

którą możemy nazwać krzywą przepływu w danym przekroju.

Z powyższego charakteru krzywej przepływu łatwo wywnioskujemy, że pole zawarte między krzywą

$b, c, \dots, c, \dots, b_n$  a prostą  $b, b_n$  da nam wartość wydatku  $Q$  w danym przekroju rzeki.

Natem, jak widzimy sposób Culmann'a i Harlackera polega na wyznaczeniu  $a$  dla różnych prostych pionowych w danym przekroju krzywych prędkości,  $b$  wykreśleniu krzywej przepływu i  $c$  obliczeniu wartości wydatku  $Q$  z pola, zawartego między krzywą przepływu a prostą poziomą.

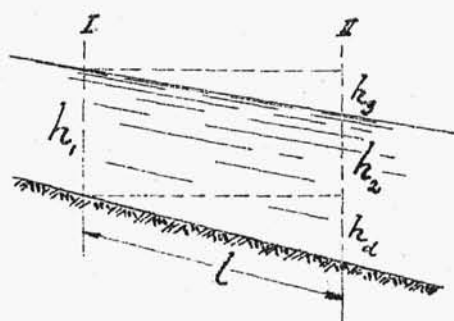
Otrzymanie dokładnej wartości  $Q$  zależy od umiejętnego wyboru prostych pionowych jak  $a_1 b_1, a_2 b_2$  i t. d. Proste te winny być obrane przedewszystkiem w punktach załamania profilu dna oraz jedna z tych prostych powinna przechodzić przez nurt rzeki.

#### 241. ZASADNICZE RÓWNANIE RUCHU TRZĄŁEGO WODY W RZEKACH I KANAŁACH.

Przeciętny kanał lub rzekę płaskoczną pionową wzdłuż osi; otrzymany w takim przekroju podłużnym linję dna i linję zwierciadła wody. Zarówno jedna



rys. 161.



rys. 162.

jak i druga będą w ogólnym przypadku prostymi pochy-  
łemi. Wprz. na długości  $l$  - dno spada o wysokość

$h_2$ , zaś zwierciadło wody o  $h_1$ . Aby do-  
kładniej uświadomić sobie stopień spadku dna lub  
zwierciadła wody, dogodniej jest obliczać ten spa-  
dek na jednostkę długości. Nazwiemy taki spadek -  
spadkiem jednostkowym - pochy-  
łością, i oznaczymy go przez  $J$ .

Spadek jednostkowy dna oznaczymy :  $J = \frac{h_2}{l}$  ;  
spadek jednostkowy zwierciadła wody :  $J = \frac{h_1}{l}$ .

Kiedy woda płynie kanałem o jed-  
nakowym przekroju, i kiedy głębokość wody  $h_1 = h_2$ ,  
wówczas  $h_1 = h_2$  i, oczywiście  $J_1 = J_2$ .  
Zwierciadło wody jest płaskie.

Jeżeli zaś kanał lub rzeka poniżej badanego

miejsca będzie skrepowana w rachce, wówczas głębokości w przekrojach I i II są różne, mianowicie  $h_2 > h_1$ , wtedy  $h_2 > h_1$ , a więc  $J_2 > J_1$ .

Ponieważ w tym drugim przypadku zwierciadło wody może być powierzchnią krzywą, więc  $J$  może być od przekroju do przekroju zmienne. Dlatego też w tym drugim przypadku będzie właściwym mówić o spadku zwierciadła wody w danym miejscu obliczając spadek ten z zależności  $J = \frac{dh_g}{dl}$ .

242. Spadek jednostkowy  $J$  zwierciadła wody możemy też jeszcze inaczej oznaczać:  $J = \frac{h_g}{l}$

a że  $h_g = l \cdot \sin \alpha$ , więc  $J = \frac{l \cdot \sin \alpha}{l} = \sin \alpha$ .

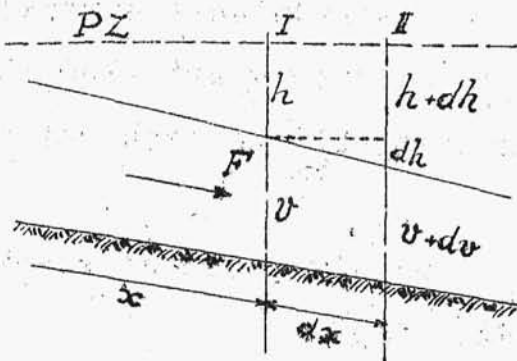
Kąt  $\alpha$  jest kątem pochylenia zwierciadła do poziomu. Albo jeszcze inaczej:  $l \cdot \cos \alpha =$  rzutowi

$l$  na oś poziomą  $= S$ . Wobec bardzo małego kąta  $\alpha$ , możemy napisać, że  $\cos \alpha \approx 1$ , a więc  $l \approx S$  następnie  $h_g = S \cdot \sin \alpha$ , zatem  $J = \frac{S \cdot \sin \alpha}{S} = \sin \alpha$ .

Ponieważ kąt  $\alpha$  jest bardzo mały, więc można jeszcze napisać, że

$$\underline{J \approx \alpha}$$

243. Po tych wstępnych uwagach rozważmy ruch w



kanale o zmiennym przekroju.

Obierzmy przekrój I w odległości  $x$  od pewnego początku liczonej wzdłuż dna i przekrój

II o  $dx$  dalej.

rys. 163.

Niech zwierciadło wody w przekroju I będzie o  $h$ , zaś w II przekroju o  $h+dh$  niżej pod poziomem zasadniczym.

Przyjmujemy, że wszystkie cząstki posiadają jednakową prędkość średnią w przekroju I, równą  $v$ , w przekroju II  $v+dv$ . Niech poza tem na swobodną powierzchnię w I i w II przekroju działa ciśnienie atmosferyczne  $p_a$ .

Napiszmy równanie Bernoulli'ego dla cząstki wziętej na powierzchni wody w przekroju I i następnie w przekroju II. Otrzymamy:

$$-h + \frac{p_a}{\gamma} + \alpha \frac{v^2}{2g} = -(h+dh) + \frac{p_a}{\gamma} + \alpha \frac{(v+dv)^2}{2g} + \sum h_t$$

Spółczynnik  $\alpha$  przy wysokościach prędkości wprowadzamy na zasadzie tego, że  $v$  jest prędkością śred-

n i a dla całego przekroju. Uzasadnienie wprowadzenia współczynnika  $\alpha$  podane było w art. 130, 131. Wartość tego współczynnika przy obliczeniach można przyjąć:  $\alpha = 1,11$ .

Pod symbolem  $\sum_{dx} h_t$  należy rozumieć wysokość stracone na opory na drodze  $dx$ .

Po redukcji w ostatnim równaniu otrzymamy:

$$0 = -dh + \frac{\alpha \cdot 2v dv}{2g} + \sum_{dx} h_t$$

albo

$$dh = d\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + \sum_{dx} h_t$$

Jest to równanie zasadnicze ruchu wody w kanałach lub rzekach; odczytać je możemy tak:

Spadek zwierciadła wody  $dh$  na długości przewodu  $dx$  idzie w części na zmianę wysokości prędkości, w części na pokonanie oporów na długości  $dx$ .

Z tego zasadniczego równania wychodząc, rozpatrzmy dwa przypadki ruchu trwałego wody w kanałach lub rzekach:

a/ ruch jednostajny; b/ ruch niejednostajny.

244. JEDNOSTAJNY TRWAŁY RUCH WODY W KANAŁACH LUB RZEKACH.