

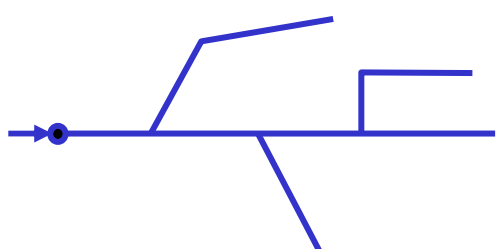


MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG ỐNG CẤP NƯỚC

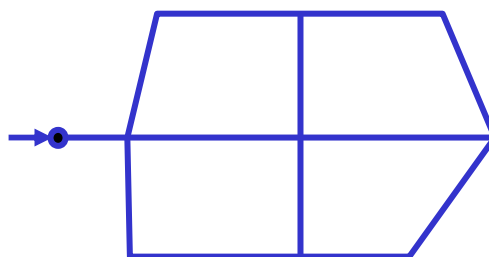
I - SƠ ĐỒ & NGUYÊN TẮC VẠCH TUYẾN MLCN

Mạng lưới cấp nước là một trong những bộ phận quan trọng của hệ thống cấp nước, làm nhiệm vụ vận chuyển và phân phối nước đến các nơi tiêu dùng. Giá thành xây dựng mạng lưới thường chiếm 50-70% giá thành xây dựng toàn bộ hệ thống cấp nước.

MLCN bao gồm các đường ống chính, ống nhánh và các ống nối phân phối nước. MLCN có thể thiết kế theo các sơ đồ: cắt, vòng, hỗn hợp.



Mạng lưới cấp nước cắt



Mạng lưới cấp nước vòng

Hình 6.1: Sơ đồ mạng lưới cấp nước.

Mạng lưới cắt có tổng chiều dài đường ống nhỏ nhưng không đảm bảo an toàn cấp nước: Khi một ống nào đó ở đầu mạng bị sự cố thì toàn bộ khu vực phía sau sẽ bị mất nước. Còn mạng lưới vòng sẽ khắc phục được nhược điểm đó.

☒ Nguyên tắc vạch tuyến MLCN:

- ◆ Tổng chiều dài đường ống là nhỏ nhất.
- ◆ Đường ống phải bao trùm các đối tượng dùng nước.
- ◆ Hướng vận chuyển chính của nước đi về cuối mạng lưới và các điểm dùng nước tập trung, cách nhau 300 - 600m.
- ◆ Hạn chế bố trí các đường ống đi qua sông, đê, đầm lầy, đường xe lửa,...

II - TÍNH TOÁN MLCN

Mục đích: Xác định lưu lượng Q toàn mạng, lưu lượng q từng đoạn ống, trên cơ sở đó chọn đường kính (d) ống cấp nước cũng như xác định tổn thất áp lực trên đường ống để xác định chiều cao của đài nước, áp lực công tác của máy bơm.

Khi tính toán MLCN thường phải tính cho 2 trường hợp:

- Trường hợp giờ dùng nước lớn nhất.
- Trường hợp có cháy xảy ra trong giờ dùng nước lớn nhất.

Đối với mạng lưới có đài đối diện (đài ở cuối mạng lưới) còn phải tính toán kiểm tra cho trường hợp vận chuyển nước lớn nhất tức là trường hợp tiêu thụ ít, nước chảy qua mạng lưới vào đài.

1/ XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG NƯỚC TÍNH TOÁN CHO TOÀN MẠNG:

Phải xác định cho 3 trường hợp:

$$Q_{\max} = \frac{K_{\max, \text{giờ}} \cdot Q_{ht}}{24}, \quad [m^3/h].$$

$$Q_{\min} = \frac{K_{\min, \text{giờ}} \cdot Q_{ht}}{24}, \quad [m^3/h].$$

$$Q_{cc} = Q_{\max} + 3,6 \cdot n \cdot q_{cc}, \quad [m^3/h].$$

2/ XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG TÍNH TOÁN CỦA TỪNG ĐOẠN ỐNG:

$$q_{tt} = q_{ct} + \alpha \cdot q_{dd} + q_{ttr}, \quad [l/s]$$

q_{ct} : Lưu lượng chuyển tiếp cho các đoạn ống phía sau.

α : Hệ số phân bố lưu lượng dọc đường: q ở đầu đoạn ống là max, cuối đoạn ống bằng 0, nên người ta quy ước $\alpha = 0,5$.

q_{dd} : Lưu lượng lấy ra dọc đường theo chiều dài của đoạn ống tính toán.

q_{ttr} : Lưu lượng tập trung lấy ra ở nút cuối của đoạn ống tính toán (thường áp dụng cho các hộ, các đơn vị tiêu thụ nước lớn như các xí nghiệp giặt, các bể bơi, nhà tắm công cộng,...).

Để xác định q_{dd} cần xác định lưu lượng đơn vị (q_{dv}), tức là lưu lượng lấy ra trên 1m chiều dài của đoạn ống. Lúc đó ta sẽ có: $q_{dd} = q_{dv} \cdot L$

L : Chiều dài đoạn ống tính toán.

$$q_{dv} = \frac{Q_{tt} - \sum q_{ttr}}{\sum L}, \quad [l/m.s]$$

Sau khi qui ước $\alpha = 0,5$ người ta đưa q_{dd} về hai nút đầu và cuối mỗi đoạn ống tính toán, và lúc đó mỗi 1 nút sẽ có lưu lượng nút (q_n) là: $q_n = 0,5 \cdot q_{dd}$. Nếu nút có nhiều đoạn ống nối vào thì $q_n = 0,5 \cdot \sum q_{dd}$.

3/ XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH ỐNG: Có 2 cách:

a/ Theo lưu lượng tính toán q_n và vận tốc kinh tế v_{kt} :

Ta sử dụng công thức thủy lực quen biết:

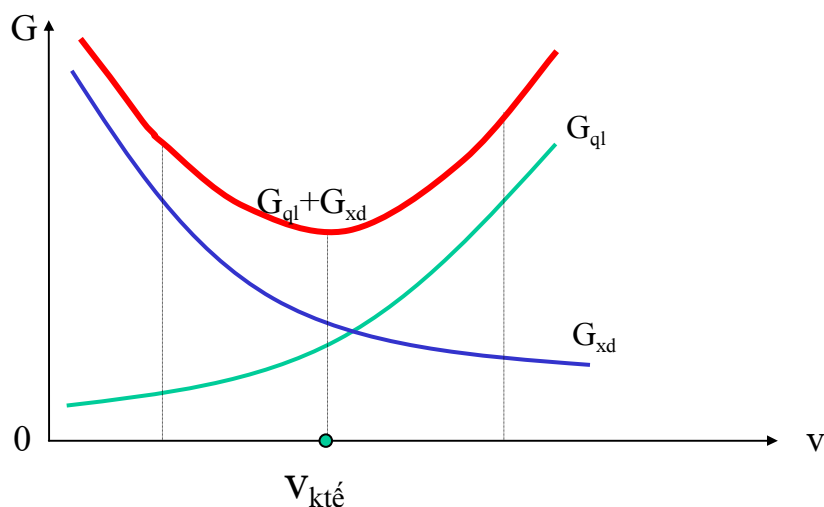
$$q = \omega \cdot v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} v \rightarrow d = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}}$$

☞ Xét mối quan hệ giữa d và v qua giá thành xây dựng G_{xd} và giá thành quản lý G_{ql} bằng đồ thị:

- Nếu v tăng thì d giảm: G_{xd} giảm nhưng ngược lại tổn thất áp lực theo chiều dài và cục bộ tăng lên, năng lượng tiêu hao để bơm nước tăng lên. Nếu tăng $v > 2,5m/s$ sẽ xảy ra hiện tượng sục và thủy lực trong ống mạnh hơn, các mối nối sẽ dễ hỏng hơn do đó G_{ql} sẽ tăng lên.

- Nếu giảm v thì d tăng: G_{xd} tăng nhưng tổn thất áp lực sẽ giảm, năng lượng bơm nước sẽ ít hơn, G_{ql} sẽ giảm. Nhưng nếu giảm v xuống quá thấp thì cặn lắng sẽ đọng lại trong ống, tốn công cọ rửa.

Qua đó ta thấy cần phải xác định một giá trị v kinh tế nào đó để tránh được cả 2 nhược điểm trên. Để xác định, dựa vào đồ thị sau:



Hình 6.2: Vận tốc kinh tế.

b/ Theo hệ số kinh tế (E) và lưu lượng kinh tế giới hạn (Q_{kt}):

Hệ số kinh tế E phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, đặc biệt là vào ông nghệ sản xuất, vào năng lượng dùng để bơm nước và trình độ kỹ thuật quản lý của các công ty cấp nước, có giá trị từ 0,25 - 0,5 - 0,75. Ứng với các giá trị E này cho từng loại ống ở bảng tính sẵn cho ta lưu lượng kinh tế giới hạn Q_{max} và Q_{min} . Ta không xét cụ thể.

4/ XÁC ĐỊNH TỔN THẤT DỌC ĐƯỜNG VÀ TỔN THẤT CỤC BỘ:

Tổn thất áp lực dọc đường theo chiều dài ống (h_l) có thể xác định theo 2 cách:

a/ Theo tổn thất đơn vị (i):

$$h_l = i.L \quad , \quad [m]$$

i: Tổn thất đơn vị, phụ thuộc vào loại ống và vận tốc nước chảy trong ống:

$$i = \frac{\lambda.v^2}{2.d.g}$$

λ : Hệ số kháng ma sát theo chiều dài, phụ thuộc vật liệu làm ống và độ nhám thành ống.

d : Đường kính trong của ống, [mm].

v : Vận tốc nước chảy trong ống, [m/s].

L : Chiều dài đoạn ống tính toán, [m].

Hệ số sức cản λ phụ thuộc vào chế độ chảy của dòng nước, độ nhám thành ống và hệ số nhớt động học của nước, được xác định theo công thức thực nghiệm cho từng loại ống:

- Đối với ống thép mới:

$$\lambda = \frac{0,0159}{d^{0,226}} \left[1 + \frac{0,684}{v} \right]^{0,226}$$

- Đối với ống gang mới:

$$\lambda = \frac{0,0144}{d^{0,284}} \left[1 + \frac{0,236}{v} \right]^{0,284}$$

- Đối với ống gang và ống thép cũ :

$$v < 1,2 \text{ m/s} \quad \text{thì:} \quad \lambda = \frac{0,0179}{d^{0,3}} \left[1 + \frac{0,867}{v} \right]^{0,3}$$

$$i = 0,000912 \frac{v^2}{d^{1,3}} \left[1 + \frac{0,867}{v} \right]^{0,3}$$

$$v > 1,2 \text{ m/s} \quad \text{thì:} \quad \lambda = \frac{0,021}{d^{0,3}}$$

$$i = 0,00107 \frac{v^2}{d^{1,3}}$$

- Ống fibrô xi măng:

$$i = 0,000561 \frac{v^2}{d^{1,19}} \left(1 + \frac{3,51}{v} \right)^{0,19}$$

- Ống chất dẻo:

$$i = 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d^{1,226}}$$

Từ các công thức trên Sêvêlôp đã thành lập các bảng tính toán thủy lực cho các loại ống cấp nước khác nhau, dựa vào các bảng này khi đã biết lưu lượng q ta dễ dàng tìm được các trị số d , v và tổn thất 1000i (tổn thất cho 1km đường ống).

b/ Theo sức kháng đơn vị (A):

$$h_l = A.L.K.q^2 = S.q^2$$

A : Sức kháng đơn vị.

L : Chiều dài đoạn ống, [m].

K: Hệ số điều chỉnh tốc độ.

q : Lưu lượng nước trong ống.

☞ Các giá trị A và K tra ở các bảng tính toán thủy lực cho từng loại ống.

III - TÍNH TOÁN THỦY LỰC MẠNG LƯỚI CỤT

1/ NHẬN ĐỊNH BÀI TOÁN:

Bài toán này cho biết:

- Áp lực cần thiết: H_{ct} lấy ra ở nút cuối.
- Lưu lượng lấy ra ở các nút.

Yêu cầu:

- Chọn đường kính ống (d).
- Tính tổn thất dọc đường (h_l).
- Tính tổn thất cục bộ (h_{cb}).
- Tính độ cao cần thiết cho đài nước (H_d).
- Tính cột áp cần thiết cho máy bơm (H_b).

2/ CÁCH THỰC HIỆN:

Để thực hiện bài toán này, cần phải qua 2 bước:

☞ Bước chuẩn bị:

- ♦ Xác định lưu lượng tính toán toàn mạng lưới.
- ♦ Vạch tuyến, chia đoạn tính toán, ghi chiều dài, q_{tt} .
- ♦ Đánh số thứ tự các nút trên sơ đồ.

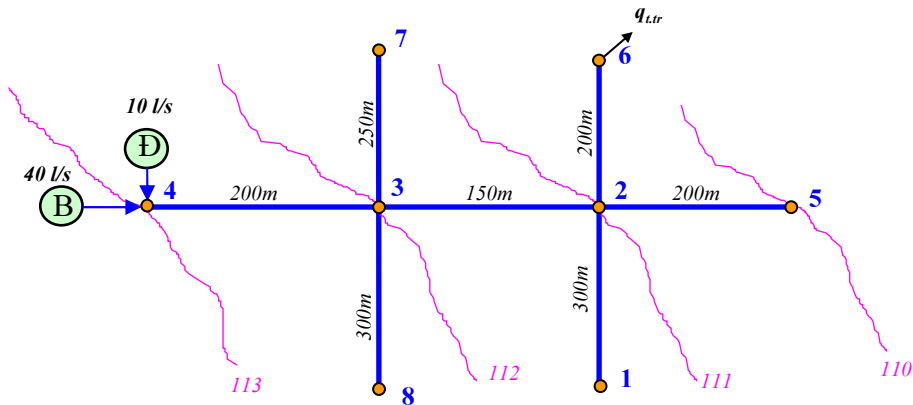
☞ Bước tính toán :

- ♦ Xác định tổng chiều dài của mạng.
- ♦ Xác định q_{dv} , q_{dd} , q_n , và q_{tt} của từng đoạn ống.
- ♦ Dựa vào q_{tt} và v_{kt} chọn đường kính ống (d) cho từng đoạn ống.
- ♦ Lập bảng tính thủy lực và tiếp tục tính tổn thất áp lực h_l cho từng đoạn và tổng tổn thất toàn mạng.
- ♦ Xác định H_d , H_b .
- ♦ Dựng mặt cắt dọc đường đo áp các tuyến ống chính.

Để dễ dàng tính toán và theo dõi kết quả, khi tính toán mạng lưới cắt người ta thường lập bảng tính toán có dạng như sau:

Đoạn ống	Lưu lượng tính toán q_{tt} [l/s]	Đường kính d , [mm]	Tốc độ v [m/s]	1000i [m]	Chiều dài đoạn ống l [m]	Tổn thất áp lực trên đoạn ống $h=i.l$ [m]
1-2 2-3 ...						

3/ THÍ DỤ TÍNH TOÁN :



Cho mạng cấp nước như hình vẽ, bình đồ và kích thước đã ghi trên hình. Từ trạm bơm II cung cấp một lưu lượng nước là 40 l/s. Đài nước đặt ở đầu mạng, cung cấp một lưu lượng là 10 l/s. Tại nút 4 lấy ra lưu lượng tập trung là 5 l/s. Mạng cấp cho nhà 4 tầng, được thiết kế bằng ống gang nước sạch. Tổng tổn thất áp lực từ trạm bơm đến đài là 4m.

Phần tính toán:

❶ Tính tổng chiều dài của mạng: $\sum L = 1600\text{m}$.

❷ Xác định lưu lượng đơn vị :

$$q_{dv} = \frac{q_{tt} - q_{t.tr}}{\sum L} = \frac{(40 + 10) - 5}{1600} = 0,028 \quad , \quad [\text{l/s.m}].$$

❸ Xác định lưu lượng dọc đường: $q_{dd} = q_{dv} \cdot L$, [l/s]. Lập bảng:

Đoạn ống	L [m]	q_{dd} [l/s]
1-2	300	8.4
2-3	150	4.2
3-4	200	5.6
2-5	200	5.6
2-6	200	5.6
3-7	250	7.0
3-8	300	8.4

❹ Xác định lưu lượng nút: $q_n = 0,5 \cdot \sum q_{dd}$. Lập bảng:

Nút	Những đoạn ống liên quan đến nút	Σq_{dd} [l/s]	q_n [l/s]
1	1-2	8.4	4.2
2	1-2, 2-5, 2-6, 2-3	23.8	11.9
3	2-3, 3-4, 3-7, 3-8	25.2	12.6
4	3-4	5.6	2.8
5	2-5	5.6	2.8
6	2-6 (và $q_{t,tr}$)	5.6	7.8
7	3-7	7.0	3.5
8	3-8	8.4	4.2

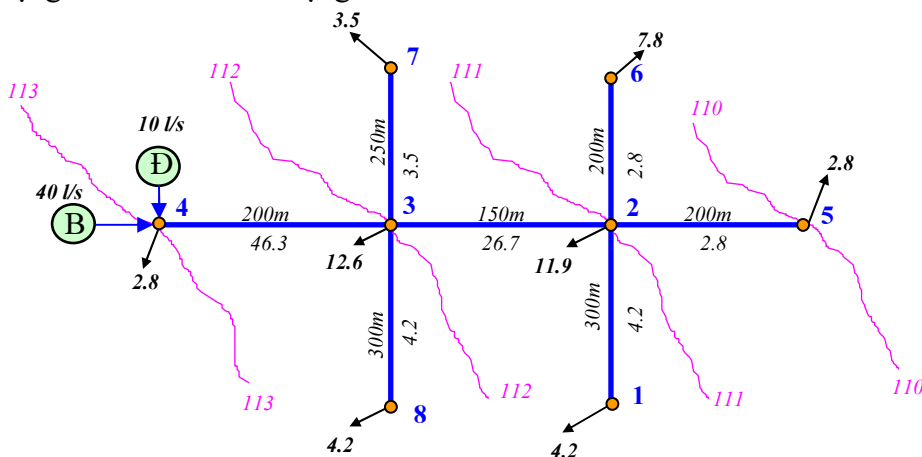
5 Xác định lưu lượng tính toán từng đoạn ống:

$$q_{tt} = q_{ct} + \alpha \cdot q_{dd} + q_{ttr} \quad , \quad [l/s]$$

Lập bảng để tính:

Đoạn	q_{ct} [l/s]	$\alpha.q_{dd}$ [l/s]	q_{ttr} [l/s]	q_{tt} [l/s]
1-2	0	4.2	0	4.2
2-3	19.6	2.1	5	26.7
3-4	39.2	2.1	5	46.3
2-5	0	2.8	0	2.8
2-6	0	2.8	5	7.8
3-7	0	3.5	0	3.5
3-8	0	4.2	0	4.2

⑥ Đưa lưu lượng tính toán và lưu lượng nút vào sơ đồ:



7 Tính toán thủy lực mạng lưới:

Đo an	l [m]	q _{tt} [l/s]	d [mm]	v [m/s]	1000i	h=i.l [m]	Cốt mặt đất [m]		Áp lực cần thiết H _{ct} [m]		Cốt mực nước H _z [m]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	300	4.2	80	0.78	17.9	5.37	111.5	111	20.00	25.87	131.50	136.87
2-3	150	26.7	200	0.83	6.20	0.93	111	112	25.87	25.80	136.87	137.80
3-4	200	46.3	250	0.92	5.60	1.12	112	113	25.80	25.92	137.80	138.92

2-5	200	2.8	80	0.52	8.54	1.71	111	110	25.87	25.16	136.87	135.16
2-6	200	7.8	100	0.95	19.6	3.92	111	110	25.87	22.95	136.87	132.95
3-7	250	3.5	80	0.65	12.8	3.20	112	111	25.80	23.60	137.80	134.60
3-8	300	4.2	80	0.78	17.9	5.37	112	112.5	25.80	19.93	137.80	132.43

❧ Ghi chú:

- Cột 12 và 13: Cột mực nước (H_z) tại mỗi điểm chính là áp lực tự do cần thiết tại điểm đó cộng với cốt mặt đất tại nơi đó.
- Cột mực nước tại điểm 4 (nút 4) là áp lực đẩy của máy bơm hay chiều cao đài nước.
- Áp lực cần thiết tại điểm 1 đối với nhà 4 tầng tính theo công thức $H_{ct} = 4(n+1)$.
- Chọn trước đường kính ống d theo q_{tr} , các số liệu khác như 1000i [m], v [m/s] tra ở các bảng tính thủy lực đối với ống thép tráng kẽm.

❸ Xác định chiều cao đài nước:

$$H_d = H_{ct} + \sum h_l + \sum h_{cb} + (Z_1 - Z_4).$$

H_{ct} : lấy ở điểm bất lợi nhất trong mạng lưới. Đó là điểm 1 với $H_{ct} = 20$ m.

$\sum h_l$: tổng tổn thất áp lực theo chiều dài từ đài đến điểm 1, tức là tuyến 4-3, 3-2, 2-1.

Tức là $\sum h_l = 1.12 + 0.93 + 5.37 = 7.42$ m.

$\sum h_{cb}$: tổng tổn thất cục bộ lấy bằng 30% tổng tổn thất theo chiều dài, $\sum h_{cb} = 0.3 \times 7.42 = 2.23$.

Z_7, Z_8 : cốt mặt đất tại điểm 7, điểm có H_{ct} lớn nhất (bất lợi nhất) là 115m và cốt mặt đất tại điểm 8, nơi đặt đài là 116m.

Như vậy $H_d = 20 + 7.42 + 2.23 + 111.5 - 113 = 28.15$ m.

❹ Xác định áp lực của máy bơm ở trạm bơm cấp II:

$$H_b = H_d + h_d + \sum h_{b-d} + Z_d - Z_b$$

h_d : Chiều cao phần nước chứa trong đài [m], lấy bằng 2m.

$\sum h_{b-d}$: Tổng tổn thất áp lực từ trạm bơm đến đài [m], theo đề bài = 4m.

Z_d, Z_b : Cốt mặt đất nơi đặt đài và cốt mặt đất nơi đặt trạm bơm, đều bằng 113m.

Như vậy: $H_b = 28.15 + 2 + 4 + 113 - 113 = 34.15$ m.

IV - TÍNH TOÁN THỦY LỰC MẠNG LƯỚI VÒNG

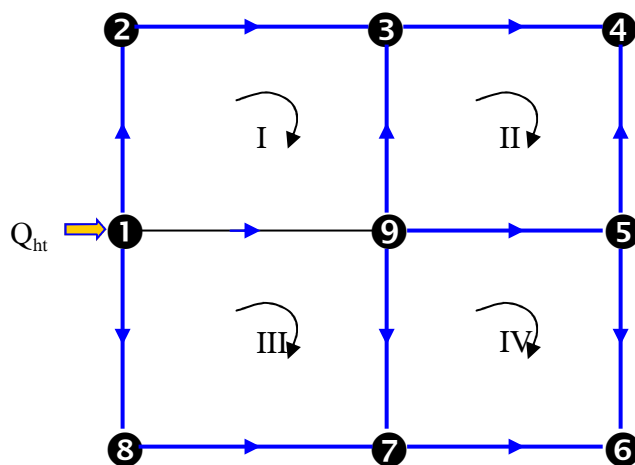
1/ CƠ SỞ LÝ THUYẾT:

Tính toán mạng lưới vòng rất phức tạp, vì:

- Rất khó xác định phương chuyển động của nước tới một điểm nào đó của mạng một cách chính xác. Ví dụ: Từ 1 \rightarrow 4 nước có thể chuyển động theo hai hay nhiều tuyến khác nhau: 1-2-3-4 hoặc 1-9-5-4 hoặc 1-8-7-6-4 v.v... tùy theo áp lực từng nhánh ống.

- Lưu lượng (q) và tổn thất áp lực (h) từng nhánh là hai đại lượng không xác định, nó phụ thuộc vào đường kính (d) và chiều dài (L) các đoạn ống, nếu lưu lượng (q) thay đổi thì đường ống kính (d) cũng thay đổi.

Như vậy mỗi đoạn ống có hai ẩn số q và d . Nếu mạng có p đoạn ống thì sẽ có $2p$ ẩn số.



Hình 6.3: Cấp nước mạng vòng.

Để tính toán thủy lực mạng lưới vòng, người ta thường đưa về việc giải gần đúng các phương trình bậc hai, dựa vào các định luật cơ bản sau đây:

✿ **Định luật 1:** Tổng đại số tổn thất áp lực của mỗi vòng sẽ bằng 0, nếu ta qui ước chiều chảy theo kim đồng hồ là dương và ngược lại là âm, tức là $\sum h = 0$.

Trong thực tế điều này rất khó đạt được nên người ta qui ước rằng $\sum h$ hay $\Delta h \leq 0,5m$ đối với 1 vòng, hoặc $< 1,5m$ đối với vòng bao lớn thì coi như là thỏa mãn.

✿ **Định luật 2:** Tổng đại số lưu lượng tại mỗi nút phải bằng 0, nếu qui ước lưu lượng đến nút đó là dương và đi ra khỏi nút là âm, tức là $\sum q_n = 0$.

Như vậy nếu mạng có n vòng thì có n phương trình dạng $\sum h = 0$, m nút thì có $m-1$ phương trình dạng $\sum q_n = 0$ và số đoạn ống của mạng $p = n + m - 1$.

2/ TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN :

- Xác định tổng chiều dài toàn mạng : $\sum L$.
- Xác định q_{dv} , q_{dd} và q_n của từng đường ống.
- Xuất phát từ định luật 2 ($\sum q_n = 0$), tạm thời phân bố lưu lượng cho các nhánh.
- Lập bảng tính thủy lực: chọn đường kính ống (d) cho từng đoạn ống theo vận tốc kinh tế, tính tổn thất áp lực theo chiều dài (h_l) của các đoạn ống cho từng vòng một, và tính Δh của vòng đó, rồi so sánh với định luật 1, nếu thỏa mãn yêu cầu thì thôi. Nếu không thì phải điều chỉnh lại lưu lượng phân bố lúc đầu (giữ nguyên đường kính đã chọn) tức là lấy bớt ở nhánh tải nặng (có trị số tuyệt đối lớn hơn nhánh kia) bỏ sang nhánh tải nhẹ và tiếp tục tính lại từ đầu cho đến khi nào đạt yêu cầu thì thôi.

3/ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH LƯU LƯỢNG: Có 2 cách:

♦ **Phương pháp Lôbachốp (Nga) và Cross (Đức):** Tính cho một vòng.

$$\Delta q = -\frac{\Delta h}{2 \cdot \sum \frac{h_i}{q_i}} = -\frac{\Delta h}{2 \cdot \sum S_i q_i}, \quad [l/s]$$

$\Delta h = \sum h$: Sai số áp lực vòng đang tính.

h_i : tổn thất áp lực của đường ống i , [m].

q_i : lưu lượng của đường ống thứ i , [l/s].

S_i : sức kháng thủy lực của đoạn ống i .

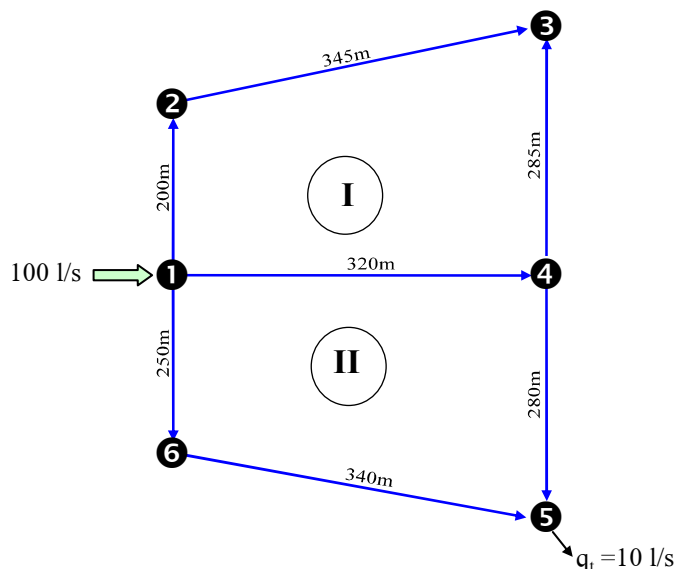
Nếu mạng có nhiều vòng thì Δq được xác định từng vòng một và lập bảng tính thủy lực.

♦ **Phương pháp Andrâyxép (Nga):** Tính cho nhiều vòng cùng một lúc và được thực hiện ngay trên sơ đồ, áp dụng cho những người có nhiều kinh nghiệm trong tính toán thiết kế mạng lưới, dựa trên các tỉ lệ sau:

$$\frac{\Delta q_I}{\Delta h_I} = \frac{\Delta q_{II}}{\Delta h_{II}}$$

4/ THÍ DỤ TÍNH TOÁN MẠNG LƯỚI VÒNG:

Cho sơ đồ mạng có hai vòng I và II. Chiều dài các đoạn ống tính toán được ghi trên hình vẽ. Từ trạm bơm cấp II cung cấp cho mạng một lưu lượng là 100 l/s. Tại nút 5 có lấy ra một lưu lượng tập trung là 10 l/s. Yêu cầu tính toán thủy lực mạng lưới.



BÀI GIẢI:

❶ Tính tổng chiều dài của mạng: $\sum L = 2020 \text{ m}$.

❷ Xác định lưu lượng đơn vị:

$$q_{dv} = (q_{tt} - \sum q_t) / \sum L = (100 - 10) / 2020 = 0,045 \text{ [l/s.m]}$$

③ Xác định lưu lượng dọc đường (q_{dd}), lập thành bảng: $q_{dd} = q_{dv} \cdot L$

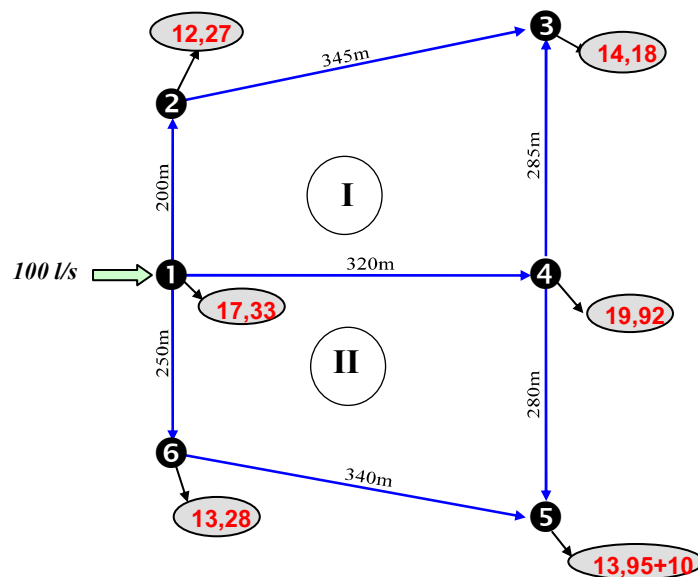
Đoạn ống	Chiều dài L [m]	Lưu lượng dọc đường q_{dd} [l/s]
1-2	200	9,00
2-3	345	15,53
1-4	320	14,40
4-3	285	12,83
4-5	280	12,60
1-6	250	11,25
6-5	340	15,30

④ Xác định lưu lượng nút (q_n), lập thành bảng: $q_n = 0,5 \cdot \sum q_{dd}$

Nút	Những đoạn ống liên quan đến nút tính toán	$\sum q_{dd}$ [l/s]	q_n [l/s]
1	1-2, 1-4, 1-6	34,65	17,33
2	1-2, 2-3	24,53	12,27
3	2-3, 4-3	28,36	14,18
4	1-4, 4-3, 4-5	39,83	19,92
5	4-5, 6-5 (có cả q_l)	27,90	13,95 + 10
6	1-6, 6-5	26,55	13,28

✎ Ở đây lưu lượng tập trung q_l giả sử chảy theo tuyến 1-6-5.

⑤ Đưa lưu lượng dọc đường (q_{dd}) và lưu lượng nút (q_n) vào sơ đồ tính toán:



⑥ Dựa vào định luật 2, tạm thời phân bố lưu lượng cho các đoạn ống để tính toán thủy lực. Có hai cách phân bố: hoặc là theo lưu lượng dọc đường (q_{dd}) hoặc là theo lưu lượng nút (q_n).

a/ Phân bố theo lưu lượng dọc đường:

- Đoạn ống 1-2: $q_{1-2} = 0,5 \cdot q_{dd(1-2)} + q_{dd(2-3)} = 0,5 \times 9 + 15,53 = 20,03$ l/s.

- Đoạn ống 1-4: $q_{1-4} = 0,5 \cdot q_{dd(1-4)} + q_{dd(4-3)} + q_{dd(4-5)} = 0,5 \times 14,4 + 12,83 + 12,6 = 32,63$ l/s.

- Đoạn ống 1-6: $q_{1-6} = 0,5 \cdot q_{dd(1-6)} + q_{dd(6-5)} + q_t = 0,5 \times 11,25 + 15,3 + 10 = 30,93 \text{ l/s}$.
- Đoạn ống 2-3: $q_{2-3} = 0,5 \cdot q_{dd(2-3)} = 0,5 \times 15,53 = 7,77 \text{ l/s}$.
- Đoạn ống 4-3: $q_{4-3} = 0,5 \cdot q_{dd(4-3)} = 0,5 \times 12,83 = 6,42 \text{ l/s}$
- Đoạn ống 4-5: $q_{4-5} = 0,5 \cdot q_{dd(4-5)} = 0,5 \times 12,6 = 6,3 \text{ l/s}$
- Đoạn ống 6-5: $q_{6-5} = 0,5 \cdot q_{dd(6-5)} + q_t = 0,5 \times 15,3 + 10 = 17,65 \text{ l/s}$.

Lập bảng tính toán thủy lực mạng lưới. Giả thiết được thiết kế bằng ống gang nước sạch (để chọn các yếu tố thủy lực trong các bảng tính đối với các ống gang nước sạch):

Vòng	Đoạn	L [m]	Phân bố lưu lượng lần đầu để tính						Điều chỉnh lần thứ nhất				
			q _{tt} l/s	D mm	v m/s	1000i	h=i.l m	h _i /q _i	Δq l/s	q _i l/s	v m/s	1000i	h=i.l m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1-2	200	20,03	150	1,10	15,14	+3,03	0,15	-0,87	19,16	1,05	13,92	2,78
	2-3	345	7,77	100	0,95	19,45	+6,71	0,86	-0,87	6,90	0,84	15,6	5,38
	1-4	320	32,63	200	1,01	9,00	-2,88	0,09	+0,87 -0,26	33,24	1,03	9,27	-2,97
	4-3	285	6,42	100	0,78	13,70	-3,90	0,61	+0,87	7,29	0,89	17,26	-4,92
Σh = Δh = +2,96									1,71	Σh = Δh = +0,27			
$\left(\Delta q = -\frac{\Delta h}{2 \cdot \sum \frac{h_i}{q_i}} = -0,87 \right)$									Thỏa mãn (< 0,5m)				
II	1-4	320	32,63	200	1,01	9,00	+2,88	0,09	-0,26 +0,87	33,24	1,03	9,27	+2,97
	4-5	280	6,30	100	0,77	13,20	+3,70	0,59	-0,26	6,04	0,73	12,14	+3,40
	1-6	250	30,93	200	0,96	8,12	-2,03	0,07	+0,26	31,19	0,97	8,24	-2,06
	6-5	340	17,65	150	0,97	11,91	-4,05	0,23	+0,26	17,91	0,98	12,3	-4,18
Σh = Δh = +0,50									0,98	+0,13			
$\left(\Delta q = -\frac{\Delta h}{2 \cdot \sum \frac{h_i}{q_i}} = -0,26 \right)$													
...													

➤ Nếu có kinh nghiệm (tránh phải điều chỉnh rắc rối) thì có thể chọn lại đường ống cho phù hợp để tổng tổn thất đạt yêu cầu. Điều này cần căn cứ vào giá trị tổn thất ở bảng trên để biết chọn lại ống nào.

b/ Phân bố theo lưu lượng nút:

- **Đoạn ống 1-2:** $q_{1-2} = q_{n2} + \text{một phần của } q_{n3}$

Vấn đề 1 phần của nút 3 là bao nhiêu cho phù hợp, điều này cần căn cứ vào chiều dài các đoạn ống nối vào nút 3. Cụ thể ở đây:

$$q_{1-2} = q_{n2} + \frac{345 \cdot q_{n3}}{(345 + 285)} = 12,27 + \frac{345 \times 14,18}{(345 + 285)} = 20,03 \text{ l/s}$$

- **Đoạn ống 2-3:** $q_{2-3} = \text{một phần của } q_{n3}$

$$q_{2-3} = \frac{345 \times 14,18}{(345 + 285)} = 7,77 \text{ l/s}$$

- **Đoạn ống 1-4:** $q_{1-4} = q_{n4} + \text{phần còn lại của } q_{n3} + \text{một phần của } q_{n5}$

$$q_{1-4} = 19,92 + \frac{285 \times 14,18}{(285 + 345)} + \frac{280 \times 13,95}{(280 + 340)} = 32,63 \text{ l/s}$$

- **Đoạn ống 4-3:** q_{4-3} = phần còn lại của q_{n3}

$$q_{4-3} = \frac{285 \times 14,18}{(285 + 345)} = 6,41 \text{ l/s}$$

- **Đoạn ống 1-6:** q_{1-6} = q_{n6} + một phần của q_{n5}

$$q_{1-6} = 13,28 + \left(\frac{340 \times 13,95}{340 + 280} + 10 \right) = 30,93 \text{ l/s}$$

- **Đoạn ống 6-5:** q_{6-5} = một phần của q_{n5}

$$q_{6-5} = \left(\frac{340 \times 13,95}{340 + 280} + 10 \right) = 17,65 \text{ l/s}$$

- **Đoạn ống 4-5:** q_{4-5} = phần còn lại của q_{n5}

$$q_{4-5} = \frac{280 \times 13,95}{(280 + 340)} = 6,3 \text{ l/s}$$

☞ Ta thấy kết quả tính toán hoàn toàn giống trên!

V - CẤU TẠO MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC

1/ CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG ỐNG:

Mạng lưới cấp nước là một hạng mục công trình thường chiếm kinh phí lớn, lại phải đặt ngầm dưới đất nên rất phức tạp trong quá trình thiết kế, thi công và vận hành. Yêu cầu chính là phải bảo đảm cung cấp được liên tục một lưu lượng nước nhất định với áp lực yêu cầu tới các điểm sử dụng. Mạng lưới được xây dựng bằng các loại ống chế tạo sẵn từ nhà máy. Việc chọn loại ống, phụ tùng nối ống phụ thuộc vào áp lực công tác của hệ thống, tình hình địa chất, phương pháp lắp đặt, các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật và các điều kiện cụ thể khác. Nhưng nói chung phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

❖ Phải bền chắc, có khả năng chống lại được các tác động cơ học (theo qui định) cả ở bên trong và ngoài ống.

❖ Thành trong của ống phải nhẵn, tổn thất áp lực do ma sát khi nước chuyển động là nhỏ nhất.

❖ Có thời gian sử dụng lâu dài, chống được xâm thực cả bên trong lẫn bên ngoài khi vận chuyển nước hoặc của đất và nước ngầm,...

Ngoài ra, ống cũng như các bộ phận lắp ráp khác cần phải nhẹ, nối đơn giản, nhanh và bảo đảm. Cuối cùng là thỏa mãn được các chỉ tiêu kinh tế, tức là phải có chi phí chung nhỏ nhất.

Áp lực công tác của ống được tính toán dựa trên kết quả tính toán mạng lưới và hệ thống ống chuyển dẫn. Áp lực đó cần phải đảm bảo chống lại được áp lực nước chuyển động

bên trong ống, áp lực của đất cũng như các tác động khác từ bên ngoài. Ống và các mối nối của mạng lưới càng chắc chắn, kín, không rò rỉ... thì càng lợi. Nếu không thì luôn bị mất nước và chi phí cho quản lý hệ thống sẽ tăng lên rất nhiều. Nước rò rỉ còn gây xói lở nền, tạo ra những sự cố lớn cho hệ thống.

Trong các hệ thống cấp nước cho các đối tượng khác nhau ở những điều kiện địa phương khác nhau thì các thông số chính cần thiết cho việc lựa chọn loại ống như lưu lượng, áp lực công tác bên trong, đặc tính nền đất,... rất khác nhau, có thể thay đổi trong giới hạn rộng.

2/ CÁC LOẠI ỐNG CẤP NƯỚC VÀ PHƯƠNG PHÁP NỐI ỐNG:

Các loại ống được dùng trong mạng lưới đường ống cấp nước bên ngoài là ống gang, ống thép, ống bê tông cốt thép và ống nhựa.

❖ **Ống gang:** Được dùng phổ biến vì có ưu điểm bền, chống xâm thực tốt, chịu được áp lực tương đối cao, ít có biến động do nhiệt gây ra trong các mối nối, nhưng có nhược điểm là dòn, có trọng lượng lớn, tốn kim loại, chịu tải trọng động kém.

Ống gang có đường kính từ 50-1200mm, dài từ 2-7m, một đầu loe và một đầu trơn. Khi nối ống, đầu trơn của ống này sẽ được đưa vào đầu loe của ống kia, chừa một khoảng hở 3-5mm. Dây đay tẩm dầu hoặc nhựa đường được bện thành những sợi có đường kính lớn hơn khe hở giữa đầu loe và đầu trơn một ít, nhét vào khe hở và xăm chặt bằng đục xăm và búa tay để bịt kín khoảng 2/3 chiều dài mối nối, sau đó dùng vữa xi măng amiăng (70% xi măng, 30% bột amiăng và 10-12% nước) đắp đầy phần còn lại và xăm chặt. Cách nối này được dùng phổ biến, có độ dẻo nhất định, chịu được các tải trọng rung và áp lực cao.

❖ **Ống thép:** Đối với HTCN bên ngoài, có thể sử dụng ống thép đường kính từ 100-1600mm. Các ống thép đều được sản xuất hai đầu trơn và được nối với nhau bằng hàn điện. Ống thép có ưu điểm là nhẹ hơn ống gang và ống bê tông; nó nhẹ, bền, chịu tải trọng động tốt và áp lực cao, ít mối nối, lắp ráp đơn giản. Nhưng ống thép có nhược điểm là dễ bị xâm thực nên tổn thất thủy lực tăng nhanh, thời hạn sử dụng ngắn hơn các loại ống khác. Vì vậy trong các HTCN, ống thép chỉ nên dùng cho các tuyến chuyển dẫn làm việc với áp lực bên trong lớn hay ở những nơi thường chịu tác động cơ học mạnh (dưới đường sắt, đường ô tô,...) hoặc những nơi có nền móng không ổn định (đầm lầy, bùn cát chảy, vùng hay động đất,...).

Để chống rỉ, bên ngoài ống phải quét một lớp nhựa đường hoặc hỗn hợp nhựa đường - cao su. Sử dụng loại vật liệu chống rỉ nào còn tùy thuộc vào mức độ ăn mòn của các yếu tố ảnh hưởng như đất, nước bên ngoài. Thành ống bên trong có thể dùng các lớp bảo vệ khác nhau như quét nhựa đường, hỗn hợp nhựa đường - bột đá mài hoặc gia cố một lớp xi măng dày 3-6mm ngay trong nhà máy chế tạo hoặc ngoài hiện trường. Các nước như Mỹ, Anh, Pháp... thường gia cố thành trong ống thép bằng một lớp xi măng theo phương pháp quay li tâm. Lớp xi măng này ngoài tác dụng chống rỉ còn giữ cho ống không bị đóng cặn, đảm bảo được khả năng thông thoát lâu dài.

Ống thép có thể sản xuất theo kiểu đúc, hàn dọc hoặc hàn xoắn, có thể tráng kẽm hoặc không. Ống thép tráng kẽm thường có đường kính nhỏ từ 10 - 150mm dài từ 4 - 12,5m và thường được sử dụng cho hệ thống cấp nước trong nhà.

❖ **Ống bê tông cốt thép:** Có hai loại ứng suất trước và không ứng suất trước. Loại ứng suất trước có đường kính 400, 600mm, dài 4m, áp lực công tác từ 6-8 at. Còn loại không ứng suất trước có đường kính 400, 500, 600, 700mm, dài 4m, áp lực công tác 2-3 at.

Các ống bê tông cốt thép có thể nối với nhau bằng các ống lồng và vòng cao su, xảm đay và xi măng amiăng. Đối với ống bê tông cốt thép ứng suất trước miệng loe được nối với nhau bằng các vòng cao su và vữa xi măng. Khi nối ống bê tông cốt thép với các thiết bị khác bằng gang như van, khóa,... thì dùng các đầu nối chế tạo riêng bằng thép.

Ống bê tông cốt thép có nhiều ưu điểm là bền, ít tốn thép, rẻ, chịu được áp lực cao, chống xâm thực tốt, ít tổn thất thủy lực vì trong quá trình làm việc độ nhám thành ống ít tăng hơn so với các loại ống kim loại. Nhược điểm chính là trọng lượng lớn và dễ vỡ khi vận chuyển.

❖ **Ống chất dẻo (nhựa):** Có đường kính đến 200mm, dài 8-12m. Ống chất dẻo thường có hai đầu trơn, chịu được áp lực từ 2-10 at, có thể nối với nhau bằng các ống lồng ren, hàn nhiệt bằng que hàn nhựa hoặc bằng các chi tiết chế tạo sẵn và keo dán.

Ống nhựa có nhiều ưu điểm như chống xâm thực tốt, nhẹ, mối nối đơn giản, tổn thất áp lực ít do thành ống trơn nhẵn, khả năng thoát nước tốt, giá thành rẻ và có khả năng giảm âm khi có hiện tượng va thủy lực nên ngày càng được dùng rộng rãi. Nhưng ống nhựa có nhược điểm là dễ lão hóa do tác dụng nhiệt, độ dẫn nổ theo chiều dài lớn, sức chống va đập yếu.

Ngoài các loại ống trên hiện nay còn sử dụng các loại ống cấp nước khác như ống fibrôximăng, ống sành,... Tuy nhiên ống fibrôximăng có thể gây bệnh ung thư phổi, ống sành dễ vỡ, không chịu được áp lực cao.

3/ CÁCH BỐ TRÍ ĐƯỜNG ỐNG CẤP NƯỚC:

Ống nước đặt ngoài đường phố phải thỏa mãn các điều kiện sau đây:

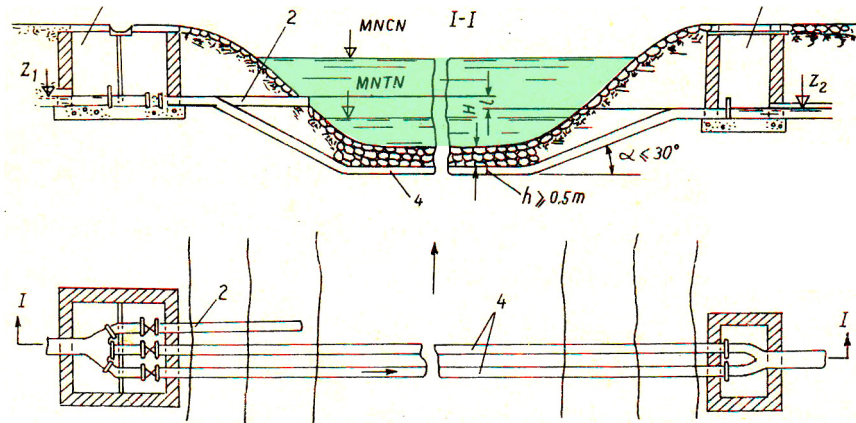
- *Không nông quá để tránh tác động cơ học và ảnh hưởng của thời tiết.*
- *Không sâu quá để tránh đào đắp đất nhiều, thi công khó khăn. Chiều sâu tối thiểu đặt ống cấp nước thường lấy bằng 0,7m kể từ mặt đất đến đỉnh ống.*

Tùy theo tình hình địa chất và kích thước của ống, có thể đặt ống trực tiếp trên nền đất tự nhiên hoặc trên bệ bằng cát, đá dăm hoặc bê tông cốt thép, thậm chí có thể đặt trên bệ cọc bê tông khi đi qua hồ, đầm lầy,...

Ống cấp nước thường được đặt song song với cốt mặt đất thiết kế, trong vỉa hè hoặc mép đường, cách móng nhà và cây xanh tối thiểu 3-5m. Ống cấp nước phải đặt trên ống thoát nước, khoảng cách giữa nó với đường ống khác theo chiều đứng tối thiểu 0,1m và chiều ngang tối thiểu 1,5-3m.

Trong các xí nghiệp hoặc thành phố lớn, nếu có nhiều loại ống khác nhau (ống cấp nước, thoát nước, cấp nước nóng, sưởi ấm, hơi đốt, dây điện cao thế, dây điện thoại,...) người ta thường bố trí chung cùng trong một đường hầm bằng bê tông cốt thép. Như vậy sẽ rất gọn gàng, chiếm ít diện tích, dễ dàng thăm nom, sửa chữa, không bị nước ngầm xâm thực, nhưng vốn đầu tư xây dựng ban đầu lớn.

Khi ống đi qua sông, vùng lầy,... có thể cho ống đi trên cầu, cầu cạn hoặc cho ống đi dưới lòng sông, vùng lầy dạng xi phông gọi là điuke. Điuke thường làm tối thiểu hai đường song song để phòng sự cố, hai đầu có bố trí giếng thăm, trong đó có khóa đóng mở được.



Hình 6.4: Điuke.

Khi ống đi qua đường ô tô, xe hỏa, đề điều phải đặt ống trong vỏ bọc bằng kim loại (ống lồng) hoặc trong các tuy nèn để tránh các tác động cơ học và sửa chữa dễ dàng. Hai đầu cũng bố trí giếng thăm có van, khóa như điuke.

Cần phải tránh đặt ống cấp nước đi qua các bãi đổ rác, các nghĩa trang, nghĩa địa. Nếu bắt buộc phải đặt ống qua những nơi đó thì phải di chuyển mỏ mả, rác rưởi, đồng thời phải tiến hành khử độc tại chỗ, dùng đất mới đắp vào hoặc phải đặt ống nổi trên mặt đất.

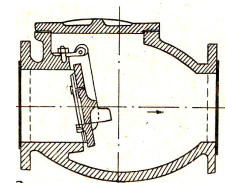
4/ CÁC THIẾT BỊ VÀ CÔNG TRÌNH TRÊN MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC :

Để phục vụ cho công tác quản lý và đảm bảo cho mạng lưới cấp nước làm việc an toàn, trên mạng lưới cấp nước thường phải bố trí các thiết bị và công trình sau:

❖ **Khóa** : Dùng để đóng mở nước trong từng đoạn ống để sửa chữa, thay rửa, đổi chiều dòng nước, điều chỉnh lượng nước phân phối... Khóa thường đặt ở các nút (chỗ ống gặp nhau, đổi dòng,...) của mạng lưới.

❖ **Van một chiều** : Có tác dụng chỉ cho nước chảy theo một chiều nhất định, thường đặt trước các máy bơm, trên các nhánh lấy nước, nước lên bể chứa.

❖ **Van xả khí** : Đặt ở những vị trí cao của mạng lưới để tự động xả khí tích tụ trong ống ra ngoài, tránh cho ống khỏi bị phá hoại.

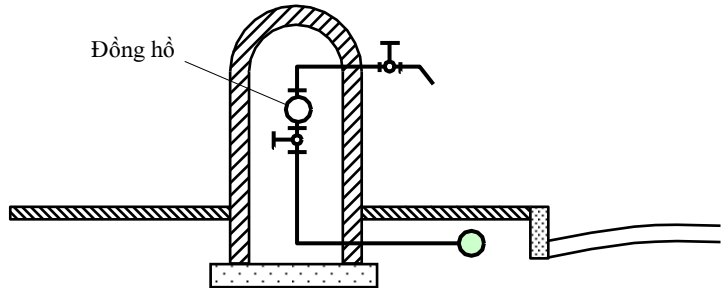


Hình 6.5: Van 1 chiều.

✿ **Van xả bùn:** Dùng để dốc sạch nước và bùn khi tẩy rửa đường ống, thường đặt ở những vị trí thấp của mạng lưới.

✿ **Hạng lấy nước chữa cháy:** Đặt dọc theo đường phố, cách 100-150m một cái để lấy nước chữa cháy từ mạng lưới cấp nước. Có hai loại hạng lấy nước chữa cháy: loại đặt nổi và loại đặt ngầm dưới mặt đất.

✿ **Vòi lấy nước công cộng :**
Đặt ở ngã ba, ngã tư đường phố và dọc theo các phố không xây dựng hệ thống cấp nước trong nhà với khoảng cách 200m một vòi.



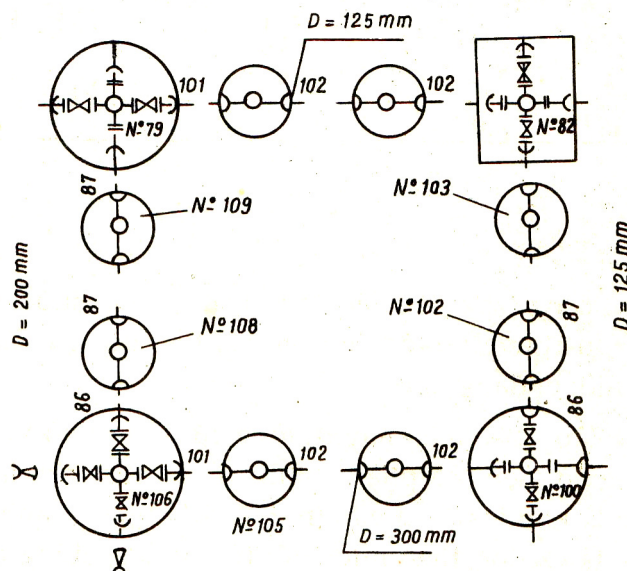
Hình 6.6: Vòi nước công cộng.

✿ **Gối tựa:** Dùng để khắc phục lực xung kích gây ra khi nước đổi chiều chuyển động, thường đặt ở những chỗ uốn cong, chỗ ngoặt, ống cụt,... và được xây dựng bằng gạch hoặc bê tông cốt thép.

✿ **Giếng thăm:** Để thăm nom, sửa chữa và quản lý mạng lưới cấp nước. Trong giếng thăm có bố trí các van, khóa cần thiết phục vụ công tác quản lý, thường được xây dựng bằng gạch hoặc bằng bê tông.

5/ CHI TIẾT HÓA MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC :

Khi thiết kế kỹ thuật và thi công mạng lưới cấp nước người ta thường vẽ chi tiết hóa mạng lưới cấp nước, tức là dùng các ký hiệu về phụ tùng, đường ống, thiết bị... để thể hiện chi tiết lắp ráp nó trên mặt bằng.



Hình 6.7: Chi tiết mạng lưới cấp nước.