

**TÍNH TOÁN THỦY LỰC MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC CHO
CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG
CONSTRUCTION SITE WATER - SUPPLY SYSTEM**

TS. HÀ XUÂN CHUẨN
Khoa CTT, Trường ĐHHH
SV. NGUYỄN VĂN BỘ
Lớp XDD- 46ĐH1, Khoa CTT, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài toán trình bày nguyên lý tính toán mạng lưới cấp nước sinh hoạt, nước sản xuất cho các đối tượng sử dụng nước bao gồm việc xác định đường kính ống dẫn nước, vận tốc dòng chảy hợp lý và kinh tế, xác định tổn thất áp lực của ống dẫn nước trên cơ sở lưu lượng cấp nước yêu cầu.

Abstract

The article presents principle of calculating water supply system for people using water, including defining pipe diameter, flow velocity reasonably and economically and defining loss of pressure of pipe based on required water supply flow.

1. Đặt vấn đề

Mạng lưới cấp nước (MLCN) là một trong những bộ phận quan trọng của hệ thống cấp nước, làm nhiệm vụ vận chuyển và phân phối nước đến các vị trí tiêu thụ nước. Giá thành xây dựng mạng lưới cấp nước thường chiếm từ 50%-70% toàn bộ giá thành xây dựng hệ thống cấp nước do đó việc lựa chọn đường kính đường ống dẫn nước hợp lý sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao. Các thông số kỹ thuật của các công trình phụ trợ của MLCN như chiều cao của đài nước, áp lực công tác của máy bơm được xác định trên cơ sở tổn thất áp lực trên các đoạn ống của mạng lưới.

2. Nội dung

Lưu lượng tính toán của MLCN được tính cho trường hợp có cháy xảy ra trong giờ dùng nước lớn nhất.

Đường kính ống xác định theo biểu thức:

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi.V}} \quad (1)$$

Trong đó:

Q- Lưu lượng tính toán của đường ống [l/s].

V- vận tốc nước chảy trong ống [m/s].

Từ biểu thức (1) ta thấy, với một giá trị lưu lượng không đổi, nếu vận tốc dòng chảy nhỏ thì đường kính ống sẽ lớn, như vậy giá thành xây dựng mạng lưới sẽ lớn, ngược lại nếu vận tốc lớn thì đường kính đường ống sẽ nhỏ, giá thành xây dựng MLCN sẽ nhỏ đi. Tuy nhiên chi phí quản lý sẽ lớn vì vận tốc lớn sẽ làm tăng tổn thất áp lực trên các đoạn ống, dẫn đến độ cao bơm nước và chi phí điện năng tăng lên. Do đó để xác định đường kính ống cấp nước hợp lý ta phải dựa vào giá trị vận tốc kinh tế, là vận tốc có tổng giá thành xây dựng và chi phí quản lý mạng lưới nhỏ nhất

Đối với mạng lưới cấp nước bên ngoài công trình thường người ta chỉ xét đến tổn thất áp lực do ma sát theo chiều dài đường ống (tổn thất dọc đường), còn tổn thất áp lực cục bộ nhỏ nên bỏ qua. Tổn thất áp lực do ma sát trên đường ống cấp nước được xác định theo biểu thức:

$$h_d = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

Trong đó:

- L- Chiều dài đường ống tính toán [m],
- D- Đường kính ống [m],
- v- vận tốc nước chảy trong ống [m/s],
- g- gia tốc trọng trường [m/s²],
- λ- hệ số ma sát.

Đối với ống gang và ống thép khi vận tốc $v \leq 1,2$ (m/s) thì λ bằng:

$$\lambda = \frac{0,0179}{D^{0,3}} \cdot \left(1 + \frac{0,867}{V}\right)^{0,3} \quad (3)$$

Khi vận tốc $v \geq 1,2$ (m/s) thì λ bằng:

$$\lambda = \frac{0,021}{D^{0,3}} \quad (4)$$

Đối với ống bê tông cốt thép:

$$\lambda = \frac{0,01574}{D^{0,19}} \cdot \left(1 + \frac{3,51}{v}\right)^{0,19} \quad (5)$$

Đối với ống nhựa:

$$\lambda = \frac{0,01344}{D^{0,226} \cdot v^{0,226}} \quad (6)$$

Đối với fibrôximăng:

$$\lambda = \frac{0,011}{D^{0,19}} \cdot \left(1 + \frac{3,51}{v}\right)^{0,19} \quad (7)$$

Dựa vào các kết quả nghiên cứu, nhà khoa học Nga TS.Ph.A.Sêvêlốp đã xác định hệ số ma sát dọc đường cho các loại đường ống khác nhau và xác định được tổn thất áp lực cho 1 m dài đường ống (tổn thất áp lực dọc đường đơn vị $i = h_d/L$) theo các công thức:

- Ống gang và ống thép khi vận tốc $v \leq 1,2$ (m/s) thay (3) vào (2) biến đổi ta có:

$$i = 0,000912 \cdot \frac{v^2}{D^{1,3}} \cdot \left(1 + \frac{0,867}{V}\right)^{0,3} \quad (8)$$

- Khi vận tốc $v \geq 1,2$ (m/s) thay (4) vào (2) biến đổi:

$$i = \frac{0,00107 \cdot v^2}{D^{1,3}} \quad (9)$$

- Đối với ống nhựa thay (6) vào (2) biến đổi

$$i = \frac{0,000685 \cdot v^{1,774}}{D^{1,226}} \quad (10)$$

- Đối với fibrôximăng thay (7) vào (2) biến đổi

$$i = \frac{0,0000561 \cdot v^2}{D^{1,19}} \cdot \left(1 + \frac{3,51}{v}\right)^{0,19} \quad (11)$$

- Đối với ống bê tông cốt thép

$$\lambda = \frac{0,000802}{D^{1,19}} \cdot \left(1 + \frac{3,51}{v}\right)^{0,19} \quad (12)$$

Dựa vào các công thức tính toán trên TS.Ph.A.Sêvêlốp đã lập thành các bảng tính toán thủy lực cho các loại ống khác nhau, dựa vào các bảng này từ giá trị lưu lượng đã biết ta dễ dàng tìm được các giá trị đường kính ống vận tốc dòng chảy và tổn thất áp lực cho một 1 km dài đường ống cấp nước.

Dựa vào các bảng tra của TS.Ph.A.Sêvêlốp và các công thức tính toán, các tác giả đã xây dựng chương trình tự động tra bảng và tính toán xác định các thông số của MLCN như đường kính ống, vận tốc kinh tế, tổn thất áp lực trên 1km đường ống, tổn thất áp lực trên chiều dài thực tế của đường ống cho 3 loại ống khác nhau là ống gang, ống thép và ống nhựa.



Hình 1. Đăng nhập tính toán.

3. Xây dựng phần mềm tính toán cấp nước

3.1. Xây dựng chương trình

Đường kính ống cấp nước hợp lý của MLCN phụ thuộc vào giá trị vận tốc kinh tế ứng với giá trị lưu lượng Q đã biết.

Trên cơ sở tìm ra đường kính tối ưu của đoạn ống ta tiến hành tính toán các giá trị tổn thất h_{d1} , tổng tổn thất h_d của tuyến ống bằng cách nhập liên tiếp các thông số về chiều dài, vật liệu chế tạo của các đoạn ống cần tính.

Phần mềm tự động tính toán đường ống kinh tế của đoạn ống và tính toán các tổn thất của các đoạn ống được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình VBA. Đây là ngôn ngữ lập trình trên nền Microsoft Office Excel do đó ta có thể vận dụng được các kiến thức của ngôn ngữ lập trình VB đồng thời tận dụng được các hàm có sẵn trong Microsoft Office Excel, phần mềm này không những tra bảng mà nó còn tiến hành nội suy các giá trị trong bảng bằng cách nội suy tuyến tính 1 chiều.

Giao diện chương trình được trình bày trên hình 2.

Sau khi khởi động chương trình, phần mềm sẽ hỏi bạn có muốn đăng nhập không, nhập tên và mật khẩu (mặc định không cần nhập) như hình 1 và nhấn “**chấp nhận**”. Khi đó phần mềm báo đăng nhập thành công. Giao diện chương trình hiện ra, nhập các giá trị cần thiết và nhấn nút “**Tính**” việc tính toán các giá trị tương ứng sẽ được tính toán một cách tự động và kết quả sẽ được hiển thị trên các các TextBox tương ứng có nền màu đậm hơn các TextBox có nền màu trắng.

3.2. Ví dụ sử dụng chương trình

Ví dụ: tính toán các giá trị d , v , 1000 i , h_{d1} , h_d của đoạn ống có bằng thép có lưu lượng 8(l/s) và đoạn ống dài 30 (m).

Sử dụng phần mềm để tính toán và kết quả thu được thể hiện trên **hình 2**.

Việc tính toán đối với các loại ống khác cũng hoàn toàn tương tự.

Hình 2. Giao diện của phần mềm.

4. Kết luận

Trên cơ sở lý thuyết tính toán thủy lực MLCN cho các công trình xây dựng và các bảng tra của các nhà khoa học Nga, các tác giả đã xây dựng được phần mềm tự động tính toán các thông số của mạng lưới cấp nước. Sử dụng phần mềm tính toán rất đơn giản, tiện ích, tiết kiệm thời gian và tránh được nhầm lẫn, sai sót khi tính toán thủ công. Phần mềm có thể sử dụng vào việc tính toán thiết kế các MLCN trong thực tế và phục vụ tốt cho công tác giảng dạy, nghiên cứu và học tập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hà Xuân Chuẩn, *Bài giảng cấp thoát nước*, ĐHHH, 2005.
- [2] Trần Hiếu Duệ, Trần Đức Hạ, Úng Quốc Dũng, Nguyễn Văn Tín, *Cấp thoát nước*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1998.
- [3] Nguyễn Tài, *Thủy lực*, Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội, 1999.
- [4] F.A. Sêvêlốp, A.F. Sêvêlốp, *Bảng tính toán thủy lực các ống dẫn nước*, Nhà xuất bản Xây dựng, Matxcova 1993.

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Ngọc