

CHƯƠNG 3
HỆ THỐNG PHUN THỦY LỰC – CƠ BẢN

MỤC LỤC

Mục tiêu	47
Phần 1 Định nghĩa	48
Phần 2 Mật độ và diện tích thiết kế (Density and Design Area) ..	49
Các điểm chú ý khi tính mật độ và diện tích	49
(Considerations for Calculating Densities and Areas)	
Các thông tin cần cho hệ thống	50
Bắt đầu tính toán (Starting Calculations)	50
Các công thức căn bản (Basic Formulae).....	50
Quy tắc và giả thiết (Rules and Assumptions).....	51
Phương pháp tính toán (Calculation Method)	51
Tham khảo	52

CHƯƠNG 3

CÁC HỆ THỐNG PHUN THỦY LỰC – CƠ BẢN

TỔNG QUÁT

Hai công thức được dùng nhiều là Hazen-Williams và định lý sửa đổi Bernoulli. Vì NFPA-13 là một tiêu chuẩn Mỹ, nên dùng đơn vị US GPM và PSI.

Cần NFPA-13 Automatic Sprinkler System 1999 Edition.

MỤC TIÊU:

- Biết được các rules trong NFPA-13 về tính toán thủy lực của tải nước yêu cầu cho hệ thống phun để xác định tới độ cao của tầng cấp nước và
- Nói về các yêu cầu về minimum density và design area đối với các hệ thống phun tính theo phương pháp thủy lực (nói tắt là hệ thống phun thủy lực).
- Biết được các thông tin đòi hỏi từ các phần của NFPA-13.

PHẦN 1

ĐỊNH NGHĨA

1. A Hydraulically Designed Sprinkler System:

Một hệ thống phun thiết kế theo phương pháp thủy lực (hay hệ thống thiết kế thủy lực, hệ thống phun thủy lực) là một hệ thống mà các cỡ ống cung cấp các đầu phun được xác minh bằng cách chứng tỏ rằng tải yêu cầu (Water demand: áp suất và thể tích) không vượt quá nguồn cung cấp tại một điểm tham chiếu, như B.O.R. Water demand được dựa trên demand density (gpm/ft^2) hay lưu lượng cho mỗi đầu phun, như thế nước được phân phối với một mức độ đều hợp lý trên một diện tích đã định.

2. The Base Of The Riser (B.O.R)

Là một điểm quy-chiếu để so sánh tải, demand, với cung cấp (supply và thường là ngõ ra (Outlet) của một nối góc ở dưới van shut-off chính mà ống cung cấp đi vào building.

3. Design Area (Diện tích thiết kế)

Là diện tích mà các đầu phun sẽ mở ra khi gặp lửa. Diện tích này được chọn trên giản đồ trong tiêu chuẩn. Light, Ordinary và Extra Hazard là các phân loại sử dụng tiêu biểu. Thông thường, diện tích được chọn thay đổi ngược với demand density, nghĩa là diện tích chọn càng lớn, thì trị số density càng nhỏ, và ngược lại.

4. Demand Density (Suất tải định mức)

Là lượng nước tối thiểu xả ra mỗi phút trên diện tích thiết kế một foot vuông (gpm/ft^2). Mỗi đầu phun không được xả ra dưới mức tối thiểu này.

- Nếu nhân density này với diện tích gồm cả đầu phun ở xa nhất, thì đó là lượng nước tối thiểu gpm phải xả ra từ tất cả đầu phun.
- Nếu nhân density này với diện tích thiết kế, thì đó là lượng nước tối thiểu thiết kế lý thuyết cần có để cung cấp yêu cầu demand.

Trong thực tế số lượng này cao hơn, do mất ma sát và do các đầu phun mở gần nguồn hơn sẽ thải xả ra nhiều hơn là các đầu phun ở xa nhất.

Các định nghĩa khác được cho trong tiêu chuẩn. (REF. 3.1)

PHẦN 2

MẬT ĐỘ VÀ DIỆN TÍCH THIẾT KẾ

(Density and Design Area)

Không giống như các hệ thống thiết kế theo pipe schedule cho biết số đầu phun tối đa được dùng trên mỗi cỡ ống, các hệ thống thiết kế theo thủy lực dựa trên mật độ nước tối thiểu (gpm/ft^2) được xã đều trên toàn diện tích quy định (ft^2). Trên giản đồ, graph, khi chọn một mật độ và diện tích theo thuận lợi nhất, hệ thống sẽ được thiết kế theo bất kỳ cỡ ống thép nào mà không cần phải là cỡ tối thiểu 1" (hay 3/4" cho ống đồng).

Ta sẽ xem cách xác định các tiêu chuẩn này:

1. Trước nhất phải thiết lập occupancy hazard theo tiêu chuẩn (Ref 3-2).
2. Tiếp theo, xem mật độ nước tối thiểu và diện tích hoạt động đầu phun được dùng trong thiết kế. Trên các giản đồ có mô tả hazard và ta có thể chọn bất cứ điểm nào trên đó. (Ref 3-3).

Ví dụ: Nếu ta đã có Occupancy nhóm 2, Ordinary Hazard, ta có thể chọn mật độ 0,19 với diện tích 2000 ft^2 hay 0,15 với 4000 ft^2 , hay bất kỳ một điểm nào đó trên đường cong. Xem ref 3-4. Ta thấy diện tích càng lớn mà các đầu phun hoạt động, thì mật độ càng nhỏ.

- Thường thường, diện tích ít nhất thì càng tốt vì cần ít thể tích nước. Còn nếu có nhiều nước cung cấp, thì dùng mật độ thấp với diện tích lớn sẽ kinh tế hơn.

Ghi chú: Các đường cong về diện tích / mật độ áp dụng cho các đầu phun cỡ 1/2" hay loại lỗ lớn 17/32". Ref 3-5.

3. Dùng hosestream được nói rõ trong Ref 3-6 và phải được thêm vào system demand, Ref. 3-7.

❖ Các điểm chú ý khi tính mật độ và diện tích (Calculating Densities and Areas)

- Không cần quan tâm tới các ống dây (hoses) trong các hệ thống nước cung cấp từ các thùng chứa (tank). Ref. 3-7.

Ref 3-8 khi nói một "room", phòng, có nghĩa là một phòng kín, sẽ giữ được sự cháy khi tất cả các đầu phun hoạt động. Khả năng chịu lửa của tường, trần, hay sàn của phòng không nhỏ hơn thời gian thấp nhất cho occupancy, xem Ref. 3-6. điều này có nghĩa là các nắp cửa chịu lửa trên các Openings vào building và không có cửa sổ kính đi vào các phần khác của cấu trúc.

Có vài ngoại lệ cho điều lệ này:

- Phần Ref. 3-9: Quan trọng. Đọc và ghi notes.

- Phần **Ref. 3-10**: Rất quan trọng.
- Phần **Ref. 3-11**: Các hình thức bị phạt cho các nơi kín dễ cháy. Đặc biệt đối với building sườn gỗ, được bảo vệ bằng hệ thống khô, diện tích thiết kế tối thiểu ít nhất là 3000 ft² và kể cả 30% extra cho hệ thống khô.

❖ **Các thông tin cần có trong các hệ thống thiết kế:**

Khi một hệ thống thiết kế thủy lực, phải có số liệu lưu trữ để nhà chức trách, thẩm quyền dùng để kiểm tra và dùng trong tương lai trường hợp có những thay đổi cho hệ thống.

Không giống như hệ thống “pipe schedule” áp dụng hệ thống an toàn khá lớn về cỡ ống thì hệ thống thủy lực thường được bám sát vào đúng với cung cấp nước sẵn có.

Các thông tin đòi hỏi là:

- **Ref. 3-12**: Name plate, bảng tên treo tai hay gắn system riser khi lắp đặt hệ thống.
- **Ref. 3-13**: Nêu ra thông tin thiết kế đòi hỏi.
- **Ref. 3-14**: Thông tin cần lưu trữ và nạp trình với tính toán và bản vẽ để được chấp thuận.
- **Ref. 3-15**: Thông tin yêu cầu trên các bản vẽ thật của hệ thống.
- **Ref. 3-16**: Thông tin yêu cầu trên các tờ tính toán, và mẫu các giản đồ (graphs) theo dạng mẫu tiêu chuẩn, mà hầu hết các nhà hữu trách có thể hiểu.
- Nhiều nhà có thẩm quyền đòi hỏi “node diagram” và “water flow direction diagram” đối với hệ thống grid hay loop để dễ dàng kiểm tra. **Ref. 3-8**.
- Ghi chú các chữ viết tắt dùng trong tính toán. **Ref. 3-16**.
- Giản đồ nước cung cấp (**Ref. 3-17, Ref. 3-18, Ref. 3-19**).

BẮT ĐẦU TÍNH TOÁN (Starting Calculations)

* **CÔNG THỨC**: Hai công thức cơ bản là:

- Hazen – Williams:

$$P_f = \frac{4,52 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}}$$

Với: P_f : Mất (lợi) ma sát / ft.

Q : Lưu lượng (gpm).

C : Hệ số mất ma sát.

d : Đường kính trong thực sự của ống (in).

- Biến đổi của định lý Bernoulli:

$$q = K\sqrt{P}$$

q = Lưu lượng từ vòi phun (gpm)

K = Hằng số đầu vòi = $a c d^2$.

Với $a = 29,83$

c = Hệ số đầu vòi (nozzle coefficient)

d = Đường kính trong ID của nozzle.

P = Áp suất tổng cộng của đầu vòi nozzle.

Rules và Regulations:

Khi tính toán các hệ thống phun, nhiều điều lệ rules phải theo để dựa vào đó có các giả thiết tương tự (similar assumptions). Ta cần biết như sau:

- Các tính toán luôn luôn bắt đầu từ đầu phun sprinkler xa nhất (cao nhất và xa nhất tính từ nguồn cung cấp).
- Mỗi nhà sản xuất có hệ số K cho sprinkler, K dùng trong tính toán phải cùng K mà sprinkler lắp đặt.
- Phụ tùng dẫn nước trực tiếp cho vòi chảy (flowing nozzles) không tính vào ma sát.
- Các mất mát ma sát của phụ tùng được tính vào nếu có sự đổi hướng chảy của nước. Nếu hướng chảy không đổi, coi như không có phụ tùng.
- Thường thường, các nối góc dưới 4", được coi như là "standard elbows", nối góc tiêu chuẩn. Từ 4" trở lên, được giả thiết là "long turn elbows".
- Nếu có thay đổi cỡ trong phụ tùng, ví dụ từ $2\frac{1}{2}$ " xuống 2", dùng cỡ nhỏ hơn cho tính toán chiều dài tương đương của phụ tùng.
- Giả thiết ống thép $C = 120$ cho các hệ thống ống ướt và hồng thủy (deluge).
- Giả thiết ống thép $C = 100$ cho các hệ thống ống khô và tác động trước (pre-action).
- Tất cả các thay đổi về cao độ đều phải tính toán.

* Ghi chú:

Một số check valves của các nhà sản xuất, và một số các phụ tùng loại cánh bướm (saddle), hay các phụ tùng cơ đặc biệt, có thể có đặc tính về suất áp rất cao. Vậy phải dùng bản số liệu của nhà sản xuất. Và kết quả ảnh hưởng lên tính toán nếu dùng các phụ tùng này.

Phương pháp tính toán:

Khi nước chảy ra một đầu phun, ta có thể tính lưu lượng bằng:

$$q = K\sqrt{p}$$

Với q : discharge (lượng xả ra)

K : hằng số vòi của nhà sản xuất (nozzle constant)

Ví dụ 1: Áp suất ít nhất cho phép tại mỗi đầu phun trong một hệ thống tính toán là 7psi lượng xả ra, discharge là khoảng 15gpm nếu biết K (nếu không biết, thì dùng $K = 5,7$ cho đầu phun 1/2"), ta có thể tính dễ dàng cho đầu phun 1/2":

$$q = 5,7\sqrt{7} = 15,08\text{gpm}$$

Ví dụ 2: Bây giờ tính lượng xả (discharge) nếu áp suất là 9psi. lượng xả là:

$$\begin{aligned} p &= K\sqrt{p} \\ &= 5,7\sqrt{9} = 17,1\text{gpm} \end{aligned}$$

Nếu biết hệ số K cho nozzle, ta có thể tính lượng chảy từ nozzle đó khi biết áp suất. Ngược lại, nếu áp suất và lượng chảy biết được, ta sẽ tính K bằng:

$$K = \frac{q}{\sqrt{P}}$$

Vậy khi đã thiết lập K cho một nozzle nào rồi, ta sẽ tính được discharge theo áp suất.

Ta cũng đã nói về hydrant butts được dùng làm nozzles. Nếu đã biết được K cho nozzles thì việc tính toán các discharges sẽ đơn giản hơn.

Ví dụ 3:

- Cho biết: lượng xả ra (discharges) từ miệng vòi (butt) $2\frac{1}{2}$ " là 730gpm khi áp suất đọc được tại ống pitot là 24psi.
- Tìm: hệ số K cho butt (đầu vòi).

Giải: $K = \frac{q}{\sqrt{P}} = \frac{730}{\sqrt{24}} = 149,01$

Vậy ta có thể tính discharge ở các áp suất khác nhau, ta sẽ dùng:

$$q = 149,01\sqrt{P}$$

Ví dụ 4:

- Cho: áp suất pitot là 32psi.
- Tìm: lượng chảy.

$$q = K\sqrt{p} = 149,01\sqrt{32}$$

$$q = 843\text{gpm}$$

Dùng công thức trước đây:

$$q = a \times c \times d^2 \times \sqrt{p}$$

Với a = hằng số 29,83.

c = hệ số chảy của nozzle (khoảng 0,8 trường hợp này)

d = đường kính trong

p = áp suất pitot (áp suất động).

$$q = 29,83 \times 0,8 \times 2,5^2 \times \sqrt{32} = 843\text{gpm}$$

Nói khác đi, bất cứ nozzle nào, chẳng cần biết cỡ bao nhiêu, hệ số nozzle có thể có là K . Đây là một trị số hữu dụng trong các phép tính toán.

PIPE INSIDE DIAMETERS

Nominal Pipe Size	STEEL			COPPER		CAST IRON						ASBESTOS		PLASTIC		DUCTILE IRON	
	S-10	S-40	S-30	Typ K	Typ L	Enameline		Cement		Unlined		CI.150	CI.250	Pentmastran	Blue Brute	ID	Min. Tol.
						CI.150	CI.250	CI.150	CI.250	CI.150	CI.250						
½"				0.745	0.785												
1"	1.097	1.049		0.095	1.024												
1½"	1.442	1.380		1.245	1.265												
2"	1.682	1.610		1.481	1.505												
2½"	2.157	2.067		1.959	1.985												
3"	2.635	2.469		2.435	2.465												
3½"	3.260	3.068		2.907	2.945												
4"	3.760	3.548		3.385	3.425												
5"	4.260	4.026		3.857	3.905	3.98	3.98	3.85	3.85	4.1	4.1	3.95	3.95	4.230	4.266	4.10	.125
6"	5.295	5.047		4.805	4.875												
8"	6.457	6.065	6.249	5.741	5.845	6.02	6.02	5.89	5.89	6.14	6.14	5.85	5.70	6.297	6.134	6.38	.125
10"			10.136	8.071		8.11	8.11	7.98	7.98	8.23	8.23	7.85	7.60	8.229	8.044	8.43	.125
12"			12.090			10.10	10.10	9.97	9.97	10.22	10.22	10.00	9.63	10.560	9.866	10.40	.125
14"						12.12	12.04	11.99	11.91	12.24	12.16	12.00	11.56	12.550	11.734	12.46	.125
16"						14.09	13.93	13.90	13.74	14.28	14.12	14.00	13.59				
18"						16.13	15.95	15.94	15.76	16.32	16.14	16.00	15.50				
20"						18.15	17.95	17.96	17.76	18.34	18.14						
24"						20.17	19.97	19.98	19.79	20.36	20.16						
						24.15	24.03	23.96	23.84	24.34	24.22						

Note: In the absence of manufacturers' valves, assume alarm valves and any dry pipe valves to have same equivalent lengths as swing check valves.

Figure 3.1
Inside Pipe Diameters

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet of Pipe													
	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	3½"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
45° Elbow	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
90° Standard Elbow	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
90° Long Turn Elbow	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee or Cross (flow turned 90°)	3	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Butterfly Valve	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21
Gate Valve	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Swing Check*	-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

For SI Units: 1 ft = 0.3048 m

*Due to the variations in design of swing check valves, the pipe equivalents indicated in the above chart to be considered average.

Figure 3.2
Equivalent Pipe Length Chart

Value of C	80	90	100	110	120	125	130	135	140
Multiplying Factor	0.47	0.58	0.713	0.85	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Note: The table of equivalent lengths of fittings is given for when the piping C factor is 120. When it is not, the fitting equivalent length from Table 3.2 must be multiplied by the factor shown in Table 3.3 to correct it.

Figure 3.3
Multiplying factors for various Cs