

$$T = \int_{h_0}^0 \frac{F dz}{-\mu f \sqrt{2g(z + \frac{p_a - p_0}{\gamma})}} = \frac{1}{\mu f \sqrt{2g}} \int_0^{h_0} \frac{F dz}{\sqrt{z + \frac{p_a - p_0}{\gamma}}} \quad /96/$$

Dokończyć całkowania moglibyśmy wtenczas, gdybyśmy znali zależność F od z .

193. PRZYKŁAD XXIV. Niech naczynie, z którego przez otwór w dnie wypływa woda, będzie cylindryczne o przekroju stałym F_0 . Znaleźć czas, po którym zwierciadło wody znajdzie się na wysokości Z nad dnem.

Przyjmijmy dla uproszczenia zadania, że $p_a = p_0$, wtedy równanie /95/ otrzyma postać:

$$t = F_0 \int_{h_0}^Z \frac{dz}{q - \mu f \sqrt{2gz}}$$

Aby to równanie scałkować, przyjmijmy, że $\sqrt{z} = x$, czyli, że $z = x^2$, a stąd $dz = 2x dx$.

Wtedy:

$$t = 2F_0 \int_{h_0}^Z \frac{x dx}{q - \mu f x \sqrt{2g}} \quad , \quad \text{albo} \quad t = \frac{2F_0}{\mu f \sqrt{2g}} \int_{h_0}^Z \frac{x dx}{\frac{q}{\mu f \sqrt{2g}} - x}$$

Oznaczmy dalej:

$$\frac{q}{\mu f \sqrt{2g}} - x = y$$

Wtedy $x = \frac{q}{\mu f \sqrt{2g}} - y$ oraz $dx = -dy$.

Wówczas nasza całka otrzyma kształt:

$$t = -\frac{2F_0}{\mu_f \sqrt{2g}} \int_{H_0}^z \left(\frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}} - y \right) \cdot \frac{dy}{y} = -\frac{2F_0}{\mu_f \sqrt{2g}} \left[\int_{H_0}^z \frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}} \cdot \frac{dy}{y} - \int_{H_0}^z dy \right] =$$

$$= \frac{F_0 q}{\mu_f^2 g} (\log y)_z^{H_0} + \frac{2F_0}{\mu_f \sqrt{2g}} (y)_{H_0}^z.$$

Ponieważ $y = \frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}} - x$, zaś $x = \sqrt{z}$, więc:

$$t = \frac{F_0 q}{\mu_f^2 g} \cdot \log \frac{\frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}} - \sqrt{H_0}}{\frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}} - \sqrt{z}} + \frac{2F_0}{\mu_f \sqrt{2g}} (\sqrt{H_0} - \sqrt{z}) \quad /97/$$

194. Zbadajmy wzór /97/.

Jeżeli czas t ma mieć znaczenie realne, wielkość, znajdująca się pod znakiem logarytmu, musi być dodatnia.

A więc licznik i mianownik muszą być jednocześnie albo obydwa dodatnie, albo obydwa ujemne.

Niech $\frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}} > \sqrt{H_0}$, czyli to samo, co

$q > \mu_f \sqrt{2g H_0}$ wtedy też $\frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}}$ winno być $> \sqrt{z}$, czyli, że $q > \mu_f \sqrt{2g z}$.

a/ Jeżeli $q > \mu_f \sqrt{2g H_0}$, znaczy to, że dopływ wody q jest większy, niż wydatek wody przez otwór

w pierwszej chwili, zatem poziom wody w naczyniu nie tylko nie będzie opadał, lecz będzie się podnosił; kiedy się podniesie, dajmy na to, do wysokości $z = H'$, przy której $q = \mu f \sqrt{2gH'}$, wówczas mianownik staje się $= 0$ i sama wielkość staje się nieskończenie dużą, \log jej też jest ∞ , a więc czas $t = \infty$. Znaczyć to będzie, że w danym przypadku, kiedy $q > \mu f \sqrt{2gH_0}$, nie będziemy mogli nigdy osiągnąć poziomu wody w naczyniu niższego, niż H_0 , zaś poziom $H' > H_0$ uzyskamy po czasie nieskończenie długim, zbliżając się do tego poziomu asymptotycznie.

b/Niech przy innych warunkach $\frac{q}{\mu f \sqrt{2g}} < \sqrt{H_0}$, wtedy też dla realności t powinno być $\frac{q}{\mu f \sqrt{2g}} < \sqrt{z}$.

Z warunku $\frac{q}{\mu f \sqrt{2g}} < \sqrt{H_0}$ mamy $q < \mu f \sqrt{2gH_0}$, to jest, że w danym razie dolewamy wody mniej, niż w pierwszej chwili wypływa, zatem poziom wody w naczyniu zrazu będzie opadać, aż otrzymamy wreszcie wysokość $z = H''$, przy której

$$q = \mu f \sqrt{2gH''}.$$

Na tej wysokości poziom wody się zatrzyma, niżej już nie opadnie.

Wysokość H'' uzyskamy po czasie $t = \infty$, gdyż kie-

dy $z = H''$, wielkość, będąca pod znakiem \log staje się \cos

Zatem do ustalenia się poziomu wody w naczyniu będziemy się zbliżali nieskończenie długo.

c/ Przypuśćmy, że dopływ $q = 0$. Wówczas pierwszy wyraz drugiej strony równania /97/ przypadnie i czas

$$t = \frac{2F_0}{\mu f \sqrt{2g}} (\sqrt{H_0} - \sqrt{Z}).$$

Widzimy z tego wzoru, że dla każdej wartości Z , czyniącej zadość warunkom $H_0 > Z > 0$, znajdziemy odpowiedni czas t .

Z tego też wzoru łatwo obliczymy czas, potrzebny do opróżnienia całkowicie naczynia. Będzie to wówczas, kiedy Z stanie się $= 0$.

Znajdziemy:

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{2F_0 \sqrt{H_0}}{\mu f \sqrt{2g}} \\ \text{albo inaczej} \quad T &= \frac{2F_0 H_0}{\mu f \sqrt{2g H_0}} \end{aligned} \right\} \quad /98/$$

195. Na podstawie powyższego znajdziemy wyjaśnienie następującego zagadnienia.

Mamy naczynie cylindryczne o przekroju F_0 i wysokości H_0 , napełnione wodą; objętość zawartej w naczyniu

niu wody $= F_o H_o$. Zachodzi pytanie, w jaki sposób otrzymać w czasie najkrótszym z takiego naczynia objętość wody $F_o H_o$, czy przez opróżnienie naczynia, czy też przy podtrzymywaniu w naczyniu stałego poziomu?

Ze wzoru /98/ wynika, że po otworzeniu wylotu f , otrzymamy objętość wody $F_o H_o$, opróżniając naczynie w ciągu czasu

$$T = \frac{2F_o H_o}{\mu f \sqrt{2gH_o}}$$

Jeżeli, mając takie samo naczynie, w którym utrzymujemy zwierciadło wody na stałym poziomie, zechcielibyśmy otrzymać z niego również objętość wody $F_o H_o$, czas potrzebny do zaczerpnięcia potrzebnej ilości wody znajdziemy: prędkość wypływu przez otwór będzie stała i równa $\sqrt{2gH_o}$; wydatek w jednostkę czasu $= \mu f \sqrt{2gH_o}$ czas potrzebny do otrzymania $F_o H_o$ wody znajdziemy:

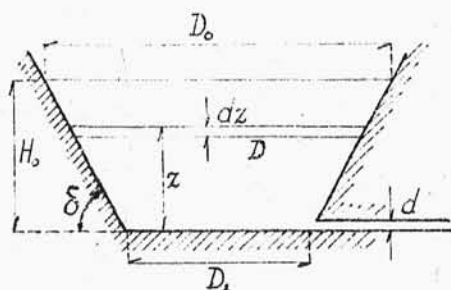
$$T_i = \frac{F_o H_o}{\mu f \sqrt{2gH_o}}$$

Porównywując czas T i T_i widzimy, że $\frac{T}{T_i} = \frac{1}{2}$.

A więc tę samą ilość wody z naczynia cylindrycznego otrzymać będziemy mogli w czasie dwa razy krótszym wtedy, kiedy zwierciadło wody w naczyniu będzie-

my utrzymywali na stałym poziomie, niż wówczas, kiedy to naczynie będziemy opróżniali bez uzupełnienia go.

196. Przykład XXV. Niech będzie zbiornik w kształcie stożka ściętego o średnicy D_1 w dnie i D_0 w górnej podstawie. Wysokość wody w zbiorniku H_0 . Ze zbiornika mamy wylot w postaci rury o ϕd , założonej jak na



rys.125.

rysunku 125 przy dnie.

Znaleźć, kiedy ciecz opadnie do poziomu Z ponad dnem oraz kiedy zbiornik opróżni się całkowicie.

Skorzystamy z równania /95/, w którym przyjmujemy $q = 0$ oraz $p_a = p_0$; mamy zatem równanie:

$$t = \int_{H_0}^z \frac{F dz}{-u f \sqrt{2gz}} = \int_z^{H_0} \frac{F dz}{u f \sqrt{2gz}},$$

gdzie $F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D_1 + 2z \operatorname{ctg} \delta)^2$ oraz $f = \frac{\pi d^2}{4}$.

Otrzymujemy dalej:

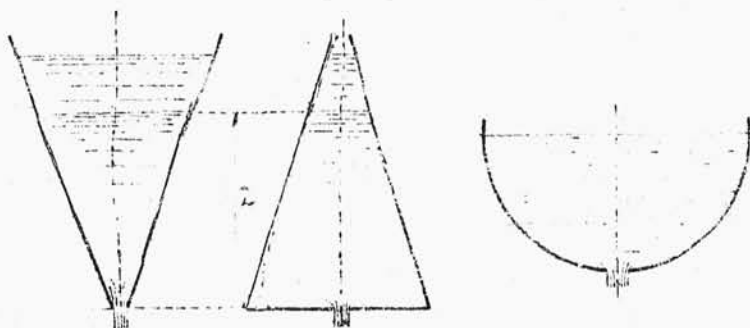
$$\begin{aligned} t &= \frac{1}{u d^2 \sqrt{2g}} \int_z^{H_0} \frac{(D_1 + 2z \operatorname{ctg} \delta)^2 dz}{\sqrt{z}} = \\ &= \frac{1}{u d^2 \sqrt{2g}} \int_z^{H_0} (D_1^2 z^{-1/2} + 4 D_1 \operatorname{ctg} \delta \cdot z^{1/2} + 4 \operatorname{ctg}^2 \delta \cdot z^{3/2}) dz; \\ t &= \frac{2}{u d^2 \sqrt{2g}} [D_1^2 (\sqrt{H_0} - \sqrt{z}) + \frac{4}{3} D_1 \operatorname{ctg} \delta (H_0^{3/2} - z^{3/2}) + \frac{4}{5} \operatorname{ctg}^2 \delta (H_0^{5/2} - z^{5/2})] \end{aligned}$$

Z tego wzoru obliczyć możemy czas potrzebny do tego, aby poziom wody, pierwotnie będący na wysokości H_0 nad dnem, opadł do wysokości Z nad dnem.

Jeżeli mamy oznaczyć czas, potrzebny do całkowitego opróżnienia zbiornika, należy w ostatnim wzorze /99/ przyjąć $Z = 0$, wówczas

$$T = \frac{2\sqrt{H_0}}{\mu d^2 \sqrt{2g}} (D_1^2 + \frac{4}{3} D_1 H_0 \operatorname{ctg} \delta + \frac{4}{5} H_0^2 \operatorname{ctg}^2 \delta) \quad /100/$$

197. Podobne do poprzednich postępowanie zastosować możemy do naczyń o innych kształtach /rys.126/ jak np. do naczynia stożkowego z wylotem przy wierzchołku, lub z wylotem w dnie, następnie do naczynia w postaci czaszy półkulistej z otworem w najniższym miejscu itd. Dla wszystkich tych naczyń łatwo ułożymy zależność między głębokością Z , a odpowiednim przekrojem. Mając tę zależność, można zająć się całkowa-

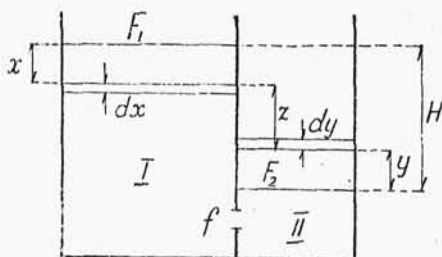


rys.126.

niem równań /95/ i /96/. Otrzymanie wyników zależnym będzie od umiejętnego pokonywania trudności głównie przy całkowaniu równań.

Rozwiążemy jeszcze jeden przykład o treści ogólniejszej.

198. Przykład XXVI. Niech będzie naczynie rozdzielone przegródką na dwa naczynia /rys.127/: I i II.



rys.127.

Pole przekroju naczynia I jest F_1 , II - jest F_2 . W przegrodce mamy otwór o polu f . Naczynia napełnione są cieczą

do różnych poziomów; różnica pierwotna tych poziomów niech będzie H . Znaleźć, po jakim czasie od chwili otwarcia połączenia między naczyniami/ten moment jest początkiem czasu/zwierciadła cieczy wyrównają się.

Niech od początku liczenia czasu upływa czas t ; przypuśćmy, że w tym momencie ciecz w naczyniu I opadła o x , a w naczyniu II podniosła się o y w porównaniu z tym, co było na początku. Niech dalej upłynie jeszcze czas bardzo krótki dt ; w naczyniu I ciecz opa-

dnie jeszcze o dx , a w II podniesie się o dy . Warunek ciągłości zjawiska wymaga, aby $F_1 dx = F_2 dy$.

W tym też czasie t powstaje różnica poziomów cieczy w naczyniach z . Dzięki tej różnicy zachodzi ruch cieczy przez otwór f „zatopiony” z prędkością

$$v = \sqrt{2gz}$$

W czasie dt przepłynie przez otwór ilość wody

$$dQ = \mu f \cdot v dt = \mu f \cdot \sqrt{2gz} \cdot dt.$$

Ilość ta musi być równa zarówno $F_1 dx$ jak i $F_2 dy$.

Mamy więc:

$$F_1 dx = F_2 dy = \mu f \sqrt{2gz} \cdot dt \quad /a/$$

Z rysunku widzimy, że $x + y + z = H$

zatem $dx + dy + dz = 0$, albo $dx + dy = -dz$ /b/

Z równań /a/ mamy: $dx = \frac{1}{F_1} \mu f \sqrt{2gz} \cdot dt$

oraz $dy = \frac{1}{F_2} \mu f \sqrt{2gz} \cdot dt$

po dodaniu równań stronami otrzymamy:

$$dx + dy = \mu f \sqrt{2gz} \cdot dt \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right).$$

Na skutek równania /b/ możemy teraz napisać

$$-dz = \mu f \sqrt{2gz} \cdot dt \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right).$$

Mamy zatem równanie różniczkowe, wiążące z i t .

Scałkujmy je: po przeniesieniu zmiennych mamy:

$$-\frac{dz}{\sqrt{z}} = \mu f \sqrt{2g} \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right) \cdot dt.$$

Całkujemy to równanie:

$$-2z^{1/2} = \mu f \sqrt{2g} \left(\frac{t}{F_1} + \frac{t}{F_2} \right) + \text{const.}$$

Stałą całkowania wyrugujemy z warunku: na początku,

kiedy $t = 0$, wówczas $z = H$;

mamy więc:

$$-2H^{1/2} = \text{const.}$$

Zatem ostatecznie mamy:

$$t = \frac{2(H^{1/2} - z^{1/2})}{\mu f \sqrt{2g} \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right)} \quad /101/$$

Czas T , po którym zwierciadła w naczyniach wyrównają się, znajdziemy, kładąc $z = 0$; wówczas otrzymamy:

$$T = \frac{2H^{1/2}}{\mu f \sqrt{2g} \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right)} = \frac{2F_1 F_2 H^{1/2}}{\mu f \sqrt{2g} (F_1 + F_2)} \quad /102/$$

199. Równanie /101/ i /102/ mogą nam dostarczyć odpowiedzi dla przypadków szczególnych, naprz., kiedy naczynie I /lub też II/ są bardzo duże, co jest równoznaczne z tym, że zwierciadło w naczyniu I /lub też II/ jest stałe.

Otrzymamy wtedy: czas t , po którym różnica poziomów będzie Z :

kiedy $F_1 = \infty$

$$t = \frac{2 F_2 (H^{\frac{1}{2}} - z^{\frac{1}{2}})}{\mu f \sqrt{2g}} \quad /101a/$$

albo, kiedy $F_2 = \infty$

$$t = \frac{2 F_1 (H^{\frac{1}{2}} - z^{\frac{1}{2}})}{\mu f \sqrt{2g}} \quad /101b/$$

Wreszcie znajdziemy czas, po którym przy $F_1 = \infty$ zwierciadło w naczyniu II zrówna się ze zwierciadłem /stałym/ w I naczyniu. Wtedy

$$T = \frac{2 F_2 \cdot H^{\frac{1}{2}}}{\mu f \sqrt{2g}}, \quad /102a/$$

albo, kiedy $F_2 = \infty$

wówczas dla $Z = 0$ otrzymamy

$$T = \frac{2 F_1 \cdot H^{\frac{1}{2}}}{\mu f \sqrt{2g}} \quad /102b/$$

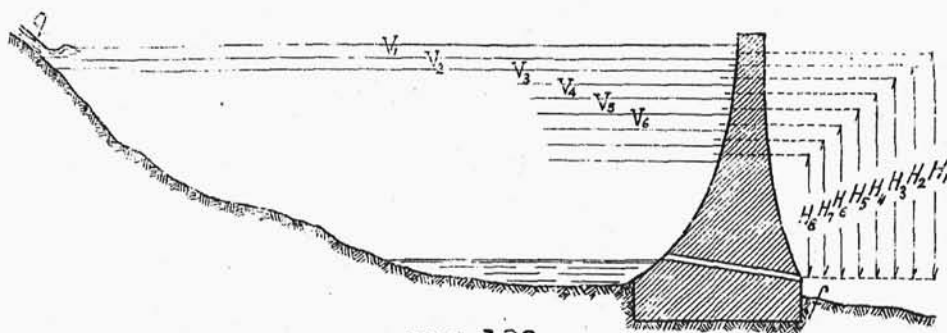
200. WYPŁYW WODY ZE ZBIORNIKÓW O KSZTAŁTACH NIEREGULARNYCH.

W poprzednich artykułach badaliśmy wypływ cieczy czy też wody, z naczyń foremnych, dla których mogliśmy znaleźć zależność przekrojów od głębokości cieczy w naczyniu.

Będziemy jednak często spotykali się ze zbiornikami, utworzonymi naprz. przez ściany i dno wąwozu, przez zapory, kiedy nie da się ustalić zależności matematycznej przekrojów od głębokości. Należy zatem

poświęcić parę słów takim właśnie zbiornikom. Z góry musimy tu powiedzieć, że zadanie da się rozwiązać z pewnym tylko przybliżeniem, zresztą dokładność wyników od nas tylko zależeć będzie.

Dajmy na to, mamy zbiornik, utworzony w wąwozie przez wybudowanie poprzecznej zapory /rys.128/. Mamy obliczyć czas, potrzebny do tego, żeby zwierciadło wody w zbiorniku obniżyć do pewnego poziomu, albo też żeby zbiornik zupełnie opróżnić. Przyjmijmy następnie, że do naszego zbiornika dopływa z góry lub z boku ilość wody wynosząca q m³/sek.



rys.128.

Aby którekolwiek z tych zagadnień rozwiązać, dzielimy nasz zbiornik płaszczyznami poziomymi na warstwy o niewielkiej grubości - naprz. 0,25 m, 0,5m-1m.

Mając niwelację terenu, zajętego przez zbiornik, możemy wykreślić t.zw. warstwice. Z nich łatwo obli-

czymy objętości $V_1, V_2, V_3 \dots$ poszczególnych warstw wody. Jednocześnie też będziemy mogli zmierzyć z przekroju wysokości $H_1, H_2, H_3 \dots$ na których znajdują się środki ciężkości owych warstw wodnych ponad osią wylotu f . Mając powyższe dane, postępujemy dalej tak:

średnia prędkość wody podczas wypływu pierwszej /najwyższej/ warstwy wodnej jest: $v_1 = \sqrt{2gH_1}$. Niech t_1 oznacza czas potrzebny do usunięcia tej warstwy wody o objętości V_1 oraz tej ilości wody, która z góry dopływa i która równa się qt_1 . Określimy t_1 z równania:

$$V_1 + qt_1 = \mu f v_1 t_1, \quad \text{stąd} \quad t_1 = \frac{V_1}{\mu f v_1 - q},$$

albo

$$t_1 = \frac{V_1}{\mu f \sqrt{2gH_1} - q}$$

W taki sam sposób znajdziemy czas t_2 , potrzebny do wypływu objętości wody równej drugiej warstwie V_2 oraz ilości qt_2 , która w tym czasie z góry dopłynie i tak dalej.

Dla jakiegokolwiek warstwy V_i czas potrzebny znajdziemy:

$$t_i = \frac{V_i}{\mu f \sqrt{2gH_i} - q}.$$

Jeżeli chodzi o znalezienie czasu, potrzebnego do opróżnienia zbiornika, otrzymamy odpowiedź

$$T = \sum_i^n t_i = \frac{1}{\mu_f \sqrt{2g}} \cdot \sum_i^n \frac{V_i}{\sqrt{H_i} - \frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}}} \quad /103/$$

W otrzymanym wzorze /103/ należy brać kolejno wyrazy z szeregu $\frac{V_i}{\sqrt{H_i} - \frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}}}$, których mianownik $\sqrt{H_i} - \frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}}$ jest > 0 . Ten wyraz, którego mianownik staje się zerem, wskazuje, że odpowiednia warstwa V_i , aby wypłynąć ze zbiornika, wymaga czasu t_i , który znajdziemy z warunku:

$$t_i = \frac{V_i}{\sqrt{H_i} - \frac{q}{\mu_f \sqrt{2g}}} = \frac{V_i}{0} = \infty,$$

czyli, że tej warstwy już nie da się ze zbiornika usunąć.

Wzór /103/ daje też możliwość wyznaczenia czasu potrzebnego do obniżenia zwierciadła wody w zbiorniku do p o ż a d a n e g o poziomu.

Ze wzoru /103/ możemy również otrzymać czas opróżnienia zbiornika, kiedy dopływu q - nie ma.

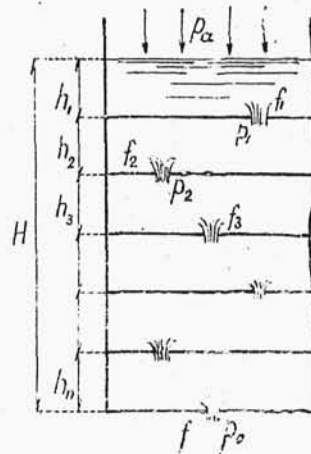
Odpowiedni czas T znajdziemy, zakładając w /103/ $q = 0$:

$$T = \frac{1}{\mu_f \sqrt{2g}} \sum_i^n \frac{V_i}{\sqrt{H_i}} \quad /104/$$

201. WYPŁYW CIECZY Z NACZYNIA Z PRZEGRÓDKAMI.

Niech będzie naczynie o wysokości H , w którym znajduje się szereg przegródek z otworami $f_1, f_2, f_3 \dots$ wreszcie otwór o polu f w dnie naczynia /rys.129/.

Wszystkich otworów niech będzie n . Odległości między przegródkami niech będą $h_1, h_2, h_3 \dots$ itd. Na swobodną powierzchnię niech działa ciśnienie p_a , zaś przy wylocie z dna od zewnątrz ciśnienie p_o . Gdyby przegródka w naczyniu nie było, wtedy wydatek byłby:



ry. 129.

$$Q_o = \mu f \sqrt{2g(H + \frac{p_a - p_o}{\gamma})} \quad /a/$$

Obliczmy teraz wydatek kiedy przegródki istnieją.

Przypuśćmy, że za przegródką pierwszą, posiadającą otwór f_1 , jest ciśnienie p_1 .

Wtedy wydatek przez ten otwór znajdziemy:

$$Q_1 = \mu_1 f_1 \sqrt{2g(h_1 + \frac{p_a + p_1}{\gamma})} \quad /b/$$

Niech, dalej, za przegrodką drugą przy otworze f_2 będzie ciśnienie p_2 , wtedy wydatek wody przez otwór f_2 :

$$Q_2 = \mu_2 f_2 \sqrt{2g(h_2 + \frac{p_1 - p_2}{\gamma})} \quad /c/$$

Wydatek przez otwór f_3 w trzeciej przegrodce:

$$Q_3 = \mu_3 f_3 \sqrt{2g(h_3 + \frac{p_2 - p_3}{\gamma})} \quad /d/ \text{ itd.}$$

Ponieważ zakładamy, że całe naczynie podczas przepływu cieczy jest zapełnione cieczą, więc

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q.$$

Zatem równanie /b/ otrzyma postać:

$$Q = \mu_1 f_1 \sqrt{2g(h_1 + \frac{p_a - p_1}{\gamma})}$$

stąd

$$2g(h_1 + \frac{p_a - p_1}{\gamma}) = \frac{Q^2}{\mu_1^2 f_1^2} \quad /e/$$

W podobny sposób z równania /c/ znajdziemy:

$$2g(h_2 + \frac{p_1 - p_2}{\gamma}) = \frac{Q^2}{\mu_2^2 f_2^2} \quad /f/$$

Z równania /d/:

$$2g(h_3 + \frac{p_2 - p_3}{\gamma}) = \frac{Q^2}{\mu_3^2 f_3^2} \quad /g/ \text{ itd.}$$

wreszcie dla ostatniego otworu w dnie:

$$2g(h_n + \frac{p_{n-1} - p_o}{\gamma}) = \frac{Q^2}{\mu_n^2 f_n^2} \quad /h/$$

Dodajmy stronami powyższe równania /e/.../h/,
otrzymamy:

$$2g(h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n + \frac{p_a - p_o}{\gamma}) = Q^2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\mu_i^2 f_i^2}$$

albo inaczej:

$$Q^2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\mu_i^2 f_i^2} = 2g(H + \frac{p_a - p_o}{\gamma}),$$

a stąd

$$Q = \sqrt{\frac{2g(H + \frac{p_a - p_o}{\gamma})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\mu_i^2 f_i^2}}}.$$

Przypuśćmy, że wszystkie otwory f_i w przegródkach
są równe, czyli że $f_1 = f_2 = f_3 = \dots = f$ i że wszystkie
spółczynniki wydátku μ_i są równe, czyli

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu$$

W takim razie:

$$Q = \sqrt{\frac{2g(H + \frac{p_a - p_o}{\gamma})}{\frac{n}{\mu^2 f^2}}} = \frac{\mu f}{\sqrt{n}} \sqrt{2g(H + \frac{p_a - p_o}{\gamma})} \quad /105/$$

Jeżeli porównamy otrzymany tu wydatek z wydatkiem,
kiedy przegródek nie ma /patrz równ. /a//:

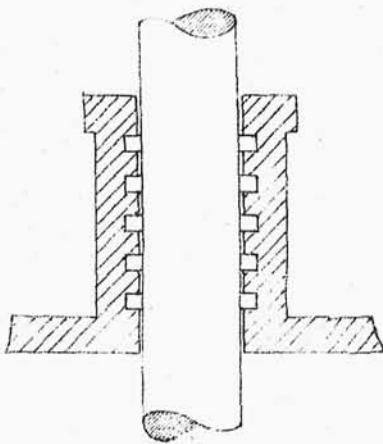
$$Q_o = \mu f \sqrt{2g(H + \frac{p_a - p_o}{\gamma})},$$

znajdziemy, że

$$\frac{Q}{Q_o} = \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad \text{albo} \quad Q = \frac{1}{\sqrt{n}} Q_o \quad /106/$$

Widzimy, że przez urządzenie w naczyniu szeregu przegródek z n małymi otworami możemy wydatek Q zmniejszyć \sqrt{n} razy.

Własność powyższą przegródek stosujemy przy uszczelnieniach naprz. tłoka lub tłoczyska w dławicy /rys. 130/, kiedy obawiamy się użyć szczeliwa wysychającego lub pękającego. Wówczas w e w n ę t r z n a powierz-

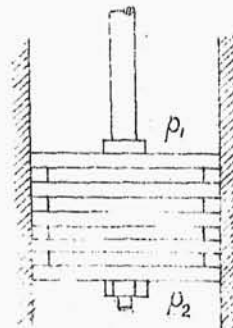


rys.130.

Z jednej strony tłoka mamy ciśnienie p_1 , z drugiej - p_2 . Przy tym ciśnienie p_1 może się znacznie różnić od p_2 . Aby zmniejszyć przepływ cieczy /lub gazu/ z jednej strony tłoka na drugą

chnia dławicy jest zaopatrzona w szereg głębokich rowków, pełniących rolę rozważanego naczynia, podzielonego przegródkami.

W podobny sposób uszczelniamy tłok, który ma się posuwać wewnątrz cylindra /rys.131/.



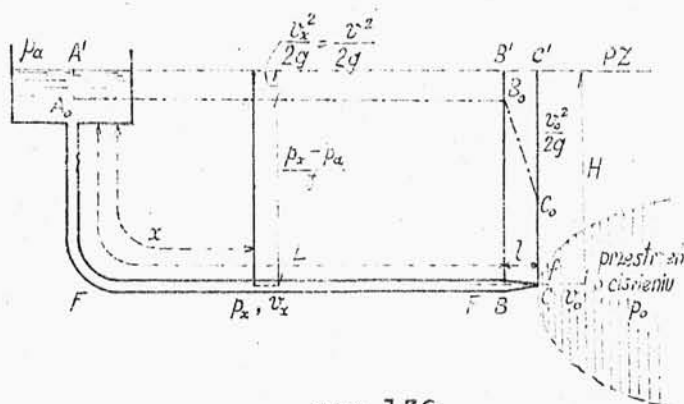
rys.131.

powierzchnia tłoka jest pokryta rowkami, których znaczenie z poprzedniego jest zrozumiałe.

RUCH CIECZY W PRZEWODACH RUROWYCH.

203. Przy badaniu ruchu cieczy w przewodach rurowych ważną rolę odgrywa znajomość ciśnienia hydrodynamicznego w różnych przekrojach przewodu.

Rozkład ciśnienia wzdłuż przewodu najlepiej uwi-
docznimy przy pomocy znanych nam już z poprzedniego
piezometrów.



rys.132.

Wyobraźmy sobie w różnych przekrojach danego przewodu piezometry, wprawione w przewód. W każdym z piezometrów ciecz podniesie się do pewnej wysokości uwarunkowanej ciśnieniem wewnątrz przewodu w danym miejscu i ciśnieniem zewnętrznym, panującym w otwartym końcu piezometru.