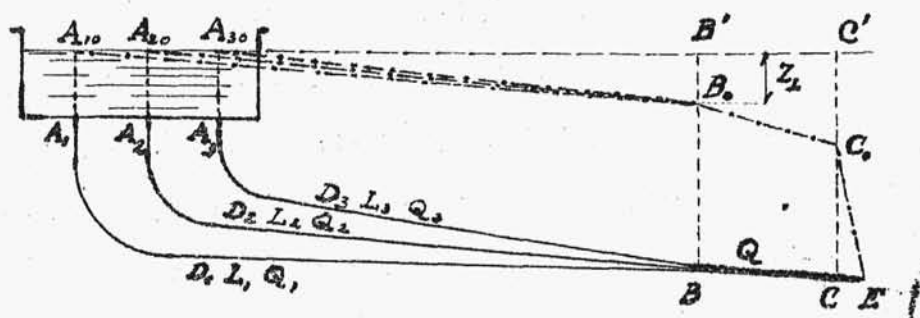


203. PRZEWODY RÓWNOLEGŁE.



rys. 139.

Niech ze zbiornika będą wyprowadzone n przewodów /na rysunku wzięliśmy: trzy/. Średnice ich niech będą $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ i długości

$$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n.$$

Wszystkie n przewodów schodzą się we wspólnym węźle B , skąd dalej idzie już pojedynczy przewód BC , kończący się krótkim zwężającym się odcinkiem CE . Przypuścimy, że temi przewodami przepływa do końca E wydatek wody Q .

Wyznamy linie ciśnień w poszczególnych przewodach $A_1B, A_2B, A_3B \dots$ i t.d., które nazywamy przewodami równoległymi.

Na wydatek wody Q , dopływający do końca przewodu E , składają się wydatki wody, przepływające przez poszczególne przewody równoległe; niech te wydatki będą: Q_1, Q_2, \dots, Q_n

Każdy z tych wydatków warunkuje w odpowiednim przewodzie stosowne straty ciśnienia i jednocześnie właściwą linię ciśnień.

O tych liniach ciśnień dla każdego przewodu wiemy: każda zaczynać się będzie na swobodnej powierzchni wody nad początkiem każdego z przewodów /o ile nie uwzględnimy prędkości wody w tych przewodach/; koniec linii ciśnień wskaże nam, jak zwykle, piezometr, wstawiony w węzle B , w którym wszystkie przewody się łączą.

Przekonywamy się, że w węzle B , który możemy uważać jako koniec każdego z przewodów, linie ciśnień przejdą przez jeden i ten sam punkt B_0 . Wysokość $B'B_0 = z_L$ będzie oznaczać zatem stratę ciśnienia dla każdego z przewodów. Wobec tego, rozpatrując z_L jako stratę w pierwszym przewodzie, napiszemy:

$$z_L = \frac{\lambda_1 Q_1^2 L_1}{D_1^5} \dots \dots (a)$$

toż samo dla drugiego, trzeciego i następnych przewodów:

$$z_L = \frac{\lambda_2 Q_2^2 L_2}{D_2^5} \dots \dots (b); \quad z_L = \frac{\lambda_n Q_n^2 L_n}{D_n^5} \dots (n)$$

Jeżeli znajdziemy Z_L , będziemy mogli wyznaczyć punkt B_0 , a następnie i linje ciśnień A_1B_0, A_2B_0 i t.d., wreszcie A_nB_0 .

W tym celu z równania (a) określimy

$$Q_1 = \sqrt{Z_L} \sqrt{\frac{D_1^5}{\lambda_1 L_1}} \dots (a');$$

w podobny sposób z następnych równań znajdziemy:

$$Q_2 = \sqrt{Z_L} \sqrt{\frac{D_2^5}{\lambda_2 L_2}} \dots (b'); Q_3 = \sqrt{Z_L} \sqrt{\frac{D_3^5}{\lambda_3 L_3}} \dots (c') \text{ i t.d.}$$

wreszcie

$$Q_n = \sqrt{Z_L} \sqrt{\frac{D_n^5}{\lambda_n L_n}} \dots (n')$$

Dodajmy stronami równania (a'), (b'), (c') ... (n'); otrzymamy:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \sqrt{Z_L} \sum_{i=1}^{i=n} \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}},$$

ponieważ $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q$, więc

$$\sqrt{Z_L} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}} = Q,$$

a stąd

$$Z_L = \frac{Q^2}{\left(\sum \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}} \right)^2} \quad /131/$$

204. Może zająć potrzeba określenia tych ilości wody, które płyną ze zbiornika do poszczególnymi przewodami, t.j. ilości

$$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n.$$

W takim razie zwróćmy się do równań $(a'), (b'), (c') \dots (n')$ poprzedniego artykułu:

$$Q_1 = \sqrt{Z_1} \sqrt{\frac{D_1^5}{\lambda_1 L_1}};$$

wartość Z_1 dopiero co otrzymaliśmy:

$$Z_1 = \frac{Q^2}{\left(\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}} \right)^2},$$

zatem

$$Q_1 = \frac{Q}{\sum \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}}} \sqrt{\frac{D_1^5}{\lambda_1 L_1}}$$

W taki sam sposób znajdziemy:

$$Q_2 = \frac{Q}{\sum \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}}} \sqrt{\frac{D_2^5}{\lambda_2 L_2}} \quad \text{i t.d.,}$$

wreszcie

$$Q_n = \frac{Q}{\sum \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}}} \sqrt{\frac{D_n^5}{\lambda_n L_n}}$$

205. W szczególnym przypadku, kiedy wszystkie przewody mają jednakowe średnice, a więc, kiedy

$$D_1 = D_2 = D_3 = \dots = D_n = D_0 ,$$

wówczas

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{\frac{D_0^2}{\lambda_0}} \sum \sqrt{\frac{1}{L_i}}} \cdot \sqrt{\frac{D_0^2}{\lambda_0}} \cdot \sqrt{\frac{1}{L_1}} = \frac{Q}{\sum \sqrt{\frac{1}{L_i}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L_1}} ;$$

w taki sam sposób znajdziemy:

$$Q_2 = \frac{Q}{\sum \sqrt{\frac{1}{L_i}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L_2}} \quad \text{i t.d., wreszcie}$$

$$Q_n = \frac{Q}{\sum \sqrt{\frac{1}{L_i}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L_n}} .$$

Gdyby jeszcze był dodatkowy warunek, że długości poszczególnych przewodów są jednakowe, że, zatem

$$L_1 = L_2 = L_3 = \dots = L_n = L_0 ,$$

wówczas

$$Q_1 = \frac{Q}{n \sqrt{\frac{1}{L_0}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L_0}} = \frac{Q}{n} ,$$

toż samo

$$Q_2 = \frac{Q}{n}, Q_3 = \frac{Q}{n} \quad \text{i t.d.}$$

wogóle

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n = \frac{Q}{n},$$

co, zresztą, było do przewidzenia.

206. Zagadnienie z przewodami równoległymi
następcza zapytanie: Jaki należałoby dać prze-
wód, żeby ten był w stanie doprowadzić od zbior-
nika do węzła B tę samą ilość wody Q , jaka
doprowadzają n przewodów równoległych przy
tej samej stracie ciśnienia Z_L w węźle B .
Chodzi tu o średnicę D przewodu t.zw. z a-
s t ę p c z e g o, którego długość niech bę-
dzie L .

W artykule/203/ otrzymaliśmy równanie:

$$Z_L = \frac{Q^2}{\left(\sum \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}}\right)^2}$$

wskazujące na zależność między całkowitym wy-
datkiem Q , stratą ciśnienia w węźle B i wy-
miarami /średnicy i długości/ oddzielnych
przewodów równoległych.

Jeżeli byśmy wzięli pojedynczy przewód za-
stępczy, któryby miał zadość uczynić postawio-

nym warunkom, wówczas napisalibyśmy zależność

$$Z_L = \frac{\lambda Q^2 L}{D^5}$$

Na podstawie obydwóch tych równań, napiszemy:

$$\frac{Q^2}{\sum \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}}} = \frac{\lambda Q^2 L}{D^5},$$

a stąd

$$D = \sqrt[5]{\lambda L \left(\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{D_i^5}{\lambda_i L_i}} \right)^2}$$

W szczególnym przypadku, kiedy przewody równoległe są jednej i tej samej średnicy i długości, kiedy, zatem

$$D_1 = D_2 = D_3 = \dots = D_n = D_0$$

oraz

$$L_1 = L_2 = L_3 = \dots = L_n = L_0,$$

należy przyjąć, że długość przewodu zastępczego też $= L_0$; wówczas średnicę przewodu zastępczego obliczymy ze wzoru:

$$D = \sqrt[5]{\lambda L_0 \left(n \sqrt{\frac{D_0^5}{\lambda_0 L_0}} \right)^2} = D_0 \sqrt[5]{n^2 \frac{\lambda}{\lambda_0}}$$

Ponieważ λ zależy od średnicy D , którą mamy określić, przeto obliczenie D możemy

uskutecznić metodą kolejnych przybliżeń, którą już raz zastosowaliśmy w art.193.

Jeżeliby chodziło nam o przybliżoną tylko wartość D , można przyjąć, że $\lambda = \lambda_0$; wtedy

$$D = D_0 \cdot n^{2/3}.$$

207. Znaleźliśmy średnicę D przewodu zastępczego. Zbadajmy, jaka może być różnica w kosztach budowy przewodów równoległych i pojedynczego przewodu zastępczego. Uczyńmy następujące założenie, które niezupełnie jest zgodne z rzeczywistością, które, jednak, pozwoli nam w przybliżeniu ocenić różnicę między kosztem przewodów równoległych /oznaczymy ten koszt przez K_r / i kosztem przewodu pojedynczego /oznaczymy ten koszt przez K_p /.

Przyjmijmy, że koszt rury będzie proporcjonalny do średnicy i długości. Jeśli koszt 1 metra rury o średnicy 1 m. wynosi k zł., wtedy koszt pierwszego przewodu o średnicy D_1 i długości L_1 wyniesie $k \cdot D_1 \cdot L_1$; koszt drugiego przewodu będzie: $k \cdot D_2 \cdot L_2$ i t.d. wreszcie ostatniego $k \cdot D_n \cdot L_n$.

Zatem koszt przewodów równoległych wyniesie

$$K_r = k(D_1 L_1 + D_2 L_2 + \dots + D_n L_n) = k \sum_{i=1}^n D_i L_i$$

Koszt pojedynczego przewodu zastępczego obliczymy:

$$K_p = k \cdot D \cdot L$$

Więc stosunek między K_r i K_p , który oznaczmy przez φ , otrzymamy:

$$\varphi = \frac{K_r}{K_p} = \frac{k \sum D_i L_i}{k \cdot D \cdot L} = \frac{\sum D_i L_i}{D \cdot L}$$

Wartość D poprzednio już znaleźliśmy, więc po podstawieniu otrzymamy:

$$\varphi = \frac{\sum D_i L_i}{L \sqrt{\lambda L (\sum \sqrt{\frac{D_i^3}{\lambda L_i}})^2}}$$

W szczególnym przypadku, kiedy $D_1 = D_2 = \dots = D_n = D$, oraz $L_1 = L_2 = \dots = L_n = L$, wreszcie $L = L_0$, otrzymamy:

$$\varphi = \frac{n D_0 L_0}{L_0 \sqrt[5]{\lambda L_0} n^2 \frac{D_0^5}{\lambda L_0}} = \frac{n}{\sqrt[5]{n^2 \frac{\lambda}{\lambda_0}}} = n^{\frac{3}{5}} \sqrt[5]{\frac{\lambda_0}{\lambda}}$$

Jeżeli byśmy przyjęli, że w przybliżeniu $\lambda = \lambda_0$, wówczas otrzymalibyśmy, że szukany stosunek:

$$\varphi = n^{\frac{3}{5}}.$$

Naprzykład przy dwóch przewodach równoległych:

$$\varphi = 2^{\frac{3}{5}} = 1,52,$$

to znaczy, że przewody równoległe, o dwóch przewodach, są droższe /mniej więcej/ o 52.% od przewodu pojedynczego.

Przy $n = 3$, znajdziemy stosunek:

$$\varphi = 3^{\frac{3}{5}} = 1,93,$$

czyli, że przewody równoległe o trzech przewodach są droższe prawie dwa razy od przewodu pojedynczego.

208. Przewody równoległe są stosowane, kiedy chcemy mieć większą pewność w dostarczeniu potrzebnej ilości wody ze zbiornika do danego miej-

sca. Nieraz w razie zwiększenia się zapotrzebowania wody w pewnym miejscu, kiedy istniejący przewód już nie wystarcza, układany jest obok niego drugi, niekiedy trzeci przewód - tej samej, albo innej średnicy - zależnie od zapotrzebowania wody i od wymaganego ciśnienia.

PRZEWOD, WYDATKUJACY WODE PO DRODZE.

209. Dotychczas rozpatrywaliśmy przewody, które doprowadzały wodę do końca. Wiemy, jaki dla takiego przypadku jest przebieg linii ciśnień. Obecnie rozpatrzymy przypadek, kiedy przewód dostarcza wodę nie tylko do końca, lecz jeszcze wydatkuje wodę po drodze.

Przypuśćmy, że ze zbiornika wypływa $Q_1 + Q_0$, z czego do końca C przewodu dopływa Q_0 , pozostała ilość Q_1 jest wydatkowana wzdłuż całego przewodu AB . Długość przewodu niech będzie L , i średnica D .

W rzeczywistości wydatkowanie wody po drodze odbywać się będzie w ten sposób, że na danym przewodzie będzie wykonany szereg odgałęzień, znajdujących się na mniejszej lub większej odległości jedno od drugiego. Każdem odgałęzieniem odpływać