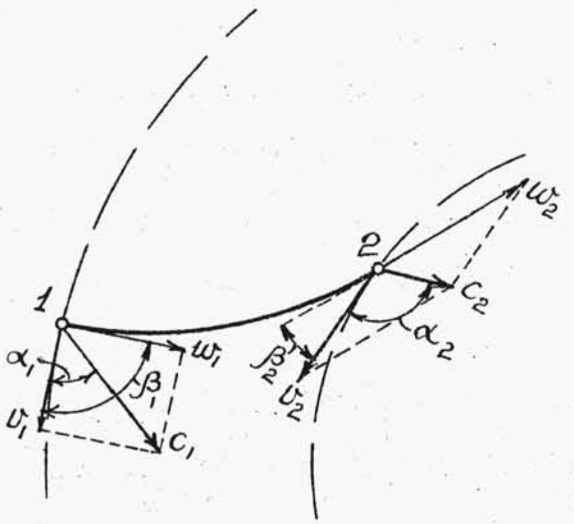
gniemy jeszcze wymagane 20% mocy więcej. Jednak turbiny II w ten sposób liczyć nie możemy, nie dałaby ona bowiem tych wymaganych w pewnych chwilach 20% energji więcej. Jako podstawę do obliczeń należałoby przyjąć inną moc większą od normalnej, mimo iż turbina w warunkach normalnych nie pracuje przy największej sprawności, jednak może nam dostarczyć wymagane 20% energji więcej. A więc konstruktor nie może przyjąć do swych obliczeń mocy potrzebnej w warunkach normalnych pracy. Może on to uczynić tylko wtedy, gdy przeciążenie turbiny nie przekracza kilku procent. Turbiny na niskie spadki trzeba konstruować tak, by najwięcej przełykały wody i do tego winien konstruktor dążyć. Gdy zostało to już osiągnięte nie można wymagać aby turbina jeszcze więcej wody przełknęła, a więc nie mogą one mieć wielkiego przeciążenia i nieraz bywa, że aby nie popełnić błędu bierze się maxymalne obciążenie turbiny do obliczeń. Powyższe rozważania są niezmiernie ważne dla każdego projektowania stacji siły.

§17 Najlepsza prędkość obwodowa.

Przyjęliśmy za podstawę równanie bilansu

$$\frac{c_1^2 - c_2^2}{2g} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} - \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \varepsilon H.$$



Rys. 34.

Stosując wzory na rozwiązanie trójkątów wg. rys. 34 przekształcamy równanie bilansu rugując zeń w i otrzymamy wzór znaleziony już poprzednio

$$v_1 c_1 \cos\alpha_1 - v_2 c_2 \cos\alpha_2 = \varepsilon g H.$$

Mamy w niem 6 zmiennych. Równanie to zostało ułożone dla najlepszych warunków pracy turbiny, bo założyliśmy, że woda wpada na łopatki wirnika bez uderzeń oraz mamy c_1, nie c_0 i t.d.

Gdybyśmy teraz zechcieli obliczać średnicę wirnika, to wobec tych sześciu niewiadomych obliczenia prowadzić byśmy musieli założeniami mniej lub więcej bliskiemi rzeczywistości. Możemy jednak zrobić jedno założenie, znakomicie upraszczające dalsze obliczenia przyczem w konstruowaniu musimy je uwzględnić. Zakładamy mianowicie, że woda odchodzi z łopatek w płaszczyznach przechodzących przez oś czyli normalnie do v_2, a więc $\alpha_2 = 90^o$. Jest to t.zw. założenie normalnego wyjścia, wówczas równanie nasze się uprości i

$$v_1 c_1 \cos\alpha_1 = \varepsilon g H \qquad /3/$$

Mamy tu więc 3 tylko zmienne. Zastanówmy się jednak czy założenie $\alpha_2 = 90^0$ jest racjonalne i czy czyniąc je takiem możemy się spodziewać że współczynnik η będzie lepszy.

Woda wypływająca w powyższy sposób z wirnika będzie wpływała osiowo do rury ssącej. Długość toru od p.3 do p.4 /rys.20/ przy $\alpha_2 \neq 90^0$ będzie większa niż przy $\alpha_2 = 90^0$. Jeżeli woda przepływa ukośnie do przekroju wylotowego, to będzie on gorzej wyzyskany oraz prędkości c_2 i c_3 byłyby większe, wobec tego możemy śmiało powiedzieć, że przy powyższem założeniu η musi się podnieść. Odtąd więc będziemy wychodzili z tego założenia, że turbiny są konstruowane <u>na wejście bez uderzenia i wyjście normalne.</u>

Obliczmy prędkość obwodową wyrażając prędkość bezwzględną c_1 z trójkąta prędkości/rys.34/

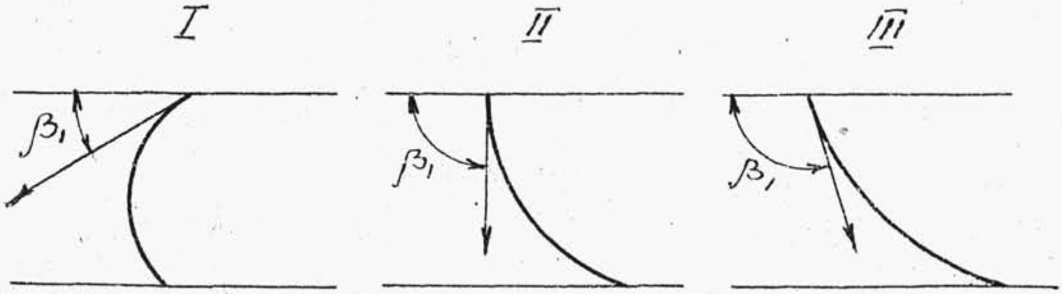
$$\frac{v_1}{c_1} = \frac{\sin(\beta_1-\alpha_1)}{\sin(180-\beta_1)} = \frac{\sin(\beta_1-\alpha_1)}{\sin\beta_1} \text{ stąd}$$

$$c_1 = \frac{v_1 \sin\beta_1}{\sin(\beta_1-\alpha_1)}$$ wstawiamy tę wartość do równania /3/

$$v_1^2 \frac{\sin\beta_1 \cos\alpha_1}{\sin(\beta_1 - \alpha_1)} = \varepsilon g H$$ stąd

$$v = \sqrt{\frac{\varepsilon g H \sin(\beta_1 - \alpha_1)}{\sin\beta_1 \cos\alpha_1}} = \sqrt{\varepsilon g H}\sqrt{1 - \frac{tg\,\alpha_1}{tg\,\beta_1}} \quad /4/$$

Wzór /4/ daje nam najlepszą prędkość obwodową wirnika, bo przy niej będzie wejście bez uderzenia i wyjście normalne. Widzimy, że zależy ona od H i zmienia się jak pierwiastek z H. Jest to zupełnie zrozumiałe, bo przecież turbina wodna przedstawia nam sumę otworów, przez które woda przepływa i prędkość wody w nich jest zależna od $\sqrt{H}$, a więc i wszelkie inne prędkości muszą się tak samo zmieniać w zależności od $\sqrt{H}$, bo są między sobą powiązane równoległobokami prędkości. Widzimy dalej ze wzoru /4/, że prędkość v jest zależna od kątów α_1 i β_1. Zależnie więc od nich możemy budować całą masę typów turbin wodnych osiągając ten sam skutek czyli moc. Prędkość równocześnie będzie się zmieniała, a więc kontrolować prędkość możemy przez dobieranie odpowiednich kątów α_1 i β_1. Możemy więc turbinę dostosować do warunków zadania, do danego n co zależy wyłącznie od α_1 i β_1. Ponieważ kąty te mają tak wielkie znaczenie przy konstruowaniu turbin postaramy się zrozumieć w jakim kierunku ich wielkość wpływa na rodzaj turbiny. Kąt α_1 będzie zawsze względnie mały $< 90°$, gdyż kierunek wpadającej strugi zawsze jest zgodny z kierunkiem v i jest on zawarty między c_1 i v_1. W praktyce nie powinien przekraczać $40°$, a więc $tg\,\alpha_1$ będzie zawsze >0. co znaczy, że w tym wzorze kąt α_1 nie może nigdy zmienić - na +. Co innego może sprawić kąt β_1. Jeżeli budujemy turbinę z kątem $\beta_1 < 90°$, wówczas mamy I typ łopatki /rys.35/; gdy $\beta_1 = 90°$ mamy II typ i gdy $\beta_1 > 90°$ mamy III typ. Jeżeli $\beta_1 < 90°$



Rys. 35.

w równaniu naszem nic się nie zmieni, a więc od jednostki będziemy musieli coś odjąć i wówczas

$v_1 < \sqrt{\varepsilon g H}$ – turbiny wolnobieżne.

Przy $\beta_1 = 90$, $tg.\beta_1 = \infty$ czyli, że od jednostki nic nie odejmiemy i

$$v_1 = \sqrt{\varepsilon g H} \quad \text{- turbiny średniobieżne.}$$

Jeżeli zaś $\beta > 90^0$, to $tg\beta_1 < 0$, a więc do jednostki coś będziemy musieli dodać, bo znak - został zmieniony na + i wówczas

$$v_1 > \sqrt{\varepsilon g H} \quad \text{- są to turbiny szyb-}$$

kobieżne.

Widzimy więc iż im większy kąt β_1, tym większa szybkość obwodowa turbiny dla tego samego H. Możnaby więc wykreślić sobie zależność

$$v_1 = c\sqrt{\varepsilon g H}$$

i używać wykreślonych linji zamiast obliczeń przy projektowaniu turbin.

§18. Cechy turbin wodnych.

Przypuśćmy teraz, że mamy turbinę już zbudowaną, to wówczas powyższą zależność moglibyśmy wyrazić jako :

$$v_1 = K_v\sqrt{H} \qquad /5/$$

gdyż dla danej turbiny już zbudowanej wartości ε, α_1 i β_1 są stałe i wiadome. K_v nazwalibyśmy współczynnikiem prędkości obwodowej. Posiada on duże znaczenie praktyczne. Zależy on tylko od wielkości kątów i od współczynnika ε, nie zależy zaś od wymiarów, znaczy to, że jeżeli zbudujemy cały szereg