

PHẦN 1

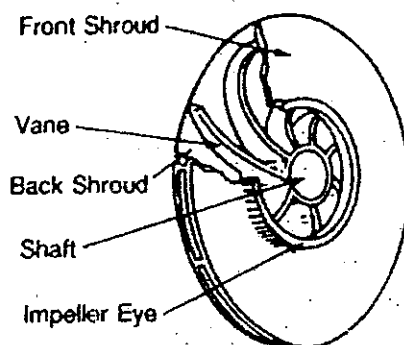
ĐƠN VỊ BƠM CHỮA CHÁY

(The Fire Pump Unit)

Trước hết là phần giới thiệu về nguyên tắc hoạt động của bơm chữa cháy hiện đại. Sau đó, ta sẽ xem các loại bơm chữa cháy có sẵn và yêu cầu cho thiết bị được "listed".

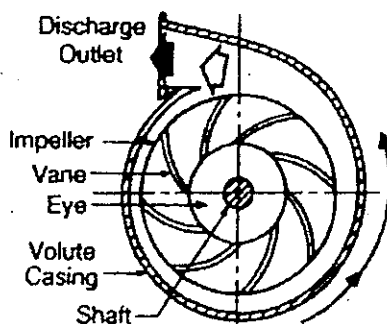
Tất cả các bơm chữa cháy hiện nay đều là loại tâm ly. Bơm gồm bên ngoài là vỏ, trong là phần quay impeller, gồm 2 đĩa có lỗ tại tâm, được nối với nhau bằng các vane cong. Hình 9.1.

Nước đi vào các lỗ trung tâm của impeller và xoáy ra xung quanh khi trục impeller quay. Các vanes cong lui về hướng quay, và nước bắn ra đung vào thành bơm và hướng tới ngõ ra. Hình 9.2.



Sectional view of an impeller

Figure 9.1
Fire Pump Impeller



A typical centrifugal pump

Figure 9.2
Typical Centrifuge Pump

PHẦN 2

TIÊU CHUẨN NFPA 20

Bây giờ ta biết được các loại cơ bản của bơm và cơ quan listing (đăng ký nhãn hiệu), ta sẽ xem đến tiêu chuẩn NFPA liên quan.

Sự lắp đặt bơm chữa cháy, các yêu cầu hoạt động và đặc tính đều nằm trong tiêu chuẩn này. Với bơm chữa cháy, có rất nhiều quy tắc phải theo cho phù hợp sự lắp đặt được chấp thuận của giới có thẩm quyền.

Trước khi dự định và chắc chắn trước khi thiết kế cách lắp đặt một bơm, cần phải thảo luận với giới có thẩm quyền để xác định các nội quy cơ sở hay các khác biệt với regulations ở NFPA 20. Viết thành bản các quy định, hay xác nhận các quy ước thành giấy tờ trước khi khởi sự thiết kế.

Trong khi một số phần của tiêu chuẩn có thể không liên quan tới thiết kế, chẳng hạn phần về máy kéo diesel, ở đây dùng điện, còn tất cả các phần có liên hệ phải được hiểu thông suốt trước khi tiến hành.

Bây giờ hãy xem tới khả năng của bơm.

PHẦN 3
KHẢ NĂNG CỦA BƠM
(Pump Capacities Available)

Tất cả các cỡ bơm sau đây không phải lúc nào cũng có sẵn ở nhà cung cấp, mà chỉ ở một số nhà cung cấp thôi nếu cần thiết.

Các bơm chữa cháy có khả năng làm việc ở áp suất 40psi hay cao hơn ở tốc độ định mức.

USGPM	USGPM	USGPM
25	400	2000
50	450	2500
100	500	3000
150	750	3500
200	1000	4000
250	1250	4500
300	1500	5000

Việc chọn cỡ bơm rất quan trọng.

PHẦN 4

ĐẶC TUYẾN BƠM

(Pumping Characteristics)

CÁC YÊU CẦU CỦA TIÊU CHUẨN

Mỗi bơm sẽ dựa theo khả năng định mức (rated capacity) ở áp suất định mức (rated head) psi, ở tốc độ định mức (RPM) và cũng sẽ tính trên 150% của khả năng định mức ở không thấp hơn 65% áp suất định mức (rated head) ở tốc độ định mức nếu có yêu cầu:

Điều này có thể xảy ra nếu một số đầu phun thừa mở ra khi có cháy quá lớn.

Hiệu suất cho giống nhau cho cả bơm ngang hay bơm đứng, nhưng có thể hơi khác nhau ở áp suất shutoff, nghĩa là áp suất có được khi không có nước xả ra, và impeller chỉ quay bên trong thôi.

CÁC YÊU CẦU CỦA TIÊU CHUẨN

Lúc đóng lại (shutoff), áp suất shutoff này không vượt quá 140% áp suất định mức ở tốc độ định mức cho tất cả bơm chữa cháy: xem hình 9.3

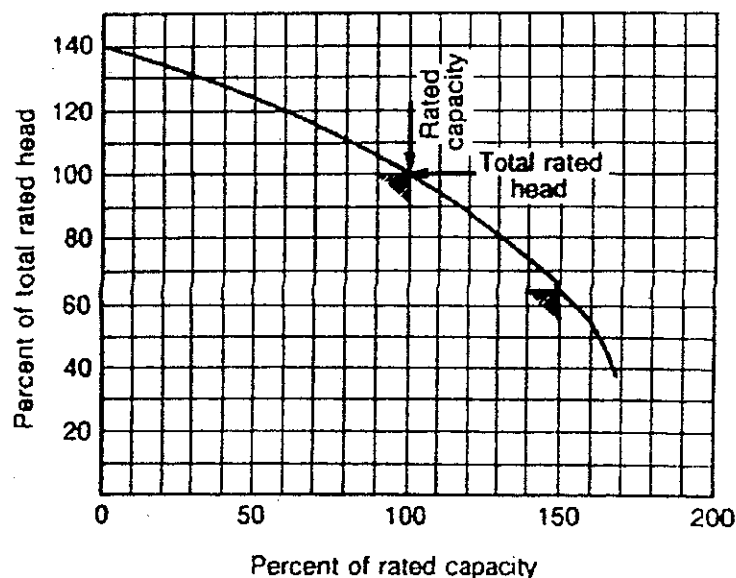


Figure 9.3
Fire pump Characteristics

Ở khả năng quá 150% của khả năng định mức thì áp suất giảm xuống rất nhanh.

Tốt nhất là dự trù để có demand nằm giữa 90% vào 140% của khả năng định mức, tối ưu là ở 100%.

PHẦN 5

JOCKEY PUMPS

Jockey pumps là một bơm nhỏ được đặt ở đường by-pass quanh bơm chữa lửa để duy trì một áp suất riêng biệt ở phía cung cấp của bơm chữa cháy. Không cần phải "listed".

Khi một bơm chữa cháy khởi động, đột áp ở ngõ ra của bơm có thể làm van ống khô DPV "tuột" mở ra hay tạo "búa nước" trong đường ống đi dưới đất hay ống cung cấp.

Khi đó bơm jockey tự động đóng hoặc mở mạch để giữ cho áp suất trong đường ống chính ở áp suất bình thường của bơm chữa cháy, và tránh các đột áp không lợi khi bơm chữa cháy chính khởi động.

Bơm jockey, rất nhỏ so với khả năng của bơm chữa cháy, dùng ít điện và có hiệu quả hơn để hoạt động hơn là chỉ có bơm chính đóng vào mỗi khi cần.

Áp suất và thể tích định mức của một bơm jockey bằng vào khoảng tải của một đầu phun, mặc dầu đó không phải là nhiệm vụ của jockey.

Công việc của bơm jockey là duy trì áp suất nước của hệ thống bình thường khỏi bị dao động do mất áp nhỏ (leaks).

PHẦN 6

THỬ BƠM CHỮA CHÁY

(Fire Pump Testing)

Việc thử các bơm chữa cháy rất quan trọng để biết được tình trạng hoạt động và hiệu suất của bơm. Phần này ta sẽ xem các loại thử, sự biến đổi hiệu suất cho phép, các phân tích của kết quả thử nghiệm đã thực hiện.

Các thử nghiệm được chia làm hai loại:

- Thử nghiệm chấp nhận (Acceptance Tests).
- Thử nghiệm bảo trì hay định kỳ (Routine / maintenance Tests).

Một khi đã được lắp đặt, bơm phải được thử đầu tiên để được giới thẩm quyền chấp nhận và sau đó ở các khoảng thời gian thay đổi để xác định độ tin cậy liên tục và hiệu suất của bơm. Tóm lược các yêu cầu thử như sau:

Thử chấp nhận – Để làm một cuộc thử cho bơm chữa cháy, cần phải có:

- Một ống pitot và áp kế (vạch đọc 1 psi).
- Một thước để đo đường kính trong của đầu vòi (nozzles).
- Một đồng hồ tốc độ (tachometer) để đo tốc độ bơm.
- Các đầu vòi trơn nhẵn (smooth nozzles), tùy theo cỡ bơm, nhưng ít nhất một nozzle cho mỗi ngõ ra của đầu thử bơm (pump test header). Chủ hay nhà cung cấp bơm phải bố trí các nozzles này.
- Trong vài trường hợp, cần các đoạn ống mềm $2\frac{1}{2}$ hose để hướng cho nước đi tới một nơi an toàn hơn là xả thẳng ra từ đầu thử (test header).
- Nếu dùng các hose, phải có giá kê đỡ vững chắc cho các đầu vòi.

Để thử một bơm như thế, thường cho bơm chạy tới một tốc độ và lượng đẩy ra, dùng tất cả các nozzles có sẵn với khả năng đẩy tổng gộp tới 150% của khả năng định mức. Trong cuộc thử này mọi van an toàn (relief valve) đều được vặn chặt để tránh bị xì. Lượng đẩy tổng cộng usgpm cần được ghi nhận theo áp suất đẩy, với sự điều chỉnh theo tốc độ bơm từ tốc độ định mức khi cuộc thử diễn tiến. Khi thử đầy tải xong, vặn van giảm xuống hay lấy đầu vòi ra, và lập lại cuộc thử. Phương pháp thử được lập lại ít nhất là 3 lần và nếu có thể từ 5 trở lên đến khi kết quả đủ theo tốc độ bơm để vẽ đường cong biểu diễn.

Cuộc thử cuối cùng trong loạt này là đóng tất cả các van xả “kể cả lượng xả ra từ van an toàn” và xác định áp suất đẩy “net” tại bơm. Đây gọi là áp suất khóa van (shut off pressure) và phải được điều chỉnh theo tốc độ định mức.

Đây là lúc thích hợp để chỉnh van an toàn trên các bơm tốc độ thay đổi. Để làm vậy, nới lỏng vít của van an toàn cho đến khi nào van vừa xì ra. Khóa vít van an toàn lại ở mức chỉnh này.

Phải chú ý các bơm có dầu kéo là động cơ đốt trong, phải chạy **khoảng ít nhất** nửa giờ cho nóng máy hoàn toàn trước khi tắt. **hay hơn**

Sự biến chuyển hiệu năng (Performance Variations)

Hiệu năng của một bơm chữa cháy chịu ảnh hưởng bởi tốc độ lúc quay. Tất cả khi nói về hiệu năng phải nói tới tốc độ định mức của bơm được ghi trên nhãn tên (listing plate). Cụ thể ghi:

- GPM thay đổi theo rpm.
 - PSI thay đổi theo $(rpm)^2$.
 - HP thay đổi theo $(rpm)^3$.
- Ví dụ
- $RPM \times 2 = GPM \times 2$.
 - $RPM \times 2 = PSI \times 4 (2^2)$.
 - $RPM \times 2 = HP \times 8 (2^3)$.

Ví dụ:

Một bơm chữa cháy đẩy được 1000 gpm ở 100 psi với vòng quay 1800 rpm. Ở 1750 rpm thì đẩy ra được bao nhiêu? Và áp suất đẩy bao nhiêu? Vì GPM thay đổi tỷ lệ với rpm nên

$$discharge = 1000 \times \frac{1750}{1800} = 927,2 gpm$$

Vì áp suất thay đổi theo bình phương của rpm^2 nên:

$$\begin{aligned} \text{Áp suất} &= 100 \times \left(\frac{1750}{1800} \right)^2 \\ &= 94,52 \text{ psi} \end{aligned}$$

Khi thử một bơm chữa cháy, đặc biệt cho lần thử để chấp nhận (acceptance test), nó phải làm việc bằng hay tốt hơn đường cong biểu diễn của nhà sản xuất. Đường cong này (curve) có sẵn từ nhà sản xuất cho đặc biệt bơm đó. "Serial number" trên bơm phải giống y như trên đường cong biểu diễn của bơm (còn gọi là đặc tuyến của bơm).

Nếu không đạt được hiệu năng, thì sẽ bị loại bỏ ra cho đến khi vấn đề được giải quyết.

Hiệu năng sẽ không được tốt hơn – nó chỉ trở nên xấu hơn khi bơm mòn, vậy phải lấy được ở lần thử ban đầu tại công trình.

Nhà thầu khôn sẽ không đợi cho đến lúc giới hữu trách đi tới để thử bơm, nhưng phải thử trước để biết chắc rằng tất cả đều theo thứ tự trước cuộc thử chấp nhận.

Thời gian để thử bơm khá dài, ít nhất là 4 đến 5 giờ cần lên kế hoạch trước để xếp đặt các hoses và nozzles, nhiên liệu phải đầy, tất cả phần thiết bị phải sẵn sàng, và tất cả mọi người phải biết công việc làm của mình. Cũng cần một thợ điện để đọc điện thế, v.v...

Tiêu chuẩn No.20 - Các yêu cầu. (1998 Ed)

- Xem phần 11-2.6 (trang 338). Các phương thức thử chấp nhận tại công trình. Phần này cho biết cách để thử và thực hiện một cách thích đáng.
- Phần 11- 2.7.1 (trang 355). Phần này yêu cầu 10 lần khởi động tự động và 10 lần bằng tay với bơm chạy trong 5 phút / Mỗi phần mất $1\frac{3}{4}$ giờ. Trong mọi trường hợp phải hoạt động trong ít nhất 60 phút cho cuộc thử.

Ghi lại các số liệu và vẽ thành giản đồ, giữ cho các cuộc thử hàng năm về sau.

Thử bảo trì hay định kỳ (Routine or Maintenance Tests)

Có 2 loại căn bản cho thử bảo trì áp dụng cho tất cả bơm chữa cháy. Đó là:

- Thử hàng năm.
- Thử hàng tuần.

Thử hàng năm (Annual Tests)

Bơm chữa cháy phải cho chạy đủ tốc độ hàng tuần.

Trong trường hợp bơm điện, mô tơ chỉ cần cho chạy bằng tay đạt tốc độ rồi tắt đi để biết chắc tình trạng hoạt động.

Nếu chạy và ngừng tự động, thì phần 7.5.4 (b) đòi hỏi phải chạy trong 10 phút (Automatic Shutdown after Automatic Start, trang 240).

Bơm diesel phải chạy đạt tốc độ bằng tự động rồi chạy tối thiểu trong 30 phút để làm nóng máy toàn thể. Nếu không làm như vậy, thì phần khí thoát ngưng đọng có thể làm mòn rỉ động cơ và làm cho mất hiệu năng sớm.

Khi bơm chạy, phải có nước đẩy ra hay ít nhất phải luân lưu để tránh quá nhiệt và hư hại về sau.

Cần nên biết rằng, động cơ diesel nếu chạy hàng tuần sẽ dùng hết nhiên liệu rất nhanh nên phải thường châm vào để có đủ cho máy chạy khoảng 8 tiếng.

Trong lúc thử, tất cả các sai hỏng cần phải được chỉnh sửa lập tức.

Sau cùng, tất cả các van cần được chỉnh lại, “reset” ở điều kiện tự động và tất cả phần điều khiển đều sẵn sàng để khởi động khi khẩn cấp.

Các thùng nhiên liệu phải được làm đầy sau mỗi lần thử kéo dài hay khi thùng chứa sụt xuống 10% sau khi thử.

Phân tích kết quả

Theo cuộc thử, kết quả được đem vẽ trên giấy kẻ ô vuông (không phải giấy cho biểu đồ thủy lực) và so sánh với đường cong thử nghiệm của nhà sản xuất với bơm mới.

Trong trường hợp bơm đẩy (booster pump), kết quả được vẽ trên đồ biểu hydraulic gradient bằng cách vẽ các kết quả lúc “shut off”, 100% khả năng, và 150% khả năng ở trên hydraulic gradient.

Xem hình 9-4 cho cách làm thế nào

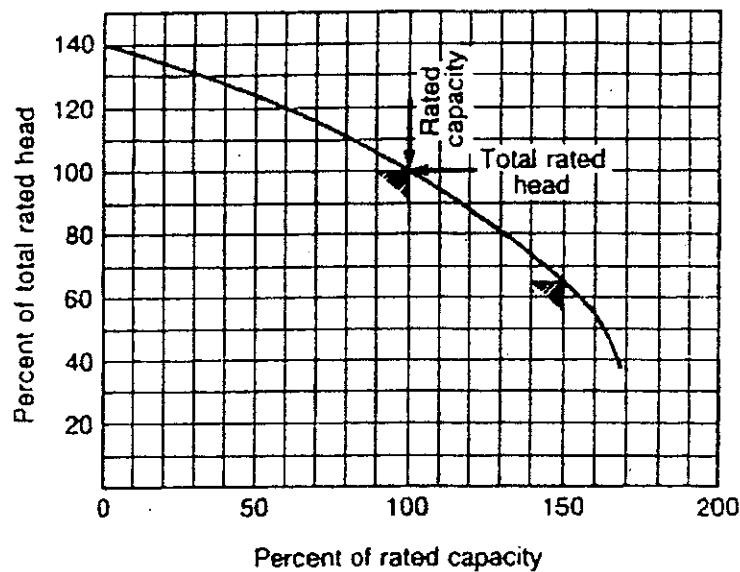
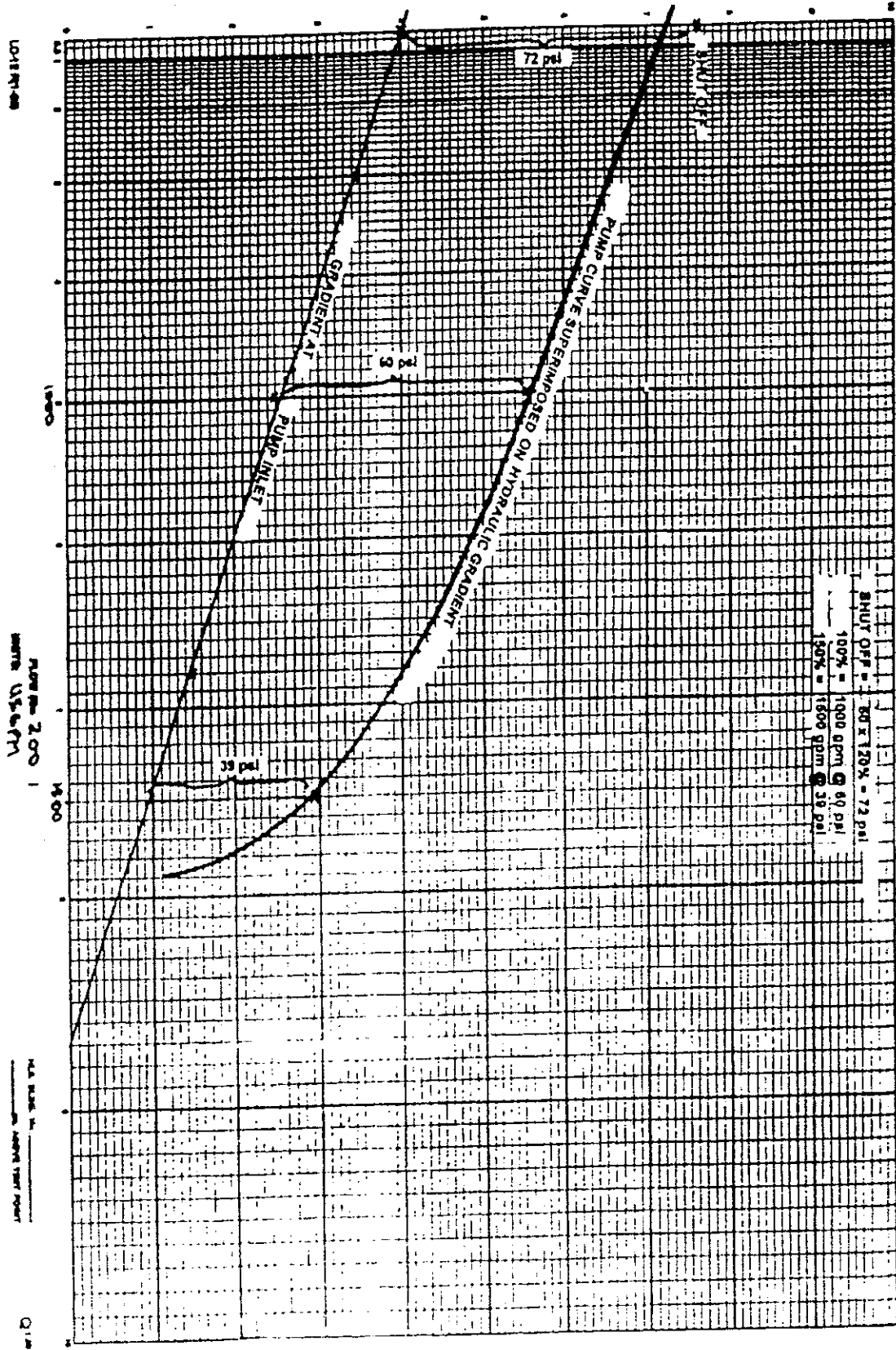


Figure 9.4
Hydraulic Gradient Sheet Example



QUESTION 2

Figure 9.5
Answer to Self Test 9.3

BƠM CHỮA CHÁY (Fire Pumps)

- NFPA20, tiêu chuẩn cho sự lắp đặt của bơm chữa cháy ly tâm (Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps) áp dụng cho thiết kế và lắp đặt của bơm PCCC.
- Bơm chữa cháy ly tâm (Centrifugal Fire Pumps) tạo ra áp lực bằng cách đẩy nước quay quanh trục, dùng lực ly tâm tạo áp lực để đẩy (boost) nguồn cấp nước.

Các thành phần bơm chữa cháy (Fire Pumps Components)

- Phía hút của bơm là phía được nối tới nguồn cấp nước. Phía đẩy của bơm là phía mà hệ thống đầu phun hay ống đứng được nối vào để nhận nước áp lực từ bơm.
- Đường ống và các thành phần trên phía hút phải thỏa mãn các tiêu chuẩn:
 - o Ống bên phía hút của bơm phải loại tráng kẽm hoặc được tráng loại đặc biệt để giảm thiểu ăn mòn hay các mảnh vụn của vật liệu ống bị kéo vào bơm.
 - o Các van kiểm soát trên phía hút phải là van OS&Y.
- Cũng bên phía hút, tất cả đường ống, đặc biệt là đoạn ống thu nhỏ (reducer) được gắn trực tiếp vào bơm, phải được thiết kế để loại trừ bọng gió (air pockets) vì nó gây ra hiện tượng cavitation (hay destructive vibrations) do bơm chỉ quay và hút gió vào bơm thay vì nước.
- Phía bên đẩy của bơm được định mức cho áp suất tạo bởi bơm. Vì hầu hết các đầu phun và van định mức ở 175psi, nên cần một van an toàn của bơm (a pump relief valve) để tránh sự quá áp và phá hại tới các thành phần đầu phun khi áp suất phía đẩy của bơm vượt quá 175psi.
- Van điều chỉnh áp suất (PRV) cũng được phép đặt ở hạ dòng của bơm chữa cháy để bảo vệ các thành phần đầu phun ở hạ dòng của PRV.
- Các thành phần như vậy có thể cần để bảo vệ các đầu phun và van trong các building cao tầng mà áp suất cần có tại đáy của riser (B.O.R) để cung cấp cho các đầu phun tại đỉnh của riser, thì áp suất đó có thể vượt quá định mức của các thành phần ở các tầng thấp hơn.
- Phải có một đầu thử bơm (Fire pump test header) với van thử (test valves) ở đầu ra của bơm để tính ra lưu lượng và áp suất định mức của bơm và so sánh các áp suất thử với áp suất đã được listed của bơm. Số và cỡ của van thử thì bằng với gpm của bơm (hình 4-10)

- Bơm chữa cháy được thiết kế để khởi động khi áp suất trong hệ thống đầu phun thấp và không dự định để chạy liên tục.
- Khi đầu phun mở ra, nước đẩy ra từ đầu phun, và áp suất trong đường ống giảm. Bơm được báo hiệu có áp suất giảm nên khởi sự.
- Khi bơm không chạy, áp suất tĩnh từ nguồn cung cấp nước gây áp lực lên hệ thống. Một jockey pump rất nhỏ làm tăng áp suất tĩnh bên trong hệ thống ống khi bơm chữa cháy không chạy.
- Cần phải có một jockey pump nếu áp suất tĩnh ở nước cấp không đủ cung ứng áp suất tại đầu phun xa nhất, và giảm thiểu sự vận hành của bơm chữa cháy bằng cách giữ áp suất ở phía đầu của bơm cố định.
- Cần có bơm chữa cháy khi nước cấp thành phố không đủ để cung cấp tải thấp nhất (worst demand) của đầu phun xa nhất hay hệ thống ống đứng, hay khi nước cung cấp không có đủ áp suất, như nước cấp từ hồ hay hồ chứa (pond or reservoir).

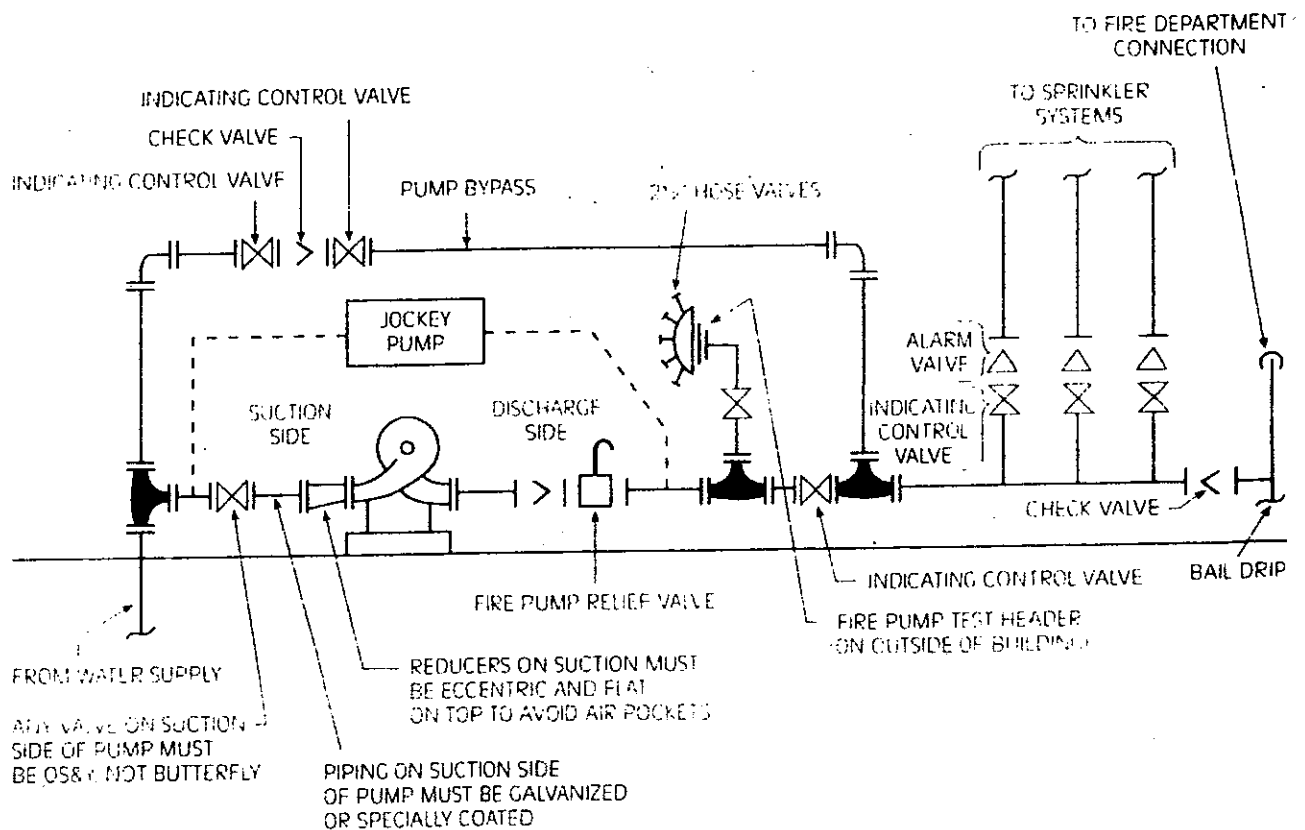


Figure 9-10 Schematic of a fire pump layout.

Tính toán các sai biệt áp suất (Calculating Pressure Differentials)

- Một tải yêu cầu của đầu phun đem so sánh với nước cấp thành phố bằng cách vẽ hai đường cong (biểu diễn), như hình 9-11
- Theo hình ta thấy tải của hệ thống (system demand) vượt quá nguồn cấp có sẵn khoảng 7psi. Để xác định độ sai biệt áp suất chính xác, ta hãy tính áp suất có sẵn tại lưu lượng gpm của hệ thống đầu phun, dùng công thức:

$$P_a = P_s - (P_s - P_r) \times \left(\frac{Q_a}{Q_t} \right)^{1.85}$$

P_a = áp suất có sẵn từ nước cấp ở gpm của ht phun, psi.

P_s = áp suất tĩnh, psi.

P_r = áp suất dư, residual pressure, psi.

Q_a = tải đầu phun đã tính, gpm.

Q_t = lưu lượng thử ở áp suất dư, gpm.

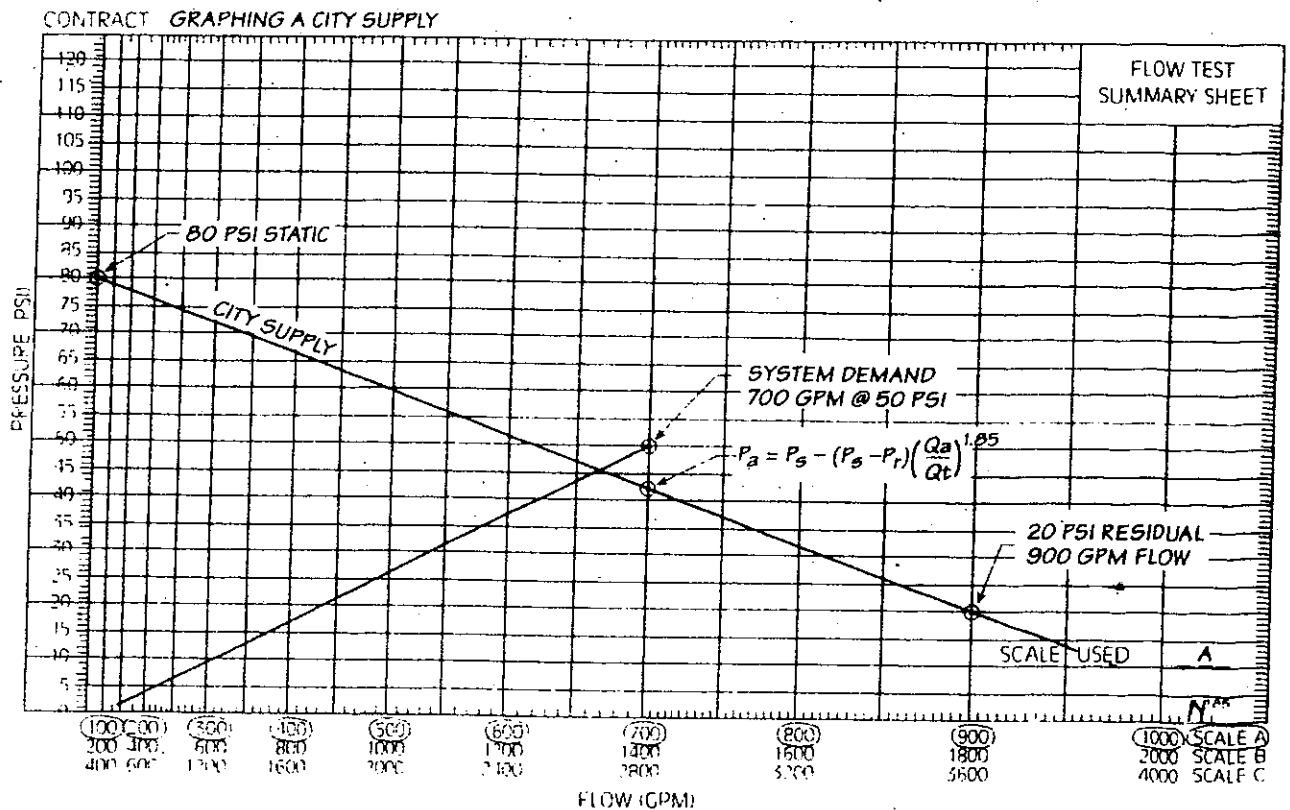


Figure 9-11 Graphing a city supply

Ví dụ 4-2:

Tính sai lệch áp suất giữa tải đầu phun và nguồn cấp có sẵn cho hình 9-11

Giải:

Dùng công thức: $P_a = P_s - (P_s - P_r) \times \left(\frac{Q_a}{Q_t}\right)^{1,85}$ ta có thể tính áp suất có sẵn từ nguồn

$$\text{nước cấp: } P_a = 80 - (80 - 20) \times \left(\frac{700}{900}\right)^{1,85}$$

$$= 80 - (60 \times 0,628)$$

$$= 80 - 37,7 = 42,3 \text{ psi}$$

Sai biệt áp suất, hay là hệ số an toàn, là sai biệt giữa P_a , áp suất có sẵn, và P_t , yêu cầu áp suất hệ thống đầu phun.

$$\text{Hệ số an toàn} = P_a - P_t$$

$$= 42,3 - 50 = -7,7 \text{ psi}$$

Hệ số an toàn cần có là số dương, nghĩa là nước cấp lớn hơn yêu cầu của hệ thống.

Ở trường hợp này là số âm, cho ta thấy yêu cầu của hệ thống lớn hơn nguồn cấp có sẵn.

Khi nào cần thêm bơm chữa cháy (When to add a fire pump):

- Trong ví dụ 9-2, áp suất yêu cầu vượt quá áp suất cung cấp, ta có 2 cách giải cho sai biệt áp suất này:
 1. Tăng cỡ ống và tính lại đến khi áp suất yêu cầu của hệ thống thấp hơn áp suất cung cấp có sẵn.
 2. Cần thêm một bơm chữa cháy.
- Ta nhận thấy áp suất thiếu chỉ có 7,7 psi nên có thể giải quyết bằng cách tăng cỡ ống. Nếu phải đưa vào một bơm chữa cháy để giải quyết độ lệch áp suất nhỏ như vậy thì không thích hợp.
- Chỉ cần thêm bơm chữa cháy khi nào hệ thống không thể đạt theo yêu cầu của cơ quan hữu trách nếu đã tăng cỡ ống hoặc nếu giá cả của ống lớn hơn đó mà bằng hay cao hơn giá của bơm chữa cháy, thì nên cần bơm chữa cháy.
- Bơm chữa cháy chỉ dùng tới khi nào không còn giải pháp nào khác.

Đặc tuyến bơm chữa cháy (Graphing A Fire Pump Supply):

- Đường cong biểu diễn bơm chữa cháy dựa trên điểm định mức, x gpm, và y psi, như hình 9-12.
- Ba điểm của đường biểu diễn là:
 - o x (gpm) ở y (psi): khả năng định mức của bơm.
 - o $(1,4) \times (y)$ psi: điểm shut off (áp suất ở không tải).
 - o $(0,65) \times (y)$ psi, tại $(1,5) \times (x)$ gpm: quá tải, hay 150% khả năng tối đa.

Ví dụ 9-3:

Một bơm làm việc định mức ở 500gpm, 60psi. Hãy xác định đường cong (đặc tuyến) của bơm.

Giải:

500gpm ở 60psi là khả năng định mức của bơm. Xem đường biểu diễn ở hình 9-12. Tại giao điểm của đường biểu diễn với trục y đứng là: $(1,4) \times (60\text{psi}) = 84\text{psi}$ shut off (áp suất ở không tải).

Điểm ở bên phía phải của điểm định mức là: $(0,65) \times (60\text{psi}) = 39\text{psi}$, quá tải hay điểm 150% (khả năng bơm tối đa) và $(1,5) \times 500 = 750\text{gpm}$.

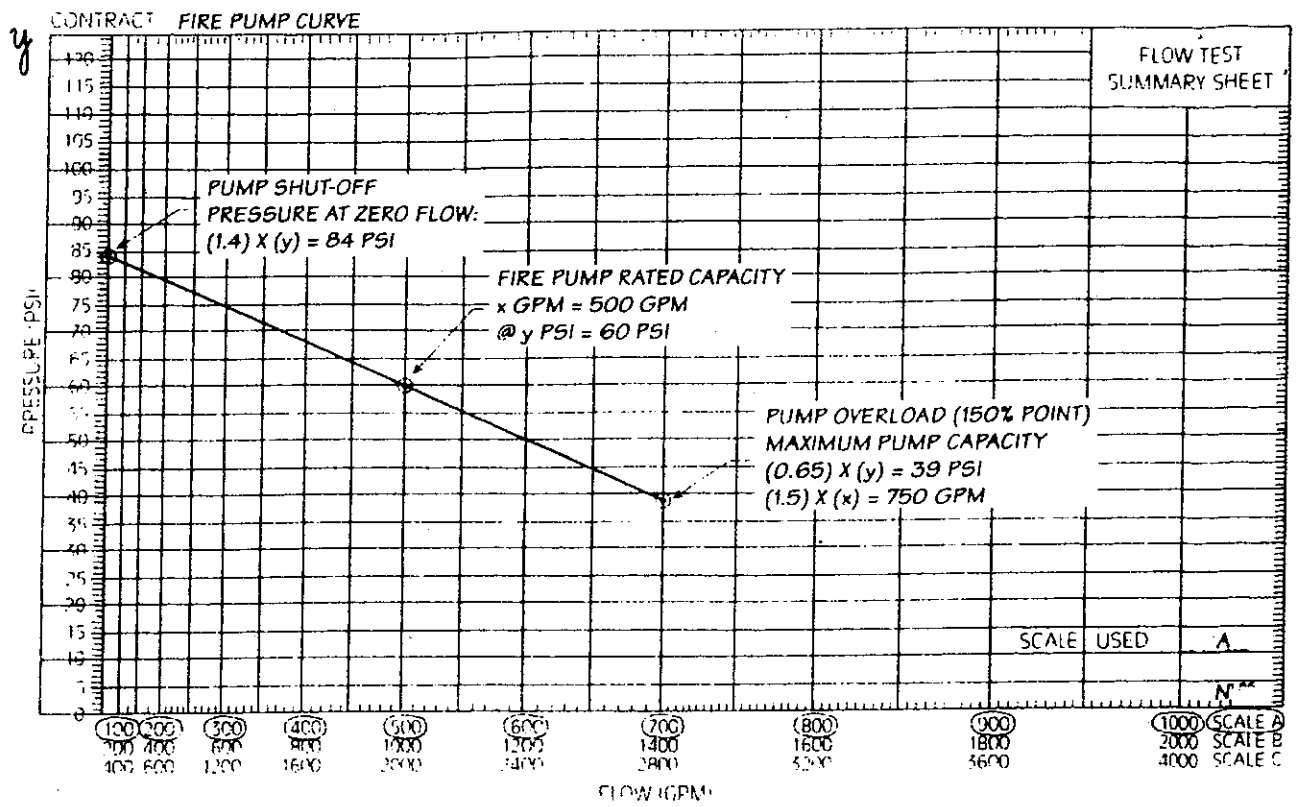


Figure 9.12 Graph of a fire pump curve.

Chú ý: đường biểu diễn của bơm không kéo dài thêm ngoài điểm 750gpm ở 39psi. Đây là điểm quá tải của bơm, hay khả năng tối đa của bơm. Không thể nào thiết kế tải yêu cầu của hệ thống đầu phun vượt quá điểm quá tải. Nếu tải yêu cầu hệ thống cao hơn điểm quá tải, ta phải cần tới một bơm khả năng lớn hơn.

Kết hợp bơm và nguồn nước thành phố (Combining a Pump and City Supply)

Bây giờ ta biết cách vẽ đường cong (curve) của một bơm chữa cháy, vậy làm sao định được đường cong tổng hợp của bơm chữa cháy và nước cung cấp thành phố? Ta chỉ việc cộng chúng vào với nhau mà thôi.

Ví dụ 9-4:

Một bơm chữa cháy định ở 500gpm tại 60 psi. Nước cấp thành phố được thử cho biết là 30psi tĩnh, 15psi áp suất dư ở lưu lượng 900gpm. Tải yêu cầu của hệ thống là 550gpm ở 78psi. Hãy định đường cong tổng hợp của bơm và nước cấp thành phố, và hãy định sự sai biệt áp suất giữa tải tổng hợp cung cấp và hệ thống phun.

Giải:

Để ý là tải yêu cầu của đầu phun vượt xa nước cấp thành phố. Trong vấn đề này, giả sử ta đã phân tích giá cả cho thấy dùng bơm chữa cháy có hiệu quả kinh tế hơn. Để cộng thêm đường cong của bơm và nước cấp thành phố, ta phải biết áp suất có sẵn từ nguồn thành phố tại 3 điểm định mức của bơm.

- Ở 500gpm, nguồn cấp thành phố cho:

$$\begin{aligned} P_a &= P_s - (P_s - P_r) \times \left(\frac{Q_a}{Q_r} \right)^{1,85} \\ &= 30 - (30 - 15) \times \left(\frac{500}{900} \right)^{1,85} \\ &= 30 - 15 \times 0,33709 = 24,9 \text{ psi} \end{aligned}$$

- Tại 750gpm, nguồn cấp thành phố cho:

$$\begin{aligned} P_a &= P_s - (P_s - P_r) \times \left(\frac{Q_a}{Q_r} \right)^{1,85} \\ &= 30 - (30 - 15) \times \left(\frac{750}{900} \right)^{1,85} \\ &= 30 - 15 \times 0,713698 = 19,3 \text{ psi} \end{aligned}$$

Áp suất của bơm là:

Tại 0gpm, tổng hợp bơm P = 84psi + 30 = 114psi.

Tại 500gpm, tổng hợp bơm P = 60psi + 24,9 = 84,9psi.

Tại 750gpm, tổng hợp bơm P = 39psi + 19,3 = 58,3psi.

Nguồn cấp tổng hợp bây giờ được vẽ lên như hình 9-13. Tải yêu cầu của đầu phun bây giờ ít hơn nguồn cấp tổng hợp của bơm chữa cháy và nguồn nước thành phố.

Kiểm cơ bơm chữa cháy (Checking a Fire Pump)

Để ý:

- Tải của đầu phun nằm vào phía bên phải của bơm định mức ở 500gpm. Đây là điều tốt nhất cho bơm chữa cháy.
- Nếu tải đầu phun mà rơi vào bên trái của khả năng định mức của bơm, ta có thể dùng một bơm có khả năng thấp hơn.
- Cũng nên nhớ rằng, tải của hệ thống có thể không vượt quá số "quá tải" (overload), hay 150% gpm của bơm chữa cháy.
- Trường hợp của bơm trong hình 9-13, tải yêu cầu phải nằm giữa 500 và 750gpm là hiệu quả nhất cho bơm chữa cháy.

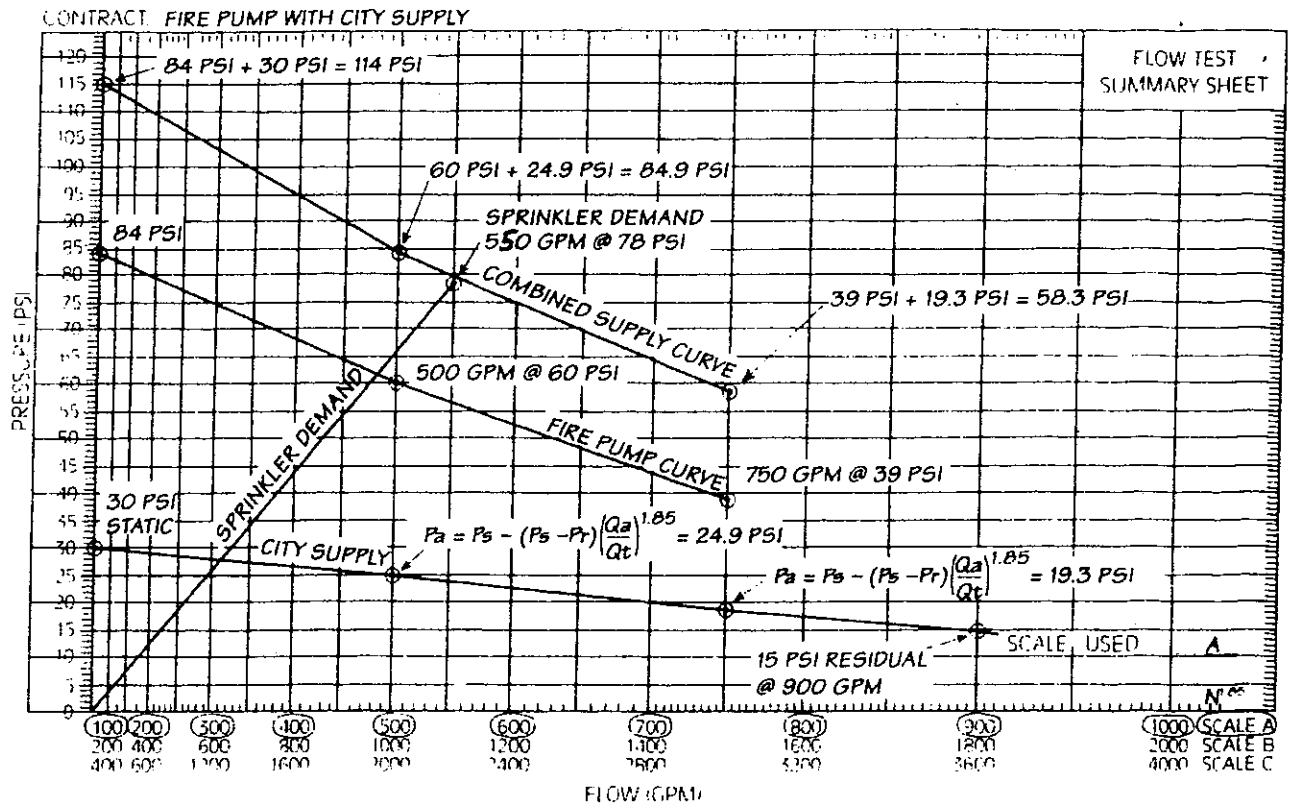


Figure 9-13 Graph of a combined fire pump and city supply.

THÙNG CHỨA TRỌNG LỰC (Gravity Tanks)

NFPA 22 - Tiêu chuẩn cho thùng chứa nước PCCC.

- Thùng chứa trọng lực là phương pháp giá trị và phổ biến để tăng áp suất nước thành phố, và theo NFPA 22.
- Thùng chứa trọng lực khá tốn kém so với bơm chữa cháy và thùng chứa trên mặt đất khi chỉ có một building; nhưng lại có hiệu quả về giá cả đối với một nhà máy lớn, một cộng đồng lớn, hay một khu công nghiệp.

Tính cỡ thùng chứa trọng lực (Gravity Tank Calculation)

- Các nguyên tắc căn bản áp dụng cho tính toán các thùng trọng lực kết hợp với các nguồn cung cấp khác là:
 1. Dùng thùng chứa trọng lực không có lợi nếu nguồn cung cấp khác có áp suất cao hơn thùng trọng lực. Nguồn cấp có áp suất cao đó sẽ đóng van 1 chiều của thùng trọng lực cho đến khi nào áp suất của nguồn đó hạ thấp hơn áp suất tĩnh của thùng trọng lực. Ngược lại, thùng trọng lực sẽ đóng các nguồn áp suất thấp hơn cho đến khi nào nó vẫn còn cao hơn áp suất tĩnh của các nguồn cấp khác.
 2. Áp suất được tạo bởi nước trong thùng trọng lực được tính từ đáy của thùng chứa, chứ không phải từ mực chứa nước trung bình.

3. Sự đóng góp của thùng trọng lực được định theo biểu đồ và cộng với nguồn cấp nước khác, dùng phương pháp tóm lược sau đây.

Đồ biểu của nguồn cấp thùng trọng lực (Graphing a Gravity Tank Supply)

Phương pháp để phân tích bằng đồ biểu của thùng trọng lực kết hợp với nguồn cấp thành phố như hình 9-14 và ví dụ 9-5.

Ví dụ 9-5

Một thùng trọng lực kết hợp với nước cấp thành phố để cung ứng tới hệ thống phun. Đáy của thùng chứa cao 150ft, và tính toán cho biết với lưu lượng 500gpm cho áp suất ma sát là 25psi. Nước cấp thành phố là 45psi static, 30psi residual, ở 750gpm. Hệ thống đầu phun cần 1200gpm ở 30psi. Hãy xác định thùng chứa tổng hợp bằng đồ biểu.

Giải:

Áp suất tĩnh tạo bởi thùng trọng lực là:

$$P_{\text{tank}} = 150' \times 0,433 \text{ psi/ft} = 65 \text{ psi}$$

1. Áp suất tĩnh thùng trọng lực là 65psi. Thùng chịu độ mất ma sát 25psi ở 500gpm, vậy áp suất dư (residual pressure) là: $65\text{psi} - 25\text{psi} = 40\text{psi}$ ở 500gpm. Ta vẽ nguồn cấp của thùng trọng lực như hình 9-14
2. Bây giờ vẽ nguồn cấp thành phố. Hai đường cong gặp nhau ở khoảng 550gpm, 36psi.
3. Bây giờ vẽ tải yêu cầu của hệ thống. Tải hệ thống phun khá lớn so với các nguồn cấp riêng lẻ.
4. Kéo dài đường chấm chấm từ giao điểm của hai nguồn cấp (550gpm @36psi), tới một điểm bằng 2 lần trị số này, hay 1100gpm @36psi.
5. Đường cong tổng hợp thùng/thành phố được vẽ qua điểm này như hình 9-14

Ta để ý thấy nguồn cấp tổng hợp thùng/thành phố bây giờ vượt quá tải yêu cầu của hệ thống đầu phun.

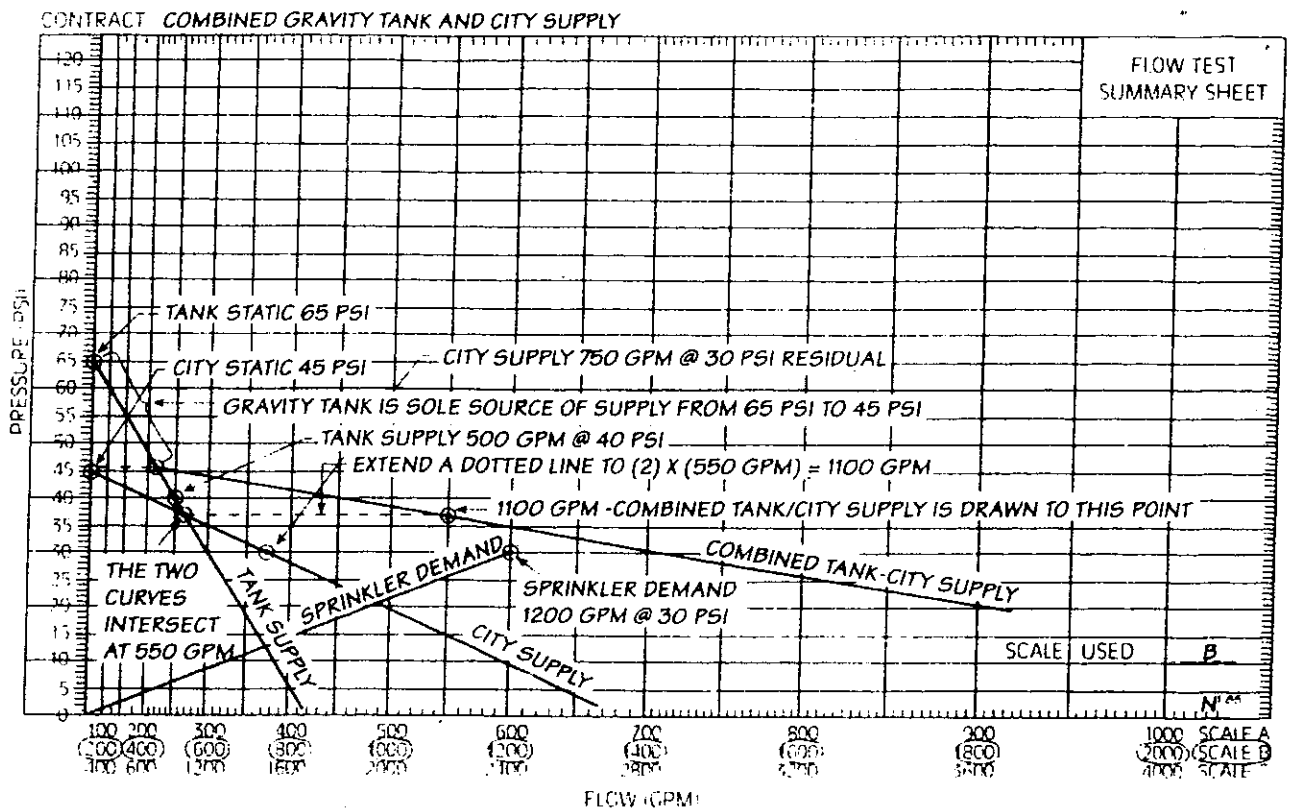


Figure 9.14 Graph of a gravity tank with city supply

TÓM LƯỢC:

- Mặc dù pipe schedules có trong NFPA13, nhưng sử dụng trong xây dựng mới bị giới hạn rất nhiều.
- Các hệ thống đầu phun nhà ở rơi vào 3 loại và được thiết kế theo các tiêu chuẩn NFPA.
- Các hệ thống đầu phun cho 1 hoặc 2 nhà và nhà tiền chế, theo NFPA 13D.
- Các hệ thống cho nhiều nhà có chiều cao từ 4 tầng trở xuống, theo NFPA 13R.
- Các hệ thống nhà ở cao trên 4 tầng, theo NFPA 13.
- Các hệ thống cho nhà kho có cột cao trên 12ft hay các kho có nguy cơ cháy cao (high hazard) cao trên 5ft cũng theo NFPA 13.
- Các cao ốc (hi-rise-building) đòi hỏi các ống đứng (standpipes) trong mỗi stairwell, được tính theo NFPA 14.
- Bơm chữa cháy và thùng trọng lực là các phương pháp để nâng đẩy áp suất của nước cung cấp, theo NFPA 20.

TÂM HOẠT ĐỘNG CỦA BƠM CHỮA CHÁY

(Operating Range of Fire Pumps)

Bơm ly tâm ; được áp suất thuần tối đa khi không có nước chảy qua để vào hệ thống. Điều kiện này được gọi là điều kiện “quậy” trong điều kiện không tải (churn or no-load condition)

- Churn = cánh quạt bơm quay mà không có nước đẩy vào hệ thống (*shut-off*).
- No-load = bơm không làm việc quá mệt vì không có nước chảy .

Khi nước chảy qua bơm vào hệ thống bảo vệ, bơm sẽ làm việc mệt hơn. Khi lượng chảy càng lớn, thì bơm càng làm việc nặng hơn. Khi bơm làm việc nặng hơn, cần nhiều động năng hơn để quay bơm và áp suất thuần ít hơn.

Các nhà sản xuất bơm cho ta một lưu lượng và áp suất định mức ở một tốc độ nào đó. Khi bơm quay ở một tốc độ định mức, và lưu lượng định mức chảy qua bơm, nó tạo ra một áp suất định mức. Ở lưu lượng thấp hơn thì bơm tạo được một áp suất thuần cao hơn. Ở lưu lượng cao hơn, bơm sẽ tạo áp suất thuần thấp hơn.

Chương 3 và 4 của NFPA 20 cho nhà sản xuất bơm các thông số cho bơm ly tâm tại điều kiện quậy (churn) hay không tải (no - load), không phải tạo ra áp suất thuần lớn hơn 140 phần trăm của áp suất thuần định mức.

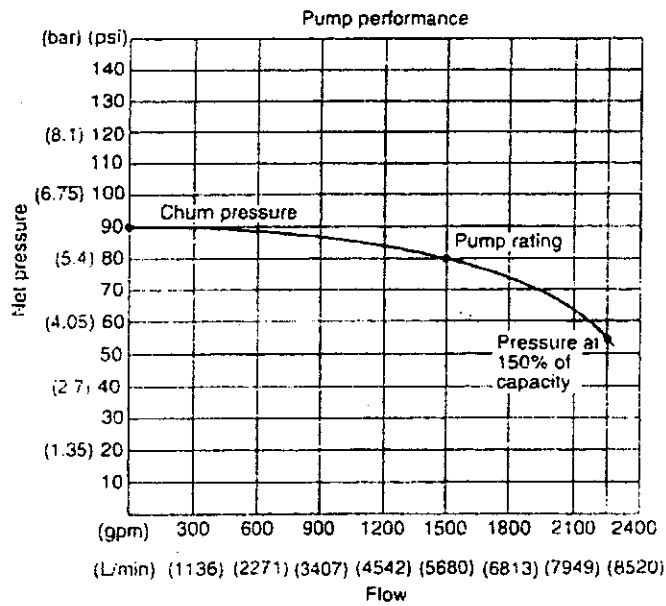
Đây là áp suất thuần tối đa mà bơm có thể tạo được. Nhà sản xuất được phép thiết kế bơm để tạo bất cứ áp suất thuần nào ở điều kiện quậy cao hơn áp suất thuần định mức miễn sao không quá 140 phần trăm tối đa.

Chương 3 và 4 của NFPA 20 cũng định nghĩa một điểm tối thiểu ở 150 phần trăm của lưu lượng định mức. Điều kiện này được gọi là lưu lượng tối đa hay điều kiện tải tối đa bởi vì nó biểu thị lượng chảy lớn nhất qua bơm. Tại điều kiện tải tối đa này (150 phần trăm lưu lượng định mức), bơm phải tạo được ít nhất 65 phần trăm của áp suất định mức. Các nhà sản xuất bơm được phép thiết kế bơm để tạo được bất cứ áp suất thuần nào ở tải tối đa lớn hơn 65 phần trăm của áp suất định mức.

Mỗi bơm có hệ thức giữa lưu lượng và áp suất thuần, và nhà sản xuất vẽ nên đường cong biểu hiện quan hệ này.

Khi thiết kế một hệ thống bảo vệ chúng ta cần tham khảo đường biểu diễn áp suất , lưu lượng nào cho thiết kế thích hợp. Tất cả các bơm đều khác nhau, vậy phải kiểm tra kỹ đường biểu diễn thực sự của bơm nào trước khi lắp đặt. Các điểm cuối

cho theo NFPA 20 – 140 phần trăm của áp suất thuần định mức ở điều kiện không tải (turn, no - load) và 65 phần trăm của áp suất thuần định mức tải tối đa – không được dùng bởi các điểm này định nghĩa một tầm hoạt động chấp nhận được chứ không phải các điểm làm việc thật sự.



Hình 9-15

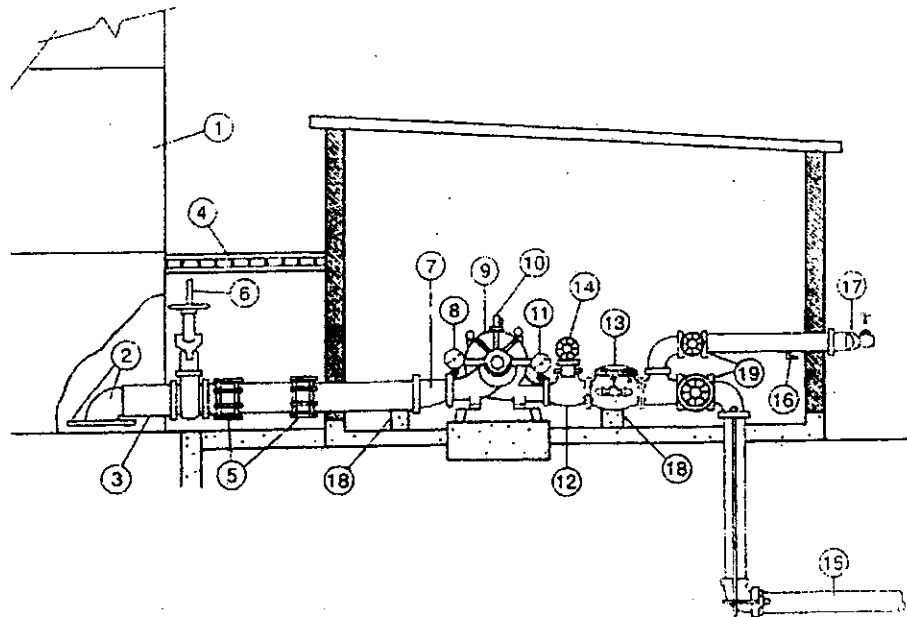
Hình 9 -15 cho biết đường biến diễn lưu lượng bơm được định mức ở 1500 gpm và 80 psi. Tại điều kiện không tải (churn) bơm tạo được áp suất thuần là 90 psi, chấp nhận được bởi vì nhỏ hơn trị số tối đa cho phép (140 phần trăm của 80 psi là 112 psi). Bơm cũng tạo được một áp suất thuần 55 psi ở tải tối đa (2250 gpm) đây cũng chấp nhận được, bởi vì trên trị số tối thiểu 52 psi (65 phần trăm của áp suất thuần định mức).

BƠM CHỮA CHÁY VÀ BƠM ĐẨY

(Fire Pumps Versus Booster Pumps)

Bơm chữa cháy lấy nước từ bất cứ nguồn nào như nước thành phố, các thùng nước trên cao, ao hồ, hầm nước chứa, và làm tăng áp suất của nước đó với mục đích

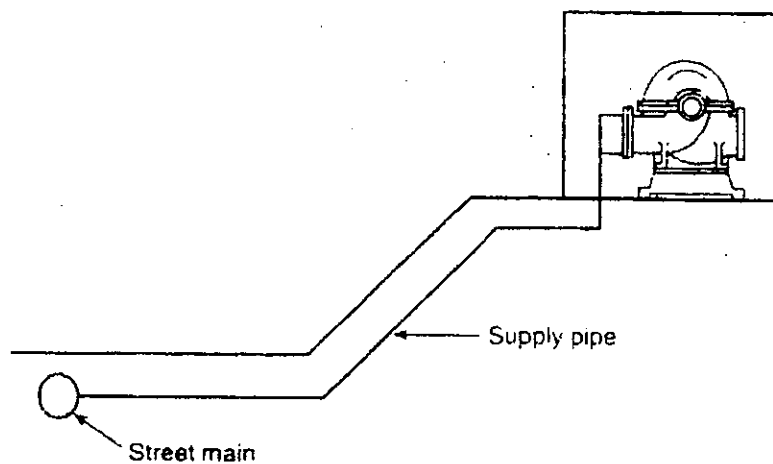
ớc cần thiết cho hệ thống chữa cháy như sprinklers, standpipe, water pray. Hệ thống bơm chữa cháy như hình 9-16.



Hình 9-16

Booster Pump)

Loại bơm chữa cháy đẩy áp suất có sẵn từ một nguồn cung cấp nước. Loại này chỉ được nối đến đường ống nước công cộng mà thôi. Bơm này lấy nước từ các thùng chứa, hồ ao, hay bể chứa bởi vì các nguồn này không tự



Hình 9-17

^{^2}
ĐÂY

MÃ LỰC/NƯỚC (Water Horsepower, pump output power)

Trái lại, brake horsepower = pump input power, to drive a pump.

Một HP là đơn vị công cần thiết để di chuyển 33000 lbs một đoạn 1ft trong một phút.

Công suất của bơm ly tâm được viết dưới dạng là :

$$hp = \frac{W \times H}{33000 \times T}$$

W = trọng lượng nước, lb

H = khoảng cách nước được di chuyển, ft

T = thời gian, minutes

Ta đã biết : $P = 0.433 \times H$

Hay $H = \frac{P}{0,433}$

Vì nước không nén được, nên quan hệ giữa trọng lượng và thể tích là một hằng số :

Vì 1 lb nước chứa 0,12 gal, nên :

$$V = 0,12W \quad \text{hay} \quad W = \frac{V}{0,12}$$

Với V = thể tích nước (gal)

W = trọng lượng nước (lb)

Thay vào phương trình HP ta được :

$$\begin{aligned} hp &= \frac{\left(\frac{V}{0,12}\right) \left(\frac{P}{0,433}\right)}{33000 \times T} = \frac{V \times P}{0,12 \times 0,433 \times 33000 \times T} \\ &= \frac{V \times P}{T \times 1714} \quad \text{mà } Q = \frac{V}{T} \end{aligned}$$

$$\text{Nên } hp = \frac{Q \times P}{1714}$$

Phương trình này riêng cho nước nên được gọi là phương trình mã lực/nước (water horsepower equation)

đây

HIỆU SUẤT (Efficiency)

Công thức hp trên đây cho ta số mã lực cho đầu kéo bơm chữa cháy, brake horsepower. Thực ra ta có hệ số công suất và viết phương trình như sau :

$$\text{WHP} = \frac{QP}{1714 \times E}$$

E = hiệu suất của máy kéo theo số thập phân.

Ví dụ : $70\% = 0,70$.

Thường thường, trị số mã lực tối đa xảy ra giữa 140 phần trăm và 170 phần trăm trị số lưu lượng định mức của bơm. Bởi vì lưu lượng và áp suất luôn luôn được biết tại điểm 150 phần trăm của lưu lượng định mức, nên đây là trị số tiện lợi để chọn cho tính toán yêu cầu mã lực.

Ví dụ sau đây cho thấy ảnh hưởng của hiệu suất lên hiệu quả của bơm.

Ví dụ 6 :

Xem một đầu máy kéo nối tới một bơm 1000 gpm định mức ở 115 psi và tạo ra áp suất 78 psi ở 1500 gpm với hiệu suất 65%. Hãy tính tải mã lực tối đa.

Giải :

Bơm định mức ở 1000 gpm và 115 psi và cần công sau đây cho định mức này

$$\text{WHP}_{\text{net}} = \frac{QP}{1714 \times E} = \frac{1000 \times 115}{1714 \times 0,65} = 103 \text{ hp}$$

Nhưng ta phải tải 1500 gpm ở 78 psi nên cần như sau :

$$\text{WHP}_{\text{net}} = \frac{QP}{1714 \times E} = \frac{1500 \times 78}{1714 \times 0,65} = 105 \text{ hp}$$

Vì vậy tải mã lực tối đa là 105 hp

Ví dụ 7 sau đây cho thấy ảnh hưởng của hệ số service (service factor).

Ví dụ 7 :

Xem một mô tơ điện 92 hp có hệ số service là 1,15. Hãy định xem bơm này có thể đáp ứng được cho tải của một bơm yêu cầu ở 105 hp hay không.

Giải :

Mô tơ cần 105,8 hp (92 x 1,15). Vâng, bơm này có thể cung cấp được :

TÍNH CỖ BƠM (Pump Sizing)

Bơm được định mức theo định lượng và áp suất. Lưu lượng bơm tiêu biểu tính bằng gpm là: 25, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 450, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 và 5000.

Tầm áp suất định mức từ 40 psi đến 200 psi. Theo SI, tầm lưu lượng từ 95 l/min đến 19000 l/min, tầm áp suất từ 2,7 bar đến 13,6 bar.

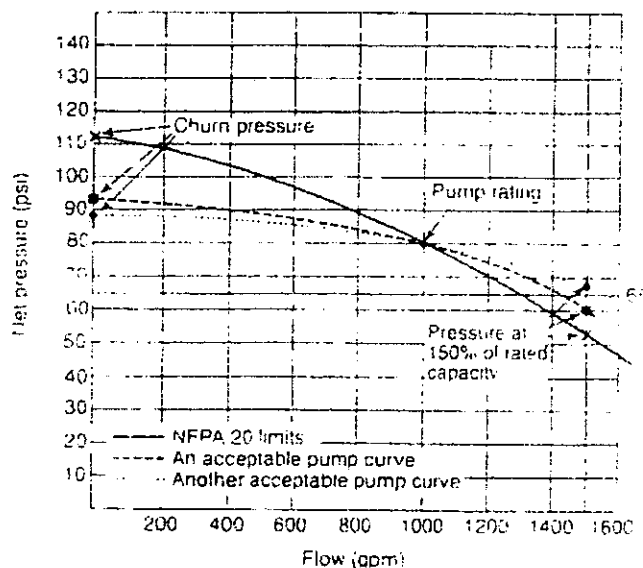
Chương 3 và 4 của NFPA 20, cho phép bơm đạt áp suất tới 140 phần trăm của áp suất định mức khi không có nước chảy (điều kiện quậy, churn condition). Tiêu chuẩn NFPA 20 cũng nói rằng bơm phải đạt 65% áp suất định mức khi tải ở 150% lưu lượng định mức.

Từ các điểm này cho ta giới hạn của đặc tuyến bơm chữa cháy. Điểm “churn” (140% áp suất định mức) là mức tối đa mà bơm không thể vượt quá, và điểm kia (65% áp suất định mức) là mức tối thiểu mà bơm không thể xuống dưới thấp hơn khi tải ở 150% tải định mức.

Ví dụ, một bơm được định mức ở 100 psi và 1000gpm sẽ có áp suất tối đa là 140 psi. Áp suất tối đa xảy ra tại điều kiện bơm chạy mà không có sự chảy (churn, no flow) và trị số này không thể vượt quá 140% của áp suất định mức.

Tương tự, áp suất tối thiểu mà bơm có thể tạo được là 65psi. Đây là mức tối thiểu khi lưu lượng 1500 gpm chảy qua bơm và trị số này không thể xuống dưới 65% của áp suất định mức ở 150% lưu lượng định mức.

Hình 9-18 cho thấy đường cong của lượng chảy cho một bơm 1000 gpm.



Hình 9-18

Ví dụ :

Xem một bơm chữa cháy trực ngang .

Bơm định mức ở 750 gpm @ 100 psi, dùng cho hệ thống phun ở trần (ceiling) trong một nhà kho cách xa 40 ft (từ bơm lên tới hệ thống phun). Áp suất tĩnh tối đa trên hệ thống là 60 psi. Áp suất quây (churn) của bơm là 130 psi. Tất cả các thành phần của ống đẩy, ống cấp, và ống đứng (riser) chịu được áp suất định mức ở 250 psi. Các đầu phun hoạt động ở 175 psi. Áp suất hệ thống này chấp nhận được không hay phải cần một van giảm áp để hạ áp suất trong hệ thống.

Giải :

Bơm chữa cháy này sẽ tạo được áp suất tối đa là 190 psi khi “quây” (130+60) vậy chấp nhận được cho các thành phần của hệ thống. Áp suất tại các đầu phun khi bơm “quây” sẽ là 173 psi [190 – 40x0,433]. Áp suất này chấp nhận được cho các đầu phun. Nếu áp suất hệ thống vượt quá giới hạn của các đầu phun thì phải cần tới van giảm áp.

Thói quen để định cỡ của bơm là tính tải cho hệ thống PCCC. Bơm được chọn dựa trên tải yêu cầu của hệ thống, nằm trong khoảng 90% và 140% khả năng định mức của bơm.

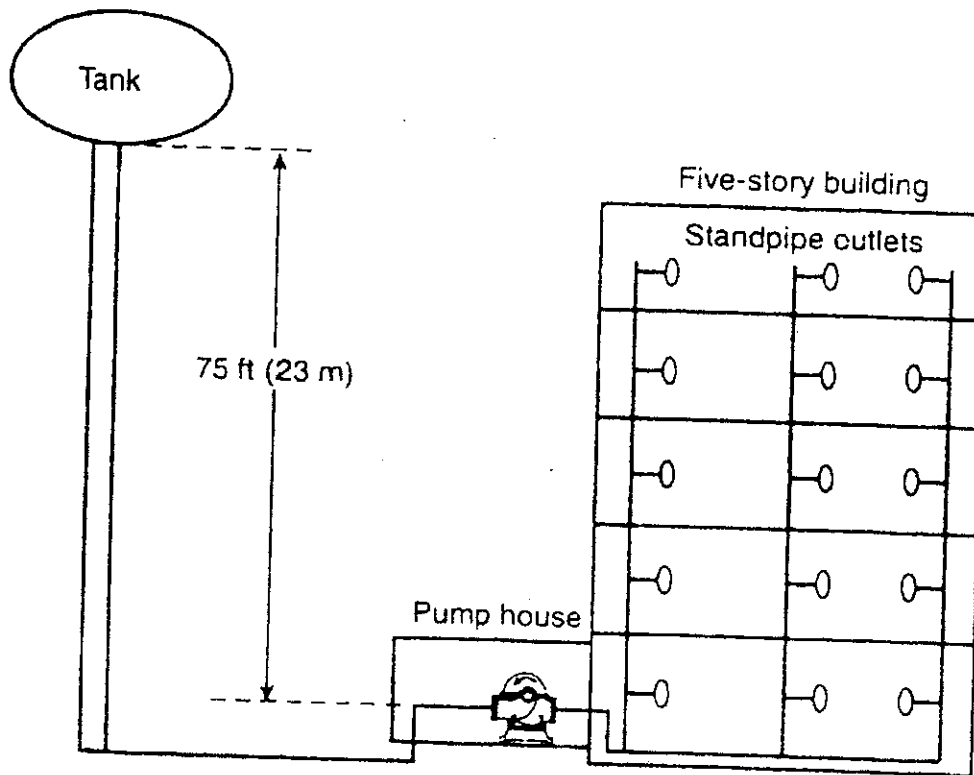
Để chọn một bơm chữa cháy riêng biệt nào đó, tải yêu cầu của hệ thống đó phải được tính lùi tới ngõ ra của bơm (tại mặt nối, flange). Còn áp suất hút cũng cần được tính bằng cách trừ độ mất ma sát (trong đường ống hút từ nguồn nước cung cấp tới mặt nối ngõ hút vào của bơm) với áp suất dư (residual) tại nguồn cấp nước ở tải yêu cầu của hệ thống. Phải cộng áp suất vào áp suất hút để định áp suất đẩy của bơm.

Nếu áp suất đẩy lớn hơn hay bằng tải của hệ thống, thì ta có thể dùng bơm đó. Nếu áp suất đẩy nhỏ hơn tải yêu cầu của hệ thống, thì ta phải chọn cỡ bơm lớn hơn và lặp lại phương cách như trên. Ví dụ sau đây cho ta một cách chọn bơm .

Ví dụ :

Một bơm chữa cháy hút nước từ một hồ cao. Đáy của hồ nước cao hơn ngõ vào của bơm 75 ft (23m) và bơm cung cấp cho một hệ thống đứng (fire standpipe

system) với tải là 1010 gpm ở áp suất 125 psi tại ngõ đẩy của bơm. Hãy định cỡ của bơm theo gpm.



Hình 9-19

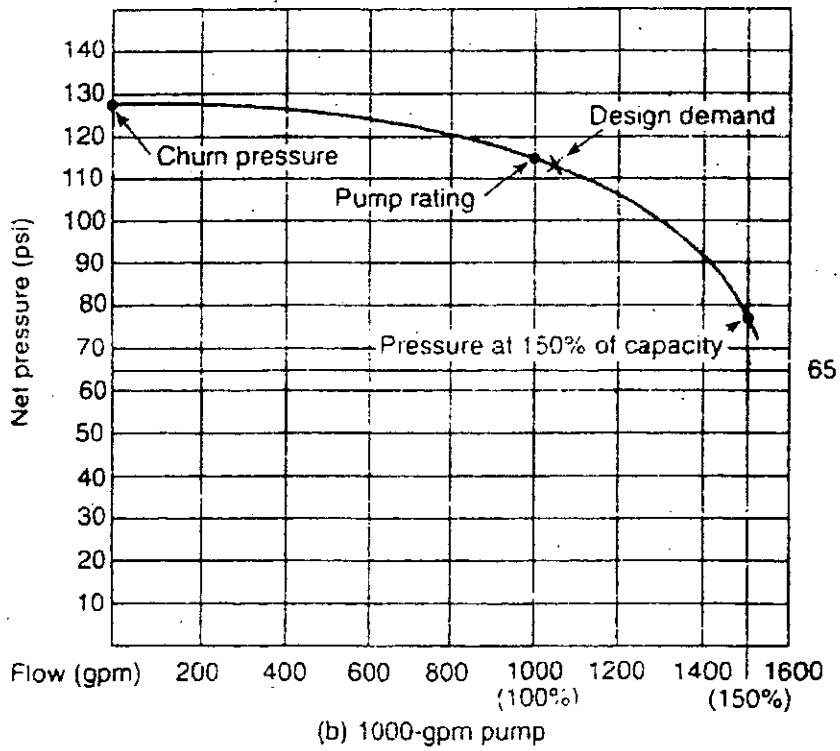
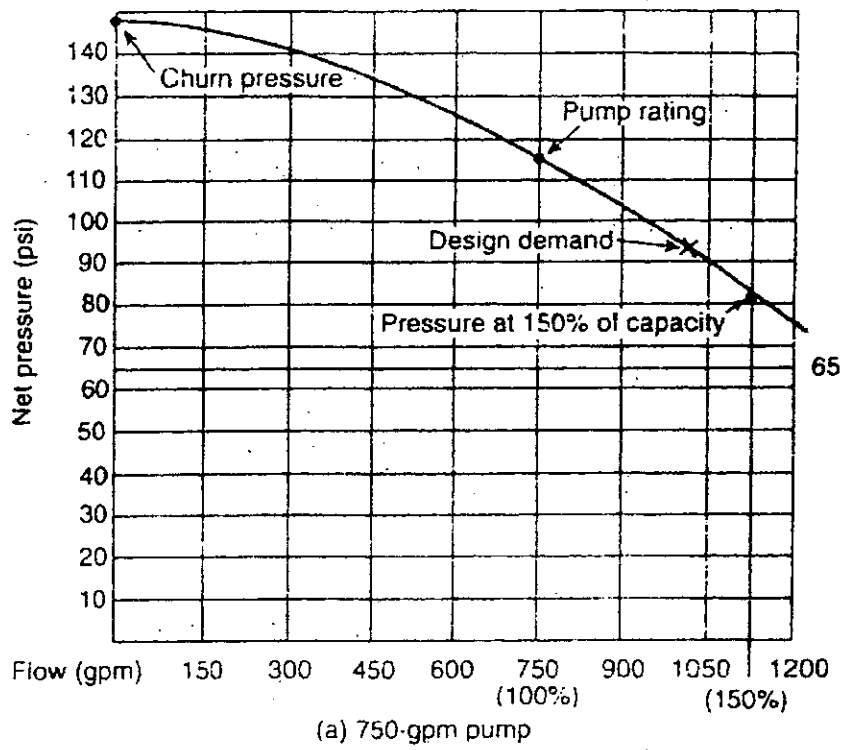
Bắt đầu với đặc tính chảy của bơm. Tốt nhất là khi một bơm 500 gpm chỉ có thể cung cấp 750 gpm (150 phần trăm khả năng định mức), vậy không đủ. Một bơm 750 gpm, có thể ít nhất cung cấp được 1125 gpm, và một bơm 1000 gpm có thể cung cấp tải trên đây không có vấn đề gì.

Để chọn bơm giữa 750 gpm và 1000 gpm, ta cần phải xem xét tới áp suất. Ta cũng cần xem xét các đường cong áp suất thật của mỗi bơm. Hình 9-20 (a) và (b) cho ta các đường cong của hai bơm. Cả hai bơm đều định mức ở 115 psi.

Bơm 750 gpm sẽ cho 1010 gpm ở áp suất 92 psi. Hồ nước trên cao cho nước tới bơm sẽ cung cấp nước tại ngõ vào của bơm là 31 psi (32 psi từ độ cao $75' \times 0,433$ trừ 1 psi do mất áp ma sát). Vì vậy áp suất đẩy tổng cộng là 123 psi (92+31) ở 1010 gpm, như thế không đủ để cung cấp cho hệ thống ống đứng (stand pipe system).

Còn bơm 1000 gpm sẽ cho 1010 gpm ở áp suất khoảng 112 psi (xem hình 9-20 (b)). Hồ nước cao cung cấp nước tới ngõ vào bơm ở 31 psi. Vậy áp suất đẩy

tổng cộng là 143psi (112+13) ở 1010 gpm. Kết quả đạt cao hơn yêu cầu , vậy chấp nhận được cho hệ thống ống đứng (standpipe system).



Hình 9.20

BÀI TẬP 1

- 1 - Nước biển dùng được để cung cấp nước trong các lắp đặt bơm chữa cháy được không ?
- 2 - Làm sao ta có thể nói một bơm chữa cháy có được listed hay không ?
- 3 - Tầm áp suất chấp nhận được cho áp kế phía đẩy trên một bơm chữa cháy 500 gpm ở 100 psi ?
- 4 - Làm thế nào để bảo vệ bơm khỏi bị quá nhiệt nếu khởi động mà van phía đẩy đóng kín ?
- 5 - Loại van gì được lắp đặt trong đường ống hút của bơm ?
- 6 - Làm thế nào để tránh các đồ cặn, lá, cá, v.v.. đi vào và làm bít đường hút trong một hồ dự trữ mở trống ?
- 7 - Khi nào thì cần tới một van an toàn bên đẩy (discharge relief valve) trong lắp đặt bơm chữa cháy ?
- 8 - Phải chỉnh đặt ở áp suất nào cho van an toàn trên đây với một bơm định mức 1500 gpm ở 100 psi.
- 9 - Cho biết cỡ tối thiểu của đường hút, đẩy, đồng hồ và van an toàn (nếu cần) cho một bơm chữa cháy 1250gpm định mức ở 40 psi ?

GIẢI ĐÁP : (Theo tiêu chuẩn NFPA - 20)

- 1 - Không (xem phần phụ lục A – 2.14)
- 2- Bằng nhãn tên bản hiệu phòng thử nghiệm dán trên thân máy – đôi khi tên của nhà sản xuất , cho biết được thử do ULC, UL hay FM
- 3- 0 – 200 psi (xem phần 2-5-1)
- 4 - Bằng cách dự trù một van xả luân hồi (circulation relief valve, xem phần 2-6)
- 5 - Van O.S & Y có listed (xem phần 2-9.5)
- 6 - Bằng cách dự trù các phần lược đôi, tháo được trên phần hút (xem phần 2-9.8)
- 7- Khi đầu máy kéo có tốc độ thay đổi được (xem phần 2-13.1)
- 8 - Tối đa 175 psi. Nhưng trong mọi trường hợp phải được chỉnh để vừa xì ra ở áp suất “shut off”
- 9 - 8”, 8”, 6”, 6” (xem bảng 2-20)

