

mi krawędziami, wówczas μ będzie mniejsze. Wreszcie położenie otworu w dnie naczynia względem ścianek naczynia wpływa na współczynnik wydatku μ , gdyż, jak to było wyjaśnione w art. 153, od tego położenia zależy współczynnik dławienia, a ten ma wpływ na wartość współczynnika wydatku μ .

Jeżeli dla otworu prostokątnego I/rys. 89/ μ będzie $= 0,62$, to dla otworu II $\mu = 0,64$, dla otworu III $\mu = 0,663$ a dla otworu IV $\mu = 0,69$.

Wyżej mówiliśmy szczegółowiej o współczynniku wydatku. Jeśli przypomnimy sobie uwagę, zrobioną wyżej co do współczynnika prędkości, że φ jest bliskie 1, przekonamy się, że współczynnik dławienia $\alpha = \mu$.

153. PRZYSTAWKI. Współczynniki dławienia i wydatku mogą być znacznie zmienione przez zastosowanie t. zw. przystawki, tj. rurki wylotowej o różnych kształtach.

a/ Zewnętrzna przystawka cylindryczna/rys. 90/ o średnicy d i długości $l = \begin{vmatrix} 1d & 2-3d & 12d \\ 0,83 & 0,82 & 0,77 \end{vmatrix}$ daje współczynnik $\mu =$

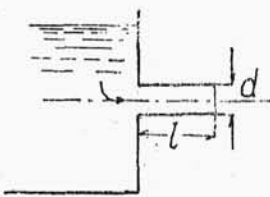
b/ Przystawka stożkowa o kącie δ i o długości $l = 2,5d$ /rys. 91/, przy $d = 20$ mm i przy ciśnieniu 3 m

słupa wodnego daje wartości na μ oraz na φ .

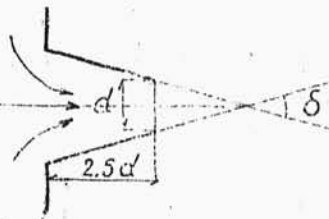
δ	$6^{\circ}54'$	$10^{\circ}30'$	$12^{\circ}10'$	$13^{\circ}40'$	$15^{\circ}2'$	$18^{\circ}10'$	$23^{\circ}4'$	$33^{\circ}52'$
μ	0,938	0,945	0,949	0,956	0,949	0,939	0,930	0,920
φ	0,938	0,953	0,957	0,964	0,967	0,970	0,973	0,979

Jeśli wejście z naczynia do przystawki stożkowej będzie łagodne /rys.92/, wówczas współczynnik μ otrzymuje wartości większe od wyżej podanych.

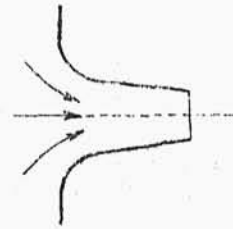
Jak z poprzedniej tabelki widać, najkorzystniejszy kąt przystawki stożkowej jest $13^{\circ}40'$, dla której $\mu = 0,956$.



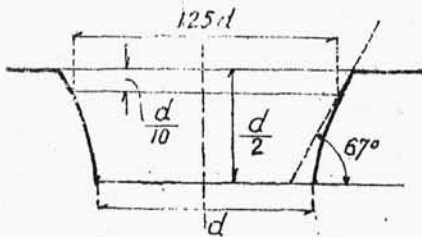
rys. 90



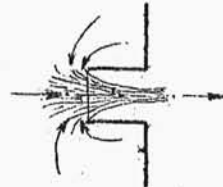
rys. 91



rys. 92



rys. 93



rys. 94

c/ Przystawka konoidalna wykreślona, jak na rys. 93, podanym przez Weisbacha, zapewnia dużą wartość na μ ; mianowicie

$$\mu = 0.967$$

Ten rodzaj przystawki nadaje się do celów pomiarowych.

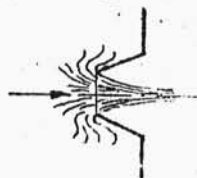
d/ W przypadku przystawki cylindrycznej wewnętrznej /rys.94/

$$\mu = 0.54$$

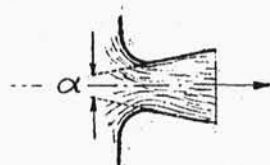
e/ Jeśli będzie stożkowa przystawka wewnętrzna /rys.95/ wówczas

$$\mu = 0.56$$

f/ W przystawce stożkowej, rozchylającej się na zewnątrz /rys.96/ współczynnik $\mu = 0,46$.



rys. 95



rys. 96

Przystawka stożkowa /rys.96/ znajduje zastosowanie, kiedy potrzebne jest sztuczne zmniejszenie prędkości wypływu.

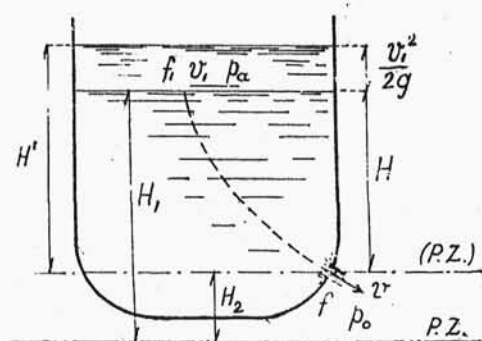
Niżej podane jest zestawienie kilku charakterystycznych liczb, dotyczących wypływu wody przez otwory bez przystawek i z przystawkami.

Rodzaj otworów	Spółczynnik		Wysokość prędkości $\frac{v^2}{2g} = \varphi^2 H$	Uwagi
	wydatku μ	prędkości φ		
Otwór o- krągły w cienkiej ściance	0,62	0,97	0,94H	/rys.88/
Otwór z przystaw. cylindr. zewnątrz.	0,82	0,82	0,67H	/rys.90/ przystawka Venturiego
Otwór z przystaw. stożkową zewnątrz. zweżającą się, kąt $\delta = 13^\circ 40'$	0,95	0,96	0,92H	/rys.91/
Otwór z przystaw. stożkową zewn.rozsze- rzającą się	0,48	0,48	0,23H	/rys.96/ przystawka Eytelweina
Otwór z przystaw. konoidalną	0,97	0,98	0,96H	/rys.93/
Otwór z cylindrycz. przystawką wewnętrzną krótką	0,71	0,71	0,50H	/rys.94/ przystawka Borda

159. Badając ruch cieczy, wypływającej z naczynia, w art.153 uwzględniliśmy we wskazany tam sposób warunek, że na swobodnej powierzchni ciecz ma prędkość U . Prędkość tę wprowadziliśmy do równania D.Bernoulli'ego, a następnie wyrugowaliśmy U na zasadzie warunku ciągłości: $U_1 f_1 = v \cdot f$.

Można zagadnienie inaczej jeszcze rozwiązać. Ponieważ nieraz będziemy korzystali z tego sposobu, należy o nim dać parę wyjaśnień.

Niech będzie ciecz w naczyniu /rys.97/; przez otwór o polu f wypływa ciecz z prędkością U ; przypuścmy, że na swobodnej powierzchni ciecz ma prędkość U , którą mamy możność w taki czy inny sposób ocenić.



rys.97.

Obieramy poziom zasadniczy P.Z. i piszemy równanie Bernoulli'ego dla cząstki w przekroju f_1 na swobodnej powierzchni i w wylocie f :

$$H_1 + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{U^2}{2g} = H_2 + \frac{p_o}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} ,$$

stąd

$$v = \sqrt{2g[(H_1 - H_2) + \frac{p_a - p_o}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}]}$$

Ponieważ $H_1 - H_2 = H$, więc

$$v = \sqrt{2g[(H + \frac{v_1^2}{2g}) + \frac{p_a - p_o}{\gamma}]} \quad /52/$$

Pod pierwiastkiem obok H jest wyraz $\frac{v_1^2}{2g}$; jak wiemy, jest to wysokość, odpowiadająca prędkości v_1 . Możemy zatem zagadnienie nasze tak zrozumieć, jak gdyby ciecz na swobodnej powierzchni była w spoczynku, tylko poziom zwierciadła wody został podniesiony o wysokość $\frac{v_1^2}{2g}$.

Jeżeli wysokość $H + \frac{v_1^2}{2g}$ oznaczymy przez H' otrzymamy:

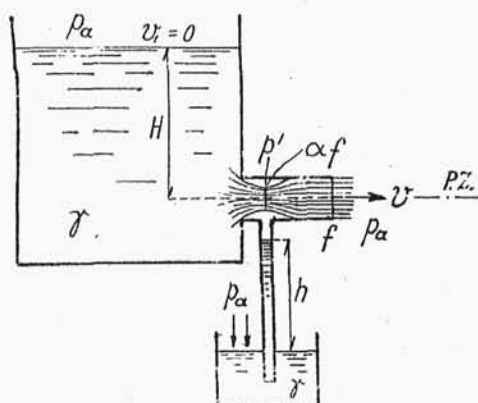
$$v = \sqrt{2g(H' + \frac{p_a - p_o}{\gamma})} \quad /53/$$

Otrzymujemy prostszy wzór niż poprzednio. Stosować go możemy, oczywiście wtedy, jeśli skądinąd znamy prędkość v_1 .

Przy sposobności zwracamy uwagę, że można byłoby poziom zasadniczy przeprowadzić przez środek otworu f . Wynik byłby, rozumie się, ten sam.

160. PRZYKŁAD XXII. Niech będzie naczynie z ot-

worem, zaopatrzonym w przystawkę cylindryczną zewnętrzną o polu przekroju f /rysunek 98/. Przy wejściu cieczy z naczynia do przystawki następuje zupełne zdławienie strumienia; to jest strumień płynie przekrojem, stanowiącym część



rys.98.

f ; niech przekrój strumienia będzie αf . Znaleźć współczynnik dławienia α , jeśli wiemy, że wydatek z przystawki wynosi Q oraz, że w odwróconym piezometrze, połączonym z tym przekrojem przystawki, gdzie jest zwężenie strumienia, ciecz podnosi się na wysokość $h = 0,75 H$.

Zadanie rozwiązujemy w taki sposób:

Niech w przekroju zwężonym αf będzie ciśnienie p' i prędkość v' , wówczas równania D.Bernoulli'ego napisane dla cząstki wziętej na swobodnej powierzchni, następnie w przekroju αf i w końcu przystawki, będą jak następuje. /poziom zasadniczy obieramy na

osi otworu/:

$$H + \frac{p_a}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p'}{\gamma} + \frac{v'^2}{2g} = 0 + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \quad /a/$$

pierwsza i ostatnia strona dają:

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}, \quad \text{stąd} \quad v = \sqrt{2gH}.$$

Taka jest teoretyczna prędkość wypływu. W rzeczywistości otrzymuje się prędkość $= \varphi \sqrt{2gH}$.

Ponieważ ciecz wypływa z przystawki całym przekrojem, więc warunek ciągłości dostarcza zależność

$$Q = \varphi f \sqrt{2gH} \quad /b/ \quad \text{oraz} \quad Q = \alpha f v' \quad /c/$$

Z równania /b/ mamy:

$$\varphi = \frac{Q}{f \sqrt{2gH}}.$$

Ponieważ Q, f, H są dane, możemy znaleźć wartość współczynnika φ ; przypuśćmy, że znaleźliśmy $\varphi = 0,82$.

Z równania /c/ $Q = \alpha f v'$ mamy:

$$v' = \frac{Q}{\alpha f}$$

Z równania Bernoulli'ego /a/

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = \frac{p'}{\gamma} + \frac{v'^2}{2g}$$

po podstawieniu za $v' = \frac{Q}{\alpha f}$ otrzymamy:

$$H + \frac{p_a - p'}{\gamma} = \frac{Q^2}{\alpha^2 f^2 2g}$$

ponieważ $h = \frac{p_a - p'}{\gamma}$, więc

$$H + h = \frac{Q^2}{\alpha^2 f^2 2g}, \quad \text{a stąd} \quad \alpha = \frac{Q}{f \sqrt{2g(H+h)}}$$

ponieważ [z równania /b/]

$$Q = \varphi f \sqrt{2gH}$$

więc

$$\alpha = \frac{\varphi f \sqrt{2gH}}{f \sqrt{2g(H+h)}} = \varphi \sqrt{\frac{H}{H+h}}$$

W zadaniu mamy: $h = 0,75H$, zatem

$$\alpha = \varphi \sqrt{\frac{H}{1,75H}} = \varphi \sqrt{\frac{1}{1,75}} = \varphi \cdot 0,756 \text{ a że } \varphi = 0,82$$

więc ostatecznie $\alpha = 0,62$.

WYPŁYW CIECZY PRZEZ OTWORY ZNACZNYCH WYMIARÓW.

161. Dotychczas była mowa o otworach, których wymiary są nieznaczne w porównaniu z głębokością, na której te otwory znajdują się /pod swobodną powierzchnią/. Z dużą dokładnością mogliśmy przyjmować, że prędkości wszystkich wypływających cząstek, są jednakowe.

Rzecz inaczej się przedstawi, jeśli wymiary otworu będą **z n a c z n e** w porównaniu z głębokością, na której znajduje się otwór pod swobodną powierzchnią. Zajmiemy się obliczeniem **w y d a t k u c i e - c z y p r z e z o t w o r y o z n a c z n y c h**