$$c_1 l_1 = c_{p_1} r_1 \quad , \qquad \text{oraz}$$

$$c_2 l_2 = c_{p_2} r_2 \; ;$$

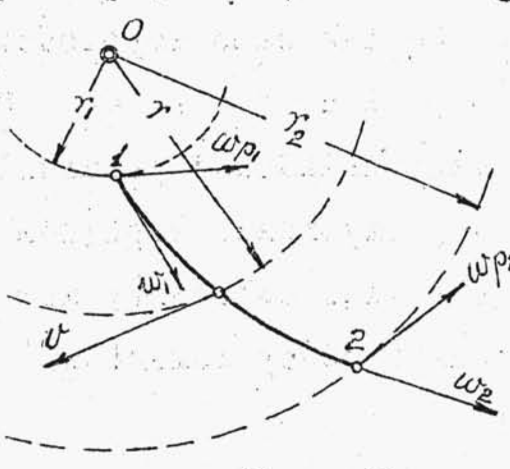
podstawiając to do równania na moment reakcji otrzymamy

$$M_R = \frac{\gamma Q}{g}\left(c_{p_2} r_2 - c_{p_1} r_1\right),$$

przyczem jak poprzednio kierunek momentu reakcji jest przeciwny kierunkowi c_{p_2}.

C. Moment reakcji przewodów wirujących.

Rozpatrzmy teraz moment reakcji dla łopatek pozostających w ruchu wirowym. Wówczas każda cząsteczka wody będzie pod wpływem dodatkowych sił i da zatem dodatkowe momenty reakcji. Biorąc pod uwagę jedynie prędkości ruchu względnego /rys. 13 / i nie



Rys. 13.

uwzględniając wirowania cząsteczek otrzymalibyśmy moment reakcji

$$M'_R = \frac{\gamma Q}{g}\left(w_{p_2} r_2 - w_{p_1} r_1\right);$$

w rzeczywistości jednak musimy doń dodać jeszcze dodatkowy moment powstający z wirowania cząsteczek.

Pozostańmy tu przy tem założeniu, że woda płynie przez przewód od osi. Cząsteczka dowolna w pewnej chwili ma ruch obwodowy po kole o promieniu r i posiada wówczas prędkość $v = r\omega$ W następnym momencie cząsteczka ta przesunie się na koło o promieniu $r+dr$ skutkiem czego jej szybkość obwodowa się zwiększy i będzie $v+dv$; mamy tu więc przyspieszenie cząstki działające w kierunku obwodu i równe $\frac{dv}{dt}$. Skoro jednak mamy przyspieszenie, to musiała je wywołać jakaś siła równa $\frac{m\,dv}{dt}$. A więc wracając do dawnego oznaczenia możemy napisać wzór na przyrost momentu

$$dM''_R = -\frac{\gamma Q}{g} d(vr).$$

Ponieważ przyspieszamy w kierunku prędkości v, więc cząstka reagować będzie w kierunku przeciwnym, zatem musimy postawić znak $(-)$. Całkując od r_1 do r_2 otrzymamy:

$$M''_R = -\int_{r_1}^{r_2} \frac{\gamma Q}{g} d(vr).$$

Jeżeli teraz rozpatrzymy przewód, przez który woda przepływa do środka z zewnętrznego obwodu, to wyrażenie na ów moment byłoby

$$M''_R = +\int_{r_2}^{r_1} \frac{\gamma Q}{g} d(vr);$$

ale widzimy że obie całki przedstawiają tę samą wartość wówczas

$$M''_R = +\frac{\gamma Q}{g}(v_1 r_1 - v_2 r_2);$$

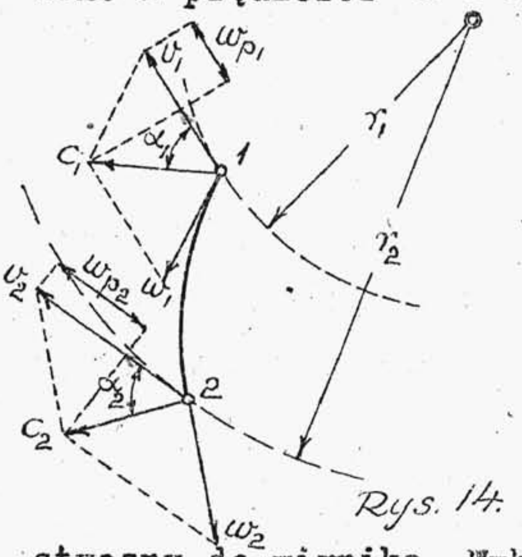
zaś całkowity moment będzie

$$M_R = M'_R + M''_R .$$

Podstawiając do tego równania odpowiednie wartości otrzymamy po przekształceniu

$$M_R = \frac{\gamma Q}{g}\left[(\omega_{p_2} - v_2) r_2 + (v_1 - \omega_{p_1}) r_1\right]. \qquad /9/$$

Widzimy więc, że w każdym punkcie przewodu mamy dane 2 prędkości ω i v, które po dodaniu geometrycznem dają szybkość bezwzględną C. Woda więc wchodzi na wirnik z prędkością bezwzględną C_1, a opuszcza go z prędkością C_2. Z rys. 14 widzimy, że różnica $v_2 - \omega_{p_2}$ jest rzutem prędkości C_2 na kierunek styczny do wirnika. Wykonywując podobną różnicę dla p. 1 i podstawiając otrzymane do równania /9/ otrzymujemy



Rys. 14.

$$M_R = \frac{\gamma Q}{g}(c_{p_1} r_1 - c_{p_2} r_2) \qquad /10/$$

widzimy z tego równania, że moment reakcji dla przewodów wirujących zależy od całkowitej zmiany prędkości bezwzględnych czyli jest taki sam, jaki byśmy otrzymali dla przewodów w spoczynku, zakrzywionych jak tory bezwzględne przewodów wirujących.

D. Moc reakcji.

Teraz możemy z łatwością wyznaczyć moc reakcji mianowicie

$$P_R = M_R \omega = \frac{\gamma Q}{g}\left(c_{p_1} r_1 \omega - c_{p_2} r_2 \omega\right) =$$

$$= \frac{\gamma Q}{g}\left(c_{p_1} v_1 - c_{p_2} v_2\right).$$

Równanie ostatnie możemy przedstawić w inny sposób Z rys. 14 widać, że

$$c_{p_1} = c_1 \cos\alpha_1 \quad \text{oraz} \quad c_{p_2} = c_2 \cos\alpha_2 ,$$

a więc

$$P_R = \frac{\gamma Q}{g}\left(c_1 \cos\alpha_1 v_1 - c_2 \cos\alpha_2 v_2\right)$$

Ponieważ prędkości c, v, w, trzworzą trójkąt, przeto możemy je powiązać następującemi zależnościami

$$w_1^2 = c_1^2 + v_1^2 - 2 v_1 c_1 \cos\alpha_1 ;$$

$$w_2^2 = c_2^2 + v_2^2 - 2 v_2 c_2 \cos\alpha_2 ; \quad \text{a więc}$$

$$v_1 c_1 \cos\alpha_1 = \frac{c_1^2 + v_1^2 - w_1^2}{2} ; \quad \text{oraz}$$

$$-v_2 c_2 \cos\alpha_2 = \frac{w_2^2 - c_2^2 - v_2^2}{2} ;$$