawiał, to znaczy że jeżeli turbina pracuje na pewne HP, które w pewnej chwili gwałtownie zmniejszamy, to sama turbina dostosowuje się do tego nowego obciążenia i moment czynny turbiny sam spadnie. Dzieje się to kosztem zwiększenia ilości obrotów i kosztem spadku sprawności η. Inaczej by było z turbiną parową, lub maszyną parową. Gdyby tu zredukować obciążenie, wówczas ilość obrotów dotąd by się zwiększała, aż by nastąpiło rozerwanie się koła zamachowego, albo też przewody parowe przestałyby już puszczać więcej pary. W turbinie wodnej jest inaczej, gdyż nawet przy