

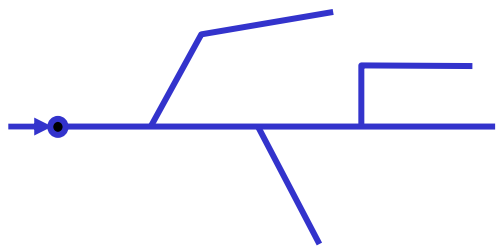


MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG ỐNG CẤP NƯỚC

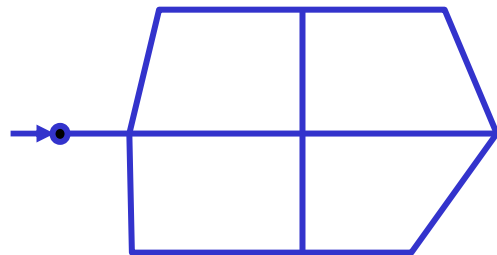
I - SƠ ĐỒ & NGUYÊN TẮC VẠCH TUYẾN MLCN

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: cụt, vòng, hỗn hợp.



Mạng lưới cấp nước cụt



Mạng lưới cấp nước vòng

Hình 6.1: Sơ đồ mạng lưới cấp nước.

Mạng lưới cụt 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 đôi 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:

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

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

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

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

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

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_{tr} : 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.

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

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_H và vận tốc kinh tế v_{kt} :

Ta sử dụng công thức thủy lực quen biết:

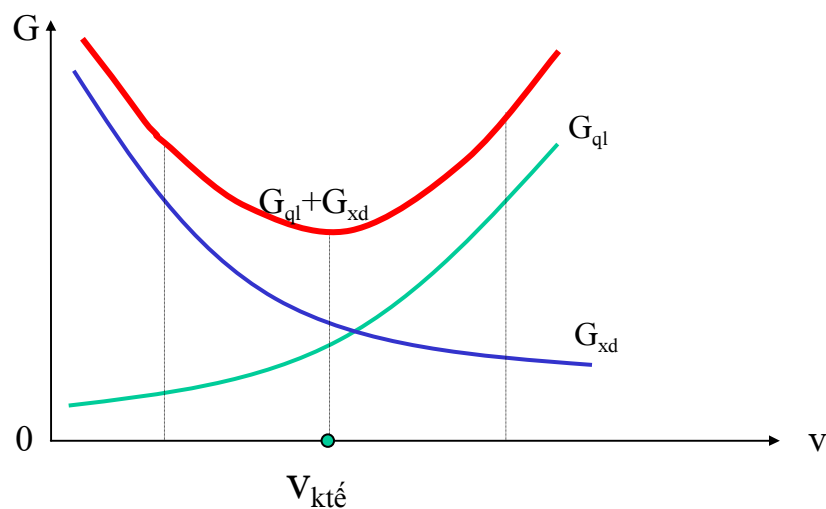
$$q = \omega \cdot v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} v \rightarrow d = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}}$$

☞ 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 $v > 2,5\text{m/s}$ 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 ximăng:

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

- 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.

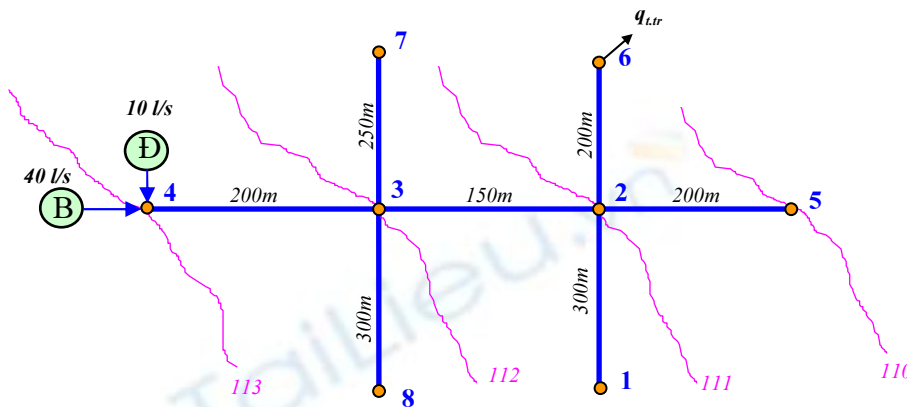
☛ Bước tính toán :

- ♦ 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_{ttr})	5.6	7.8
7	3-7	7.0	3.5
8	3-8	8.4	4.2

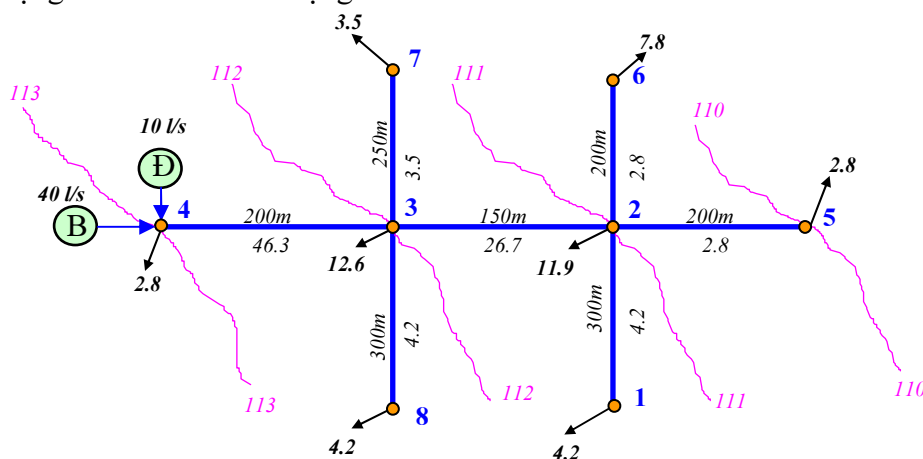
⑤ Xác định lưu lượng tính toán từng đoạn ống:

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

Lập bảng để tính:

Đoạn	q_{ct} [l/s]	$\alpha \cdot q_{dd}$ [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:

Đoạn	l [m]	q_{tt} [l/s]	d [mm]	v [m/s]	1000i	$h=i \cdot l$ [m]	Cột mặt đất [m]		Áp lực cần thiết H_{ct} [m]		Cột mực nước H_n [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