

łem II zbiornika. Po podniesieniu się tu poziomu rozpocznie się ruch wody w ramieniu prawem i woda zacznie się wydostawać do zbiornika II. W miarę przybywania wody do prawego ramienia prędkość rośnie; po wyzyskaniu prędkości U , określonej wzorem (6), poziom zwierciadła wody się ustali, podniósłszy się ponad stanem w spoczynku o wysokość potrzebną do pokonania oporów podczas ruchu wody w tem ramieniu od E do B . Oznaczmy tę wysokość przez h_{t2} . Obliczyć tę wysokość będzie można ze wzorów na opory w przewodzie rurowym podczas przepływu wody z prędkością U , o czem we właściwym miejscu była mowa.

219. Spróbujmy obecnie znaleźć wydatek wody przez lewar. Niech będą dane: d - średnica przewodu, H - różnica poziomów wody w obydwóch zbiornikach, oraz l_1 i l_2 długości jednego i drugiego ramienia lewaru. Lewar czyni zadość warunkom, przy których obydwa ramiona są całkowicie zapełnione. -

Prędkość wypływu U znajdziemy, wychodząc z równania Bernoulli'ego, co już raz wyżej mieliśmy.

$$0 + \frac{p_a}{\gamma} + 0 = -H + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{U^2}{2g} + h_{t1} + h_{t2}.$$

Jeżeli przez Q oznaczmy szukany wydatek, wtedy:

$$v = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot d^2}, \text{ i dalej: } h_{t_1} = \frac{\lambda Q^2 l_1}{d^5}, \quad h_{t_2} = \frac{\lambda Q^2 l_2}{d^5}$$

zatem równanie przybierze postać:

$$H = \frac{16 Q^2}{\pi^2 d^4 g} + \frac{\lambda Q^2}{d^5} (l_1 + l_2),$$

a stąd

$$Q = \sqrt{\frac{H}{\frac{8}{\pi^2 d^4 g} + \frac{\lambda (l_1 + l_2)}{d^5}}} = d^2 \sqrt{\frac{H}{\frac{8}{\pi^2 g} + \frac{\lambda (l_1 + l_2)}{d}}}$$

albo

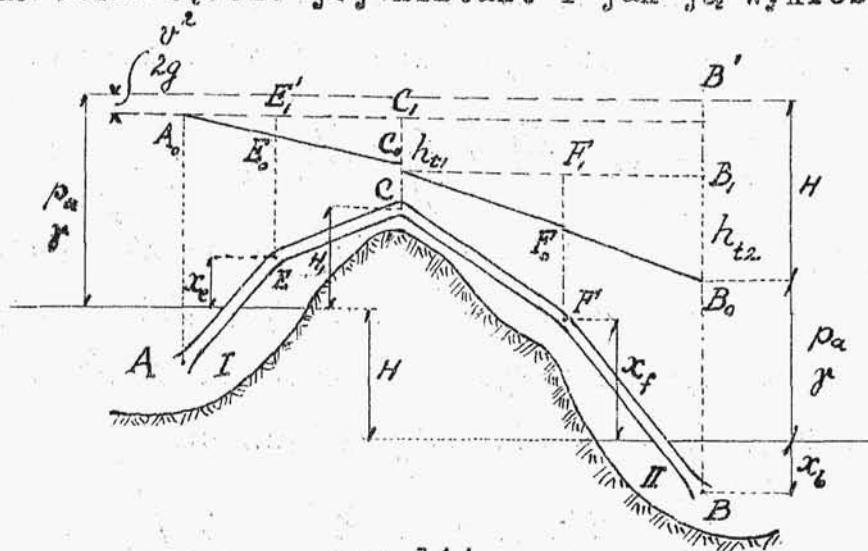
$$Q = d^2 \sqrt{\frac{H}{0,083 + \frac{\lambda (l_1 + l_2)}{d}}}$$

Następnie możnaby znaleźć prędkość przepływu i wypływu:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi d^2}$$

Wartość v możnaby też otrzymać bezpośrednio z równania, napisanego na początku przez odpowiednie wyznaczenie h_{t_1} i h_{t_2} w funkcji v .

220. Rozważmy jeszcze, na zakończenie, sprawę linii ciśnień w przewodzie lewarowym. Jaki będzie jej kształt i jak ją wykreślić?



rys.144.

Rozpatrzmy pierwszej przypadek, kiedy lewar jest całkowicie zalany wodą. Łatwo dostrzeżemy, że we wszystkich przekrojach lewaru, znajdujących się ponad wodą, ciśnienie będzie mniejsze od ciśnienia atmosferycznego. Dlatego też mierzenie tego ciśnienia jest możliwe przy pomocy piezometrów zamkniętych, w których przyjmujemy w górnej części doskonałą próżnię. Takie też piezometry będziemy tu stosowali. Zwierciadła wody w poszczególnych piezometrach wskażą nam przebieg linii ciśnień.

Piezometr, wstawiony w otwór lewego ramienia,

zapełni się wodą do wysokości $\frac{p_a}{\gamma} - \frac{v^2}{2g}$. Zatem zwierciadło wody stanie na wysokości A . Dalej ciśnienie będzie maleć. Naprz. w przekroju E ciśnienie p_e znajdziemy z równania:

$$\frac{p_a}{\gamma} = x_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + (h_t)_{AE},$$

gdzie x_e jest pionową odległością E ponad zwierciadłem wody w I zbiorniku, zaś $(h_t)_{AE}$ jest stratą na tarcie na długości od A do E .

Z powyższego równania znajdziemy:

$$\frac{p_e}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - x_e - \frac{v^2}{2g} - (h_t)_{AE},$$

Jeżeli odcinek $E_e E$ jest równy $(h_t)_{AE}$, wówczas piezometr w E otrzyma zwierciadło wody na poziomie E_e . Linja ciśnień zatem od A do E przejdzie jako linja $A E_e$. W podobny sposób w przekroju C piezometr otrzyma zwierciadło na wysokości $\frac{p_c}{\gamma}$ ponad C , przyczem $\frac{p_c}{\gamma}$ znajdziemy, jak to wyżej mieliśmy, z równania:

$$\frac{p_a}{\gamma} = H_1 + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h_{t1},$$

stąd

$$\frac{p_c}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - H_1 - \frac{v^2}{2g} - h_{t1}.$$

Jeśli odłożymy od C , odcinek $C, C_0 = h_{t1}$,

otrzymamy punkt C_0 , należący do linii ciśnień.

W taki sam sposób zbadamy przebieg linii ciśnień w prawym ramieniu lewara. Naprz. dla przekroju F' . Równanie w tym celu ułożone daje:

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = x_f + \frac{p_f}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h_{t1} + (h_t)_{CF} ;$$

Równanie to, uwzględniające jako poziom zasadniczy zwierciadło wody w II zbiorniku, zawiera wyraz $(h_t)_{CF}$, mający oznaczać straty na tarcie w przewodzie lewarowym od C do F' .

Stąd znajdziemy:

$$\frac{p_f}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} + H - x_f - \frac{v^2}{2g} - h_{t1} - (h_t)_{CF} .$$

Jeżeli od F' odłożymy odcinek $F'F'_0 = (h_t)_{CF}$, otrzymamy punkt F'_0 , znajdujący się na linii ciśnień.

Wreszcie dla końcowego przekroju B znajdziemy ciśnienie p_b z równania:

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = -x_b + \frac{p_b}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h_{t1} + h_{t2} ,$$

a stąd

$$\frac{p_b}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} + H + x_b - \frac{v^2}{2g} - h_{t1} - h_{t2} .$$

Przeprowadźmy przez punkt C_0 prostą poziomą do B , i odłóżmy od B , odcinek $B, B_0 = h_{t2}$,

otrzymamy punkt B_0 , przez który przejdzie linja ciśnień; rzeczywiście: wysokość

$$BB_0 = BB' - \frac{v^2}{2g} - h_{t1} - h_{t2},$$

a że

$$BB' = \frac{p_a}{\gamma} + H + x_b,$$

zatem

$$BB_0 = \frac{p_a}{\gamma} + H + x_b - \frac{v^2}{2g} - h_{t1} - h_{t2} = \frac{p_c}{\gamma}$$

W rezultacie otrzymaliśmy linję ciśnień $A.E.C.F.B_0$. W najwyższym punkcie C lewaru - mamy ciśnienie, które się mierzy słupem wody o wysokości CC_0 , czyli inaczej:

$$CC_0 = \frac{p_c}{\gamma}$$

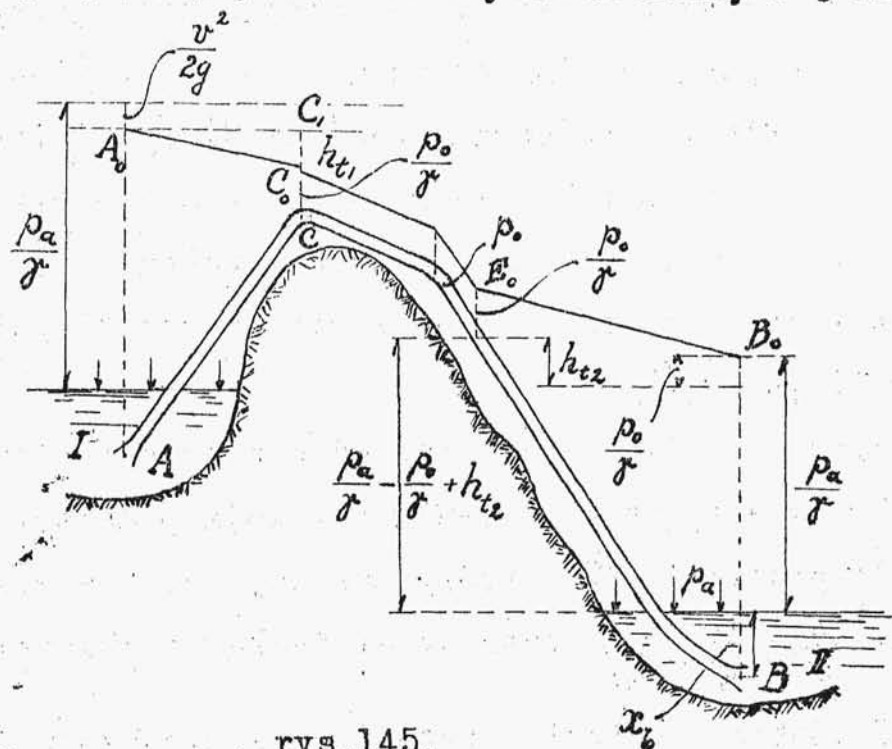
Jak z poprzedniego wiemy, p_c winno być $> p_0$, gdzie p_0 , jak wyżej, oznacza ciśnienie, przy którym zaczyna woda parować.

Linja ciśnień, wykreślona na rysunku, ma w punktach E_0, C_0 i F_0 pewne skoki, mające przedstawiać miejscowe straty ciśnień, spowodowane zmianami kierunku ruchu w kolanach. Nieraz i prawie zwykle straty te są bardzo nieznaczne; wówczas linja ciśnień przebiegać będzie od A_0 do B_0 jako linja ciągła bez załamów.

Wreszcie, łatwo dowieść /zostawiamy to uważ

nemu czytelnikowi/, że odcinek $B'B_0 = H$ i że wysokość punktu B_0 ponad zwierciadłem II zbiornika jest $= \frac{p_a}{\gamma}$.

221. Przejdźmy teraz do zbadania, jak przebiega linja ciśnień, kiedy strumień wody jest zerwany przy C , jak to bliżej omawialiśmy w § 218.



rys. 145.

Początek linji ciśnień w lewem ramieniu znajdziemy w taki sposób: gdyby ruchu nie było, woda w piezometrze, wstawionym w przekroju A , podniosłaby się na wysokość $\frac{p_a}{\gamma}$ ponad zwierciadło wody w zbiorniku I.

Jeśli zachodzi ruch, wówczas w piezometrze tym zwierciadło opadnie o $\frac{v^2}{2g}$, jeśli przez v oznaczymy prędkość wody w lewarze w tej jego części, gdzie całe przekroje są zapełnione wodą. Stąd widzimy, że linja ciśnień przejdzie przez A_0 . W piezometrze, ustawionym w przekroju C , woda podniesie się na wysokość $\frac{p_0}{\rho}$, do punktu C_0 , ponieważ wiemy z § 218, że w całej części lewaru, która nie jest zapełniona wodą, panuje ciśnienie p_0 z § 216. Jednocześnie odcinek C, C_0 winien być równy wysokości, straconej na tarcie w przewodzie AC oraz na zmianę kierunku w kolanie C . Zatem linja ciśnień w lewym ramieniu przebiegnie jako linja A_0C_0 .

Teraz poznajmy linję ciśnień w prawym ramieniu. Z § 218 wiemy, że w ramieniu tem woda podniesie się do przekroju E , który znajduje się na wysokości $\frac{p_a}{\rho} - \frac{p_0}{\rho} + h_{cz}$ ponad zwierciadłem w zbiorniku II. Zatem piezometr, wstawiony w przekroju E , gdzie jest ciśnienie p_0 , wskaże linję ciśnień o $\frac{p_0}{\rho}$ wyżej od E , czyli że linja ciśnień przejdzie przez punkt E_0 . Końcowy punkt linji ciśnień wskaże piezometr, wstawiony w przekroju B .

Ciśnienie p_2 w przekroju B znajdziemy z równania, otrzymanego dla cząstki obranej w przekroju E i następnie w przekroju B .

Przyjmując poziom zasadniczy na zwierciadle zbiornika II, mamy

$$\left(\frac{p_a}{\gamma} - \frac{p_0}{\gamma} + h_{t2} \right) + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = -x_2 + \frac{v^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + h_{t2} ;$$

stąd

$$\frac{p_2}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} + x_2$$

Jesli odłożymy odcinek $= \frac{p_a}{\gamma}$ na piezometrze w B od swobodnej powierzchni otrzymamy punkt B_0 , który należy do linii ciśnień. Mamy zatem, że w prawem ramieniu linja ciśnień będzie linja $E_0 B_0$.

Co się tyczy lewaru w tej jego części CE , która nie jest zapełniona wodą i gdzie na całej długości jest stałe ciśnienie p_0 , linja ciśnień przebiegnie równolegle do osi lewara w odległości od niej

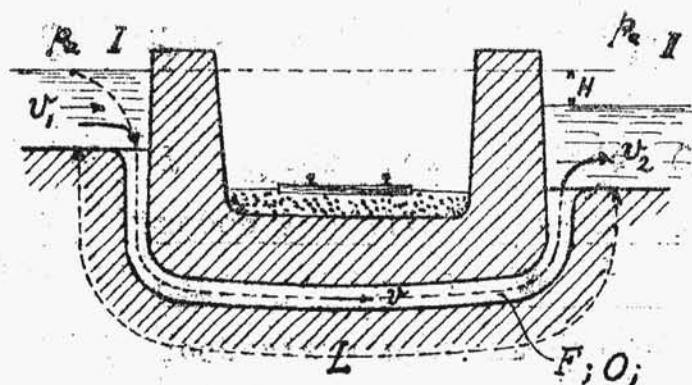
$\frac{p_0}{\gamma}$. Całkowita więc linja ciśnień w rozpatrywanym przypadku otrzyma kształt linii $A_0 E_0 B_0$.

222. Lewary wymagają perjodycznego usuwania po-

wietrza, względnie pary, które mogą się zbierać w punkcie C . Powietrze, stale rozpuszczone w wodzie, łatwo wydziela się, skoro woda przychodzi do miejsca, gdzie ciśnienie się zmniejsza, jak to właśnie mamy w wierzchołkach przewodów lewarowych.

PRZEPŁYW WODY PRZEZ SYFON.

223. Dla przeprowadzenia wody z jednego miejsca do drugiego - podobną budowę - dokonywa się przy



rys. 146

pomocy "sifonu".

Rozpatrzmy cząstkę wody w zbiorniku I i w zbiorniku II; prędkości ich niech będą v_1 i v_2 . Różnica poziomów niech będzie H . Przyjmuje za poziom

zasadniczy zwierciadło wody w II zbiorniku.

Wtedy dla cząstki, obranej na swobodnej powierzchni I i następnie II zbiornika: