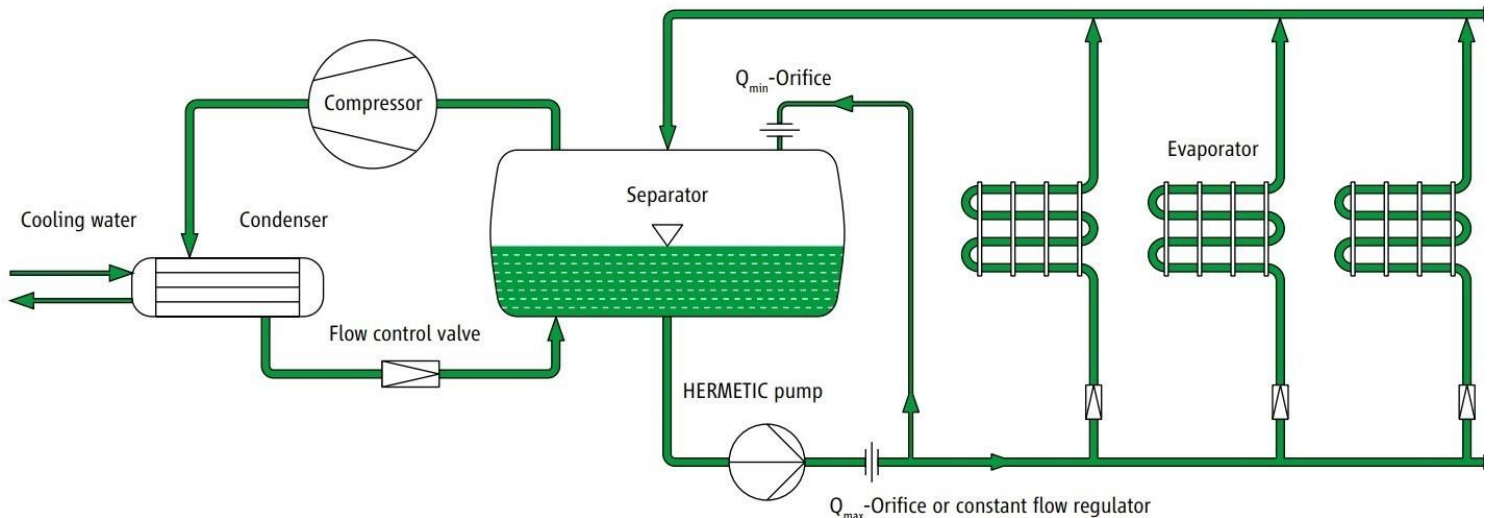


# LẮP ĐẶT, VẬN HÀNH VÀ SỬA CHỮA BƠM MÔI CHẤT LẠNH NH3 HERMETIC

## A. BƠM DỊCH HERMETIC CAM & CNF

Bơm môi chất lạnh Hermetic được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp lạnh để vận chuyển an toàn các môi chất lạnh lỏng như: ammonia, freon, dầu silicon, CO<sub>2</sub>.



Hình 1

Hình 1 cho thấy sơ đồ một hệ thống lạnh điển hình. Môi chất lạnh từ bình thấp áp, được bơm đến các dàn bay hơi. Hỗn hợp hơi và lỏng sau khi bay hơi quay về bình thấp áp.

Bơm môi chất lạnh Hermetic bao gồm cụm bơm ly tâm và motor xoay chiều 3 phase nối trực tiếp với nhau. Stator được đặt trong hộp kín (CANNED), hai buồng rotor và stator cách ly nhau, bơm kín hoàn toàn. Khi bơm hoạt động, lực dọc trục tự động cân bằng thủy lực. Nhờ vậy, bơm hoạt động tin cậy và ổn định.

Bơm môi chất lạnh Hermetic bao gồm series CNF và series CAM2. CNF là loại nằm ngang, 1 cấp còn CAM2 là loại nằm ngang đa cấp. Cả hai loại đều có đường hút dọc trục và đường nén ly tâm.

### 1. BƠM MÔI CHẤT LẠNH CNF:

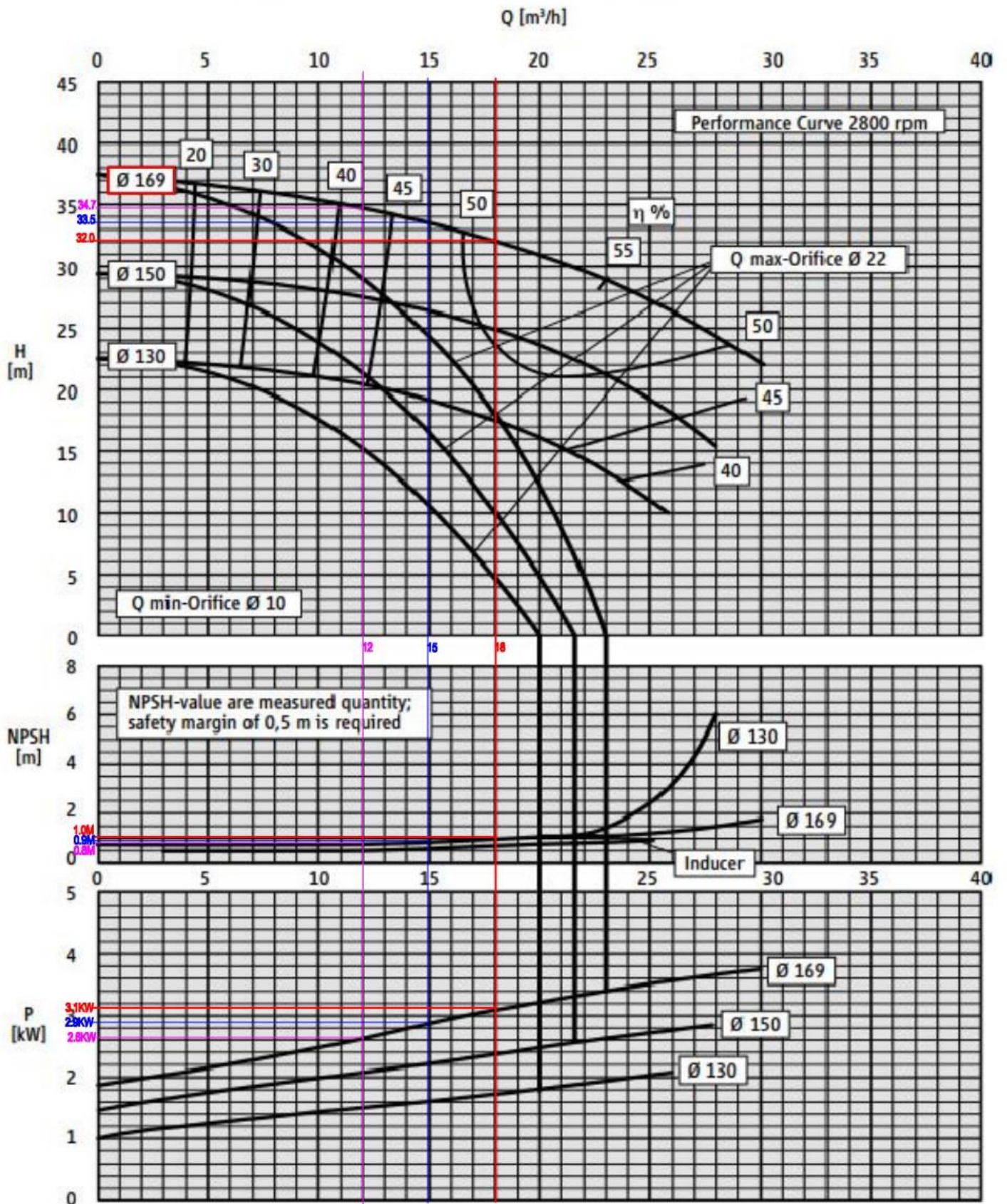
Bơm môi chất lạnh CNF là loại một cấp, tuần hoàn trong. Một phần của môi chất có áp suất cao tại đầu ra của cánh guồng đi qua lưới lọc rồi vào lỗ tâm của cốt. Tại đây, cánh guồng phụ sẽ làm tăng áp thêm trước khi vào buồng rotor của motor canned, cuối cùng, nó quay trở lại vùng áp suất cao tại đầu ra của cánh guồng. Chế độ tuần hoàn trong áp suất cao này, đảm bảo đủ áp suất trong buồng rotor của motor canned, giữ cho môi chất không bị bốc hơi trong

bơm. (Xem hình 2). Môi chất rẽ dòng này cũng có chức năng làm mát motor canned và bôi trơn bạc than.

### CNF

Loại	Kích thước	Năng suất	Head	NPSHr	Đường kính cánh guồng	Công suất và loại motor			
		Q	H	NPSHr	Ø	Ammonia – ρ=0.7		Freon – ρ=1.42	
		m <sup>3</sup> /h	m	m	mm	KW	Type	KW	Type
CNF	32-160	6.25	37	1.35	169	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
		10	36	1.28	169	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
		13	32.5	1.60	169	3.0	AGX3.0	6.5	AGX6.5
	30-200	6.25	56	1.30	209	4.5	AGX4.5	6.5	AGX6.5
		10	55	1.50	209	4.5	AGX4.5	8.5	AGX8.5
		15	52	2.10	209	4.5	AGX4.5	8.5	AGX8.5
	40-160	8	39	1.26	169	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
		10	38	1.19	169	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
		15	37	1.28	169	4.5	AGX4.5	6.5	AGX6.5
		20	34.6	1.50	169	4.5	AGX4.5	6.5	AGX6.5
	40-200	8	54	1.25	209	4.5	AGX4.5	8.5	AGX8.5
		10	53.4	1.17	209	4.5	AGX4.5	8.5	AGX8.5
		15	51.6	1.01	209	6.5	AGX6.5	8.5	AGX8.5
		20	48.2	1.28	209	6.5	AGX6.5		
		25	44.4	1.46	209	6.5	AGX6.5		
	50-160	10	37.2	1.25	169	4.5	AGX4.5	8.5	AGX8.5
		20	36.8	1.30	169	4.5	AGX4.5	8.5	AGX8.5
		30	35.5	1.60	169	6.5	AGX6.5	8.5	AGX8.5
		40	33	1.80	169	6.5	AGX6.5		
		50	32	2.10	169	6.5	AGX6.5		
	50-200	10	59.7	1.00	209	6.5	AGX6.5		
		20	59.2	1.00	209	6.5	AGX6.5		
		30	58	1.10	209	8.5	AGX8.5		
		40	55.8	1.50	209	8.5	AGX8.5		
50		53	1.90	209	8.5	AGX8.5			

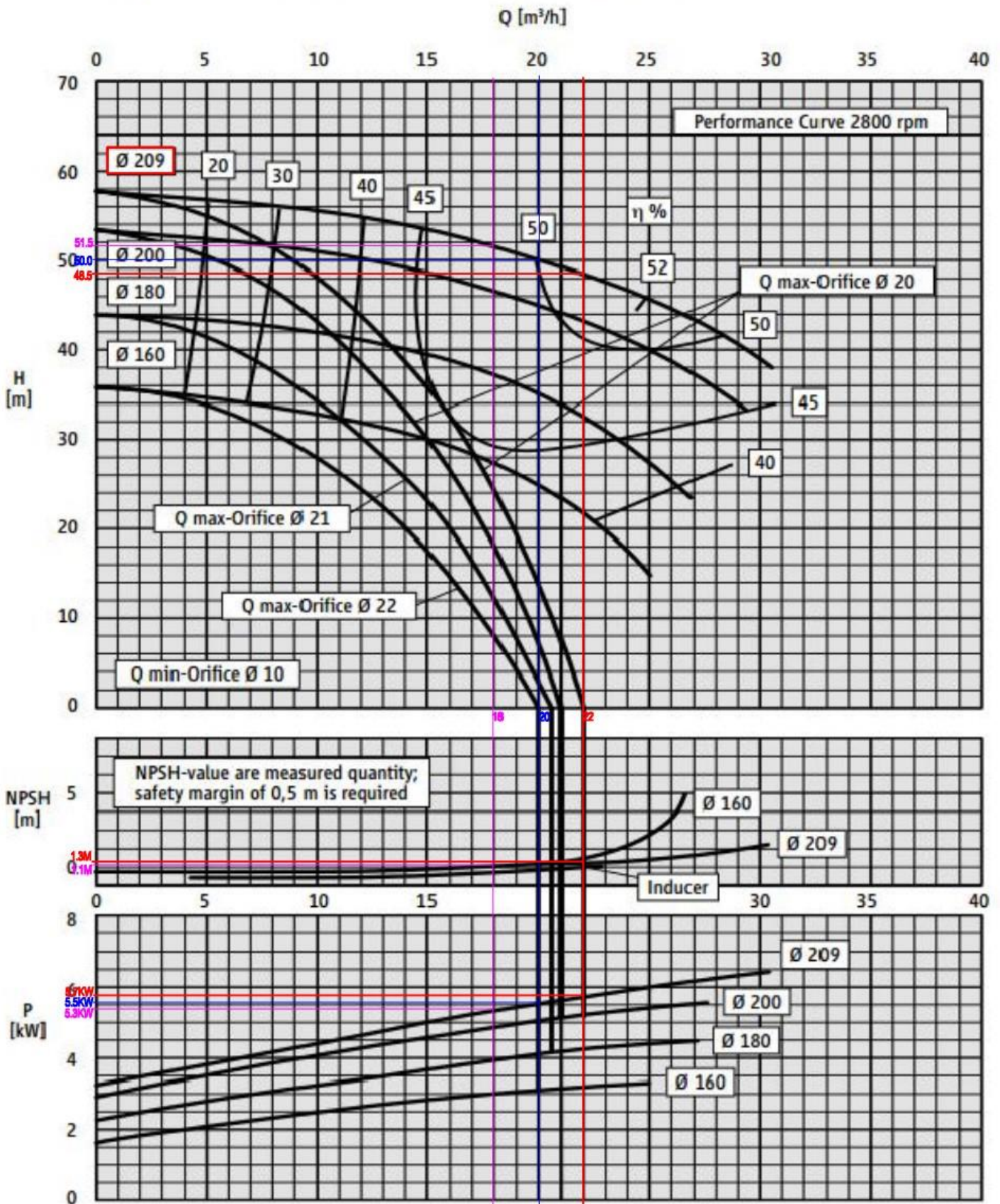
# Performance Curve CNF 40 - 160



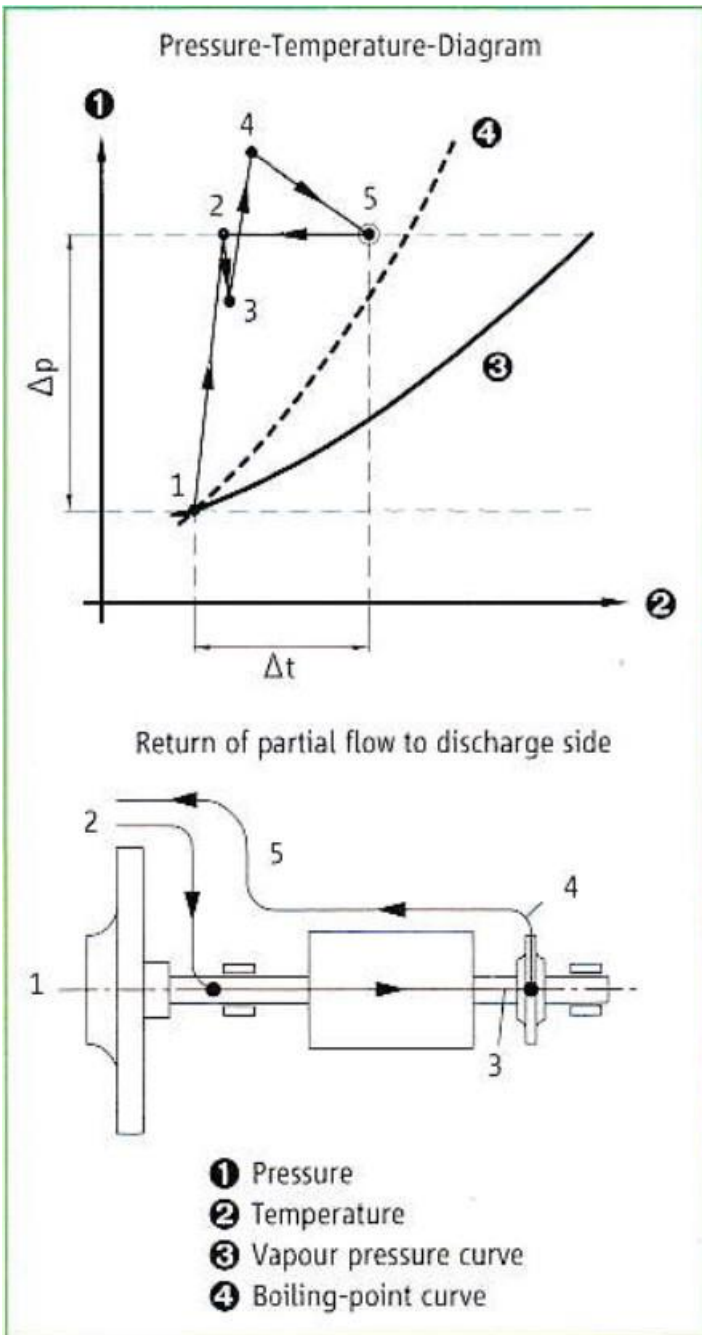
Impeller 169 - 130 mm Ø, Width 9 mm



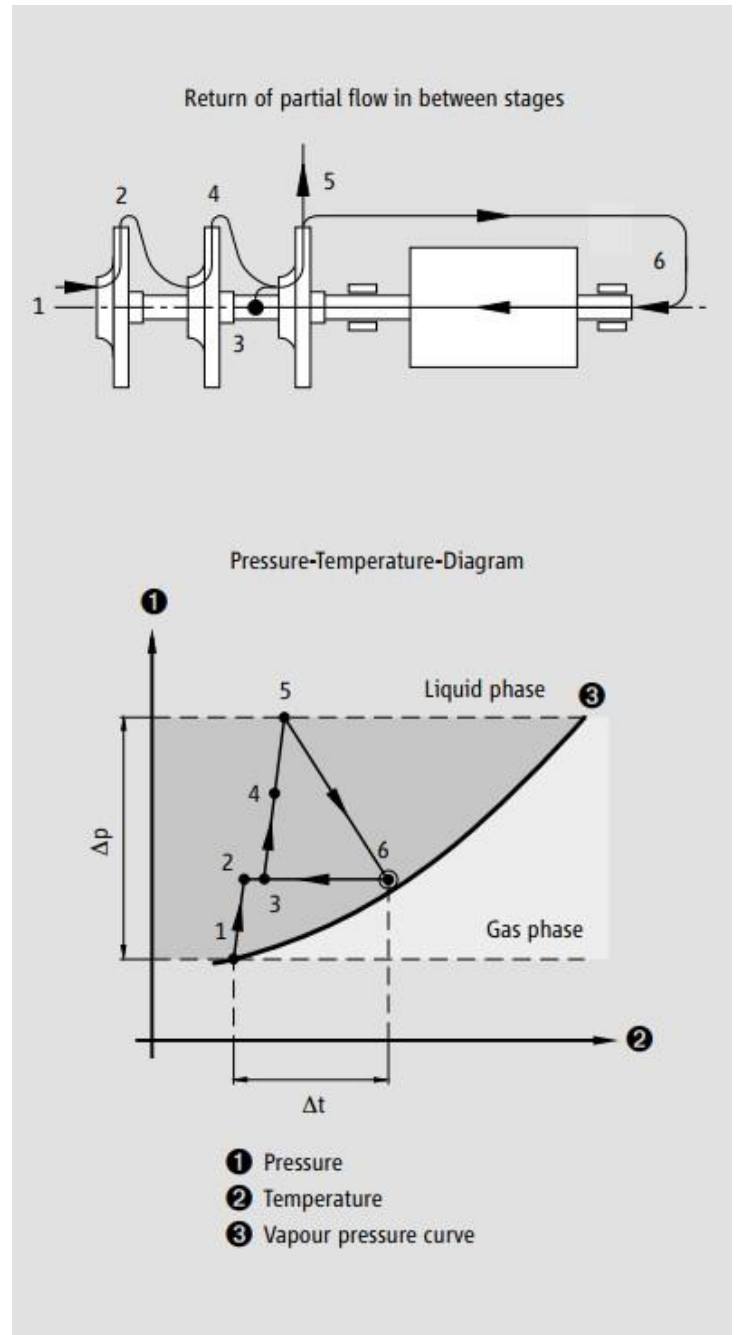
# Performance Curve CNF 40 - 200



Impeller 209-160 mm  $\varnothing$ , Width 7 mm



Hình 2: Bôi trơn, giải nhiệt bơm CNF



Hình 3: Bôi trơn, giải nhiệt bơm CAM2

## 2. BƠM MÔI CHẤT LẠNH CAM2

Bơm môi chất lạnh CAM2 là loại đa cấp, tuần hoàn trong áp cao (Xem hình 3). Một phần môi chất áp suất cao tại đầu ra của cánh guồng cấp cuối cùng được tách ra, đi qua lưới lọc, vào buồng rotor của motor canned rồi quay lại đuôi lỗ tâm cốt đến buồng hút của cấp cuối cùng. Loại chế độ tuần trong áp suất cao này đảm bảo đủ áp suất trong buồng rotor của motor canned, giữ cho môi chất không bị bốc hơi trong bơm. Lượng môi chất này cũng có chức năng làm mát motor canned và bôi trơn bạc than. Khi bơm hoạt động, lực dọc trục tự động cân bằng thủy lực. Bơm này có NPSHr rất thấp, khi năng suất cao đến 10M<sup>3</sup>/h, NPSHr chỉ có 0,8m.

## CAM2

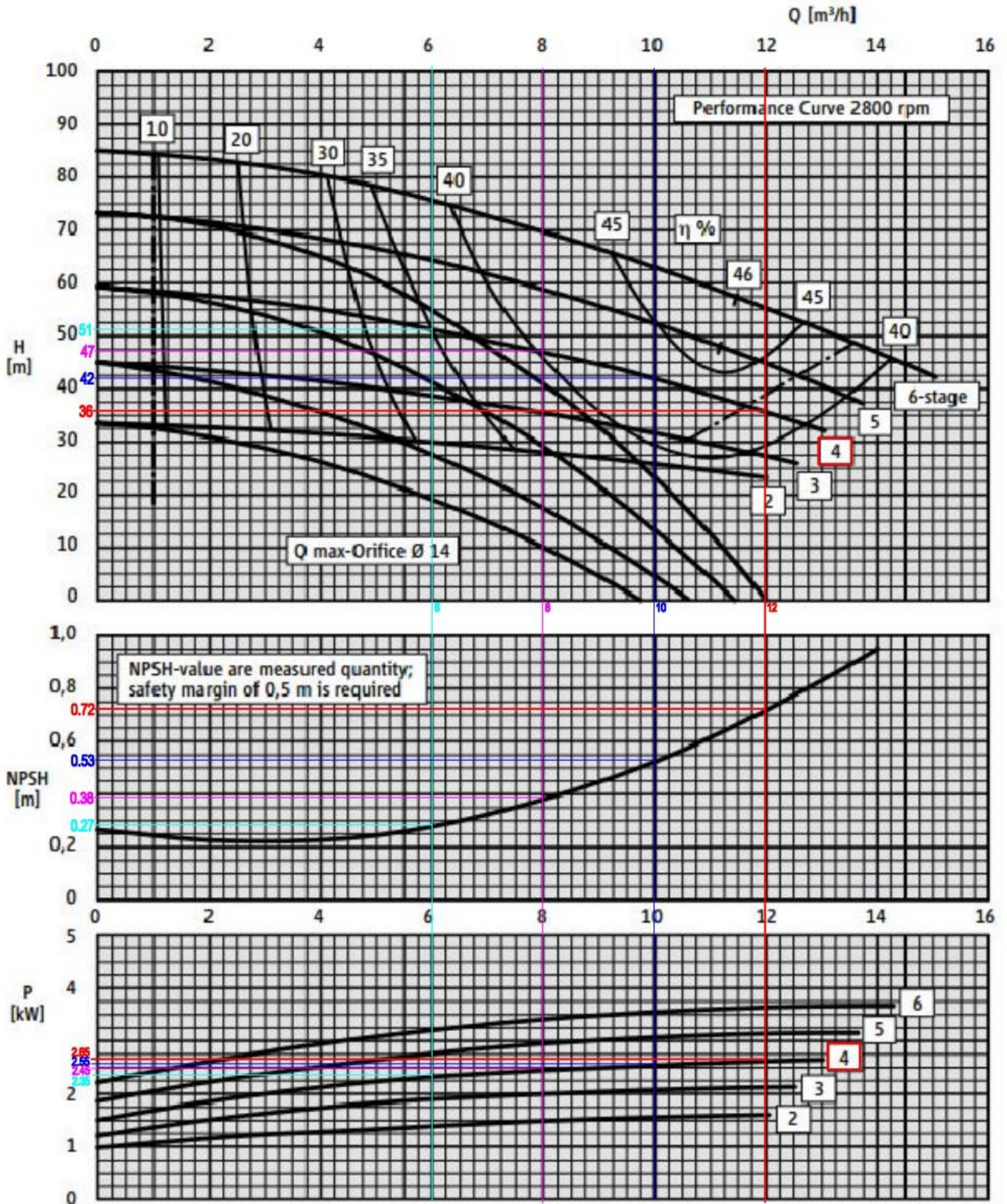
Loại	Cấp	Năng suất	Head	NPSHr	Đường kính cánh guồng	Công suất và loại motor			
		Q	H		Ø	Ammonia – ρ=0.7		Freon – ρ=1.42	
		m <sup>3</sup> /h	m	m	mm	KW	Type	KW	Type
CAM2	2	3	32	0.2	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	3.0	AGX3.0
		6	29	0.3	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	3.0	AGX3.0
	3	3	42	0.2	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	3.0	AGX3.0
		6	38	0.3	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
	4	3	56	0.2	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
		6	51	0.3	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	4.5	AGX4.5
	5	3	70	0.2	Ø114/1*Ø130	3.0	AGX3.0	6.5	AGX6.5
		6	64	0.3	Ø114/1*Ø130	4.5	AGX4.5	6.5	AGX6.5
	6	3	82	0.2	Ø114/1*Ø130	4.5	AGX4.5	6.5	AGX6.5
		6	75	0.3	Ø114/1*Ø130	4.5	AGX4.5	6.5	AGX6.5

Bơm Hermetic là loại máy bơm ưu việt cho hệ thống lạnh vì nó là loại bơm kín, không cần bôi trơn bằng dầu mỡ, hoạt động rất trơn tru và yên tĩnh, không bị tuyết hoặc hơi ẩm làm ảnh hưởng và thường hoạt động đáng tin cậy lâu dài.

Cũng như các máy móc khác, để bơm Hermetic hoạt động tốt, cần phải lắp đặt bơm đúng cách bao gồm cách bố trí, kích thước đường ống và hệ thống điều khiển nhằm giúp bơm nhận đủ môi chất lỏng không có bọt khí và các cặn bẩn, bavia gây mài mòn. Thực hiện theo các hướng dẫn này giúp đảm bảo tuổi thọ bơm lâu dài và hạn chế sự cố.

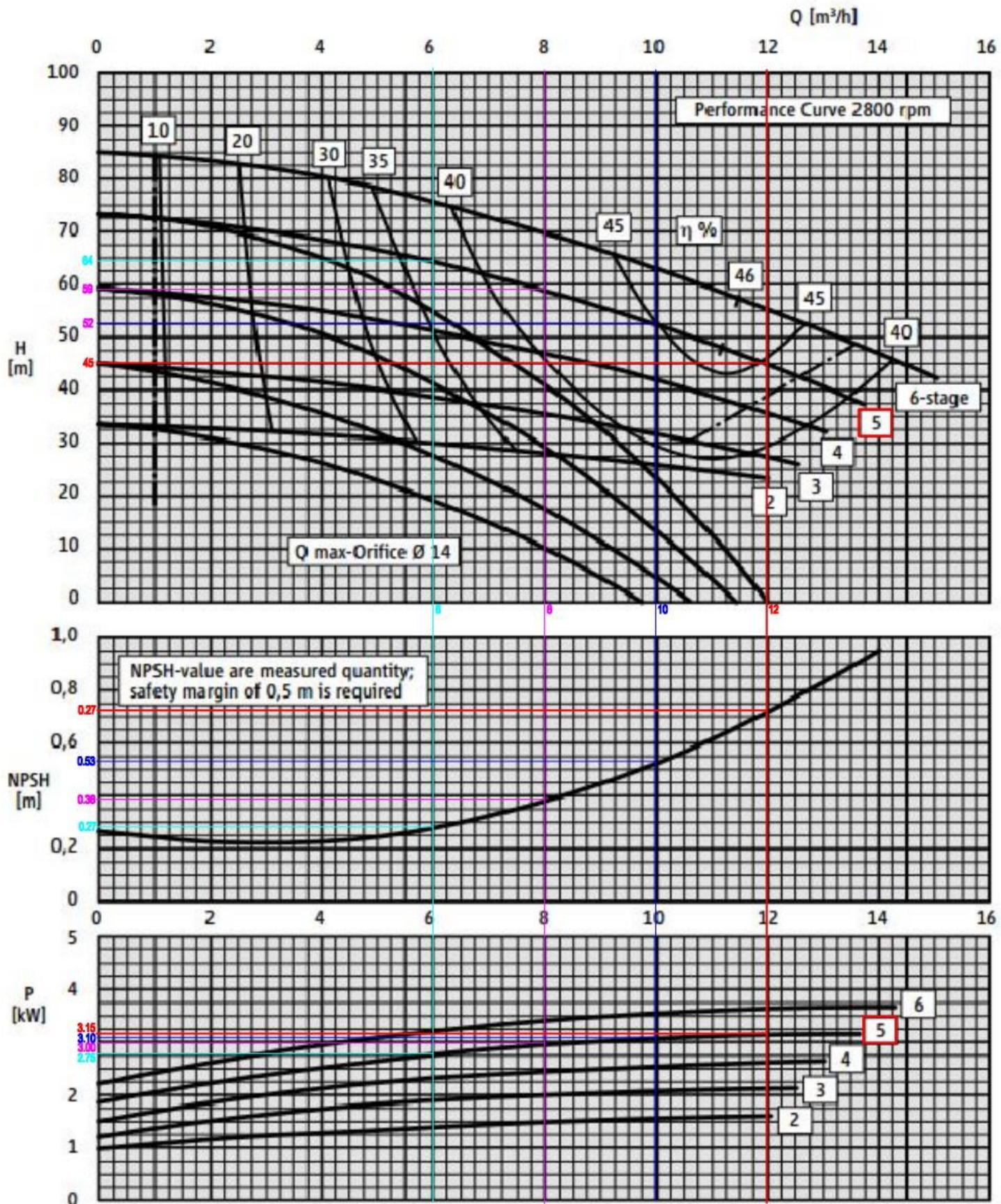


# Performance Curve CAM 2 and CAMR 2



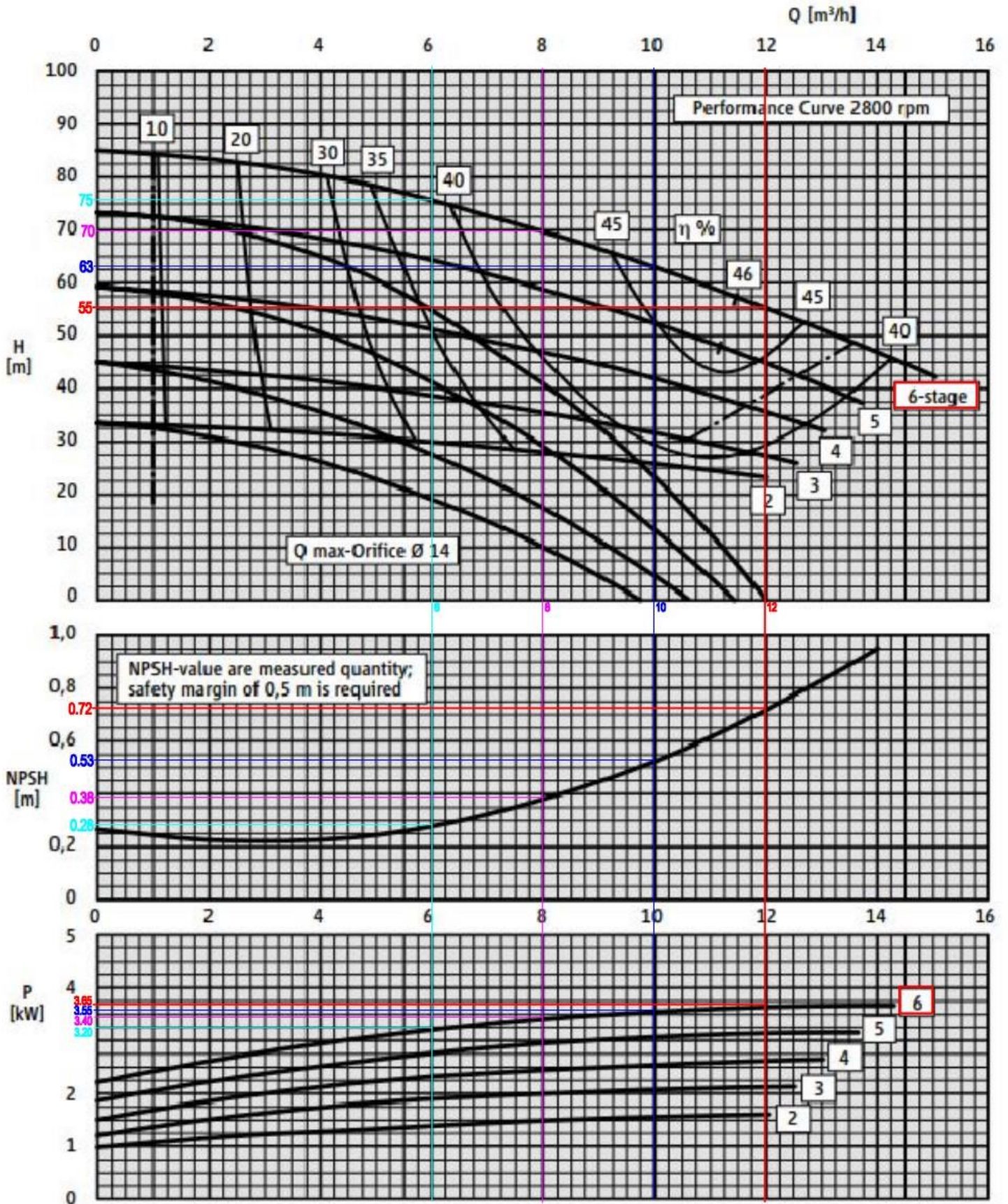


# Performance Curve CAM 2 and CAMR 2





# Performance Curve CAM 2 and CAMR 2



# B. LẮP ĐẶT BƠM DỊCH

## 1. NPSH của bơm và của hệ thống.

NPSH (Net Positive Suction Head – Chiều cao hút thuần) có liên quan đến vấn đề xâm thực của bơm. Ngoài lưu lượng, cột áp và công suất, NPSH còn là thông số vận hành quan trọng nhất của bơm. Cần phân biệt giữa NPSH của hệ thống (hệ thống có NPSH - NPSH<sub>available</sub>) và NPSH của bơm (NPSH cần có - NPSH<sub>required</sub>). Bằng cách so sánh giữa NPSH<sub>av.</sub> và NPSH<sub>req.</sub> người ta có thể đánh giá khả năng vận hành an toàn của bơm với hệ thống tương ứng. Điều kiện để bơm hoạt động mà không có xâm thực là:

$$\text{NPSH}_{av} > \text{NPSH}_{req} \quad (1)$$

Yêu cầu trên luôn phải được đáp ứng trong toàn bộ phạm vi hoạt động cho phép của hệ thống bơm. **Thông thường, NPSH<sub>av</sub> (m) phải lớn hơn NPSH<sub>req</sub> (m) một giới hạn an toàn nhất định, đó là 0.5m.**

### Ví dụ:

Giả sử với hệ thống bơm và bình thấp áp có NPSH<sub>av</sub> là 3m. Tại điểm làm việc của bơm, với lưu lượng và cột áp tương ứng có NPSH<sub>req</sub> là 4m. Theo yêu cầu (1), cho thấy hệ thống không thể hoạt động tốt.

Nếu điều kiện (1) không được thỏa mãn, tức là, nếu NPSH<sub>av</sub> nhỏ hơn NPSH<sub>req</sub> thì bơm sẽ hoạt động trong điều kiện tạo bọt có nghĩa là môi chất lỏng được bơm tự bốc hơi bên trong bơm, điều này gây ra:

- a) Sự cố của cột hút lỏng và áp suất đầu đẩy
- b) Gây ra tiếng ồn và rung động lớn dẫn đến xói mòn hoặc rỉ khí và dần dần dẫn đến phá hủy cánh guồng bơm.
- c) Làm mất dòng môi chất phân nhánh dùng để bôi trơn bạc than và làm mát động cơ.
- d) Dòng môi chất không đủ làm mát động cơ, gây nên mất cân bằng thủy lực dọc trục.

Các điều kiện làm xâm thực (tạo bọt) thường xuyên chắc chắn sẽ dẫn đến hư hỏng bơm.

### NPSH của bơm

Giá trị của NPSH<sub>req</sub> phụ thuộc vào thông số của bơm chứ không phụ thuộc vào dữ liệu của hệ thống; NPSH<sub>req</sub> tùy thuộc vào mỗi bơm, nó thay đổi theo lưu lượng và tốc độ quay của bơm và luôn luôn dương. NPSH<sub>req</sub> không phụ thuộc vào loại chất lỏng được bơm. Trong các đặc tuyến của bất kỳ bơm nào, các giá trị NPSH được chỉ ra dựa trên các phép đo được thực hiện với nước lạnh dưới dạng chất lỏng bơm. NPSH đã được thiết lập trong nhà máy thử nghiệm. NPSH được thiết kế dành riêng cho mục đích đó và chúng có thể được kiểm tra bất cứ lúc nào. NPSH<sub>req</sub> xác định khả năng hút của bơm tại một điểm làm việc nhất định:

NPSH<sub>req</sub> càng thấp thì khả năng hút càng lớn.

Để có NPSH<sub>req</sub> thấp thì phải thiết kế bơm phù hợp. NPSH<sub>req</sub> có tầm quan trọng đặc biệt khi bơm chất lỏng dễ bay hơi (khí hóa lỏng).

### NPSH của hệ thống



NPSH<sub>av</sub> là tổng cột áp thực tế từ mặt thoáng chất lỏng đến tâm cửa hút của bơm. Giá trị này tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống. Để chọn bơm, cần nắm rõ NPSH<sub>av</sub> để đảm bảo cho bơm hoạt động an toàn, không sự cố.

### Các yếu tố ảnh hưởng đến NPSH<sub>av</sub> bao gồm:

- *Chiều cao hút trực địa s<sub>l</sub> (m)*: là khoảng cách thẳng đứng từ mặt thoáng chất lỏng đến đường tâm bơm, chiều cao hút âm, tức là mặt thoáng chất lỏng nằm dưới đường tâm bơm. Điều này chỉ có thể thực hiện được với bơm tự mồi. Với bơm hút thông thường, phải thực hiện các biện pháp phù hợp (ví dụ: bằng cách kết hợp van một chiều) để đảm bảo rằng đường hút và bơm luôn đầy lỏng.

- *Cột áp hút trực địa s<sub>h</sub> (m)*: là khoảng cách thẳng đứng từ đường tâm bơm đến mặt thoáng chất lỏng.

- *Áp suất hơi của chất lỏng được bơm v<sub>p</sub> (Bar, áp suất tuyệt đối)*

Áp suất hơi của chất lỏng ở một nhiệt độ nhất định (t) là áp suất làm cho chất lỏng sôi khi tác dụng lên bề mặt của nó. (ví dụ: Nước sôi ở 20 °C trong môi trường áp suất chân không tuyệt đối một phần là 0,023 bar)

- *Áp suất hơi trên bề mặt chất lỏng phía hút g<sub>p</sub> (Bar, áp suất tuyệt đối)*: Kiến thức về áp suất này có tầm quan trọng đặc biệt. Nếu bình hút mở, áp suất khí tương ứng với áp suất khí quyển (g<sub>p</sub> = 1bar). Trong các nhà máy hóa chất, bể kín chủ yếu được sử dụng dưới áp suất hoặc chân không một phần, khác với áp suất khí quyển (hệ thống áp suất hoặc chân không). Nếu chất lỏng trong bình hút ở điểm sôi của nó, thì áp suất hơi (v<sub>p</sub>) liên quan đến nó ở nhiệt độ (t) chiếm ưu thế trên bề mặt chất lỏng.

- *Tỷ trọng của chất lỏng được bơm ρ (kg/m<sup>3</sup>)*

- *Gia tốc trọng trường g = 9,81 m/s<sup>2</sup>*

- *Tổn thất áp suất đường hút s<sub>f</sub> (m)*

Đó là tổn thất áp suất trên đường ống và van phía hút do ma sát. Thông thường, các giá trị này được ước tính. Trong các trường hợp quan trọng, việc tính toán có thể dựa trên trở lực riêng của đường ống, co, van, v.v. **Việc tính toán phải được thực hiện đối với lưu lượng dòng chảy tối đa dự kiến.**

*Lưu ý: Giảm trở lực dòng chảy của đường ống hút càng thấp càng tốt (V < 1 m/s). Khi lưu lượng tăng, NPSH<sub>r</sub> của bơm cũng tăng lên; phải đảm bảo NPSH<sub>a</sub> của hệ thống luôn lớn hơn NPSH<sub>r</sub> của bơm ở mọi chế độ.*

## 2. ĐƯỜNG HÚT BƠM

Kích thước đường hút của bơm phù hợp giúp giảm thiểu hiện tượng sủi bọt và xoáy của môi chất lạnh lỏng, làm giảm hiện tượng xâm thực hoặc làm tuột bơm. Với amoniac, kích thước đường ống hút tiêu chuẩn từ bình thấp áp đến bơm sao cho tốc độ dòng chảy tối ưu là 3 feet trên giây (0.9M/s). Đối với Freon, tốc độ dòng chảy tối ưu là 2,5 feet mỗi giây (0.75M/s).

Đường hút phải có kích thước phù hợp với lưu lượng bơm tối đa cho phép, chứ không phải lưu lượng thiết kế danh nghĩa, vì nhu cầu bơm có thể thay đổi nhiều do nhu cầu của hệ thống như lúc kết thúc xả băng và bắt đầu sản xuất. Kích thước đường hút quá nhỏ là không thể

chấp nhận được, trong khi kích thước quá lớn cũng không được vượt quá 1 hoặc 2 size ống. Kích thước đường ống hút được liệt kê trong Bảng 1. Kết nối mặt bích đầu vào của máy bơm thường nhỏ hơn một hoặc hai kích thước so với đường ống hút của máy bơm. Cái giảm ống đầu vào của bơm phải lệch tâm với mặt phẳng ở trên để tránh tích tụ hơi trong đường hút.

**Bảng 1: Kích thước đường ống hút**

Pipe size	R717- GPM(LPM)	Freon & CO <sub>2</sub> - GPM (LPM)
1"	6.7 (25)	5.6 (21)
1 ¼"	12 (46)	10 (38)
1 ½"	16.5 (63)	13.8 (52)
2"	31.4 (119)	26.1 (99)
2 ½"	44.8 (170)	37.3 (142)
3"	69.1 (263)	57.6 (219)
4"	119.0 (452)	99 (376)
5"	187 (711)	156 (592)
6"	270 (1,025)	225 (855)

NPSH (Net Positive Suction Head) toàn phần là cần thiết để giảm thiểu khả năng xâm thực trong điều kiện hoạt động bình thường. Thông thường, NPSH được định nghĩa là cột áp tĩnh của chất lỏng (tính bằng feet) phía trên đường tâm của đầu vào máy bơm (cột áp từ mặt thoáng chất lỏng đến đường tâm bơm); xem Hình 3. NPSH không đủ có thể làm rớt bơm, gây ra mất áp suất bơm và sôi trộn; cuối cùng dẫn đến tuổi thọ của bạc than bị rút ngắn. Các giá trị NPSH tối thiểu mà hệ thống yêu cầu cho mỗi máy bơm được chỉ định trong Thông số kỹ thuật máy bơm tiêu chuẩn.

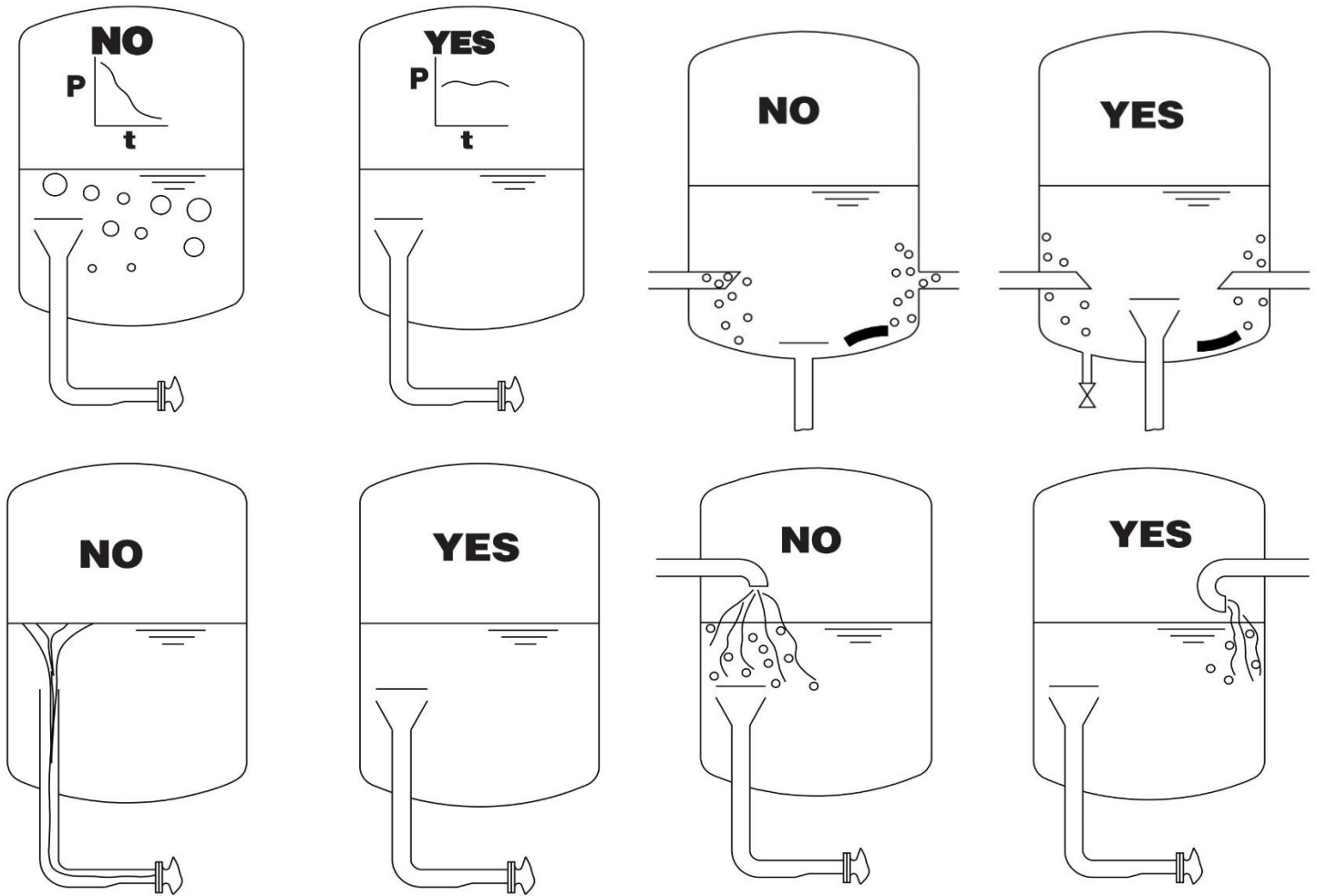
### NPSH tối thiểu

	NPSH tối thiểu của hệ thống Feet (m)		
	Ammonia	Freon	CO <sub>2</sub>
CAM 2/4, CAM 2/5	3.5 (1.1)		
CNF40-160	5.5 (1.7)	5.5 (1.7)	6.5 (2.0)
CNF40-200	5.5 (1.7)		

Tránh mọi sự gây giảm áp không cần thiết trong đường hút của bơm từ van, bộ lọc và phụ kiện. Khi cần dùng, phải chọn kích thước nhằm giảm áp suất tối thiểu. Đường ống hút của bơm phải càng ngắn càng tốt và lý tưởng nhất là đường ống có độ dốc ổn định hướng xuống bơm. Ống chạy ngang không được vượt quá 18 inch (45cm). Nên đặt các tấm ngăn trong bình thấp áp, phía trên ống lấy dịch vào bơm nhằm tránh sự hình thành dòng xoáy. Mức chất lỏng bên trong bình phải cao hơn tối thiểu 10 inch (25cm) so với đầu ống trong bình lấy dịch đến



đường hút của bơm và nằm cách xa đường hồi về của thiết bị bay hơi, đường cấp dịch, đường ngưng tụ gas nóng do xả đá và các đường ống khác. Một số ví dụ về cách bố trí đường ống hút đúng và sai được thể hiện trong hình. Đường ống hút của bơm, bình chứa thấp áp, cột mức lỏng và công tắc phao phải được cách nhiệt để giảm thiểu sự sôi của môi chất lạnh.



### 3. ĐƯỜNG NÉN BƠM

Thông thường, đường nén của máy bơm Hermetic bao gồm cửa (lỗ) kiểm soát lưu lượng Q-max hoặc bộ điều chỉnh cố định lưu lượng để hạn chế lưu lượng vượt mức tối đa nhằm ngăn ngừa hiện tượng xâm thực (do thiếu NPSH) và quá tải động cơ có thể xảy ra. Máy bơm ly tâm của tất cả các hãng, dù là thiết kế kiểu Canned hay đệm kín trực, nếu không kiểm soát được công suất, bơm sẽ hoạt động không hiệu quả hoặc ở mức NPSH cao hơn vùng yêu cầu trên đường cong hiệu suất của bơm. Xác định đường nén của bơm tiêu chuẩn với amoniac phải dựa trên tốc độ tối đa là 7 feet / giây (2m/s) và 5 feet / giây (1.5m/s) đối với halocacbon.

**Bảng 2: Kích thước đường ống nén**

Pipe size	R717- GPM(LPM)	Freon & CO <sub>2</sub> - GPM (LPM)
1"	17 (65)	12 (45)

1 ¼"	27 (102)	19 (72)
1 ½"	38 (144)	27 (102)
2"	63 (239)	49 (186)
2 ½"	107 (406)	76 (288)
3"	166 (630)	110 (418)
4"	274 (1040)	196 (745)

Thông thường, nên lắp một van 1 chiều sau thiết bị kiểm soát dòng chảy để ngăn dòng chảy ngược và sự quay ngược của máy bơm khi nhiều máy bơm hoạt động song song. Nên lắp một van chặn sau van một chiều với một van xả ở giữa để bảo dưỡng bơm. Ngoài ra, có thể sử dụng van chặn 1 chiều thay cho cả hai

#### 4. ĐƯỜNG THÔNG ÁP / BYPASS

Đường thông áp / Bypass dùng để thông hơi tự trong quá trình khởi động máy bơm và khi máy bơm dừng do hiện tượng xâm thực (mất chất lỏng). Trong quá trình vận hành, cần có dòng chảy nhánh của chất lỏng để bôi trơn các ổ trục khi hệ thống lạnh không sử dụng chất lỏng.

Đường thông áp / Bypass phải có kích thước phù hợp với từng bơm, như Bảng 3. Không được giảm kích thước của đường thông hơi/đường nhánh.

Bảng 3: Đường thông áp/ Bypass

Bơm	Kích thước ống thông áp/ Bypass
CAM 2/2, 2/3, 2/4, 2/5	¾" (Ø27)
CNF32-160, CNF40-160	1" (Ø34)
CNF40-200, CNF50-160, CNF50-200	1-1/4" (Ø42)

#### 5. LẮP ĐẶT CHUNG

Phải duy trì áp suất bình ổn định để tránh sự bốc hơi tự phát (sôi) của môi chất lạnh lỏng bên trong bộ gom lỏng và đường ống. Người thiết kế hệ thống phải đảm bảo rằng quá trình tải, trình tự tăng tải của máy nén và xả băng không làm thay đổi áp suất bình quá nhanh. Theo nguyên tắc chung, nên giới hạn sự thay đổi áp suất bình dưới mức 1 psi mỗi phút để duy trì dòng chất lỏng không có bọt hơi đến bơm.

Để bảo dưỡng bơm, nên lắp một van rút gas từ đáy đường hút sát bơm nhằm nhanh chóng hút môi chất lạnh lỏng và dầu khỏi hệ thống. Nên bổ sung cho các van chặn có kích thước phù hợp trên đường hút và nén để bảo dưỡng bơm.

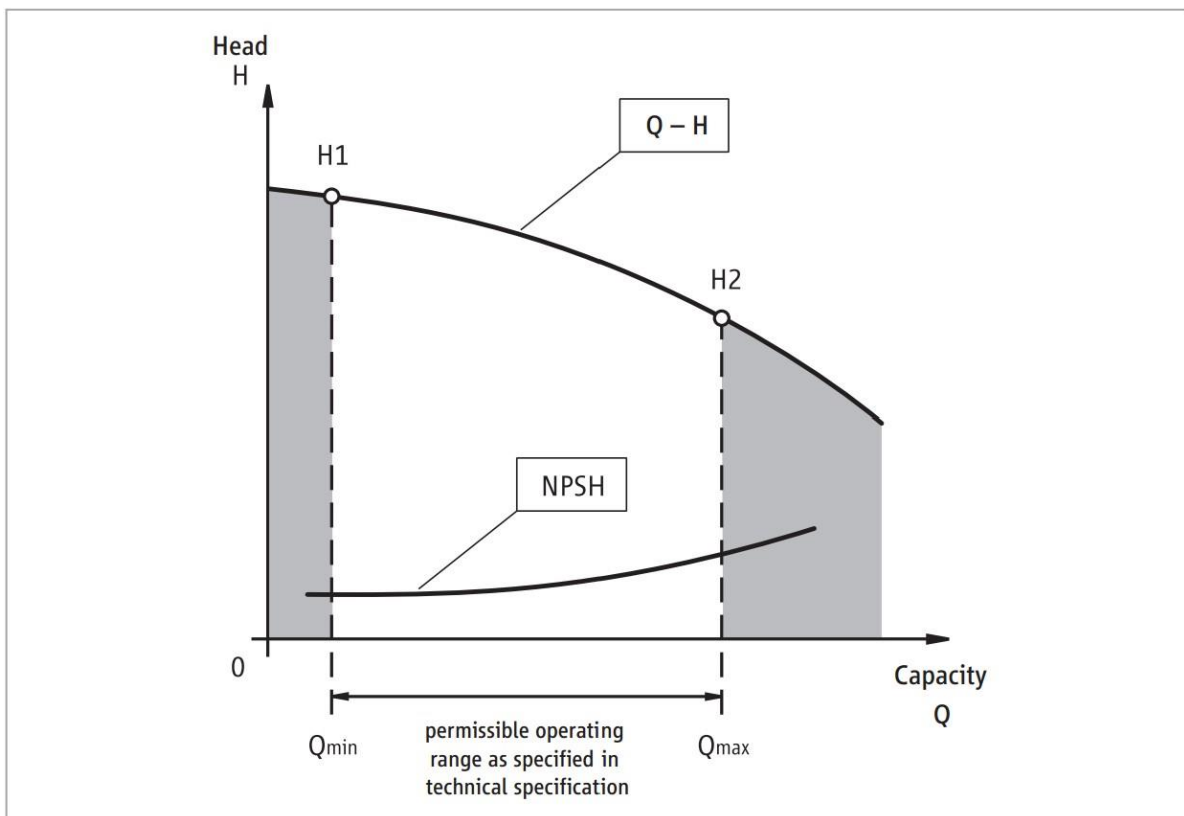


Phải lắp bơm đúng cách để loại bỏ hư hỏng do rung động và biến dạng nhiệt khi bơm và đường ống được làm lạnh đến nhiệt độ vận hành. Phải vệ sinh kỹ tất cả các đường ống nhằm loại bỏ mọi xỉ hàn và các chất lạ khác trước khi vận hành máy bơm. Trừ khi hệ thống được chứng minh là khá sạch, bộ lọc hệ thống nên được lắp đặt trong đường xả của máy bơm để loại bỏ bùn, rỉ sét và các hạt mà nếu không sẽ tiếp tục tuần hoàn trong toàn hệ thống. Điều này có thể cải thiện tuổi thọ tổng thể của hệ thống bằng cách giảm thiểu hao mòn cho các bộ phận khác và bạc than.

## 6. BỘ ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG TỐI THIỂU

Cần phải có lỗ kiểm soát lưu lượng  $Q_{\min}$  để thoát hơi môi chất từ máy bơm và đảm bảo bơm được làm mát đúng. Lỗ kiểm soát lưu lượng  $Q_{\min}$  phải được lắp đặt ở phần nằm ngang của đường thông hơi/ bypass và trên mức chất lỏng tối đa bên trong bình. Đường từ lỗ  $Q_{\min}$  đến bình phải có độ dốc để tự chảy về bình. Với các hệ thống có bơm thường xuyên vận hành ở chế độ tải thấp, nên lắp một van điều áp hiệu áp suất song song với lỗ  $Q_{\min}$ . Van điều áp hiệu áp suất sẽ mở khi tải thấp (và chênh lệch áp suất cao hơn) để duy trì bơm hoạt động ở chế độ tối ưu.

Đường ống thông hơi/ bypass phải được lấy từ đường nén, trước van 1 chiều và nối vào bình thấp áp ở vị trí trên mức lỏng cao nhất. Phải gắn thẻ và niêm phong mọi van chặn ở vị trí mở trên đường ống thông hơi và chỉ đóng trong quá trình bảo dưỡng bơm. Nếu nhiều máy bơm nối song song với một đường ống nén chung, thì mỗi bơm phải có một đường thông hơi/ bypass riêng với lỗ  $Q_{\min}$ .



**Để đảm bảo độ tin cậy và ổn định, bơm phải được sử dụng trong phạm vi lưu lượng cho phép.**

**Lưu lượng tối thiểu nhằm:**

- a) Đủ dịch để làm mát động cơ canned
- b) Ngăn chặn sự bay hơi bên trong bơm (bơm chạy khô bạc than)
- c) Tránh hiện tượng xâm thực trong phần phạm vi hoạt động của bơm.

**Lưu lượng tối đa được giới hạn bởi:**

- a) Phạm vi công suất motor
- b) Chiều cao hút của hệ thống. Khi lưu lượng tăng, NPSH cần thiết của bơm cũng tăng.
- c) Cần phải duy trì đủ áp suất trong motor để tránh sự bay hơi của môi chất lỏng.

**Các thiết bị bảo vệ:**

- Cửa  $Q_{min}$  nhằm đảm bảo  $Q > Q_{min}$ . Lỗ  $Q_{min}$  phải được gắn trực tiếp trên đỉnh bình tách lỏng để tránh ngộp lỏng.
- Cửa  $Q_{max}$  nhằm đảm bảo  $Q < Q_{max}$
- Hoặc công tắc bảo vệ hiệu áp suất. Thay cho cửa  $Q_{max}$ , có thể sử dụng công tắc chênh lệch áp suất để dừng máy bơm (cột áp xả thấp hơn áp suất xả tối thiểu cho phép tương đương với  $Q_{max}$ ). Thời gian trễ tối đa 10 giây

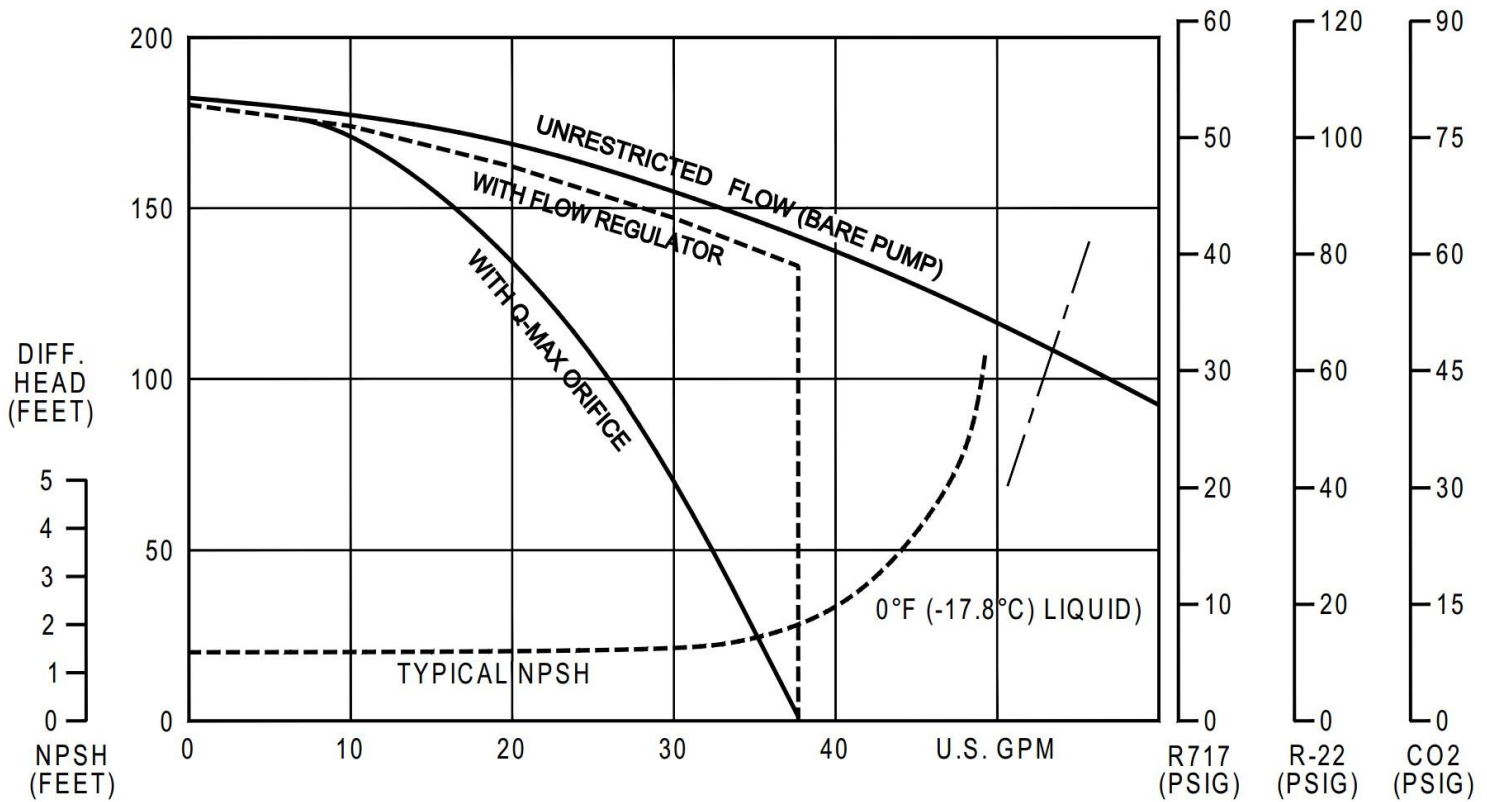
## **7. BỘ ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG TỐI ĐA**

Lỗ kiểm soát lưu lượng  $Q_{max}$  nhằm giới hạn lưu lượng ra của bơm giúp ngăn bơm bị xâm thực quá mức và tránh bơm hoạt động ở mức NPSH cao hơn mức có thể chấp nhận được. Lỗ  $Q_{max}$  thường được lắp đặt giữa mặt bích của bơm và mặt bích đầu ra (đi kèm) của nó. Lỗ  $Q_{max}$  sẽ giúp ngăn động cơ bị quá tải trong quá trình khởi động và các điều kiện tải khác nhau chẳng hạn như sau khi xả băng. Nếu muốn có cột áp bơm xả cao hơn, có thể sử dụng Bộ điều chỉnh lưu lượng không đổi tùy chọn thay cho lỗ  $Q_{max}$ . Xem phần Bộ điều chỉnh lưu lượng không đổi và đặc tuyến điển hình của bơm.

## **8. BỘ ĐIỀU CHỈNH CỐ ĐỊNH LƯU LƯỢNG**

Có thể dùng bộ điều chỉnh lưu lượng cố định thay cho lỗ kiểm soát lưu lượng  $Q_{max}$  khi áp suất xả của bơm ưu tiên cao hơn lưu lượng nhằm đáp ứng các điều kiện thiết kế. Công suất của bộ điều chỉnh lưu lượng không đổi phù hợp với hiệu suất của một loại máy bơm cụ thể. Điều này bảo vệ máy bơm khỏi tình trạng quá tải động cơ, cung cấp tốc độ dòng chảy ổn định cho hệ thống nhưng vẫn giữ cho máy bơm hoạt động trong phạm vi NPSH yêu cầu. Bộ điều chỉnh lưu lượng không đổi không phải là van 1 chiều và nó sẽ không ngăn được dòng chảy ngược.

**Hình 3: Đặc tuyến điển hình của bơm**



## 9. BẢO VỆ MỨC DỊCH THẤP

Phải lắp đặt công tắc phao LLSS mức thấp hoặc bộ điều khiển mức để ngăn chặn mức lỏng trong bình giảm xuống dưới mức NPSH tối thiểu mà hệ thống yêu cầu đối với bơm trong các điều kiện thiết kế.

## 10. ĐỒNG HỒ ÁP SUẤT

Nên lắp đồng hồ áp suất tại vị trí nằm dưới bộ điều chỉnh cố định lưu lượng của bơm. Đồng hồ đo này có thể là một công cụ quan trọng khi kiểm tra hiệu suất và chiều quay của bơm. Cũng nên lắp các đồng hồ để đo áp suất hút và áp suất xả của bơm để theo dõi áp suất cho hệ thống.

## 11. RELAY HIỆU ÁP SUẤT

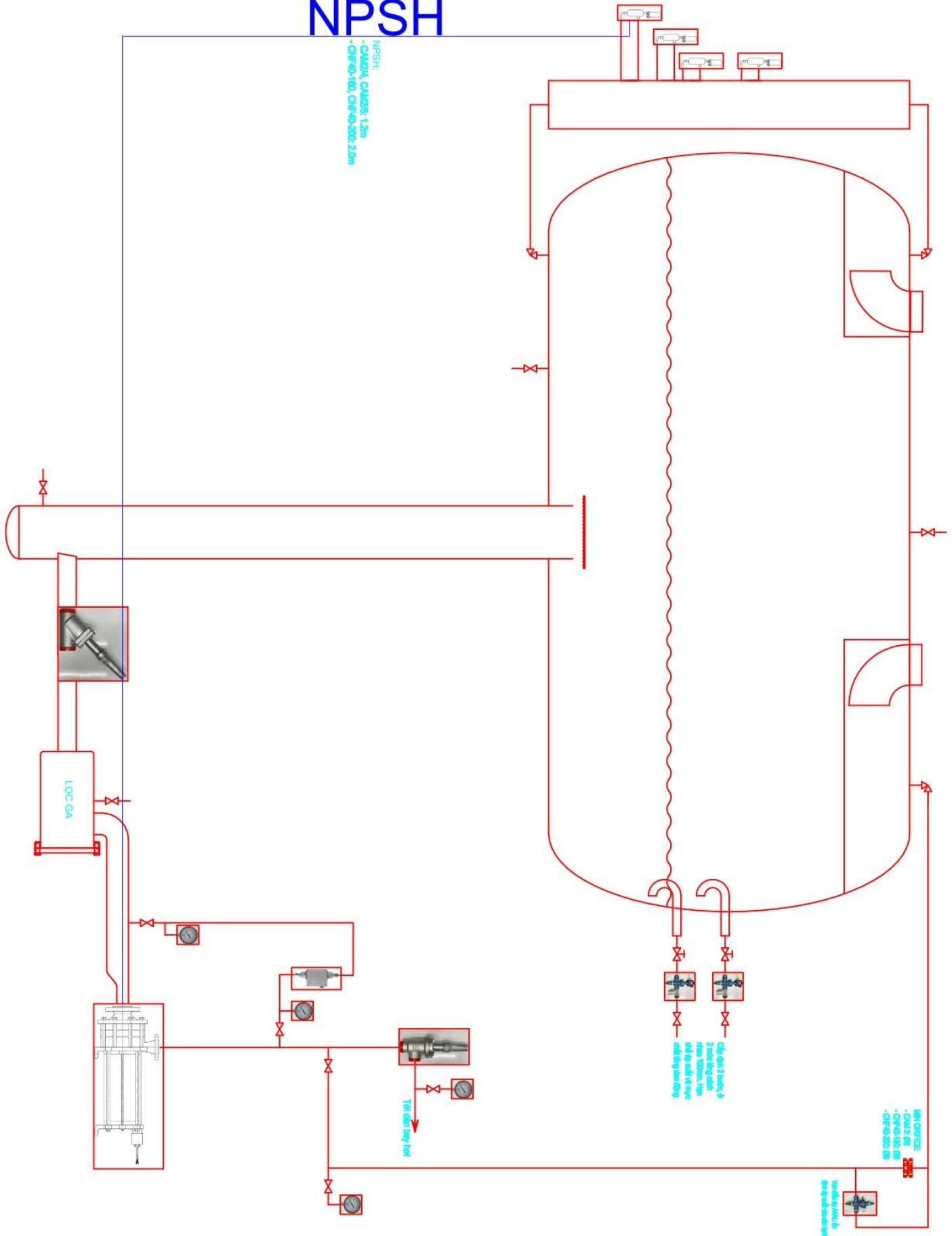
Relay hiệu áp suất tin cậy và tiết kiệm giúp ngắt bơm khi không có áp suất. Nó ngắt bơm khi phát hiện mất áp suất, do đó ngăn không cho máy bơm chạy khô. Tín hiệu áp suất được lấy từ đầu vào và đầu ra của máy bơm. Áp suất đầu ra của bơm phải được lấy tại cửa ra của bơm. Áp suất đầu vào của bơm phải lấy gần đầu vào của bơm trên đầu đường hút. Cài đặt chênh lệch áp suất là 15 psid (#1Bar).

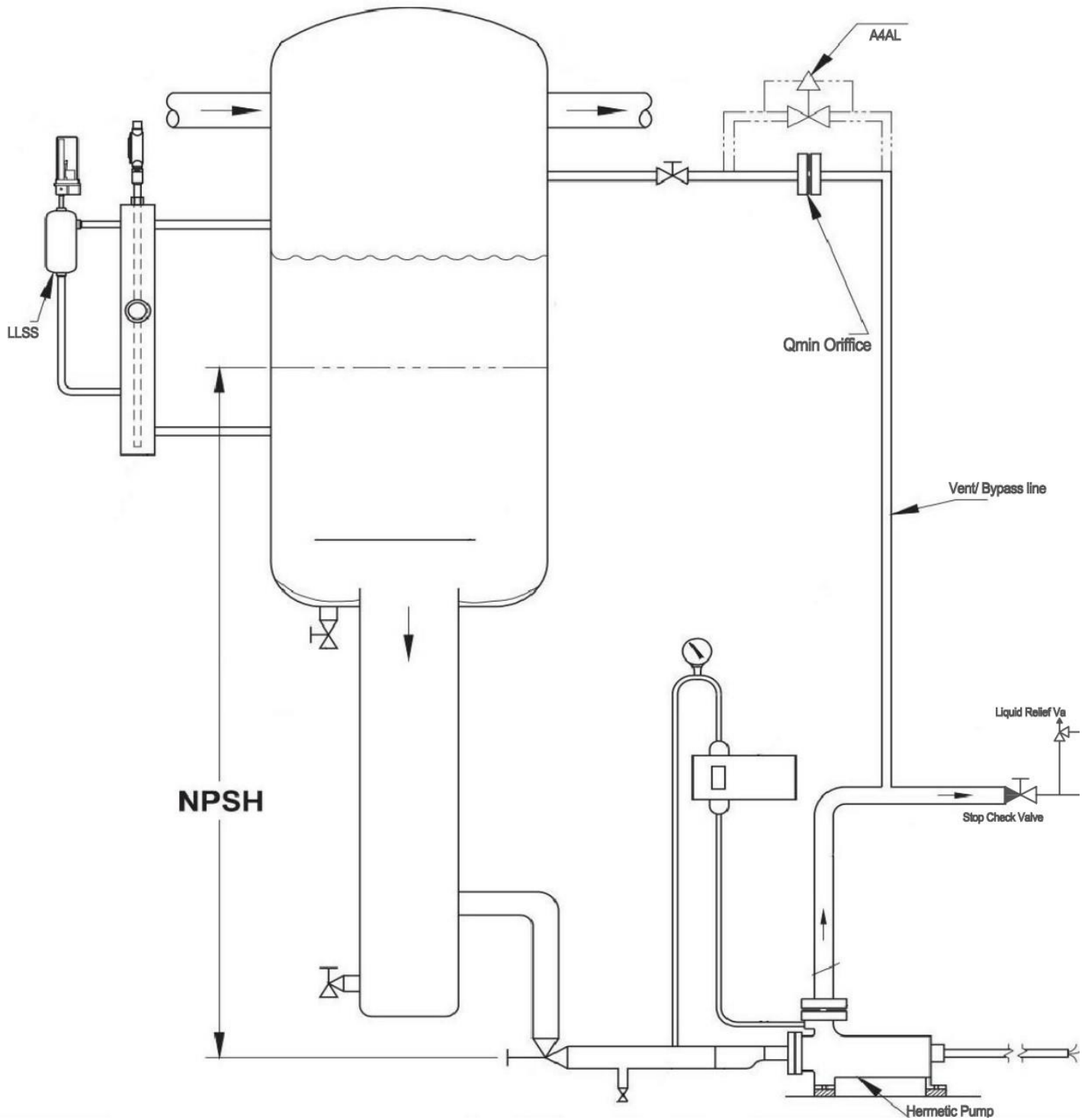
## 12. MẪU LẮP ĐẶT BƠM

*Hình 4: Mẫu lắp đặt bơm*



# NPSH





## C.VẬN HÀNH BƠM DỊCH

### 1. QUI TRÌNH CHẠY THỬ

Sau đây là quy trình chung để vận hành thử bơm môi chất lạnh lỏng Hermetic. Sau khi máy bơm được lắp đặt đúng cách và tất cả các công việc về điện đã được hoàn thành, nhưng không được cấp nguồn, nên tuân theo quy trình này.

- 1. Thử xì:** Nếu chưa thử xì, hãy kiểm tra rò rỉ bằng cách tạo áp suất cho máy bơm và đường ống liên quan. Mở đường ống thông hơi/ Bypass là một cách tốt để cho hơi môi chất lạnh vào bơm. Nếu cụm bơm đang chân không, hãy cho một lượng nhỏ môi chất lạnh lỏng từ bình thấp áp vào bơm bằng cách mở van đầu vào của bơm rồi đóng lại. Để chất lỏng bay hơi và tăng áp suất để kiểm tra rò rỉ ở các miếng đệm mặt bích, mối hàn và miếng đệm bơm. Ba áp suất cần phải kiểm tra là (Hình 4): áp suất bình tuần hoàn (, áp suất đường nén bơm tại ống relay hiệu áp suất và áp suất đường ống cấp lỏng tới hệ thống
- 2. Làm lạnh bơm:** Mở van đầu vào của bơm và van thông hơi/ bypass. Chờ bơm lạnh đến gần nhiệt độ của bình thấp áp. Có thể mất từ 5 đến 10 phút để xuất hiện sương giá hoặc mờ hôi trên bề mặt vỏ máy bơm. Hơi tạo thành do quá trình làm lạnh bơm và đường ống sẽ thông về bình thấp áp qua đường thông hơi/ bypass.
- 3. Kiểm tra chiều quay của bơm:** Mở ½ van chặn nén của bơm và mở hết van thông hơi/ bypass. Khởi động bơm và quan sát áp suất nén. Áp suất sẽ dao động trong vài giây và sau đó duy trì ổn định khi chất lỏng đi vào máy bơm. (Xem Bảng 5 để biết chênh lệch áp suất gần đúng giữa nén và hút.) Dừng bơm và đảo ngược hai trong số ba dây dẫn nguồn để đảo chiều động cơ. Khởi động lại máy bơm và quan sát áp suất xả. Đấu dây điện bơm đến vị trí tạo ra áp suất nén cao nhất. Điều này đảm bảo bơm đã vận hành thích hợp. Đo Ampere của động cơ và so sánh với Bảng 4

**Bảng 4: Thông số điện**

Motor	Volt/Hz	RPM	KW	Amp	Ohm
AGX3.0	380V/50Hz	2800	3.0	7.5	6.0
AGX4.5			4.5	11	3.65
AGX6.5			6.5	16	2.45
AGX8.5			8.5	20	1.5

**Bảng 5: Chênh áp của bơm PSI (Bar)**

Model	R-717	Freon	CO2
CAM 2/2	34 (2.3)	70 (4.8)	
CAM 2/3	49 (3.4)	105 (7.3)	76 (5.3)
CAM 2/4	65 (4.6)		
CAM 2/5	82 (5.7)		
CNF40-160	49 (3.4)		
CNF40-200	75 (5.1)		



- 4. Cấp lỏng cho hệ thống:** Khi máy bơm đã hoạt động, mở từ từ van nén của bơm để cấp đầy lỏng cho đường nén.
- 5. Kiểm tra hoạt động của relay hiệu áp suất.**

Quan sát đèn sự cố bơm trên tủ điện bơm trong khi thực hiện kiểm tra relay hiệu áp suất bơm. Tạo bọt khí cho bơm bằng cách đóng dần van hút của bơm trong khi bơm đang chạy. Việc tạo bọt khí cho bơm bằng cách này sẽ không gây hại cho bơm. Điều này sẽ làm máy bơm thiếu chất lỏng. Áp suất xả của máy bơm sẽ giảm xuống gần bằng áp suất đầu vào. Relay hiệu áp suất sẽ tác động làm tắt bơm sau thời gian timer ( khoảng 30 giây). Nếu không, hãy dừng bơm ngay lập tức và kiểm tra hệ thống dây điện và relay hiệu áp suất. Lặp lại quy trình để đảm bảo rằng relay hiệu áp suất bảo vệ bơm phải dừng bơm sau khoảng 30 giây tạo bọt.
- 6. Kiểm tra bảo vệ mức lỏng thấp:** Khi bơm đang chạy, hãy kéo nam châm của công tắc phao mức thấp LLSS- Parker ra khỏi ống bằng cách nâng hộp công tắc lên. Bơm phải tắt. Nếu không, hãy nối dây lại cho đúng.
- 7. Kiểm tra Ampere:** Đo dòng điện trên 3 phase của động cơ. Các giá trị đo được phải nhỏ hơn hoặc tối đa là bằng ampere cho phép như trong Bảng 4.
- 8. Lặp lại quy trình này với mọi bơm dự phòng.**

Lưu ý: Máy bơm hoạt động bình thường hầu như không hoặc rất ít gây tiếng ồn hoặc rung. Không được chạy bơm nếu bơm phát ra tiếng ồn hoặc rung bất thường. Hãy kiểm tra độ mòn của bạc than tối đa 5 năm một lần.

## 2. CẢNH BÁO!!

**Không được dừng và khởi động bơm quá 5 lần trong mỗi giờ và việc này được coi là bất thường.** Tình trạng này sẽ làm giảm tuổi thọ bạc than.

Lưu ý: Mối nguy hiểm lớn nhất đối với bơm khi khởi động lần đầu là chạy thử, trước khi cung cấp lỏng đúng cách cho bơm. Điều này chỉ có thể xảy ra nếu relay hiệu áp suất và công tắc phao mức thấp bị bỏ qua hoặc nối dây không đúng cách, đặc biệt đối với vị trí công tắc khởi động “BĂNG TAY”.

## 3. SỰ CỐ

**Ba lý do phổ biến nhất khiến bơm môi chất lạnh bị hư hỏng là:**

- **Hiện tượng xâm thực.**
- **Bơm chạy khô**
- **Quá nhiều cặn bẩn trong hệ thống.**

Điều này luôn đúng cho dù đó là bơm ly tâm, bơm bánh răng hay bơm piston và cho dù đó là bơm hở có phớt trục hay bơm kín canned. Mối nguy hiểm lớn nhất từ hiện tượng xâm thực đối với máy bơm là mất dòng chất lỏng đầu vào khiến bơm bị khô, thiếu lỏng. Xâm thực trong một thời gian dài sẽ làm giảm đáng kể tuổi thọ bộ đệm kín của máy bơm hở và tuổi thọ bạc than của bơm canned. Trong nhiều trường hợp, có thể tránh được hiện tượng xâm thực bằng cách lắp đặt đúng đường ống hút của bơm, trang bị thiết bị kiểm soát lưu lượng, lắp bơm có đủ NPSH và kiểm soát triệt để những thay đổi áp suất của bình.

- 1. Khởi động hệ thống mới:** Hiện tượng xâm thực thường xảy ra khi khởi động hệ thống mới vì bên hút của hệ thống đang được hạ xuống nhiệt độ vận hành. Việc giảm áp suất hút xuống từ từ trong vài giờ nói chung, sẽ giảm thiểu vấn đề. Trong mỗi bước kéo nhiệt độ xuống, cần ổn định áp suất hệ thống trước khi vận hành bơm. Điều này bao gồm cả việc tắt bơm trong lúc Ampere cao quá giới hạn cho phép, rồi khởi động lại, nếu cần.
- 2. Khởi động hệ thống mới - Không tải:** Đôi khi một số hệ thống phải khởi động khi chỉ có một phần nhỏ tải bình thường đang hoạt động. Khi đó, máy nén có thể quá lớn so với tải. Hãy chọn máy nén nhỏ nhất có sẵn để xử lý tải và điều chỉnh tải máy nén để loại bỏ hoặc giảm thiểu sự thay đổi áp suất. Ngoài ra, phải điều chỉnh cụm cấp dịch để phù hợp với tải hệ thống nhỏ ban đầu. Điều chỉnh van tiết lưu để thời gian cấp dịch của van điện từ mở ít nhất 50% đến 75%.
- 3. Van tiết lưu mở quá lớn:** Khi mở van tiết lưu quá lớn, hệ thống sẽ chỉ cấp dịch trong một thời gian ngắn. Quá trình tiết lưu sẽ tạo ra hơi và lỏng. Phần hơi tạo ra nhanh và nhiều sẽ làm tăng áp suất trong bình tuần hoàn và có thể làm đầy máy nén. Khi van điện từ cấp dịch đóng lại, máy nén sẽ nhanh chóng kéo áp suất bình xuống gây ra hiện tượng giảm áp nhanh trong chất lỏng và có khả năng tạo ra hiện tượng xâm thực bơm. Phải điều chỉnh van tiết lưu sao cho van điện từ cấp dịch mở ít nhất 50% thời gian và tốt nhất là 75% thời gian hoặc nhiều hơn. Điều này sẽ giảm thiểu sự thay đổi áp suất trong bình tuần hoàn. Ngoài ra, việc dùng các van tiết lưu điện từ tuyến tính có thể giảm thiểu việc thay đổi tải của máy nén.
- 4. Bộ điều khiển cấp dịch quá lớn:** Trong các bình tuần hoàn có đường cấp dịch từ 1½" (40A) trở lên, tình trạng van tiết lưu mở quá lớn càng nghiêm trọng hơn và khó khắc phục hơn. Do đó, nên sử dụng bộ điều khiển cấp dịch kép. Mỗi mức lỏng dùng một cụm van điện từ - tiết lưu để cấp dịch phù hợp. Thông thường, các mức cách nhau từ 4" đến 6" (100-150mm) là phù hợp. Cần phân tích đánh giá tải của hệ thống để xác định kích thước của mỗi cụm van cấp dịch. Cụm van cấp dịch mức lỏng trên phải có kích thước tương ứng với điều kiện tải thấp hơn. Cụm van này hoạt động gần như một đường cấp dịch cố định. Nếu tải vượt quá khả năng của van cấp dịch trên, thì cụm van cấp dịch dưới sẽ hoạt động theo chu kỳ toàn bộ công suất tải của hệ thống. Hai cụm van cấp dịch điều khiển cấp lỏng cho hệ thống sẽ cân bằng và làm giảm quá trình thay đổi tải của máy nén, do đó làm giảm sự dao động của áp suất và giảm thiểu hiện tượng xâm thực.
- 5. Xả đá ga nóng dàn lạnh:** Việc xả đá bằng gas nóng có thể ảnh hưởng đến áp suất bình tuần hoàn. Với các dàn lạnh lớn, lượng hơi gas nóng quay trở lại bình tuần hoàn có thể gây ra sự gia tăng áp suất bất thường. Máy nén có xu hướng được nạp đầy hơi trong quá trình xả đá. Khi kết thúc quá trình xả đá, áp suất hút có thể giảm nhanh chóng, do đó làm tạo bọt trừ khi việc giảm tải được đáp ứng kịp thời. Việc rút gas, hồi lỏng và xả lỏng có thể giảm thiểu sự tăng áp suất bình tuần hoàn trong quá trình xả đá. Chỉ xả đá một phần nhỏ trong tổng số dàn lạnh cũng sẽ giảm thiểu dao động áp suất.

**6. Điều khiển máy nén bằng máy tính:** Khi máy nén tăng tải, áp suất bình giảm nhanh với tốc độ hơn 1 psi/phút (0,07 bar/phút) có thể sẽ khiến bơm bị xâm thực. Nguyên nhân là do một phần chất lỏng trong bình và đường hút của bơm bị bốc hơi và hơi này được kéo vào bơm. Phần mềm điều khiển có thể cố gắng tối ưu hóa một thông số nào đó ngoài việc duy trì áp suất bình tuần hoàn ổn định. Việc lập trình phần mềm, nếu có thể, nên đạt được mục tiêu ổn định áp suất tuần hoàn.

**7. Các nguyên nhân khác gây xâm thực:** Bụi bẩn, xỉ hàn và các vật lạ đôi khi bị kéo vào bơm và chặn lối vào hoặc kẹt trong cánh guồng. Nếu cần, nên lắp lưới lọc ở đường hút của bơm. Khi đó, phải theo dõi độ giảm áp qua bộ lọc để duy trì tốt hiệu suất hệ thống và tránh hiện tượng xâm thực. Dầu đọng trong bơm ở nhiệt độ vận hành thấp có thể làm giảm lưu lượng và áp suất trong bơm, điều này cũng gây ra hiện tượng xâm thực. Kích thước, chiều dài hoặc cách bố trí đường ống hút của bơm không phù hợp có thể làm tạo bọt khí lọt vào bơm hoặc gây trở lực dẫn đến không đủ NPSH.

### 8. Sự cố- Nguyên nhân- Khắc phục:

Sự cố	Nguyên nhân	Khắc phục
A. Bơm bị tạo bọt khí, áp suất tuần hoàn giảm quá nhanh.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Van tiết lưu cấp dịch mở quá lớn.</li> <li>2. Máy nén tăng tải quá nhanh.</li> <li>3. Máy nén giảm tải quá chậm.</li> <li>4. Van điều khiển xả đá quá lớn.</li> <li>5. Quá nhiều tải máy nén.</li> <li>6. Hệ thống chỉ có một van tiết lưu lớn, duy nhất nên khó kiểm soát áp suất tuần hoàn.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Điều chỉnh van tiết lưu sao van điện từ cấp lỏng mở ít nhất 50% và tốt nhất là 75% tổng thời gian.</li> <li>2. Giảm tốc độ tăng tải của máy nén, trình tự tải của máy nén chậm hơn.</li> <li>3. Tăng tốc độ giảm tải của máy nén.</li> <li>4. Van điều áp xả đá quá lớn khiến gas nóng thừa quay về bình tuần hoàn. Kiểm soát áp suất gas nóng đến dàn bay hơi. Giảm kích thước van điều áp và tăng hồi lỏng để kiểm soát xả đá dàn bay hơi</li> <li>5. Sự thay đổi lớn về tải của máy nén có thể làm cho khó kiểm soát áp suất của bình tuần hoàn. Chọn năng suất máy nén để phù hợp với điều kiện tải cực đại và cực tiểu.</li> <li>6. Với các hệ thống cần dùng van tiết lưu 1½" và lớn hơn nên cân nhắc sử dụng hai van tiết lưu tay và hai van điện từ cấp lỏng song song. Một cụm van dành cho điều kiện tải thấp, van thứ hai dùng trong điều kiện tải cao nhất.</li> </ol>
B. Bơm bị tạo bọt khí.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Đường ống hút không đúng.</li> <li>2. Mức trong bình tuần hoàn giảm xuống quá thấp.</li> <li>3. Đường ống thông hơi/ bypass không đúng.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kích thước ống hút phải đủ lớn để vận tốc không quá 3 ft/sec (1m/giây) đối với amoniac và 2,5 ft/sec (0,75 m/giây) đối với halocacbon và CO2. Mức giảm áp đẳng trị đường hút tối đa là 1,5ft tĩnh (0,5 mét tĩnh).</li> <li>2. Phục hồi lại bộ điều khiển mức lỏng thấp. Sửa đổi trình tự và thông số vận hành hệ thống.</li> <li>3. Đường ống thông hơi phải được lắp giữa bơm và van một chiều trên đường xả của bơm.</li> </ol>
C. Bơm bị dừng do relay hiệu áp suất	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Không mở đường thông hơi/ bypass.</li> <li>2. Bơm không được làm lạnh đúng cách.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mở đường thông hơi/ bypass để hơi thoát ra từ bơm.</li> <li>2. Cho gas lỏng vào bơm để làm mát trong 10 phút cho đến khi đóng tuyết trên thân bơm.</li> </ol>



	<p>3. Nối ống, dây relay hiệu áp suất không đúng.</p> <p>4. Đường hút của bơm và bình tuần hoàn không bọc cách nhiệt.</p> <p>5. Bơm chạy ngược.</p> <p>6. Có nhớt trong bơm</p>	<p>3. Phải đấu relay hiệu áp suất tới đầu xả, dưới van một chiều và đường hút của bơm. Lưu ý: Máy bơm phải hoạt động với áp suất tối thiểu là 10 psid (0,7 bar) để cho relay hiệu áp suất luôn ở trạng thái đóng.</p> <p>Kiểm tra hệ thống dây điện</p> <p>4. Cách nhiệt đường hút của bơm và bình tuần hoàn. Lưu ý: Không cần cách nhiệt máy bơm.</p> <p>5. Kiểm tra chiều quay của bơm, xem phần Quy trình khởi động.</p> <p>6. Xả nhớt ra khỏi máy bơm.</p>
<p>D.-Bơm không tạo ra áp suất phù hợp.</p> <p>-Áp suất xả thấp.</p> <p>-Áp suất xả không có hoặc nhỏ</p>	<p>1. Bơm chạy ngược.</p> <p>2. Có nhớt trong bơm.</p> <p>3. Đồng hồ áp suất lắp sai vị trí.</p> <p>4. Chiều cao cột lỏng thực tế của hệ thống thấp hơn yêu cầu.</p> <p>5. Bơm bị “đun nóng gas”.</p>	<p>1. Đảo hai trong ba dây dẫn của bơm và kiểm tra lại áp suất. Chọn cái có áp suất cao hơn. Xem phần Qui trình khởi động.</p> <p>2. Xả nhớt ra khỏi bơm. Kiểm tra nhớt, xả nhớt hệ thống.</p> <p>3. Đồng hồ áp suất phải cảm biến được áp suất từ đầu ra bơm, trước van một chiều. Đồng hồ đo áp suất thứ hai sau lỗ xả Q-max hoặc bộ điều chỉnh lưu lượng không đổi sẽ cảm biến áp suất môi chất lạnh đi đến phụ tải.</p> <p>4. Xác minh đúng lỗ kiểm soát lưu lượng Q-max hoặc van điều chỉnh lưu lượng không đổi.</p> <p>5. Kiểm tra xem các đường ống thông hơi/ bypass và van hút của bơm đã mở chưa. Xem Sơ đồ đường ống.</p>
E. Bạc than hư	<p>1. Bơm chạy ngược.</p> <p>2. Đầu dây relay hiệu áp suất không đúng.</p> <p>3. Bơm tạo bọt quá nhiều.</p> <p>4. Quá nhiều cặn bẩn trong hệ thống.</p>	<p>1. Đảo hai trong ba dây dẫn của bơm và kiểm tra lại áp suất. Chọn cái có áp suất cao hơn.</p> <p>2. Kiểm tra hệ thống điện. Hệ thống điện phải bảo vệ bơm tránh hiện tượng xâm thực hoặc chạy khô.</p> <p>3. Xem Khắc phục sự cố D &amp; E.</p> <p>4. Thêm bộ lọc để làm sạch hệ thống</p>
F. Motor hư	<p>1. Lớp bọc stator có thể bị rách do mòn bạc mòn quá mức.</p> <p>2. Mất pha.</p> <p>3. Lưới bị nghẹt- Thiếu giải nhiệt mô tơ.</p> <p>4. Điện áp không đúng.</p>	<p>1. Thay vỏ bọc stator và bạc than. Tìm đơn vị sửa chữa đủ điều kiện để thay thế. Xem thêm Khắc phục sự cố G.</p> <p>2. Kiểm tra ba pha.</p> <p>3. Quá nhiều bụi bẩn trong hệ thống - làm sạch hệ thống.</p> <p>4. Kiểm tra điện áp.</p>
G. Không đủ lưu lượng	<p>1. Van một chiều nén của bơm dự phòng bị xì.</p> <p>2. Đường ống hoặc van bị nghẽn.</p> <p>3. Xâm thực (tạo bọt).</p> <p>4. Bơm chạy ngược.</p> <p>5. Có nhớt trong bơm.</p>	<p>1. Xác định van một chiều xả trên các bơm dự phòng lắp song song có bị lòn không.</p> <p>2. Kiểm tra các tắc nghẽn của hệ thống. Xác minh lưu lượng và Ampere với đường đặc tuyến bơm.</p> <p>3. Giảm hiện tượng sóng biển trong bình, xem khắc phục sự cố Phần B xâm thực (tạo bọt). Kiểm tra NPSH có đủ không, nếu thiếu, tăng mức chất lỏng tối thiểu.</p> <p>4. Kiểm tra chiều quay của bơm, xem Quy trình khởi động. Chuyển đổi hai trong ba phase của bơm và kiểm tra áp suất. Chọn cái có áp suất cao hơn.</p> <p>5. Xả nhớt ra khỏi bơm.</p>
H. Bơm không chạy	<p>1. Mạch điều khiển bơm không hoạt động.</p> <p>2. Cầu chì bị đứt.</p>	<p>1. Kiểm tra nguồn mạch điều khiển.</p> <p>2. Kiểm tra cầu chì - cầu chì hoặc CB phải có dòng định mức gấp 3 lần bơm.</p>

	<p>3. Bảo vệ quá dòng nhỏ.</p> <p>4. Mức chất lỏng trong bình thấp.</p> <p>5. Động cơ bị cháy.</p> <p>6. Relay hiệu áp suất bị ngắt.</p> <p>7. Bơm bị quá tải.</p>	<p>3. Kiểm tra bảo vệ quá dòng - nên có kích thước phù hợp với dòng điện định mức của động cơ hoặc thấp hơn.</p> <p>4. Công tắc phao báo mức thấp, bộ điều khiển mức hoạt động không đúng hoặc mức lỏng trong bình quá thấp.</p> <p>5. Ngắt kết nối dây dẫn động cơ và kiểm tra điện trở trên cả ba dây dẫn. Điện trở phải có cùng giá trị như bảng 4.</p> <p>6a. Nhấn nút reset. Nếu máy bơm khởi động, hãy kiểm tra chênh lệch tối thiểu là 10 psi (0,7 bar).</p> <p>6b. Kiểm tra một pha, ngắt quá tải hoặc đoản mạch.</p> <p>7a. Xác minh quá tải và độ lớn bảo vệ quá dòng. Thay đổi kích thước nếu cần.</p> <p>7b. Nhớt lạnh trong bơm. Xả nhớt.</p> <p>7c. Cánh guồng bị kẹt bởi bavie lớn, xỉ hàn trên mặt bích hút hoặc trên đường ống tới bơm.</p>
--	--	--

## 9. Xâm thực:

### A. BIỂU HIỆN CỦA XÂM THỰC:

- Bơm ồn hơn (tiếng lạo xạo hoặc tiếng nổ lụp bụp)
- Bơm rung nhiều hơn và áp suất giao động (đồng hồ AS xã giao động)
- Lưu lượng và cột áp xã giảm
- Nếu có lắp bộ theo dõi lực đẩy dọc trục thì có thể thấy được trên màn hình
- Lực dọc trục tăng làm tăng tải động cơ, do đó làm tăng mài mòn. Nguyên nhân là do hình thành bọt hơi bên trong chất lỏng do đó làm bạc than thiếu dịch, làm mất bôi trơn.
- Nhiệt độ chất lỏng tăng

### B. NGUYÊN NHÂN XÂM THỰC VÀ CÁCH PHÒNG TRÁNH.

#### B1. SỰ CỐ BƠM DO PHÍA HÚT

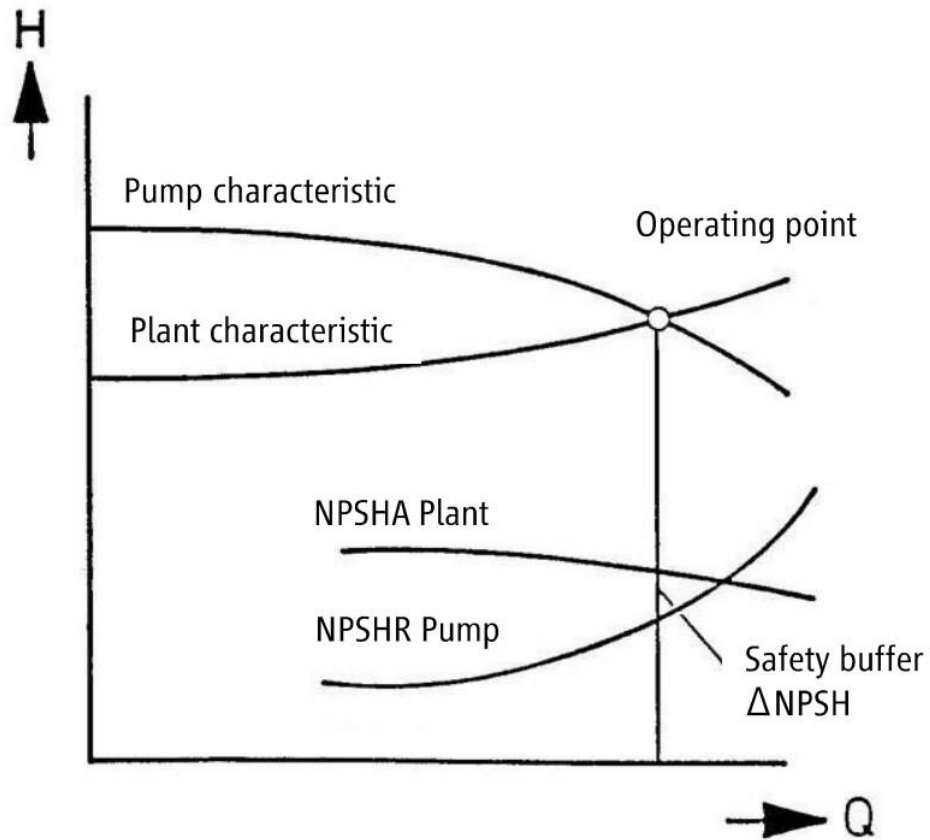
1. NPSHa < NPSHr
2. Đường kính ống quá nhỏ
3. Vận tốc môi chất trong đường ống hút quá thấp hoặc quá cao
4. Không có cửa Qmin làm hơi thoát kém
5. Tốc độ giảm áp suất quá nhanh
6. Bộ lọc trong đường hút bị nghẹt
7. Bố trí trong bình thấp áp không đúng

#### B2. NPSH ĐỂ ĐẢM BẢO BƠM LUÔN HOẠT ĐỘNG TỐT:

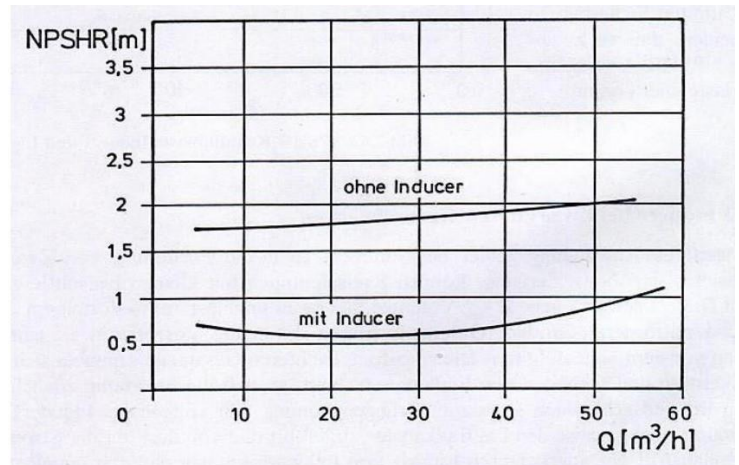
$$NPSHa > NPSHr$$

Quan trọng:

- Tối thiểu:  $NPSHA \geq NPSHR + 0,5 \text{ m}$
- Kiểm tra điểm vận hành trên đồ thị: phải nằm trong  $\Delta NPSH$



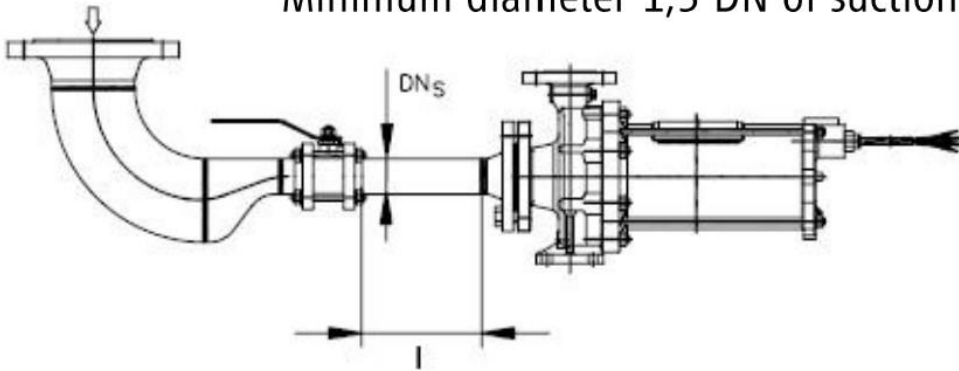
+ Có thể cải thiện NPSHr bằng cách trang bị thêm Inducer. Inducer có thể làm giảm NPSHr và làm khuếch tán hơi vào trong lồng.



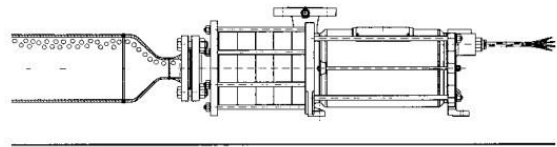
### B3.KÍCH THƯỚC ÔNG VÀ TỐC ĐỘ DÒNG CHẢY

$$L = 5 \cdot DN_s$$

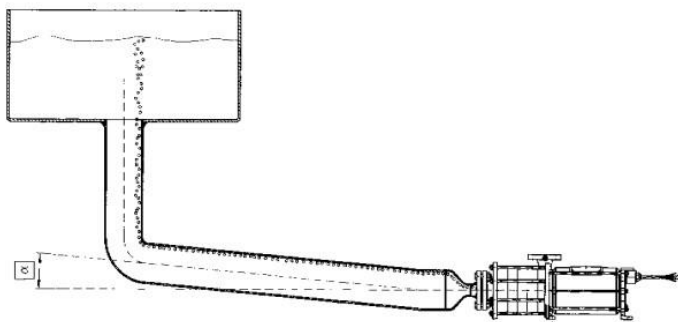
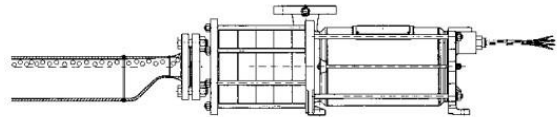
Minimum diameter 1,5 DN of suction nozzle



wrong



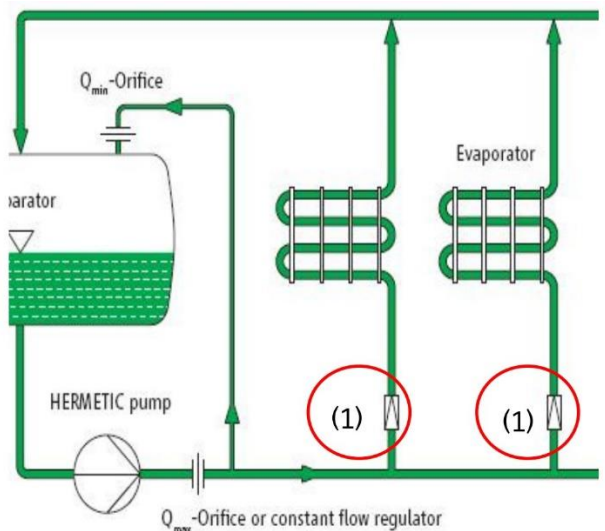
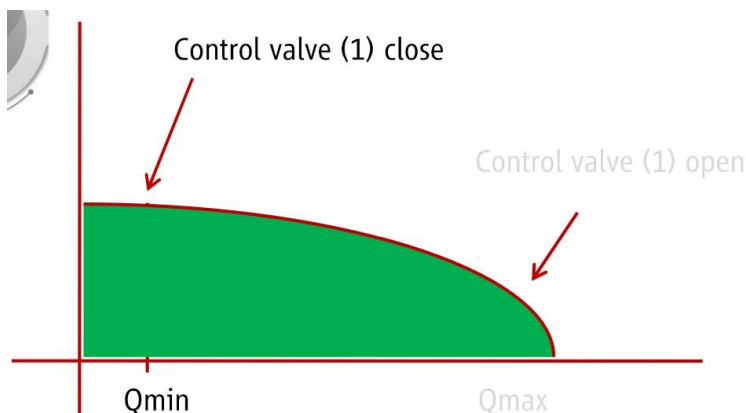
right



Kích thước và thiết kế của đường hút là rất quan trọng

- Mỗi bơm phải có một đường hút riêng
- Nếu 2 bơm lắp song song thì chỉ cần 1 đường hút là đủ, với điều kiện: một bơm chạy và một bơm dự phòng
- Đường hút phải ngắn, cách nhiệt tốt và ổn định, dốc về phía bơm
- Vận tốc khuyến nghị trong đường hút: tối đa là 0,3 - 0,5m/s.

#### B4. GIỚI HẠN $Q_{min}$



Ưu điểm của cửa  $Q_{min}$ / Bypass:



1. Liên tục xả hơi sinh ra về bình thấp áp

2. Loại bỏ khí trong bơm

### **B5. BỘ LỌC ĐƯỜNG HÚT**

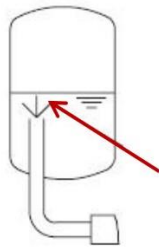
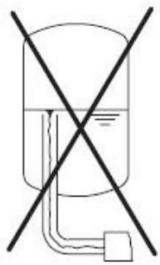
- Lắp bộ lọc hút ngay trong lúc lắp đặt

- Mắt lưới < 0,8mm

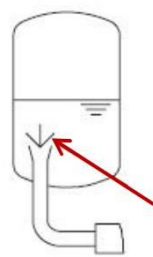
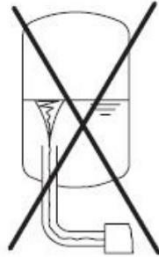
- Phải được loại bỏ càng sớm càng tốt hoặc phải được theo dõi lọc nghẹt bằng dụng cụ chênh lệch áp suất

Nếu cần, chỉ nên lắp bộ lọc trên đường hút trong giai đoạn vận hành thử. Sau khi hệ thống đã sạch thì tháo ra. Tuy nhiên, phải đảm bảo hệ thống đã sạch hoàn toàn.

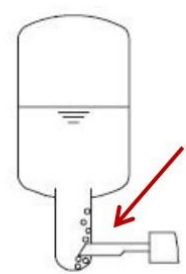
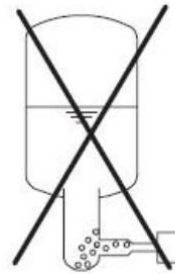
### **B6. LẮP ĐẶT BÌNH THẤP ÁP**



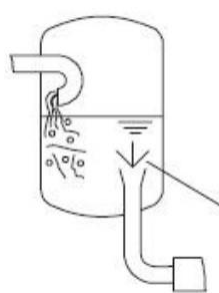
Chiều cao tối thiểu đến cửa hút



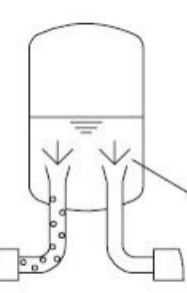
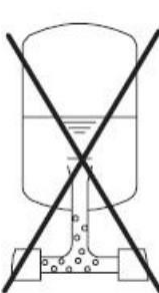
Cửa hút có miệng côn



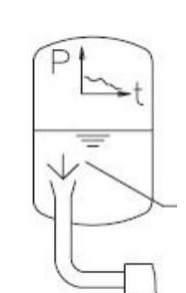
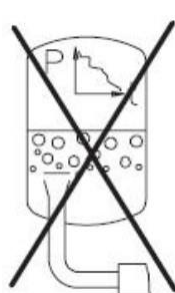
Cửa hút đưa vào trong và vát xéo



Ống về uốn cong hoặc chặn



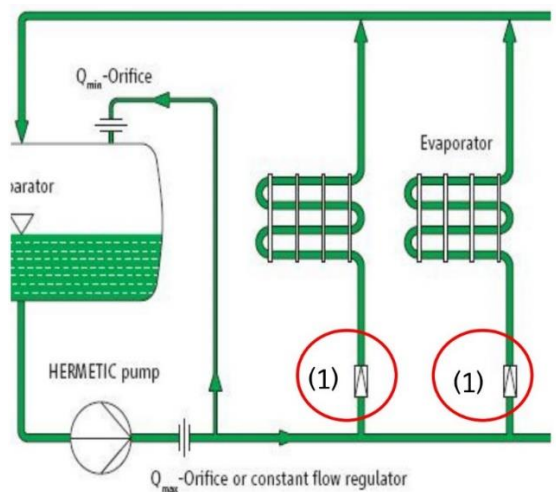
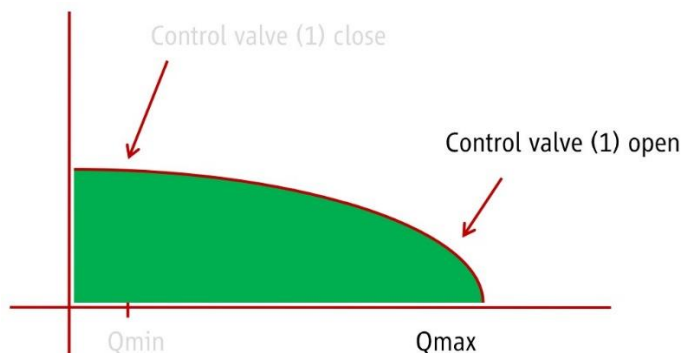
Hai đường hút riêng



Tránh tạo hơi trong lồng

### **B7..NHỮNG LỖI KHÁC:**

1. GIỚI HẠN Qmax

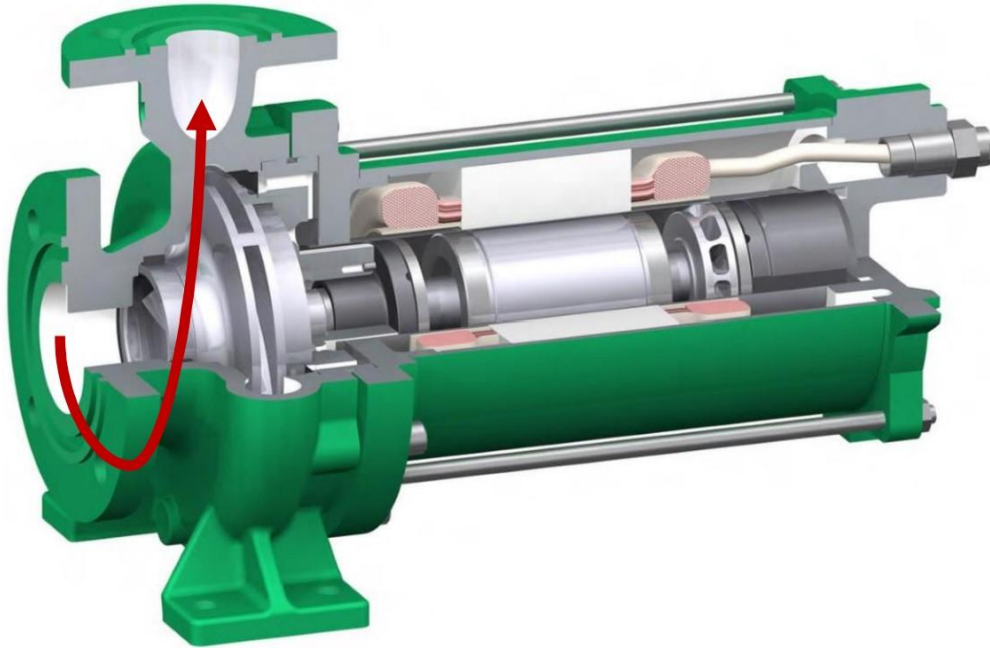


Ưu điểm của Qmax / Van ổn định lưu lượng:

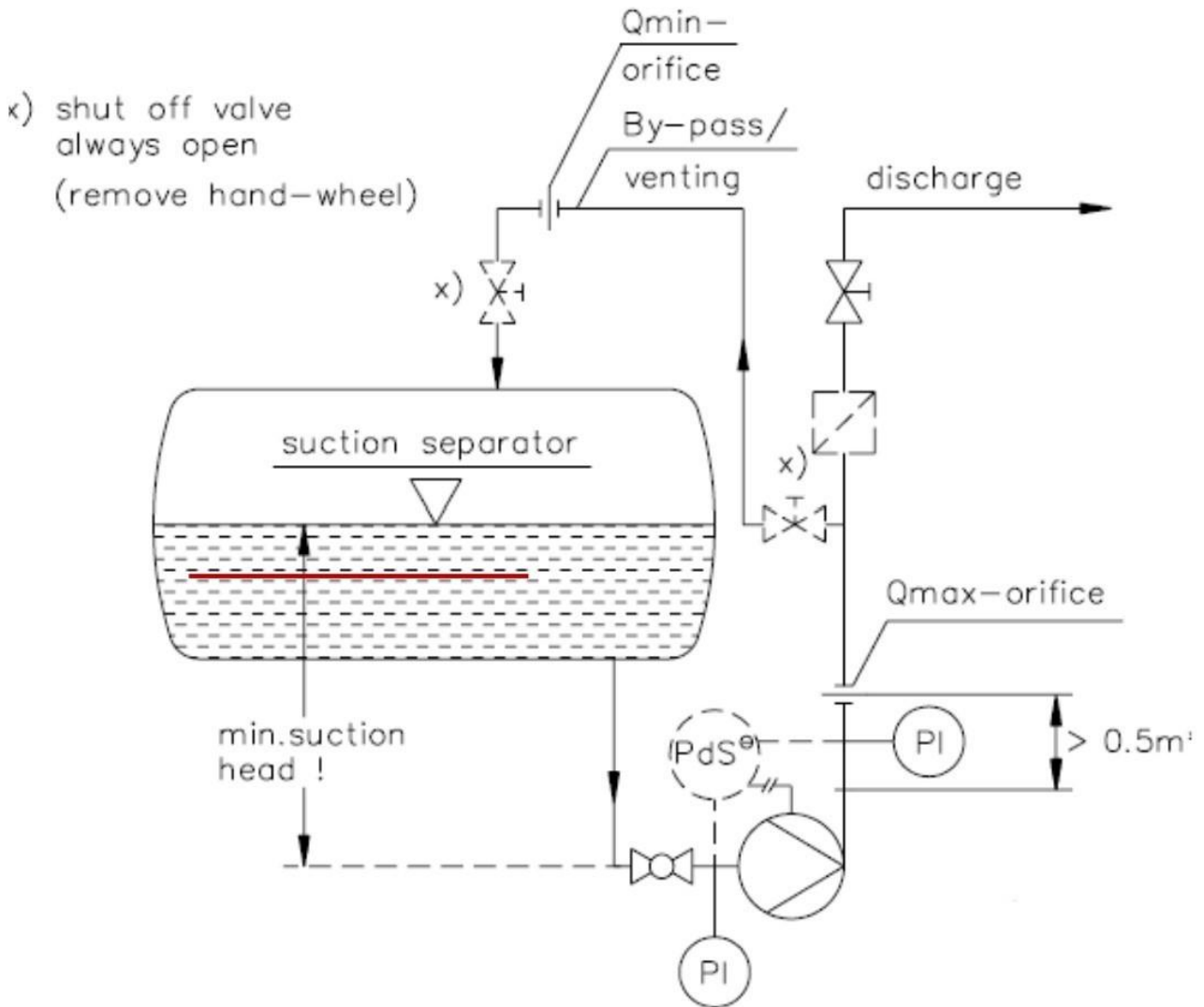
1. Luôn giữ áp suất bơm

2. Tránh quá tải bơm

2. CHIỀU QUAY CỦA BƠM



3. THÔNG ÁP CHO BƠM MÔI CHẤT LẠNH



-Khi bơm dừng: đường bypass được dùng như đường thông áp

-Khi khởi động lại hoặc khởi động lần đầu tiên, hãy chờ cho đến khi tất cả các bộ phận của bơm lạnh xuống đến nhiệt độ vận hành

-Cẩn thận khi mở van một chiều ở đầu ra của bơm. Phải lắp đường bypass trước van một chiều để có thể tự động thông áp.

-Quan trọng: không được sử dụng van một chiều trên đường bypass

### **B8. QUI TẮC TRONG LẮP ĐẶT BƠM DỊCH**

1. Đường hút càng ngắn càng tốt, thẳng hàng với bơm
2. Không cho phép kéo dài đường hút
3. Đường hút riêng cho từng bơm
4. Tháo bỏ bộ lọc ngay sau khi đường ống đã được làm sạch
5. Tốc độ của môi chất lỏng trong đường hút phải ở mức tối đa là 0,3 – 0,5m/giây
6. Lắp đường bypass trên đường xả, sau lỗ Qmax, trước van chặn 1 chiều
7. Lắp đường bypass trước van chặn một chiều để khử khí hoàn toàn cho hệ thống
8. Đường bypass nối vào phần pha hơi của bình tách lỏng

9. Phải lắp đặt lỗ Qmin cao hơn mức chất lỏng
10. Khi hai bơm chạy song song, phải làm hai đường bypass và hai cửa Qmin riêng biệt.
11. Lắp cửa Qmax cách bơm khoảng 0,5m
12. Sau khi dừng bơm, để motor nguội lại trước khi khởi động lại máy bơm (5-10 phút) và để kích hoạt quá trình khử khí.
13. Khi áp suất trong bình tách lỏng giảm nhanh, hiện tượng xâm thực có thể xảy ra trong bơm.
14. Kiểm tra chiều quay bằng cách đảo pha. Mạch có hiệu áp suất cao hơn là mạch đúng
15. Cài đặt thời gian trễ cho relay hiệu áp suất tác động tắt bơm là 10-15giây. Lắp relay trước cửa Qmax
16. Tránh gây giãn nở thủy lực trong đường hút và xả
17. Làm sạch kỹ hệ thống trước khi đưa vào vận hành

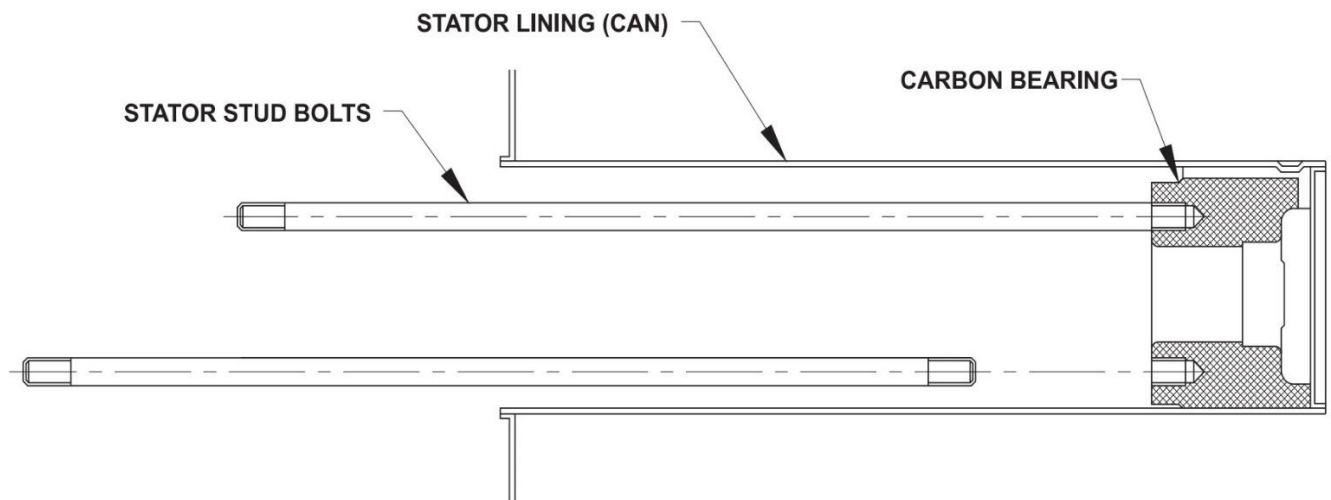
## D.SỬA CHỮA BƠM DỊCH

### 1. SỬA CHỮA VÀ BẢO TRÌ

Khi lắp đặt bơm đúng, với thiết kế không cần bộ đệm kín và ổ trục thủy động, thường, bơm rất ít bị mài mòn các bộ phận. Bơm phải chạy không rung và không có tiếng ồn. Tiếng ồn hoặc độ rung cho thấy bơm có lỗi, khi đó **KHÔNG ĐƯỢC CHẠY BƠM**. Ngoài ra, chúng tôi khuyến nghị rằng sau năm năm (sớm hơn nếu có bất kỳ tiếng ồn bất thường nào hoặc thiết bị an toàn bị cất lặ đi lặ lại), nên kiểm tra độ mòn bạc than.

Chỉ những kỹ thuật viên điện lạnh có trình độ và sử dụng các công cụ chuyên dụng mới được tháo và sửa chữa bơm. Thực hiện theo các quy trình an toàn cho hệ thống lạnh, đọc và hiểu phần Thận trọng trong tài liệu này. Trước khi tháo bơm, hãy chắc chắn rằng bơm đã được cách ly hoàn toàn khỏi hệ thống lạnh và môi chất lạnh đã được xả bỏ hết (được xả ra đến áp suất bằng 0).

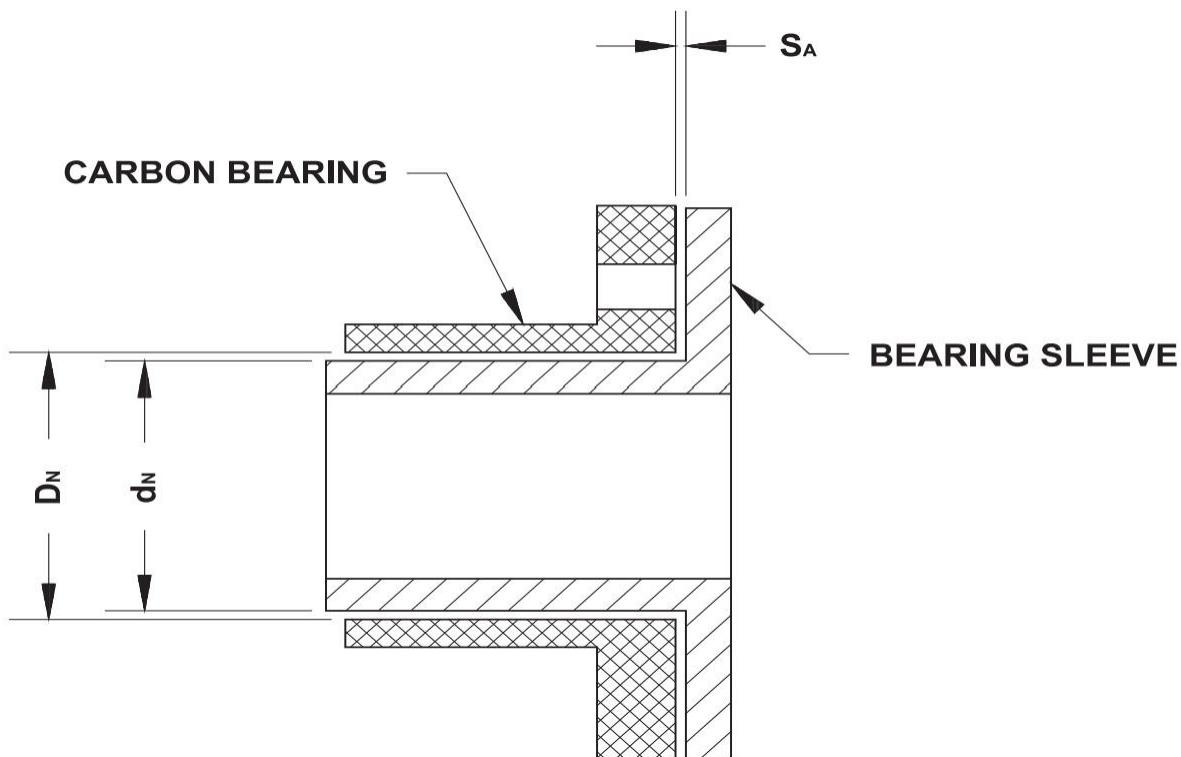
**Hình 11: Bu long vòng- Dụng cụ tháo bạc than**



### 2. KHE HỒ HƯỚNG TRỤC



Để nguyên bơm, qua cửa vào của bơm đẩy hết trục về phía sau. Dùng thước cặp hoặc thiết bị đo chính xác khác, đo khoảng cách từ đầu trục đến mặt bích của bơm. Tiếp theo, kéo trục hết về phía trước và thực hiện phép đo thứ hai. Hiệu số của hai giá trị đo được chính là khe hở dọc trục. Nếu khe hở này lớn hơn dung sai hướng trục tối đa cho phép của bạc than ( $S_{A\text{ MAX}}$ ) trong Bảng 12, hãy thay thế bạc than.



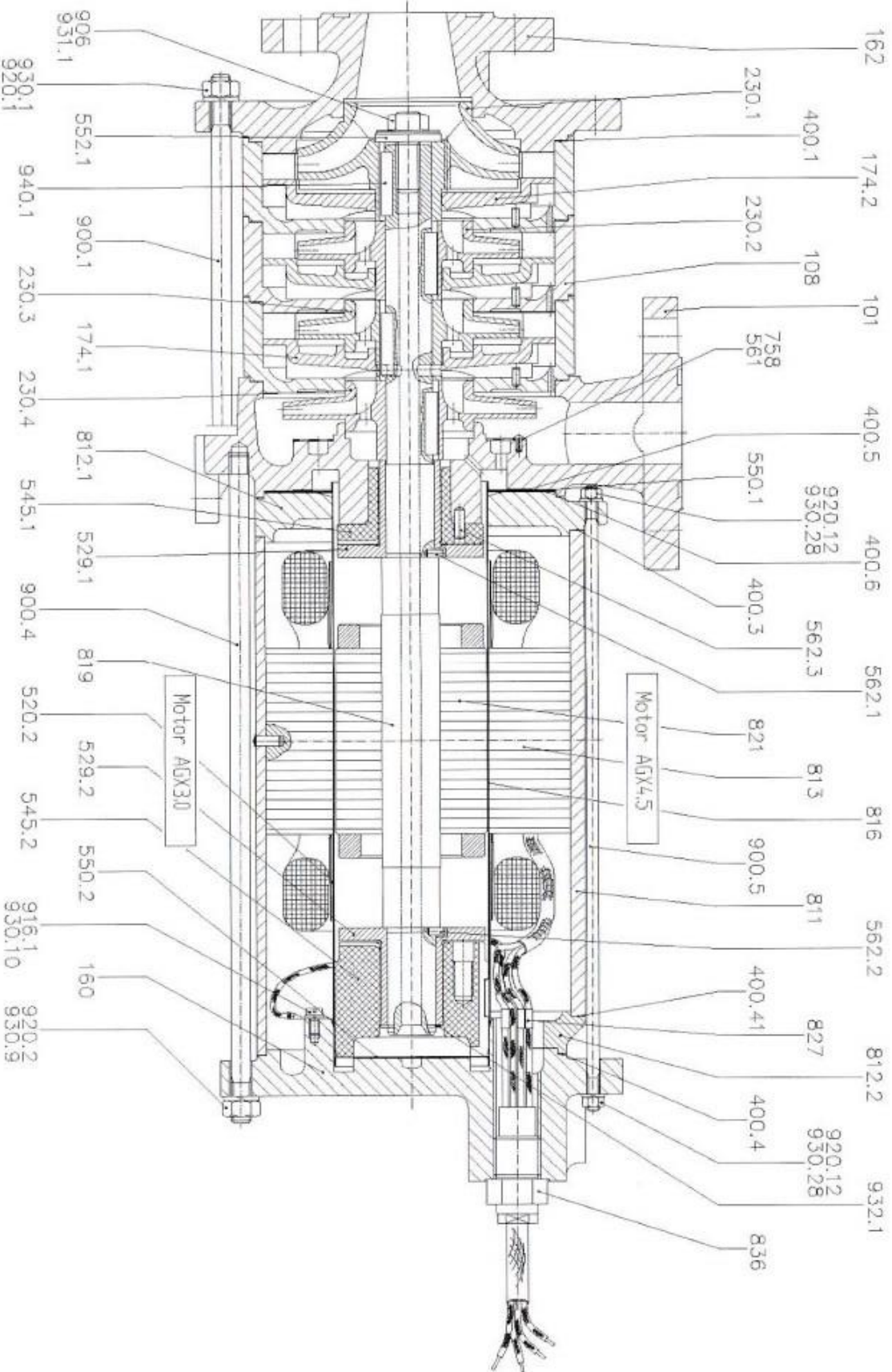
Bảng 12: Kích thước bạc than AGX3.0, AGX4.5, AGX6.5

		Trước – Sau – Inch (mm)
$D_N$	Nominal Bearing ID	1.262" (32.05)
$d_N$	Nominal Bearing Sleeve OD	1.252" (31.80)
$S_N^*$	Nominal Bearing Clearance	0.008" (0.20)
$S_{N\text{ MAX}}$	Maximum Bearing Clearance	0.013" (0.33)
$S_A$	Nominal Axial Bearing Clearance	0.031" (0.78)
$S_{A\text{ MAX}}$	Maximum Axial Bearing Clearance	0.059" (1.50)

### 3. THAY BẠC THAN

Tham khảo bản vẽ và danh mục bơm CAM và bơm CNF

# CAM2系列制冷泵装配图



## **DANH MỤC BƠM CAM**

Item No	Decription	Item No	Decription
101	Pump Casing	758	Filter
108	Stage Casing	811	Motor Casing
160	Casing Cover	812.1	Motor Casing cover
162	Suction Cover	812.2	Motor Casing cover
174.1	Diffuser Insert	813	Stator
174.2	Diffuser Insert	816	Stator Lining
230.1	Impeller, Stage 1	819	Motor Shaft
230.2,3,4	Impeller, Multi Stage	821	Rotor
400.1	Gasket	827	Cable Adaptor
400.3	Gasket	836	Cable Inlet
400.4	Gasket	900.1	Screw
400.41	Gasket	900.4	Screw
400.5	Gasket	900.5	Screw
400.6	Gasket	903.1	Gauge Port Plug
520.1	Front Reinforcing Sleeve	906	Herxagon Screw
520.2	Rear Reinforcing Sleeve	916.1	Int Hex head Screw
529.1	Front Bearing Sleeve	920.1	Hexagon Nut
529.2	Rear Bearing Sleeve	920.2	Hexagon Nut
545.1	Front Bearing Bushe	920.12	Hexagon Nut
545.2	Rear Bearing Bushe	930.1	Lockwasher
550.2	Sealing disc	930.9	Lockwasher
552.1	Retaining Plate	930.10	Lockwasher
561	Grooved Dowel Pin	930.28	Lockwasher
562.1	Cylindrical Pin	931.1	Tabwasher
562.2	Cylindrical Pin	932.1	Tabwasher
562.3	Cylindrical Pin	940.1	Parallel Key

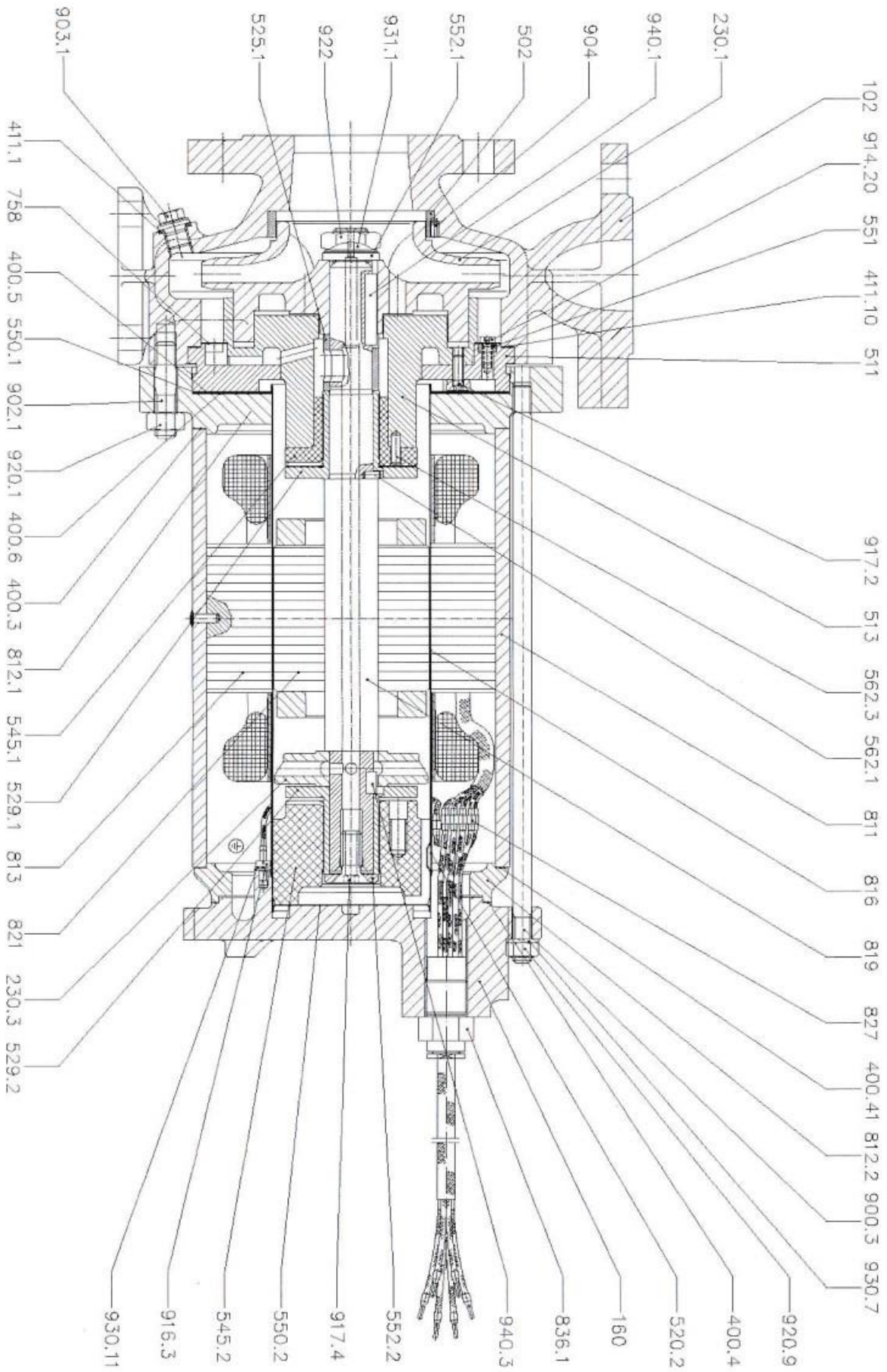
### **A.BƠM CAM**

1. Tháo lỏng 8 đai ốc lục giác (920.1) và tháo nắp hút (162).
2. Cạy lỏng đèn khóa (931.1) xuống, tháo ốc giữ cánh guồng (906) và tháo cánh guồng đầu tiên.

3. Lấy chốt cla vét cánh guồng ra khỏi trục, tháo vỏ cấp đầu tiên (108) và lấy cánh guồng thứ hai ra.
4. Tháo các cánh guồng tiếp theo.
5. Tháo 4 đai ốc lục giác (920.2) và tháo hoàn toàn động cơ ra khỏi vỏ bơm (101). Tháo cụm bạc than trước (545.1). **THẬN TRỌNG:** Môi chất lạnh có thể còn đọng trong động cơ.
6. Tháo cụm bạc than sau (545.2) bằng cách dùng bu lông cấy stator (900.4). Tránh làm hỏng bạc than và lớp bọc stator, hãy kéo nhẹ bạc than, nếu cần, có thể đẩy bạc than về phía sau để lau sạch các cặn bẩn bám trên lớp áo lót stator. Cho ít nhớt vào áo lót stator để dễ dàng tháo bạc than.
7. Đo đường kính bạc than và ống lót trước và sau (529.1,2). Nếu hiệu số giữa các đường kính  $D_N$  và  $d_N$  vượt quá giới hạn tối đa cho phép ( $S_{N\ MAX}$ ) như trong Bảng 12, thì phải thay bạc than và ống lót.
8. Kiểm tra điện trở stator như phần Kiểm tra cuộn dây stator.
9. Kiểm tra bằng mắt thường lớp bọc stator "CAN" (816) xem có vết xước, vết khuyết và vết lõm nào không. Nếu lớp bọc stator bị hỏng, hãy mang nó đến nhà máy hoặc cửa hàng sửa chữa động cơ đủ tiêu chuẩn để thay.



# CNF系列制冷泵装配图



## **DANH MỤC BƠM CNF**

Item No	Decription	Item No	Decription
102	Pump Casing	758	Filter Insert
160	Casing Cover	811	Motor Casing
230.1	Impeller	812.1	Motor Casing Cover
230.3	Second Impeller	812.2	Motor Casing Cover
400.3	Gasket	813	Stator
400.4	Gasket	816	Stator Lining
400.5	Gasket	819	Motor Shaft
400.6	Gasket	821	Rotor
400.41	Gasket	827	Cable Adaptor
411.1	Gasket	836.1	Cable Assembly
411.10	Gasket	900.3	Screw
502	Split Ring	902.1	Hexagon screw
511	Casing cover	903.1	Screwed Plug
513	Wear Ring Insert	904.00	Int. Hex Head Screw
520.2	Reinforcing Sleeve	914.2	Int. Hex Head Screw
525.1	Distance Sleeve	916.3	Int. Hex Head Screw
529.1	Front Bearing Sleeve	917.2	Int. Hex Head Screw
529.2	Rear Bearing Sleeve	917.4	Int. Hex Head Screw
545.1	Front sliding Bearing	920.1	Hexagon nut
545.2	Rear sliding Bearing	920.9	Hexagon nut
550.1	Sealing disc	917.1	Hexagon nut
550.2	Sealing disc	922.00	Hexagon nut
551.00	Retaining Plate	930.7	Lockwasher
552.1	Retaining Plate	930.11	Lockwasher
552.2	Retaining Plate	931.1	Tabwasher
562.1	Cylindrical Pin	940.1	Paraller Key
562.3	Cylindrical Pin	940.3	Paraller Key

### **B. BƠM CNF**

1. Mở 8 tán (10 mm) (914) và rút động cơ ra khỏi bơm. Kiểm tra điện trở stator theo phần Kiểm tra cuộn dây stator. **THẬN TRỌNG:** Chất làm lạnh có thể còn đọng trong động cơ.

2. Để tháo cụm rotor, cạy vào đầu cốt tại cửa hút để đẩy miếng đệm ổ trục (381), rotor và cánh guồng ra khỏi vỏ máy bơm.
3. Bẻ thẳng chốt long đèn khóa (931.1) và tháo bu long giữ cánh guồng. Rút cánh guồng (230) ra khỏi trục động cơ (819). Tháo cụm ổ trục trước (381).
4. Để tháo cánh guồng phụ, ổ trục sau và ống lót, nối lồng vít lục giác chìm (8 mm) (917) và rút ống lót ổ trục (529.2) ra khỏi trục.
5. Tháo bạc than (545.2) ở phía động cơ bằng các bu lông cấy stator (900.3); xem Hình 10. Tránh làm hỏng bạc than và lớp bọc stator, hãy kéo nhẹ bạc than, nếu cần, có thể đẩy bạc than về phía sau để lau sạch các cạnh bản bám trên lớp áo lót stator. Cho ít nhớt vào áo lót stator để dễ dàng tháo bạc than.
6. Đo đường kính bạc than và ống lót bạc than trước và sau (529.1/2). Nếu hiệu số giữa các đường kính  $D_N$  và  $d_N$  vượt quá giới hạn Khe hở bạc than tối đa cho phép ( $S_{N\ MAX}$ ) trong Bảng 12, phải thay bạc than và ống lót.
7. Kiểm tra điện trở stator theo phần Kiểm tra cuộn dây stator.
8. Kiểm tra bằng mắt thường lớp bọc stator "CAN" (816) xem có vết xước, vết khuyết và vết lõm nào không. Nếu lớp bọc stator bị hỏng, hãy mang nó đến nhà máy hoặc cửa hàng sửa chữa động cơ đủ tiêu chuẩn để thay thế.

### **C.LẮP LẠI**

Kiểm tra các cánh guồng, vòng chặn và bạc than để tìm vết mòn, áo lót stator có vết ma sát không. Thay thế các bộ phận bị hư hỏng. Kiểm tra các mảnh vụn nằm trong buồng bơm. Làm sạch tất cả các bộ phận trước khi lắp ráp. Nếu thay cánh guồng mới, phải cân bằng lại toàn bộ cụm.

Để lắp bạc than sau, trước tiên hãy làm sạch và tra nhớt vào áo lót stator. Lắp bạc than bằng bu lông cấy stator (CAM: 900.4, CNF: 900.3) theo Hình 11. Đẩy nhẹ bạc than vào áo lót stator, đặt rãnh trên bạc than thẳng hàng, trùng với rãnh trong áo lót stator. Cẩn thận không làm cong bu lông cấy hoặc vặn bạc than. Các bước còn lại trong quá trình lắp ráp lại bơm thực hiện theo thứ tự ngược lại với quá trình tháo. Khi lắp ráp lại máy bơm, hãy sử dụng các miếng đệm mới. Vòng đệm (931.1) khóa bu long cánh guồng phải ở tình trạng tốt. Sau khi lắp ráp xong, xoay trục bằng tay qua lỗ đầu vào của máy bơm, phải đảm bảo rotor quay tự do và kiểm tra lại khe hở dọc trục. Thử xì bơm trước khi đưa nó trở lại hoạt động.

### **D.BẠC THAN VÀ ỐNG CHỈ MÒN**

Tại điểm mòn nhiều nhất, đo đường kính ngoài của ống lót ( $d_N$ ) và đường kính trong của bạc than ( $D_N$ ), như bên dưới. Trừ hai giá trị đo được để xác định khe hở ống lót và bạc than ( $S_N$ ). So sánh hiệu số này với các giá trị trong Bảng 12. Nếu các hiệu số vượt quá các giá trị tối đa cho phép, phải thay ống lót và bạc than.

### **E. KIỂM TRA CUỘN DÂY MOTOR**

Trước tiên, dùng đồng hồ vạn năng để kiểm tra điện trở cuộn dây stator. Để kiểm tra lỗi tiếp địa, nối một dây đồng hồ vạn năng với dây tiếp địa của bơm và dây còn lại của đồng hồ với vỏ động cơ. Giá trị đọc phải từ 0,1 Ohm trở xuống. Đo điện trở từng pha với dây tiếp địa xem có bị chạm vỏ không, giá trị phải là vô cực. Nếu cần, có thể sấy hoặc quấn lại.

Tiếp theo, kiểm tra cuộn dây của động cơ bằng cách đo điện trở giữa các đầu dây của bơm bằng cách nối hai que đo với các dây pha như trong Bảng 13. So sánh ba giá trị đo được với các giá trị trong Bảng 4.

Dùng Megomet để kiểm tra độ cách điện bằng cách nối một dây Megomet với dây tiếp địa và dây còn của Megomet nối với từng dây pha của bơm. Các giá trị phải trên là 750 Mega Ohms. Nếu không, cần phải quấn lại stator hoặc sấy stator để loại bỏ ẩm. Nên sửa chữa motor tại các nhà máy hoặc cửa hàng đủ tiêu chuẩn.

## **F. THẬN TRỌNG**

Bất cứ khi nào bơm chứa đầy môi chất lạnh lỏng được cách ly khỏi hệ thống bằng cách đóng các van trong đường hút và xả của máy bơm, thì phải mở van thông hơi/ bypass. Nếu không, do nguồn nhiệt xung quanh có thể gây ra tăng áp quá mức do giãn nở nhiệt của môi chất lỏng trong bơm dẫn đến nổ bơm và có thể gây thương tích nghiêm trọng.

Bơm Hermetic chuyên dùng cho hệ thống lạnh. Phải đọc và hiểu đầy đủ các hướng dẫn và các biện pháp phòng ngừa an toàn liên quan trước khi chọn, sử dụng hoặc bảo dưỡng bơm. Chỉ những kỹ thuật viên điện lạnh có kiến thức, đã qua đào tạo mới được lắp đặt, vận hành hoặc bảo dưỡng những bơm này. Không được vượt quá giới hạn nhiệt độ và áp suất cho phép. Không được tháo bơm trừ khi hệ thống đã được rút gas về áp suất bằng không. Môi chất lạnh thoát ra ngoài có thể gây thương tích, đặc biệt là cho mắt và phổi.

## **G. LƯU Ý:**

Không bao giờ được vận hành bơm mà không có đủ môi chất lạnh lỏng qua bơm để làm mát động cơ và bôi trơn bạc than. Để giúp đảm bảo luôn có đủ môi chất lạnh lỏng, phải lắp các thiết bị bảo vệ sau đúng cách.

1. Phải lắp relay hiệu áp suất và phải được nối với đầu hút và đầu xả của bơm để dừng bơm nếu chênh lệch áp suất nhỏ hơn 15 psi sau khoảng thời gian trễ cho thấy lưu lượng không đủ.
2. Phải lắp công tắc phao LLSS hoặc bộ điều khiển mức lỏng thấp để dừng máy bơm nếu mức chất lỏng phía trên đầu vào của bơm giảm xuống dưới mức NPSH tối thiểu theo quy định.
4. Phải lắp lỗ kiểm soát lưu lượng Q-max hoặc bộ điều chỉnh lưu lượng không đổi trên đường xả.
5. Phải lắp lỗ kiểm soát lưu lượng Q-min đúng cách trong đường thông hơi/ bypass.

Nếu các biện pháp phòng ngừa trên được tuân thủ và máy bơm được lắp đặt trong một hệ thống sạch sẽ, được thiết kế phù hợp, bơm thường hoạt động trong nhiều năm mà không cần bảo dưỡng. Bình thường, máy bơm chạy rất yên tĩnh. Khi bơm gây ồn ào, cần phải điều tra để xác định nguyên nhân gây ra tiếng ồn.