

Każdy z tych kanałów może być badany, jak to robiliśmy z kanałami poprzednimi.

293. Przejdźmy teraz do rozpatrzenia paru typowych zagadnień, dotyczących obliczania kanałów lub rzek.

ZADANIE TYPU I.

Niech będzie kanał gotowy; zatem znamy jego przekrój F , obwód zwilżony Ω i mamy dany spadek J zwierciadła wody w kanale. Znaleźć, jaki wydatek wody możemy uzyskać w takim kanale?

W art.281 mieliśmy wzór, z którego znajdziemy wydatek:

$$Q = vF$$

następnie prędkość v znajdziemy ze wzoru tam przytoczonego:

$$v = c\sqrt{J \cdot R}$$

gdzie J spadek zwierciadła jest dany;

$$R = \frac{F}{\Omega}$$

należy uważać też za znany.

Co się tyczy współczynnika c , jego wartość znajdziemy według jednego z wzorów podanych w art.280.

Wobec tego napiszemy:

$$Q = cF\sqrt{J \frac{F}{\Omega}}$$

Z tego wzoru znajdziemy Q po podstawieniu za F , Ω , J wartości danych, i za C wartości znalezionych podług jednego z wzorów art. 280.

Jeśli zastosujemy tu wzór Kutter'a i Ganguillet'a, otrzymamy:

$$Q = \frac{100 \sqrt{\frac{F}{\Omega}}}{m + \sqrt{\frac{F}{\Omega}}} \sqrt{J \cdot \frac{F}{\Omega}} \cdot F = \frac{100 F^2 \sqrt{J}}{(m + \sqrt{\frac{F}{\Omega}}) \Omega},$$

gdzie, jak wiemy, za m wypadnie podstawić wartość, odpowiednią dla danego kanału.

294. ZADANIE TYPU II.

Jaki spadek należy nadać danemu kanałowi, którego przekrój jest F , obwód zwilżony Ω i długość L , aby można było przepuścić tym kanałem Q m³/sek wody?

Spadek jednostkowy znajdziemy z równania, otrzymanego w poprzednim zadaniu:

$$Q = C \cdot F \sqrt{J \cdot \frac{F}{\Omega}}$$

rozwiązujemy to równanie względem J :

$$J = \frac{Q^2 \Omega}{C^2 F^3}$$

Spadek całkowity H na długości kanału L znajdziemy ze wzoru:

$$H = J \cdot L = \frac{Q^2 \cdot L \cdot \Omega}{C^2 \cdot F^3},$$

gdzie za C trzeba podstawić wartość otrzymaną z jednego

z podanych wyżej wzorów. Jeśli przyjmiemy naprz.wzór Kuttera i Ganguillet'a, znajdziemy:

$$H = \left[\frac{Q \cdot \Omega}{100 F^2} \left(m + \sqrt{\frac{F}{\Omega}} \right) \right]^2 L$$

295. ZADANIE TYPU III.

Dany jest wydatek Q , który ma być otrzymany w kanale; dany jest również spadek jednostkowy, którym rozporządzamy. Znaleźć wymiary kanału, któryby czynił zadość powyższym warunkom.

Na wstępie zaznaczymy, że mając obliczyć wymiary kanału, zwykle sobie zadajemy *t y p* kanału, t.j. zakładamy, że to ma być kanał np. prostokątny, albo trójkątny, kołowy, jajowaty, czy też jaki inny.

Zadając sobie *t y p* kanału, tym samym zazwyczaj ustalamy ustosunkowanie poszczególnych wymiarów przekroju kanału względem jednego zasadniczego wymiaru. Zatem zadanie sprowadza się do określenia tego jednego zasadniczego wymiaru, z którego znajdziemy pozostałe; w ten sposób przekrój kanału będzie znaleziony.

Przystępując do rozwiązania zadania, zauważymy, że jeżeli wszystkie wymiary kanału są dane w funkcji pewnego zasadniczego wymiaru, naprz. x , wówczas obwód zwilżony wyrazi się w postaci liniowej funkcji tego wymiaru,

co napiszemy, że

$$\Omega = \alpha \cdot x ;$$

pole zaś przekroju w postaci funkcji 2-go stopnia zasadniczego wymiaru x , mianowicie

$$F = \beta \cdot x^2.$$

Wobec tego promień hydrauliczny

$$R = \frac{F}{\Omega} = \frac{\beta}{\alpha} x = \varepsilon x.$$

Rozumieć tu należy, że współczynniki α , β zatem i ε są znane dla danego typu kanału.

Dla przykładu znajdziemy współczynniki te naprz. dla całkowicie zapełnionego kanału o kołowym przekroju: dla takiego kanału można przyjąć średnicę jako wymiar zasadniczy,

wówczas $\Omega = \pi d$; $F = \frac{\pi d^2}{4}$ oraz $R = \frac{d}{4}$
zatem

$$\alpha = \pi = 3,14 ; \beta = \frac{\pi}{4} = 0,78 ; \varepsilon = 0,25.$$

Dla kanału o przekroju kołowym lecz tylko do połowy zapełnionego, znajdziemy:

$$\Omega = \frac{1}{2} \pi d , \quad F = \frac{\pi d^2}{8} , \quad R = \frac{d}{4} ,$$

a więc w tym przypadku

$$\alpha = \frac{\pi}{2} = 1,57 ; \beta = \frac{\pi}{8} = 0,39 ; \varepsilon = 0,25.$$

Dla kanału trójkątnego, którego ściany tworzą przy

wierzchołku kąt 90° , możemy przyjąć jako zasadniczy wymiar np. wysokość h wierzchołka kanału od zwierciadła wody.

Dla takiego kanału

$$\Omega = 2h\sqrt{2}, \quad F = h^2 \quad \text{oraz} \quad R = \frac{h}{4}\sqrt{2}$$

zatem

$$\alpha = 2\sqrt{2}, \quad \beta = 1, \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

i t.d.

Ogólnie więc możemy powiedzieć, że jeśli typ kanału jest obrany, współczynniki α , β i ε będą nam znane.

Idźmy teraz dalej: wydatek jest dany; wiemy, że

$$Q = v \cdot F = c\sqrt{J \cdot R} \cdot F;$$

ponieważ

$$F = \beta x^2, \quad R = \varepsilon x,$$

więc ostatecznie równanie przepisujemy tak:

$$Q = c\sqrt{J\varepsilon x} \cdot \beta x^2$$

z tego równania znajdziemy x :

$$x = \sqrt[5]{\frac{Q^2}{c^2 \varepsilon \beta^2 J}}.$$

Właściwie mówiąc, w współczynniku C , który zależny jest od promienia hydraulicznego /według wzoru naprz. Kutter'a i Ganguillet'a /, mamy ukrytą niewiadomą x .

Wprowadzenie do ostatniego równania zamiast współczynnika C wartości jego z któregokolwiek wzoru z x , da-

łoby bardzo zawiłe równanie. Dlatego też postępujemy inaczej, stosując sposób kolejnych przybliżeń, zastosowany już przez nas przy obliczaniu średnicy przewodu rurowego /art.236/.

Przyjmujemy na razie C jako wielkość stałą np. = 50; znajdujemy przy tej wartości C przybliżoną wartość x ; niech to będzie x_1 . Znalazłszy x_1 , szukamy dokładniejszej wartości dla C z odpowiedniego wzoru; niech to będzie C_1 . Wówczas szukamy nowej dokładniejszej wartości na x , mając bliższą prawdy wartość współczynnika C_1 . Niech to będzie wartość x_2 . Dalej znajdujemy nową wartość współczynnika C_2 . Mając dokładniejszą wartość C_2 znajdujemy w dalszym ciągu nową wartość x_3 ; w taki sposób postępujemy, odnajdując wartości na x : x_1, x_2, x_3, \dots , które w miarę dalszego obliczania będą coraz bliższe sobie.

Wreszcie zatrzymamy się na pewnej wartości, którą uznamy za dostatecznie dokładną.

Dodamy, że dla udogodnienia obliczeń otrzymany wzór na x przedstawimy w takiej postaci:

$$x = \sqrt[5]{\frac{Q^2}{\epsilon \beta^2 J}} \sqrt[5]{\frac{1}{C^2}}$$

Pierwszy pierwiastek jest stały, niezmienny przy całym szeregu obliczeń; oznaczmy go przez A ; wówczas

$$x = A \cdot \sqrt[5]{\frac{1}{C^2}}$$

Wielkość A , raz obliczona, będzie się później powtarzała bez zmiany.

296. Niejednostajny trwały ruch w kanałach i rzekach.

W art. 278, w którym badaliśmy ruch wody w przypadku ogólnym, otrzymaliśmy równanie ruchu w postaciach:

$$dz = d\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + \varphi \frac{\Omega}{F} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot dx \quad /157/$$

$$J = \frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + \varphi \frac{\Omega}{F} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad /158/$$

albo

$$Jdx = d\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + \varphi \frac{\Omega}{F} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot dx \quad /158a/$$

oraz

$$i - \frac{dh}{dx} = \frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + \varphi \frac{\Omega}{F} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad /159/$$

$$\text{albo} \quad i dx = dh + d\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + \varphi \frac{\Omega}{F} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot dx \quad /159a/$$

Każde z tych równań da się scałkować, jeśli przy zadanym wydatku Q będziemy mieli F , Ω , φ wyrażone w funkcji x . Zależności te możemy mieć dla kanałów sztucznych o przekrojach regularnych; dla rzek jednak naturalnych takich zależności nie uda się wyznaczyć.

297. Dla przykładu przypuścimy, że mamy kanał prostokątny o stałej szerokości b i stałym spadku dna i . Głębokość h tego kanału - przy ruchu wody niejednostajnym - będzie, oczywiście, zmienna. Przyjmij-