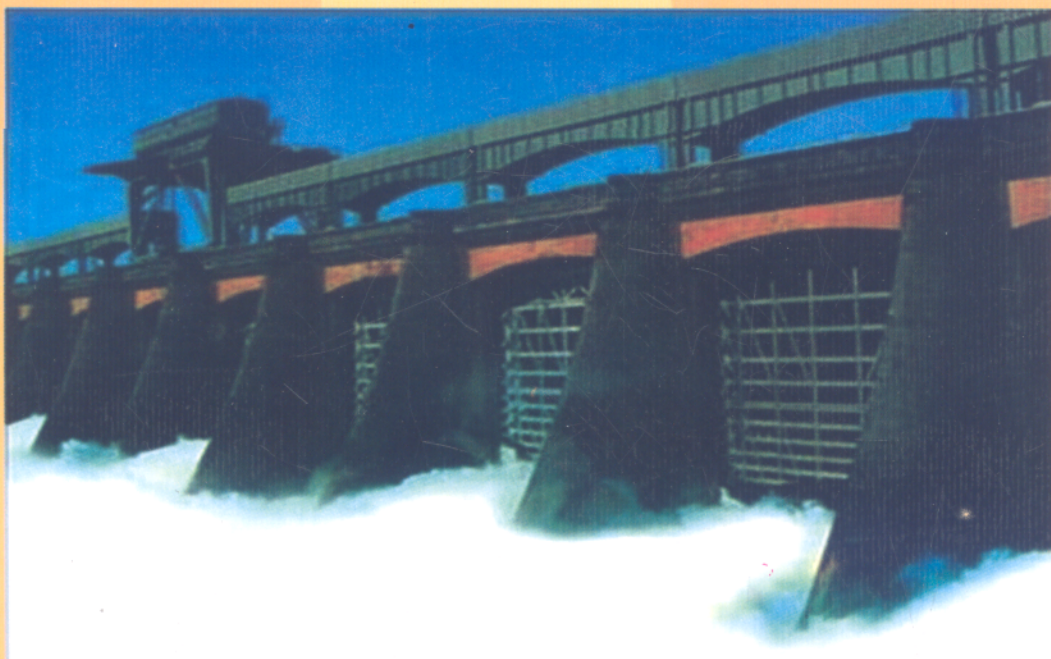


TRẦN THẾ SAN - TRẦN THỊ KIM LANG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

THỦY LỰC & BƠM



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

THỦY LỰC VÀ BƠM

TRẦN THẾ SAN - TRẦN THỊ KIM LANG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

THỦY LỰC và BƠM



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Lời nói đầu

Thủy lực và khí nén là các chuyên ngành được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp và đời sống. Hệ thống thủy lực thường được sử dụng để chuyển đổi và cung cấp nguồn năng lượng cho các hệ thống khác, kể cả hệ thống điều khiển tự động. Đây là chuyên ngành rộng và sâu, cần các kiến thức chuyên môn về vật lý, toán học, đặc biệt là cơ học lưu chất. Hệ thống thủy lực thường bao gồm nguồn năng lượng, chuyên tài năng lượng thông qua lưu chất là nước và các loại dầu chuyên dùng, bơm và động cơ thủy lực, các valve và đường ống, bộ điều khiển, nguồn lưu trữ, xử lý và hồi tiếp lưu chất.

Về nguyên tắc, bơm là thiết bị cốt lõi trong hệ thống thủy lực, kể cả dân dụng và công nghiệp. Để có thể vận hành, bảo trì, sửa chữa bơm một cách hiệu quả, cần nắm vững các nguyên lý thủy lực, nguyên lý và chi tiết máy, các tính chất đặc trưng của lưu chất. Tài liệu hiện nay về bơm và thủy lực tương đối nhiều, nhưng mang tính lý thuyết nhiều hơn thực tiễn. Các trường dạy nghề, cơ sở đào tạo, khoa cơ khí của các trường đại học thường chỉ cung cấp kiến thức một cách tổng quát, đôi khi còn thiếu tính thực tiễn.

Các loại bơm thủy lực có thể rất khác nhau về cấu tạo, kích cỡ, dung lượng bơm,... nhưng đều dựa trên các nguyên lý thủy lực. Bạn đọc cần có kiến thức vật lý cơ bản, đặc biệt là thủy tĩnh học và thủy lực học để làm cơ sở cho quá trình nghiên cứu các hệ thống thủy lực.

Nói chung, trong công nghiệp thường phân chia hệ thống thủy lực theo công dụng, bao gồm hệ thống truyền lực, hệ thống điều khiển, và hệ thống phân phối. Những người hoạt động trong lĩnh vực này có thể hơi lúng túng khi chuyển đổi giữa các hệ thống nêu trên. Để cung cấp cho bạn đọc kiến thức cơ bản về thủy lực, các bộ phận trong hệ thống thủy lực, nguyên lý vận hành, bảo trì và sửa chữa, cuốn sách "**THỦY LỰC VÀ BƠM**" được biên soạn trên cơ sở từ cơ bản đến nâng cao, tập trung vào các vấn đề thực tiễn, kể cả các loại bơm thông dụng trên thị trường. Đây là tài liệu hữu ích cho học viên các trường dạy nghề, sinh viên đại học chuyên ngành, các thầy cô giáo, các công nhân và kỹ sư, các nhà quản lý, và những người quan tâm đến lĩnh vực này.

Chương 1 - LƯU CHẤT VÀ THỦY LỰC

Bơm là các thiết bị dùng năng lượng để bơm, chuyển tải hoặc nén lưu chất. Các bơm đầu tiên được chế tạo để bơm nước lên cao, ngày nay gọi là *bánh xe nước* La Mã và Ba Tư; loại bơm tinh vi hơn có tên là *trục vít Archimedes*.

Hoạt động ngành mỏ thời Trung cổ đưa đến sự phát triển *bơm piston*, còn gọi là *bơm hút*. Có nhiều loại bơm hút. Bơm hút làm việc nhờ áp suất khí quyển. Có nghĩa là khi piston đi lên sẽ tạo ra một phần chân không, áp suất khí quyển bên ngoài đẩy nước vào cylinder; nước trong cylinder được đưa ra ngoài theo đường valve xả. Chỉ riêng áp suất không khí có thể đẩy nước đến độ cao tối đa khoảng 34 feet (10 mét). Do đó, bơm đẩy được phát triển để tháo nước từ các mỏ sâu hơn. Hành trình đi xuống của bơm đẩy nước ra ngoài qua valve bên hông. Độ cao này tăng theo lực tác dụng lên piston.

Lưu chất trong hệ thống kín được gọi là môi chất thủy lực tạo ra chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay. Nhờ các cải tiến về kỹ thuật gia công, vật liệu và chế tạo vòng đệm kín, việc sử dụng lưu chất để điều khiển chuyển động trong thời gian gần đây gia tăng rất nhanh.

Lưu chất có thể ở dạng khí hoặc dạng lỏng. Ví dụ về các lưu chất là không khí, dầu, nước, oxy, và khí nitơ. Chúng có thể được bơm bằng các thiết bị cải tiến rất tinh vi ngày nay.

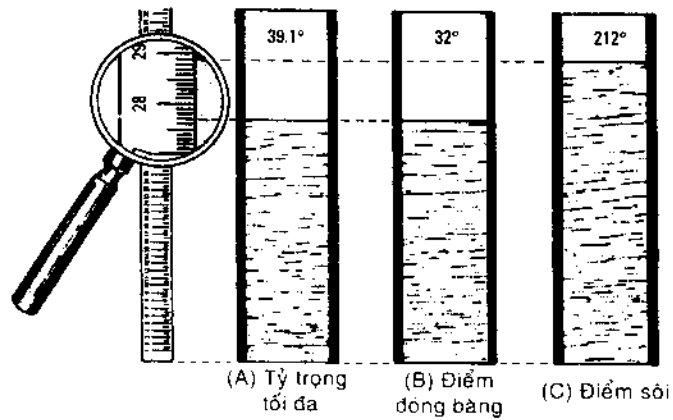
NƯỚC

Khi nghiên cứu về thủy lực và bơm, kiến thức về nước và các tính chất của nước là rất quan trọng. Nước là một trong các lưu chất đáng chú ý trong thủy lực. Về hóa học, nước là hợp chất của hydro và oxy theo tỉ lệ 2 phần khối lượng hydro với 16 phần khối lượng oxy.

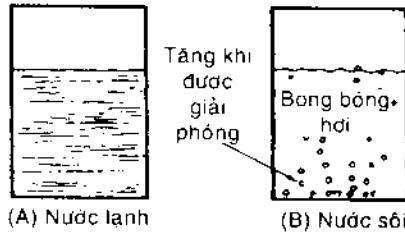
Phản ứng của nước dưới ảnh hưởng của nhiệt độ hơi khác thường. Khi chịu nhiệt độ thấp, nước chuyển thành dạng rắn (nước đá), khi đó nước tăng thể tích và có thể làm vỡ ống dẫn hoặc gây ra các hư hỏng khác. Ở nhiệt độ cao, nước chuyển sang dạng khí (hơi). Nhờ vậy, nước được dùng làm phương tiện chuyển tải công suất, do đó nước được gọi là môi chất công tác (hơi nước dùng cho máy hơi nước).

Ở tỷ trọng cực đại (39.1°F) nước giãn nở khi tăng nhiệt độ và cũng giãn nở nhẹ khi nhiệt độ giảm xuống dưới điểm này (Hình 1-1). Nước đóng băng ở 32°F và sôi ở 212°F, khi phong vũ biểu chỉ 29,921 inch thủy ngân ở áp suất khí quyển tiêu chuẩn. Đường lượng 29,921 inch thủy ngân là 14.696 psi.

Nước có thể hòa tan khoảng 5% không khí theo thể tích (Hình 1-2). Đây là lý do các động cơ hơi nước ngưng tụ hơi ẩm cần có bơm không khí



Hình 1-1. Tính chất đặc trưng của nước - giãn nở khi nhiệt độ cao hơn và thấp hơn nhiệt độ tại đó nước đạt tỷ trọng cực đại (39.1°F). (A) Nếu đặt 1 pound nước trong ống có tiết diện 1 inch vuông ở 39.1°F, nước sẽ dâng đến độ cao 27.68 inch; (B) khi nhiệt độ xuống đến 32°F, nước dâng đến độ cao 27.7 inch; và (C) khi nhiệt độ tăng đến 212°F, nước dâng đến độ cao 28.88 inch.



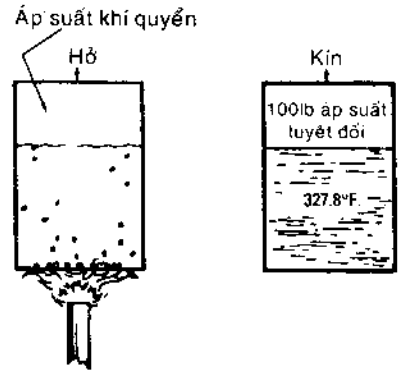
Hình 1-2. Nước sôi sẽ giải phóng không khí hòa trộn trong nước.

gắn với bình ngưng tụ. Nếu không, khó có thể duy trì chân không cần thiết.

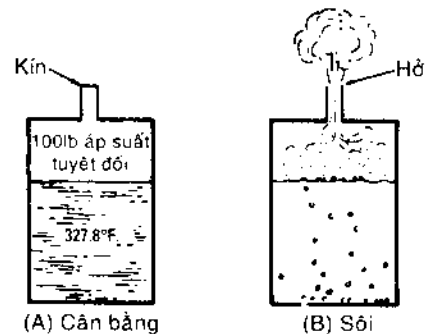
Điểm sôi của nước tăng khi áp suất tăng, và ngược lại. Do đó, điểm sôi của nước là 212°F dưới áp suất khí quyển tiêu chuẩn ở mực nước biển. Điểm sôi này là 327.8°F ở áp suất (tuyệt đối) 100 pound.

Tính chất của nước với việc thiết kế bơm

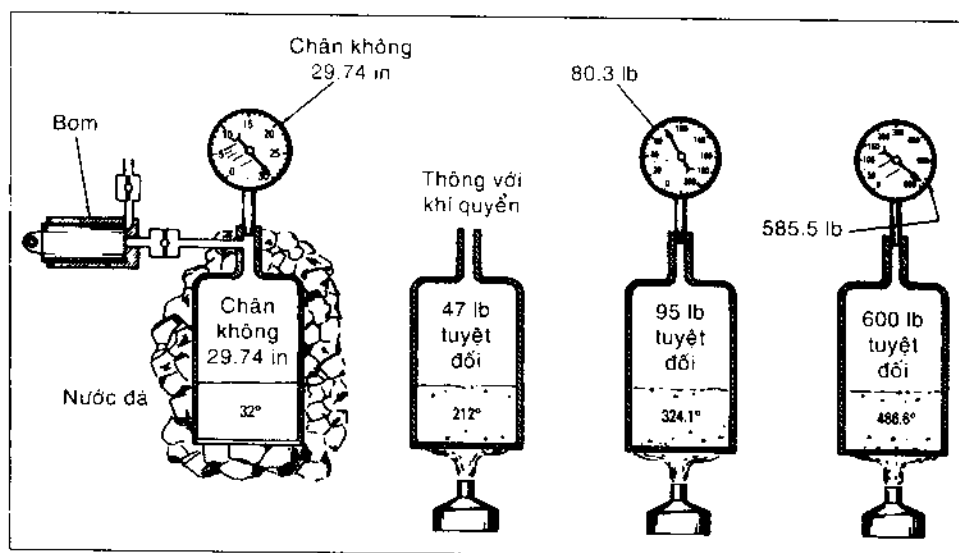
Kinh nghiệm thiết kế bơm cho thấy nước là chất lỏng không nén được khi lưu động trong đường ống và bơm, do đó cần phải có kết cấu vững chắc để chịu áp suất (đặc biệt



Hình 1-3. Ảnh hưởng của áp suất đối với nhiệt độ sôi: (a) áp suất khí quyển; (b) áp suất (tuyệt đối) 100 pound.



Hình 1-4. Trạng thái cân bằng giữa nhiệt độ và áp suất (trái). Sự cân bằng bị phá vỡ khi giảm áp suất, làm nước sôi (phải)



Hình 1-5. Nhiệt độ sôi của nước thay đổi theo áp suất.

do các va đập định kỳ hoặc búa nước). Vì vậy, trong thiết kế bơm cần sử dụng hệ số an toàn tương đối cao.

Áp suất ở độ sâu khác nhau

Áp suất của nước thay đổi theo cột nước. Áp suất này bằng 0.43302 psi trên mỗi foot cột nước tĩnh. Do đó, cột nước 2.31 feet sẽ tạo ra áp suất 1 psi (2.31×0.43302).

Tính nén của nước

Nước hầu như không thể nén. Theo Kent, phạm vi nén của nước từ 0.00004 đến 0.000051 inch với áp suất 1 at, và giảm khi nhiệt độ tăng. Với mỗi foot khối, nước được chùng cất giảm thể tích từ 0.0000015 đến 0.0000013 inch. Nước không thể nén được đến nỗi ngay cả độ sâu 1 dặm, 1 foot khối nước chỉ nặng hơn khoảng $\frac{1}{2}$ pound so với nước ở bề mặt.

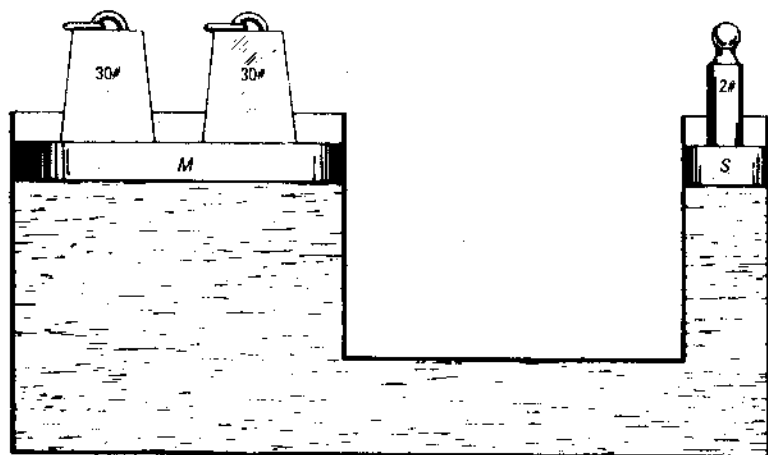
NGUYÊN LÝ THỦY LỰC

Hiểu biết về thủy lực là cần thiết trước khi có thể tìm hiểu nguyên tắc cơ bản của các loại bơm khác nhau. Thủy lực là chuyên ngành vật lý nghiên cứu các tính chất cơ học của nước và các chất lỏng khác, và ứng dụng những tính chất này vào kỹ thuật.

NGUYÊN LÝ CƠ BẢN

Áp lực do chất lỏng tác dụng lên bề mặt tỷ lệ với diện tích bề mặt đó. Hình 1-6 minh họa nguyên lý thủy lực này. Hai cylinder có đường kính khác nhau được nối với nhau bằng ống và đổ đầy nước. Ví dụ, nếu diện tích của piston lớn M bằng 30 lần diện tích piston nhỏ S và khối nặng 2-pound được đặt trên piston nhỏ, áp lực truyền vào nước và đến piston

Hình 1-6. Áp lực do chất lỏng tác dụng trên bề mặt tỷ lệ với diện tích bề mặt.

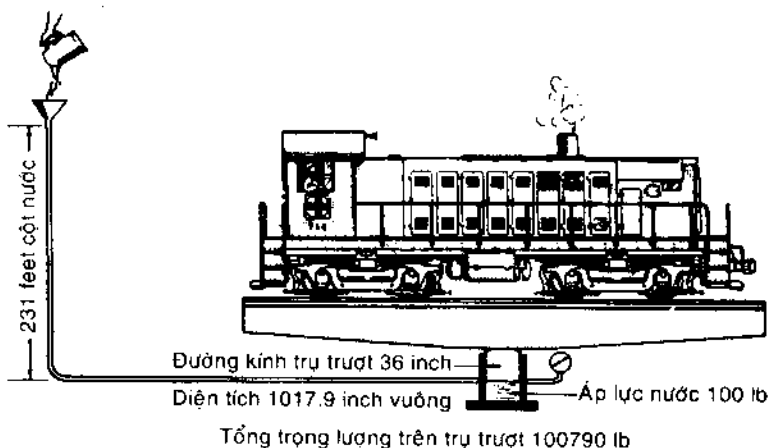


lớn. Áp lực đó bằng 2 pound trên từng phần của bề mặt piston lớn bằng tổng diện tích của bề mặt piston nhỏ. Piston lớn sẽ chịu áp lực hướng lên bằng 30 lần áp lực của piston nhỏ, tức là 60 pound. Nếu đặt khối nặng 60 pound lên piston lớn, hai piston sẽ cân bằng. Sự cân bằng này sẽ bị phá vỡ nếu thay bằng khối nặng lớn hơn hoặc nhẹ hơn.

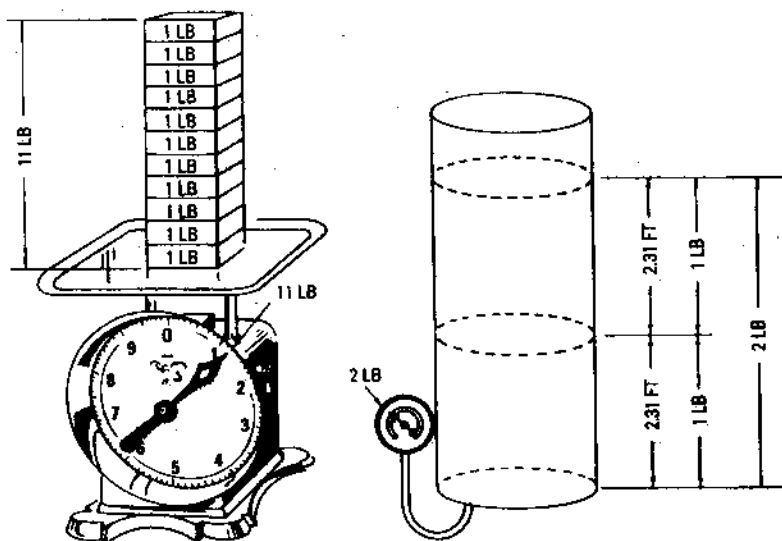
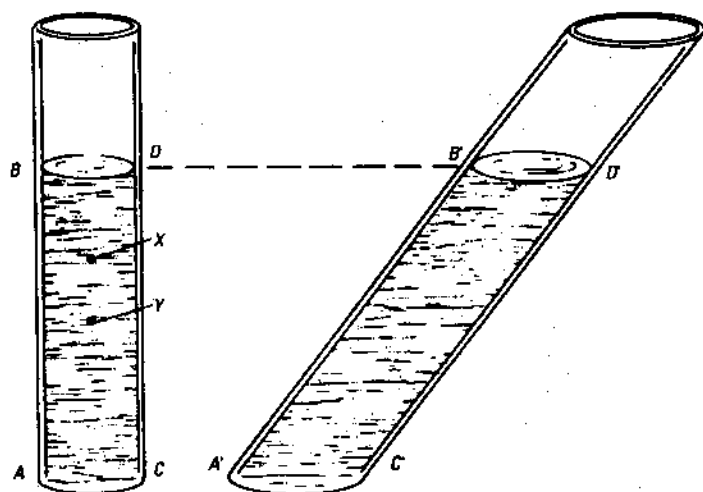
Một khối lượng nước nhỏ có thể cân bằng với trọng lượng lớn hơn nhiều. Đầu máy xe lửa nặng 101790 pound có thể cân bằng trên kích thủy lực có khối lượng nước nhỏ hơn, với giả thiết không có rò rỉ hoặc ma sát, và đó là ống thẳng dẫn đến cylinder hình trụ đường kính cực nhỏ (Hình 1-7). Ví dụ, nếu diện tích trụ trượt cần tác dụng áp suất 100 psi để cân bằng với đầu máy xe lửa 101790 pound, tải sẽ cân bằng khi ống được đổ đầy nước đến độ cao 231 feet (100×2.31).

Áp suất trong phần chất lỏng bất kỳ có tỷ trọng đồng nhất tỷ lệ với chiều cao tính từ bề mặt đến đáy (Hình 1-8). Các khối nặng 1 pound đặt trên một cân tổng cộng 11 pound, sẽ cung cấp tổng trọng lượng hoặc áp lực 11 psi nếu đặt trên bề mặt 1 inch vuông (Hình 1-9). Tương tự, cột nước có tiết diện 1 inch vuông và cao 2.31 feet cân nặng 1 pound (Hình 1-9).

Hình 1-7. Khối lượng nước nhỏ có thể tạo ra lực cân bằng với trọng lượng lớn hơn nhiều.



Hình 1-8. Áp suất trong phần chất lỏng bất kỳ có tỷ trọng đồng nhất tỷ lệ với chiều cao tính từ bề mặt đến đáy.



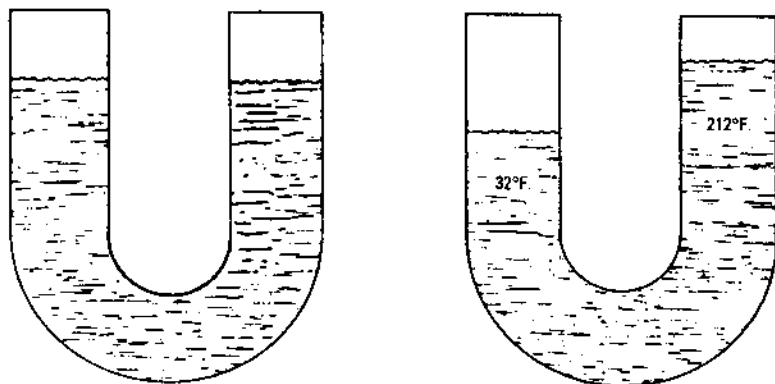
Hình 1-9. Áp lực nước ở điểm bất kỳ bên dưới bề mặt luôn luôn tỷ lệ với độ sâu của điểm đó.

Áp kế đặt ở đáy cột nước cao 4.62 feet (2.31×2) sẽ chỉ áp suất 2 psi. Như thế, áp lực nước ở độ sâu bất kỳ sẽ là:

$$\text{Áp suất} = \frac{\text{Chiều sâu (feet)}}{2.31}$$

Chất lỏng có mức ngang nhau trong từng nhánh của ống chữ U khi nhiệt độ lưu chất trong hai nhánh bằng nhau (Hình 1-10). Tuy nhiên, mức lưu chất sẽ không ngang nhau khi nhiệt độ trong hai nhánh khác nhau (Hình 1-10, phải).

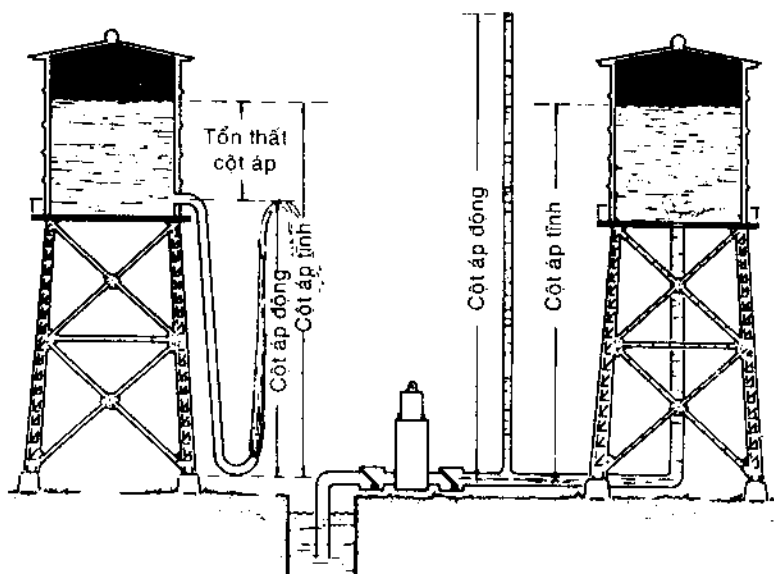
Những khảo sát đầu tiên về thủy lực là cột áp và tầm dâng. *Cột áp* là chiều sâu nước trong thùng, đường ống, hoặc ống dẫn, là số đo áp suất ở



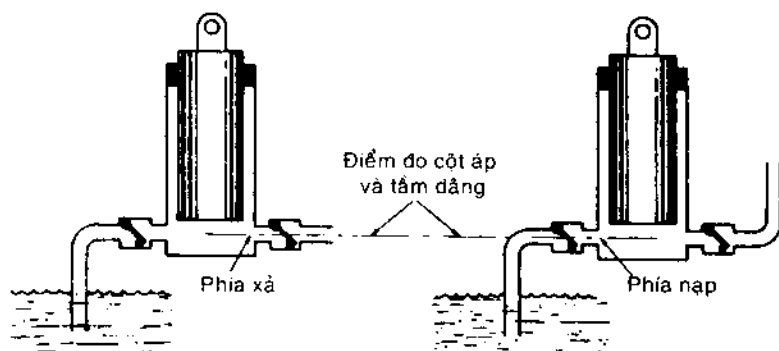
Hình 1-10. Mức chất lỏng ngang nhau trong hai nhánh của ống chữ U khi nhiệt độ chất lỏng trong hai nhánh bằng nhau (trái); và chúng chênh nhau khi nhiệt độ trong hai nhánh khác nhau (phải).

điểm đã cho bất kỳ bên dưới mặt nước. Thuật ngữ cột áp cho biết sự chênh lệch mức nước giữa hai điểm, thường được tính theo đơn vị mét hoặc feet. Cột áp có hai dạng là cột áp tĩnh và cột áp động (Hình 1-11).

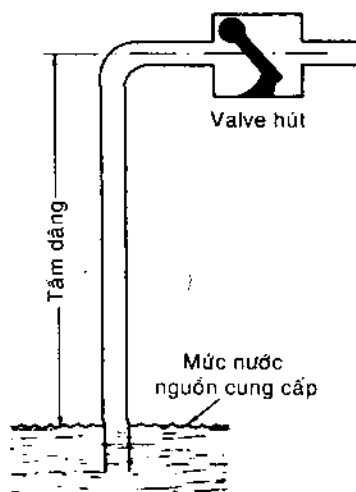
Về thủy lực, *tâm dâng* (còn được gọi là chiều sâu hút, cột áp hút,...) là chiều cao do áp suất khí quyển đẩy hoặc nâng nước lên cao hơn mặt nước của nguồn cung cấp. Trong vận hành bơm, chiều cao, đo từ mặt nước của nguồn cung cấp đến tâm cổng nạp của bơm, được gọi là tâm dâng (Hình 1-12 và Hình 1-13). Hai loại tâm dâng là *tâm dâng tĩnh* và *tâm dâng động*.



Hình 1-11. Cột áp tĩnh và cột áp động



Hình 1-12. Điểm đo chính xác cột áp và tầm dâng.



Hình 1-13. Phương pháp chính xác để đo tầm dâng tĩnh đối với hoạt động của bơm. Tầm dâng tĩnh được đo từ mặt nước nguồn cung cấp đến tâm cổng nạp của bơm.

THỦY TĨNH HỌC

Ngành thủy lực nghiên cứu áp suất và sự cân bằng của nước (lúc đứng yên) và các chất lỏng khác được gọi là thủy tĩnh học. Nước là chất lỏng thường được đề cập trong các nghiên cứu nguyên lý thủy lực cơ bản nhưng các chất lỏng khác cũng được xem xét.

Cột áp tĩnh

Chiều cao cột nước hoặc khối nước bên trên một điểm đã cho lúc đứng yên (trọng lượng nước tạo ra áp lực) được gọi là *cột áp tĩnh*. Đối với hoạt động bơm, cột áp này được đo từ tâm khớp nối cổng xả của bơm (Hình 1-12).

Trong hầu hết các tính toán, thường ước lượng áp suất trên foot cột áp là 0.5 psi. Giá trị chính xác để tính toán áp suất nước trên foot cột áp tĩnh là 0.43302 psi. Giá trị này là chính xác với nhiệt độ nước 62°F.

Tầm dâng tĩnh

Chiều cao cột nước dâng lên cao hơn so với mặt nước nguồn cung cấp dưới áp suất khí quyển để khôi phục trạng thái cân bằng được gọi là *tầm dâng*.

tính (Hình 1-13). Trọng lượng cột nước (tiết diện 1 inch vuông) cần thiết để khôi phục trạng thái cân bằng tương đương với áp suất tác dụng của khí quyển (psi).

Áp suất khí quyển có thể được sử dụng để đẩy nước từ nguồn cung cấp đến bơm đặt trên cao bằng cách rút không khí ra khỏi đường ống hút của bơm (Hình 1-14). Ở sơ đồ bên trái, ống nạp (trước khớp nối với bơm) ép xuống mặt nước với áp suất tương đương (psi) ở cả phía trong và phía ngoài đường ống, do ống thông ở đỉnh. Nếu đầu ống được nối với bơm để rút không khí ra khỏi ống nhằm tạo ra áp thấp, nước sẽ dâng lên đến độ cao A (Hình 1-14) được xác định bằng áp suất khí quyển hiệu dụng.

Khi phong vũ biểu chỉ 30 inch thủy ngân ở mực nước biển, áp suất khí quyển ở ngang mực nước biển là 14.74 psi, đây là áp suất khí quyển có thể duy trì hoặc cân bằng cột nước cao 34.042 foot, nếu cột nước hoàn toàn không có không khí và nhiệt độ nước là 62°F. Do đó, áp suất khí quyển sẽ nâng nước đến độ cao nhất định để thiết lập cân bằng giữa trọng lượng nước và áp suất khí quyển.

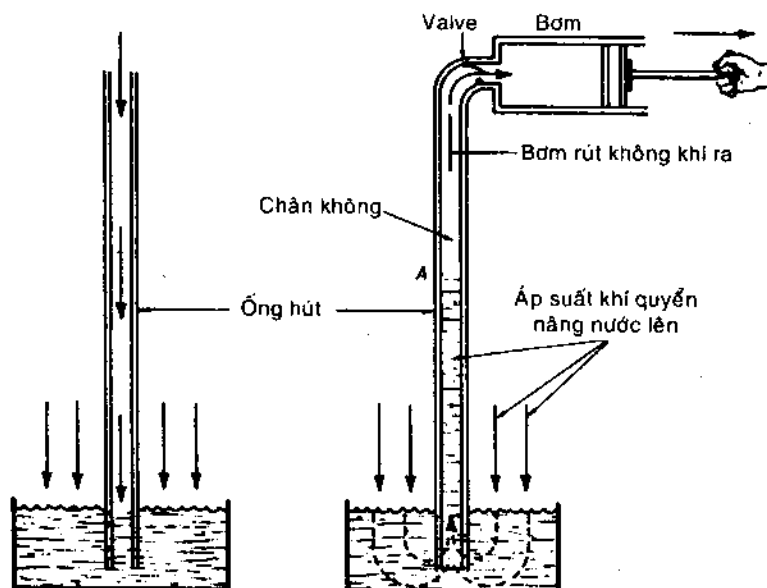
Khi nhiệt độ nước cao hơn 62°F, chiều cao nước có thể dâng lên sẽ giảm xuống do tăng áp suất. Ví dụ, bơm cấp lò hơi hút nước ở 153°F, không thể tạo ra chân không cao hơn 21.78 inch, do nước bắt đầu sôi ở điểm đó và khoang bơm sẽ chứa đầy hơi nước. Vì thế, tầm dâng lý thuyết là:

$$34 \times 21.78/30 = 24.68 \text{ ft (gần đúng)}$$

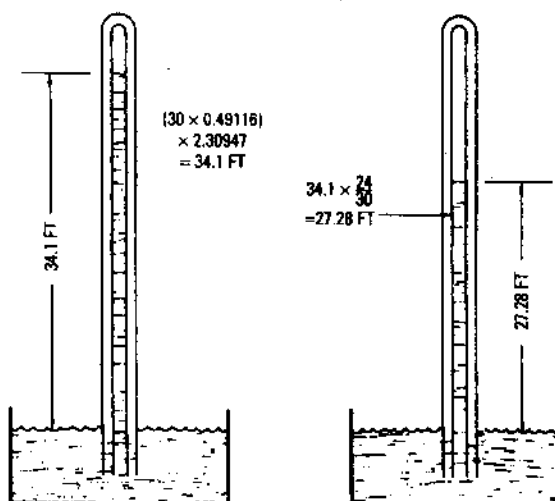
Kết quả là gần đúng do không có sự hiệu chỉnh đối với 34 foot cột nước ở 62°F. Ở 153°F, dĩ nhiên, chiều dài cột nước sẽ tăng không đáng kể.

Chiều cao tối đa nước ở nhiệt độ chuẩn (62°F) có thể dâng lên được xác định bằng áp suất trên phong vũ biểu. Từ Hình 1-15, nước dâng lên

Hình 1-14.
Phương pháp
làm cho áp suất
khí quyển khả
dụng để nâng
nước từ nguồn
cung cấp đến
bơm đặt trên
cao.



Hình 1-15. Tấm dăng cực đại của nước ở nhiệt độ chuẩn (62°F) khi áp suất phong vũ biểu là 30 inch (trái) và 24 inch (phải).



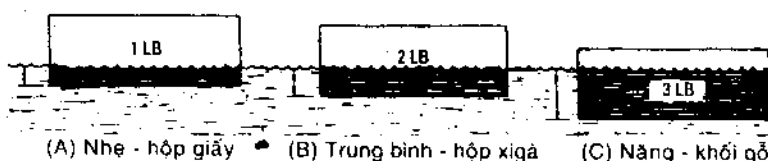
đến độ cao 34.1 feet khi áp suất phong vũ biểu là 30 inch, và dâng đến độ cao 27.28 feet khi áp suất phong vũ biểu là 24 inch (dùng 0.49116 psi và 2.30947 feet làm cột áp của nước cho mỗi psi).

Trọng lượng rẽ nước

Trọng lượng nước bị đẩy sang một bên (thay thế) do sức nổi của tàu được gọi là trọng lượng rẽ nước. Thuật ngữ *mớn nước* được dùng để chỉ độ sâu chìm trong nước của vật thể hoặc tàu thuyền. Độ sâu, tại đó trọng lượng nước bị choán chỗ tương đương với trọng lượng của vật thể hoặc tàu thuyền.

Nếu đặt hộp giấy, hộp xigà, và khối gỗ (có cùng kích thước) vào chậu nước, chúng sẽ chìm đến độ sâu tương ứng với trọng lượng của nó (Hình 1-16). Mỗi vật thể sẽ chìm cho đến khi trọng lượng nước bị choán chỗ đúng bằng trọng lượng vật thể. Do đó, hộp xigà (2 pound) chìm sâu gấp hai lần hộp giấy (1 pound) và khối gỗ (3 pound) chìm sâu gấp ba lần hộp giấy (1 pound).

Áp suất tổng hợp của lưu chất tác dụng lên vật thể nhúng chìm trong nước theo phương thẳng đứng hướng lên qua trọng tâm của khối chất lỏng bị choán chỗ và đúng bằng trọng lượng của chất lỏng bị choán chỗ. Đây là *định luật Archimedes*. Tâm áp suất đối với mặt phẳng bất kỳ chịu tác động của chất lỏng là điểm tác động áp suất tổng hợp lên bề mặt đó.



Hình 1-16. Trọng lượng rẽ nước hoặc mớn nước của vật thể đặt trong chất lỏng.

Món nước của tàu ở trong nước mặn nhỏ hơn trong nước ngọt do nước mặn nặng hơn nước ngọt.

Độ nổi

Năng lượng hoặc xu hướng của chất lỏng để giữ cho tàu nổi được gọi là độ nổi. Đó là áp lực hướng lên do chất lỏng tác dụng vào vật nổi (Hình 1-17). Trong sơ đồ này, cylinder hai đầu hở được nhúng chìm trong nước đến độ sâu 2.31 feet. Nếu đặt piston kín khí và không ma sát vào cylinder ở điểm A và buông ra, piston sẽ chìm đến điểm B và lơ lửng tại đó.

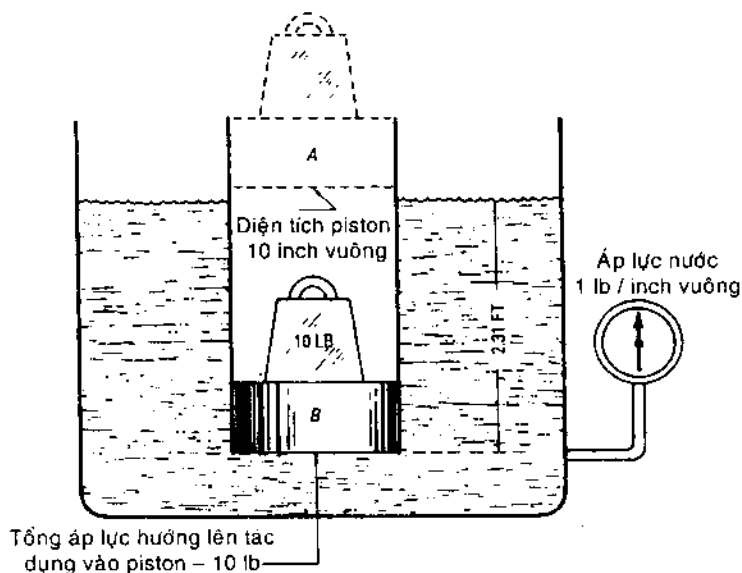
Trong khi piston đi xuống (Hình 1-17), áp lực nước hướng lên tác dụng vào mặt dưới piston sẽ tăng dần. Piston chỉ xuống đến điểm B, vì tại đây, tổng áp lực hướng lên tác dụng vào piston cân bằng với trọng lượng của piston, và toàn bộ hệ thống (piston và nước bị choán chỗ) đạt đến trạng thái cân bằng:

Trọng lượng piston	= 10 lb
Áp lực nước	= 1 psi
Diện tích piston	= 10 inch vuông
Tổng áp lực tác dụng lên piston (1×10)	= 10 lb

Trọng tâm của khối chất lỏng bị vật thể chìm choán chỗ được gọi là *tâm nổi*. Như minh họa trên Hình 1-18a, miếng gỗ hình chữ nhật được đặt trong nước sẽ nổi một cách bằng phẳng, do thể tích nước bị choán chỗ ở phía đuôi tương đương với thể tích nước bị choán chỗ ở phía đầu. Khối nặng đặt tại tâm nổi (C_B) sẽ nhấn chìm miếng gỗ ở các điểm A và B đến độ sâu bằng nhau (Hình 1-18b).

Nếu đặt khối nặng ở đuôi miếng gỗ (Hình 1-18c), phần đuôi sẽ chìm sâu hơn phần đầu. Do đó, tâm nổi dịch chuyển đến vị trí khác, tùy theo vị trí và kích cỡ của khối nặng.

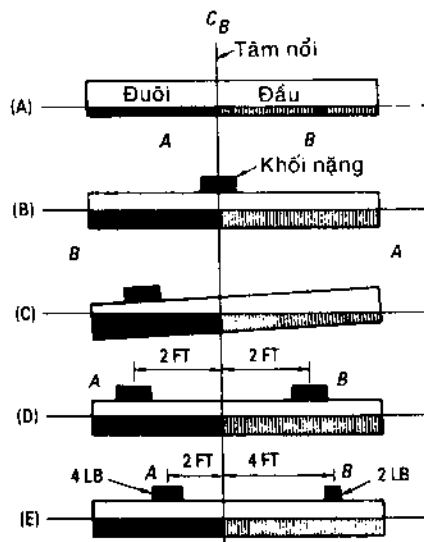
Hình 1-17. Sự minh họa độ nổi bằng cách nhúng cylinder chứa piston không ma sát vào nước.



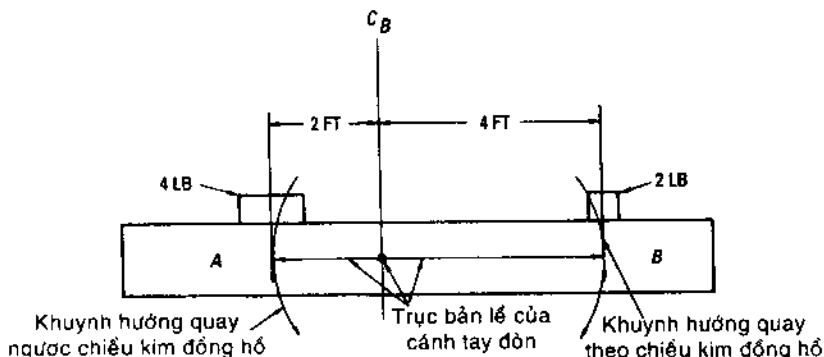
Nếu đặt các khối nặng bằng nhau (A và B, Hình 1-18d) cách đều nhau, tâm nối là tâm điểm và miếng gỗ vẫn cân bằng. Trong thực tế, không thể đặt các khối nặng bằng nhau cách đều so với tâm nối.

Do đó, khối nặng 4 pound (A, Hình 1-18e) được đặt ở đuôi, cách tâm nối 2 feet; và khối nặng 2 pound B được đặt ở phía đầu, cách tâm nối 4 feet, để tâm nối không bị dịch chuyển. Điều này cũng được minh họa trên Hình 1-19, miếng gỗ được xoay quanh chốt qua tâm nối của nó C_B . Chốt này tạo thành trục bản lề, hoặc *gốc moment*.

Moment là số đo lực (hoặc trọng lượng) do tác dụng tạo ra chuyển động quay xung quanh điểm cố định, và được đo bằng pound trên feet (lb/ft) khi lực được đo bằng pound và khoảng cách được đo bằng feet. Khối nặng 4 pound đặt trên cánh tay đòn 2 feet (Hình 1-19) có khuynh hướng quay miếng gỗ ngược chiều kim đồng hồ. Điều này được hiểu là lực 8 lb/ft ($4\text{ lb} \times 2\text{ ft}$). Đối nghịch với lực này, khối nặng 2 pound trên cánh tay đòn 4 feet có khuynh hướng quay khối gỗ theo chiều kim đồng hồ với lực 8 lb/ft ($2\text{ lb} \times 4\text{ ft}$). Vì thế các moment cân bằng và ngược chiều nhau, không có xu hướng tổng hợp để quay miếng gỗ. Đây là trạng thái cân bằng lực.



Hình 1-18. Tâm nối và ảnh hưởng của vị trí khối nặng.

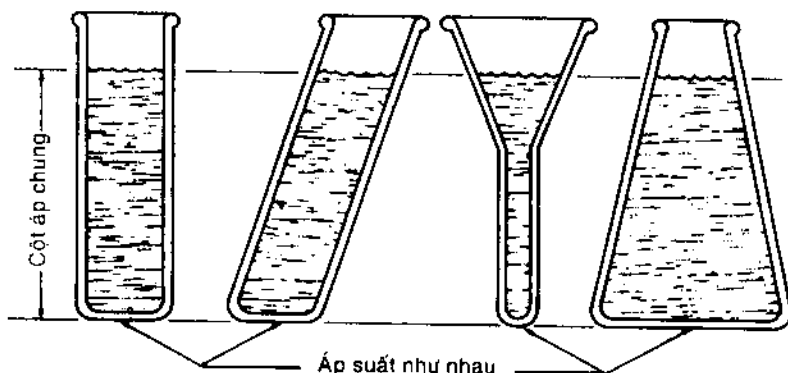


Hình 1-19. Sự cân bằng quy chiếu theo tâm nối (C_B) và sự phân bố các khối nặng.

Nghịch lý thủy tĩnh

Khi chứa nước trong các thùng có hình dạng khác nhau (Hình 1-20), cường độ áp suất (psi) ở đáy các thùng là như nhau, nhưng tổng áp suất chất lỏng tác dụng vào đáy mỗi thùng chứa tỷ lệ với diện tích đáy thùng.

Hình 1-20.
Nguyên lý thủy lực cho biết áp suất (psi) là đồng nhất trong các thùng chứa có hình dạng khác nhau.



Theo nguyên lý thủy lực, điều này có nghĩa là khối lượng chất lỏng nhỏ có thể cân bằng với khối lượng lớn hơn nhiều lần.

Khối lượng chất lỏng, hoặc khối lượng tổng cộng của nó, không ảnh hưởng đến cường độ áp suất cũng như áp suất tổng cộng, nếu cột nước vẫn như nhau. Vấn đề tổng áp suất chất lỏng tác dụng vào đáy thùng chứa có thể lớn hơn nhiều lần (hoặc nhỏ hơn nhiều lần) tổng trọng lượng chất lỏng được gọi là *ngịch lý thủy tĩnh*.

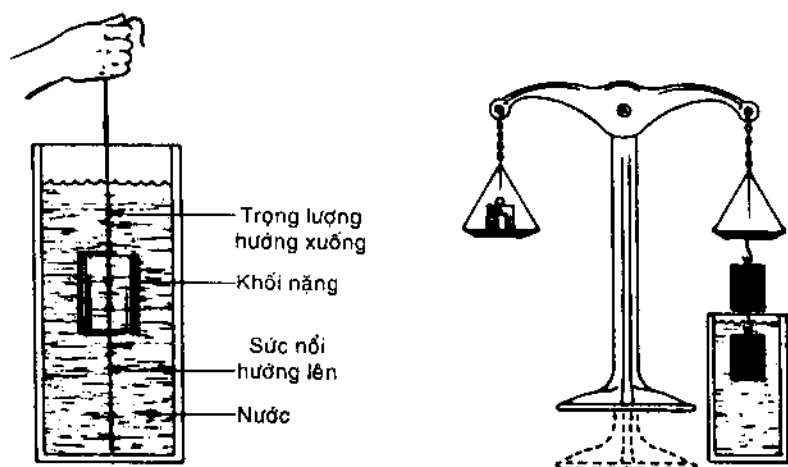
Cân bằng thủy tĩnh

Nguyên lý Archimedes phát biểu *một vật thể được nhúng trong chất lỏng sẽ mất một lượng trọng lượng tương đương với trọng lượng chất lỏng bị choán chỗ*. Khi nhúng vào chất lỏng, vật thể sẽ chịu hai lực tác động:

- Trọng lực có khuynh hướng kéo vật thể chìm xuống.
- Sức nổi có khuynh hướng nâng vật thể lên.

Một bộ gồm cylinder rỗng bằng đồng thau và cylinder đặc cùng kích thước được treo vào đĩa cân, và đối trọng được đặt vào đĩa cân khác để cân bằng với bộ này (Hình 1-21). Nếu rót nước vào cylinder rỗng, sự cân bằng sẽ bị phá vỡ. Tuy nhiên, nếu hạ cân xuống để cylinder đặc nhúng vào nước, sự cân bằng được khôi phục. Do khi được nhúng vào nước, phần

Hình 1-21.
Minh họa nguyên lý Archimedes.



trọng lượng của cylinder đặc tương đương với trọng lượng nước trong cylinder rỗng sẽ bị tổn thất.

THỦY ĐỘNG LỰC HỌC

Ngành vật lý nghiên cứu về chuyển động và tác động của nước và các chất lỏng được gọi là thủy động lực học. Nhiều lực khác nhau tác dụng vào chất lỏng, làm cho chất lỏng chuyển sang trạng thái chuyển động.

Cột áp động

Cột áp động là cột áp tương đương hoặc cột áp ảo của nước đang chuyển động, biểu thị áp lực tổng cần thiết để đẩy nước từ điểm đã cho đến độ cao nhất định và vượt qua lực cản ma sát.

Cột áp động tạo nên sự lưu động được phân chia thành ba phần:

- Cột áp vận tốc.
- Cột áp vào.
- Cột áp ma sát.

Cột áp vận tốc

Chiều cao qua đó vật thể phải rơi trong chân không để đạt vận tốc tương ứng vận tốc nước chảy vào trong ống bằng ($v^2 \div 2g$), trong đó v là vận tốc thính theo feet/giây (fps) và $2g = 64.32$ ($g = 32.16$).

Cột áp vào

Đây là cột áp cần thiết nhằm vượt qua lực cản ma sát để đi vào ống. Với cửa vào mép sắc, cột áp vào gần bằng một nửa cột áp vận tốc; với cửa vào tròn, nhẵn, cột áp vào là không đáng kể.

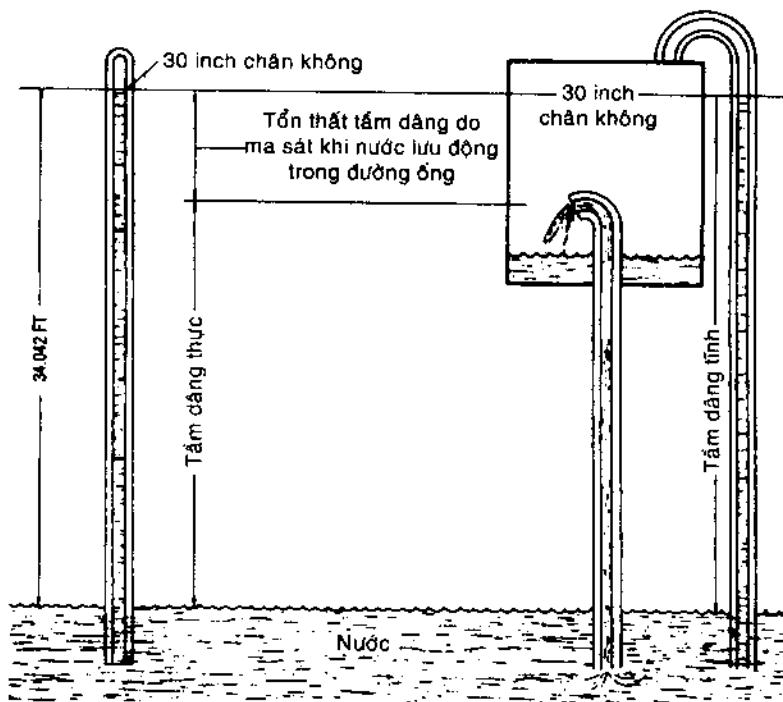
Cột áp ma sát

Cột áp này do lực cản ma sát gây ra đối với dòng chảy bên trong ống. Với hầu hết các ống có chiều dài đáng kể, tổng cột áp vào và cột áp vận tốc chỉ cần vừa quá một foot. Trong ống dài với cột áp nhỏ, tổng cột áp vận tốc và cột áp vào thường quá nhỏ, có thể bỏ qua. Sự tổn thất cột áp do ma sát của nước trong ống, các khuỷu có kích cỡ khác nhau, và tốc độ dòng chảy có thể tra từ các bảng được dùng để tính toán bơm.

Tầm dâng động

Tầm dâng động của nước là tầm dâng tương đương hoặc tầm dâng ảo của nước đang chuyển động, biểu thị áp lực tổng cần thiết để nâng nước từ điểm đã cho đến độ cao nhất định và để vượt qua lực cản ma sát (Hình 1-22). Giới hạn thực tế của tầm dâng trong vận hành bơm có phạm vi từ 20 đến 25 feet. Giới hạn tầm dâng thực tế giảm theo chiều dài đường ống nạp, số lượng khuỷu, và đo ống quá nhỏ. Tăng độ cao so với mực nước biển cũng làm giảm giới hạn thực tế của tầm dâng.

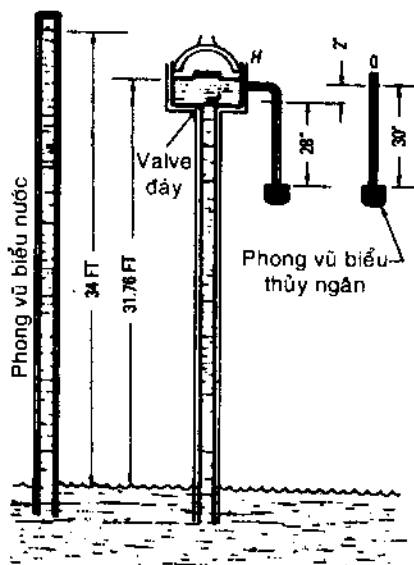
Hình 1-23 minh họa hoạt động của bơm hút loại chân không thông dụng. Khi mức thủy ngân trong phong vũ biểu O là 30 inch (tương ứng



Hình 1-22. Tầm dâng lý thuyết (trái) đối với bơm, tương ứng với tầm dâng tính ở số đo phong vũ biểu đã cho, nhưng không đạt được trong thực tế; tầm dâng động (phải) là tầm dâng thực tế, cộng thêm trở lực ma sát.

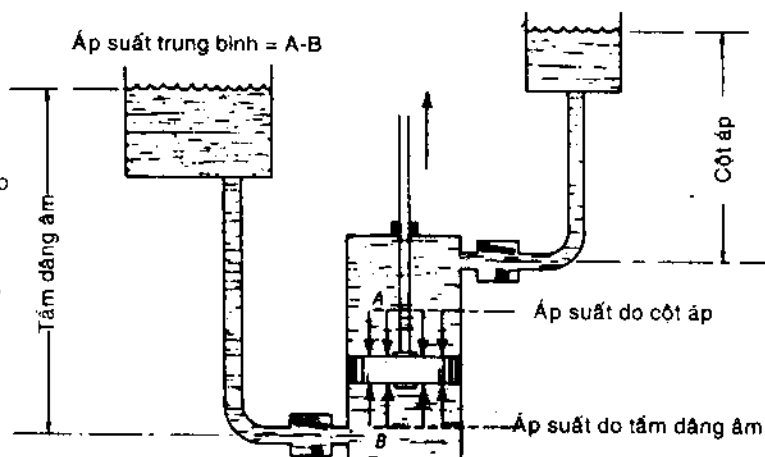
với áp suất khí quyển 14.74 pound) cột áp của nước là 2.30947 feet trên mỗi psi. Vì thế, nếu dùng nước thay cho thủy ngân trong phong vũ biểu, chiều cao cột nước (ở áp suất khí quyển 14.74 pound, hoặc 30 inch thủy ngân) sẽ là 34.042 feet (14.74×2.30947). Piston bơm đặt cao hơn mức nước 31.76 feet, và đồng hồ thủy ngân H sẽ chỉ 28 inch, để lại biên áp suất khả dụng chỉ 2 inch để vượt qua ma sát và mở valve đáy. Khoảng cách 31.76 feet là chiều cao gần đúng nước có thể dâng lên ở áp suất khí quyển 14.74 pound (30 inch thủy ngân). Tầm dâng thực tế tối đa để bơm vận hành tốt chỉ khoảng 25 feet.

Thuật ngữ *tầm dâng âm* được áp dụng khi mức nước cung cấp cao hơn cổng nạp của bơm; đây là khoảng cách thẳng đứng từ mức nước cung cấp đến cổng nạp bơm ở mức thấp hơn. Điều này đôi khi được gọi là *cột áp hút* (Hình 1-24).



Hình 1-23. Nguyên lý hoạt động của bơm hút loại chân không thông dụng khi đo bằng inch Hg và feet nước. Độ cao 31.76 feet là chiều cao gần đúng nước có thể dâng lên ở áp suất khí quyển 14.74 pound (30 inch Hg). Trong thực tế, 25 feet là tầm dâng tối đa để bơm vận hành thỏa đáng.

Hình 1-24. Tầm dâng âm, đôi khi được gọi là cột áp hút. Bơm là loại tác động kép, nhưng để đơn giản bộ valve thứ hai không được minh họa.



Như minh họa trên Hình 1-24, phương pháp đo tiêu chuẩn đối với cột áp âm là từ bề mặt mực nước cung cấp đến tâm điểm cổng nạp của bơm, nhưng áp suất do tầm dâng âm tạo ra thay đổi theo vị trí trên piston. Chú ý, rằng cột đến piston cân bằng với một phần cột tổng. Vì thế, tầm dâng âm thực tế tại thời điểm cho trước là sự chênh lệch giữa hai cột này.

Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với tầm dâng lý thuyết

Khi nước nóng, chiều cao nước có thể dâng lên sẽ bị giảm, do áp suất hơi nước tăng. Ví dụ, bơm cấp lò hơi hút nước ở 201.96°F không thể tạo ra chân không lớn hơn 5.49 inch, vì nước ở nhiệt độ này bắt đầu sôi, hơi nước sẽ điền đầy khoang bơm. Vì thế, tầm dâng lý thuyết tương ứng là:

$$34 \times \frac{5.49}{30} = 6.22 \text{ ft}$$

Bảng 1-1 minh họa tầm dâng lý thuyết tối đa với các nhiệt độ khác nhau (bỏ qua sự rò rỉ). Sự tăng nhiệt độ sẽ làm nước giãn nở. Cột nước do áp suất khí quyển tạo nên được kéo dài (Hình 1-25).

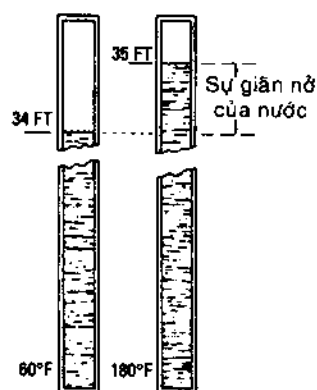
Bảng 1-1. Cột áp lý thuyết theo các nhiệt độ khác nhau (không xét sự rò rỉ).

Nhiệt độ °F	Áp suất tuyệt đối của hơi nước (lb/in ²)	Chân không (in. Hg)	Tầm dâng (ft)	Nhiệt độ (°F)	Áp suất tuyệt đối của hơi nước (lb/in ²)	Chân không (in. Hg)	Tầm dâng (ft)
102.1	1	27.88	31.6	182.9	8	13.63	15.4
128.3	2	25.85	29.3	188.3	9	11.60	13.1
141.6	3	23.83	27.0	193.2	10	9.56	10.8
153.1	4	21.78	24.7	197.8	11	7.52	8.5
162.3	5	19.74	22.3	202.0	12	5.49	6.2
170.1	6	17.70	20.0	205.9	13	3.45	3.9
176.9	7	15.67	17.7	209.6	14	1.41	1.6

Ở 62°F, khí quyển có thể tạo nên cột nước 34 foot với số đo trên phong vũ biểu 30 inch Hg. Khi nhiệt độ tăng, nước giãn nở sẽ kéo dài cột nước.

Như minh họa trên Hình 1-25, cột nước 34 foot ở nhiệt độ 62°F đặt trong ống đáy kín và đỉnh hở. Nếu tăng nhiệt độ nước đến 180°F, trọng lượng nước/foot khối giảm từ 62.36 pound ở 60°F đến 60.57 pound ở 180°F. Như vậy, do sự giãn nở của nước, chiều dài cột nước 34 foot sẽ trở thành (Hình 1-25):

$$34 \times \frac{62.36}{60.57} = 35 \text{ ft}$$



Hình 1-25. Sự gia tăng tầm dâng lý thuyết cực đại theo sự gia tăng nhiệt độ nước.

Bảng 1-2 minh họa các tính chất của nước tương ứng với sự thay đổi nhiệt độ. Áp suất, thể tích riêng, tỷ trọng, và nhiệt dung riêng, tất cả đều thay đổi khi nhiệt độ thay đổi.

Bảng 1-2. Tính chất của nước tương ứng với sự thay đổi nhiệt độ.

Nhiệt độ (°F)	Áp suất, (lb/in ²)	Thể tích riêng, (ft ³ /lb.)	Tỷ trọng, (lb/ft ³)	Nhiệt dung riêng	Nhiệt độ (°F)	Áp suất, (lb/in ²)	Thể tích riêng, (ft ³ /lb.)	Tỷ trọng, (lb/ft ³)	Nhiệt dung riêng
20	0.06	0.01603	62.37	1.0168	240	24.97	0.01692	59.11	1.012
30	0.08	0.01602	62.42	1.0098	250	29.82	0.01700	58.83	1.015
40	0.12	0.01602	62.43	1.0045	260	35.42	0.01708	58.55	1.018
50	0.18	0.01602	62.42	1.0012	270	41.85	0.01716	58.26	1.021
60	0.26	0.01603	62.37	0.9990	280	49.18	0.01725	57.96	1.023
70	0.36	0.01605	62.30	0.9977	290	57.55	0.01735	57.65	1.026
80	0.51	0.01607	62.22	0.9970	300	67.00	0.01744	57.33	1.029
90	0.70	0.01610	62.11	0.9967	310	77.67	0.01754	57.00	1.032
100	0.95	0.01613	62.00	0.9967	320	89.63	0.01765	56.66	1.035
110	1.27	0.01616	61.86	0.9970	330	103.00	0.01776	56.30	1.038
120	1.69	0.01620	61.71	0.9974	340	118.00	0.01788	55.94	1.041
130	2.22	0.01625	61.55	0.9979	350	135.00	0.01800	55.57	1.045
140	2.89	0.01629	61.38	0.9986	360	153.00	0.01812	55.18	1.048
150	3.71	0.01634	61.20	0.9994	370	173.00	0.01825	54.78	1.052
160	4.74	0.01639	61.00	1.0002	380	196.00	0.01839	54.36	1.056
170	5.99	0.01645	60.80	1.0010	390	220.00	0.01854	53.94	1.060
180	7.51	0.01651	60.58	1.0019	400	247.00	0.01870	53.50	1.064
190	9.34	0.01657	60.36	1.0029	410	276.00	0.01890	53.00	1.068
200	11.52	0.01663	60.12	1.0039	420	308.00	0.01900	52.60	1.072
210	14.13	0.01670	59.88	1.0050	430	343.00	0.01920	52.20	1.077
220	17.19	0.01677	59.63	1.0070	440	381.00	0.01940	51.70	1.082
230	20.77	0.01684	59.37	1.0090					

Khi đặt chất lỏng trong buồng kín (khác với buồng rỗng và ở nhiệt độ đồng nhất), lúc đầu, sự bốc hơi có thể xảy ra nhanh hơn hoặc chậm hơn. Tuy nhiên, sau một thời gian, không gian phía ngoài chất lỏng sẽ có các phân tử thoát qua lớp bề mặt. Các phân tử này di chuyển về phía trong buồng, va chạm với nhau và với vách buồng. Một số phân tử trở lại bề mặt chất lỏng và chúng có thể bị hút vào bên trong chất lỏng. Rốt cuộc, khi số phân tử trở về chất lỏng tương đương với số phân tử thoát ra khỏi chất lỏng, hệ thống đạt đến trạng thái cân bằng, giai đoạn hóa hơi có thể xem như bị ngưng lại. Tuy nhiên, sự trao đổi phân tử vẫn tiếp tục xảy ra vì các phân tử mới được giải phóng khỏi bề mặt và các phân tử khác trở vào chất lỏng với số lượng bằng nhau. Do đó, buồng chứa đầy hơi bão hòa. Trước giai đoạn này, hơi có trạng thái không bão hòa. Hơi bão hòa là hơi cân bằng với trạng thái lỏng của nó.

Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với tầm dâng động

Bơm hút nước ở nhiệt độ cao phải làm việc với tầm dâng thực tế giảm, do điểm sôi liên quan đến áp suất. Ở 212°F, bơm không thể hút nước do cylinder chứa đầy hơi ở kỳ hút.

Theo lý thuyết, bơm (không có rò rỉ) có thể hút hoặc nâng nước đến độ cao 34.042 feet khi phong vũ biểu chỉ 30 inch thủy ngân. Tuy nhiên, bơm không thể đạt đến chân không tuyệt đối, do valve bị rò rỉ, không khí lẫn trong nước, và hơi nước. Chiều cao thực tế của nước thường dưới 20 feet và giảm đáng kể với nước nóng.

Khi nước nóng, chiều cao nước có thể dâng lên sẽ giảm, do áp suất hơi tăng. Ví dụ, bơm cấp lò hơi nhận nước ở 153°F có thể tạo ra chân không tối đa là 21.78 inch, do nước bắt đầu sôi ở điểm đó và buồng bơm chứa đầy hơi nước. Tầm dâng lý thuyết tương ứng sẽ là:

$$34 \times \frac{2178}{30} = 24.68 \text{ ft (gần đúng)}$$

Kết quả là gần đúng vì không có sự hiệu chỉnh đối với cột nước 34-foot ở 62°F.

Cột tổng

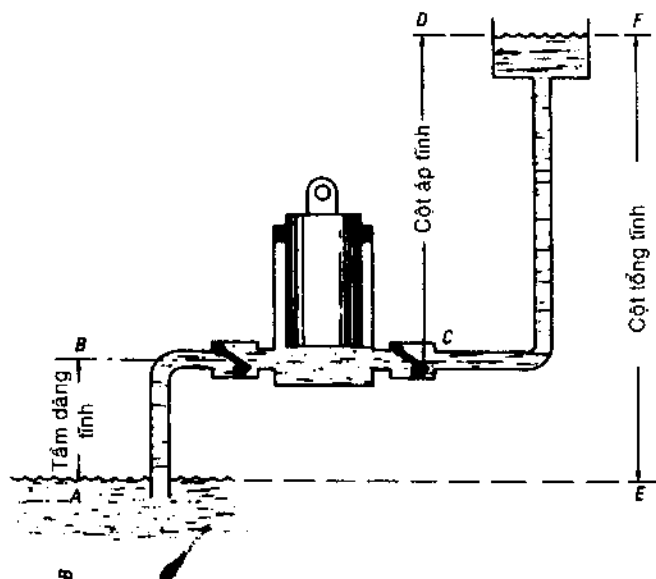
Thuật ngữ *cột tổng* được dùng để phân biệt với thuật ngữ *cột áp tổng*. Cột tổng là cột áp cộng với tầm dâng. Không nên nhầm lẫn giữa tầm dâng và cột áp. Có hai loại cột tổng: *tĩnh* và *động*.

Cột tổng tĩnh

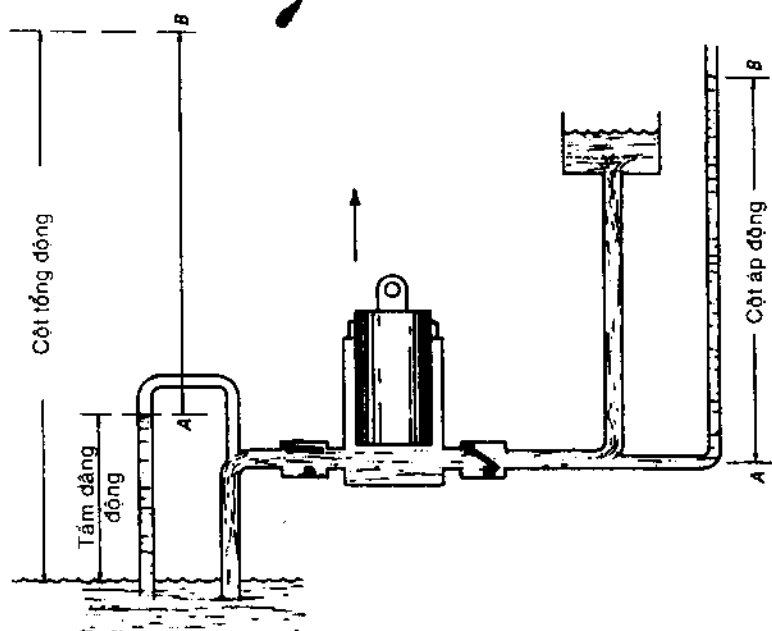
Tầm dâng tĩnh cộng với cột áp tĩnh, chiều cao hoặc khoảng cách từ mực nguồn cung cấp đến mực bồn chứa, tính bằng feet, được gọi là *cột tổng tĩnh*. Cột này tạo ra áp suất từ trọng lượng của nó (Hình 1-26). Do đó:

$$\text{Tầm dâng tĩnh AB} + \text{cột áp tĩnh CD} = \text{cột tĩnh EF}$$

Hình 1-26. Cột tổng tĩnh (EF) là tầm dâng tĩnh (AB) cộng với cột áp tĩnh (CD), thẳng đứng từ mức nước nguồn đến điểm xả hoặc mặt thoáng của nước trong bồn chứa.



Hình 1-27. Cột tổng động là tầm dâng động cộng với cột áp động. Chú ý, chiều dài AB (trái) bằng cột áp động AB (phải).



Cột tổng động

Tầm dâng động cộng với cột áp động (hoặc tổng cột nước tương đương đang chuyển động) được gọi là *cột tổng động*, biểu diễn áp suất do cột tổng tĩnh, cộng với trở lực ma sát (Hình 1-27).

Bài toán

Nếu tầm dâng tĩnh là 20 feet, ma sát hút là 10%; cột áp tĩnh là 200 feet; và ma sát đẩy là 20%, cột tổng động là bao nhiêu? Áp suất tương ứng là bao nhiêu?

Giải

Tầm dâng động = $20 \times 1.10 = 22$ ft.

Cột áp động = $200 \times 1.20 = 240$ ft.

Cột tổng động = 262 ft.

Áp suất tương ứng = $262 \times 0.43302 = 113.5$ psi.

Ma sát nước trong đường ống

Trong nghề ống nước, có sự hiểu nhầm lớn về các quy luật tốc độ xả nước từ vòi nước và quan hệ giữa áp suất và nước xả. Sự hiểu nhầm này có thể dẫn đến lãng phí nước. Bảng 1-3 có thể rất hữu ích khi tính tổn thất áp suất do ma sát trong các ống kích cỡ khác nhau để phân phối dung tích nước khác nhau trên một phút.

Bảng 1-3. Tổn thất áp suất do ma sát trên 100 ft chiều dài của ống sắt hàn (in lb. trên inch vuông)

Gallon/phút	Đường kính danh định (Inch)					
	1/2	3/4	1	1¼	1½	2
1	0.9	0.2	—	—	—	—
2	3.2	0.8	—	—	—	—
3	6.9	1.8	0.6	—	—	—
4	11.7	3.2	0.9	0.3	0.1	—
5	17.8	4.5	1.4	0.4	0.2	—
6	24.8	6.4	2.0	0.5	0.3	0.1
8	42.6	10.9	3.4	0.9	0.4	0.1
10	64.0	16.5	5.1	1.4	0.6	0.2
12	90.0	23.1	7.1	1.9	0.9	0.3
14	120.0	30.4	9.6	2.5	1.2	0.4
16	—	40.0	12.2	3.2	1.5	0.5
18	—	48.7	15.2	4.0	1.8	0.7
20	—	59.2	18.3	4.8	2.3	0.8
30	—	120.0	38.7	10.2	4.8	1.7
40	—	—	66.0	17.4	8.2	2.9
50	—	—	98.0	26.1	12.4	4.3

Ngoài ma sát bên trong ống, còn có ma sát trong vòi nước. Ma sát này thay đổi theo kiểu loại và cấu tạo vòi nước. Tổn thất do ma sát được nêu trên Bảng 1-4 tương ứng với kiểu loại và cấu tạo vòi nước đơn giản.

Bảng 1-4. Tổn thất áp suất nước qua vòi nước thương mại ½ inch.

Tổn thất lưu lượng (gallon/phút)	Tổn thất áp suất (Lb/in ²)
4	2
5	3½
8	9
10	15
15	33
20	60

Người thợ ống nước cần có khả năng ước lượng tổn thất áp suất do nhiều yếu tố liên quan, từ đó có thể xác định áp suất cần thiết tại các vòi

nước để phân phối nước với tốc độ cho trước. Các ví dụ sau đây được dùng để giải thích phương pháp tính toán.

Bài toán

Cần áp suất bao nhiêu cho lưu lượng 10 gallon/phút qua đường ống ¾ inch dài 350 feet?

Giải

Từ Bảng 1-3, mức sụt áp suất là 16.5 pound trên 100 feet ống ¾ inch đối với lưu lượng 10 gallon/phút. Với 350 feet ống, áp suất yêu cầu là:

$$\frac{16.5 \times 350}{100} = 16.5 \times 3.5 = 57.8 \text{ lb}$$

Bài toán

Chiều cao nước trong bồn chứa là 60 feet. Bao nhiêu gallon/phút có thể chảy qua 500 feet ống 1½ inch với chiều cao nâng thẳng đứng 23 feet?

Giải

2.3 feet cột áp = 1 lb áp suất

Do đó

Áp suất do chiều cao bồn chứa là $= 60 \div 2.3 = 26.1 \text{ lb}$

Tổn thất áp suất do nâng lên 23 ft $= 23 \div 2.3 = 10 \text{ lb}$

Tổng áp suất khả dụng cho dòng chảy $= 16.1 \text{ lb}$

Áp suất khả dụng trên 100 ft ống $= 16.1 \div 5 = 3.2 \text{ lb}$

Từ bảng 1-3, hai giá trị gần nhất với 3.2 pound đối với ống 1½ inch là 2.3 pound áp suất cho 20 gallon/phút, và 4.8 pound áp suất cho 30 gallon/phút. Do đó, có thể nội suy 3.2 pound áp suất tương ứng với lưu lượng:

$$20 + \left[\frac{(3.2 - 2.3)}{(4.8 - 2.3)} \times 10 \right] = 23.6 \text{ gal/phút}$$

Bài toán

Ống ¾ inch, dài 75 feet, với chiều cao nâng thẳng đứng là 23 feet. Cần áp suất bao nhiêu để giữ nước trên đường ống phân phối 10 gallon/phút qua vòi nước ½ inch?

Giải

Từ bảng 1-3:

Tổn thất do ma sát qua 75 ft ống ¾ inch $= (16.5 \times 75/100) = 12.4 \text{ lb}$

Tổn thất do chiều cao nâng 23 ft $(23 \div 2.3) = 10 \text{ lb}$

Từ bảng 1-4:

Tổn thất lưu lượng qua vòi tại 10 gallon/phút $= 15 \text{ lb}$

Do đó

$12.4 + 10 + 15 = 37.4 \text{ lb}$ áp suất cần thiết

Trong hầu hết các hệ thống, cần xét đến tổn thất áp suất do đồng hồ

đo (Bảng 1-5). Với tốc độ dòng chảy đã cho (30 gallon/phút), có thể nhận thấy tổn thất áp suất qua đồng hồ sẽ giảm nhanh chóng khi kích thước đồng hồ tăng.

Bảng 1-5. Tổn thất áp suất qua đồng hồ đo.

Kích cỡ đồng hồ (in)	Gallon/phút	Tổn thất áp suất (lb)
5/8	10	2 - 7
5/8	30	16 - 65
3/4	30	14 - 30
1	30	4 - 7

Bài toán

Nước trong ống ¾ inch chảy qua đồng hồ, với khoảng cách 125 feet từ nguồn đến vòi nước. Vòi nằm phía trên cách đường ống chính 23 feet và phải phân phối 10 gallon/phút. Áp suất tối thiểu tại nguồn chính là bao nhiêu?

Giải

Từ Bảng 1-3:

Tổn thất do ma sát qua 125 ft ống = $(16.5 \times 1.25) = 20.6$ lb

Tổn thất áp suất do chiều cao nâng 23 ft $(23 \div 2.3) = 10$ lb

Từ Bảng 1-4: Tổn thất do ma sát qua vòi = 15.0 lb

Từ Bảng 1-5: Tổn thất áp suất qua đồng hồ = 3.0 lb

Do đó

Tổng áp suất yêu cầu ở tại nguồn chính = 48.6 lb

Trong phần tính toán trước, tổn thất áp suất do khớp nối không được xem xét. Trừ khi sử dụng số lượng lớn khớp nối, tổn thất này có thể bỏ qua hoặc ước lượng. Đại khái, tổn thất áp suất do khuỷu trong các ống nhỏ có thể ước lượng là ¼ đến ½ pound, cho thấy sử dụng càng ít khớp nối càng tốt. Bảng 1-6 cung cấp tổn thất cột áp do ma sát dưới dạng cột áp (feet) với các kích cỡ khác nhau của khuỷu 90° nhẵn và với 100 feet ống nhẵn. Bảng 1-7 cung cấp các giá trị trở lực dòng chảy gần đúng của các khớp nối thông dụng khác, tương đương feet ống thẳng.

LƯU LƯỢNG

Lượng nước chảy qua ống được xác định theo các yếu tố:

- Cột áp.
- Chiều dài ống.
- Đặc tính mặt trong của ống.
- Số lượng và độ cong của các khuỷu.

Cột áp được đo thẳng đứng giữa mức bề mặt ở ống nạp và mức tại tâm ống xả. Lưu lượng phụ thuộc vào vị trí ống bất kể ống nằm ngang hay nghiêng.

Đo lưu lượng

Phương pháp chính xác nhất có thể dùng để đo lưu lượng nước là đo thể

tích hoặc trọng lượng chất lỏng được phân phối. Nhược điểm chính của phương pháp này trên thực tế là chỉ có thể được dùng để đo khối lượng nước nhỏ. Khối lượng nước lớn có thể được đo với các thiết bị như:

- Đập nước.
- Ống pitot.
- Đồng hồ Venturi.

Đập nước

Đập nước là loại thiết bị thường được dùng để đo lưu lượng nước, gồm một khe trên cạnh thẳng đứng của bồn hoặc bể chứa để nước cần đo chảy qua. Đập nước đặc biệt thích hợp để đo lưu lượng các dòng suối nhỏ (Hình 1-28).

Bảng 1-6. Tổn thất cột áp do ma sát

TỶ THẤT CỘT ÁP (feet) THEO KHUỖ 90° NHẮN						
Gallon/phút	Cỡ ống, đường kính trong (inch)					
	1	1¼	1½	2	2½	3
20	2.52	0.89	0.42	0.146	0.067	0.038
25	3.84	1.33	0.62	0.218	0.101	0.057
30	5.44	1.88	0.88	0.307	0.142	0.083
35	7.14	2.50	1.18	0.408	0.189	0.107
40	9.12	3.20	1.50	0.528	0.242	0.137
45	—	4.00	1.86	0.656	0.308	0.173
50	—	4.80	2.27	0.792	0.365	0.207
70	—	9.04	4.24	1.430	0.683	0.286
75	—	—	4.80	1.670	0.781	0.458
90	—	—	6.72	2.320	0.991	0.600
100	—	—	8.16	2.860	1.320	0.744
125	—	—	—	4.320	2.060	1.140
150	—	—	—	6.080	2.810	1.580
175	—	—	—	8.160	3.720	2.100
200	—	—	—	10.320	4.740	2.670
250	—	—	—	—	7.260	4.080

TỶ THẤT CỘT ÁP TRÊN 100 FEET ỐNG NHẮN						
Gallon/phút	Cỡ ống, đường kính trong (inch)					
	1	1¼	1½	2	2½	3
20	42.0	11.1	5.2	1.82	0.61	0.25
25	64.0	16.6	7.8	2.73	0.92	0.38
30	89.0	23.5	11.0	3.84	1.29	0.54
35	119.0	31.2	14.7	5.10	1.72	0.71
40	152.0	40.0	18.8	6.60	2.20	0.91
45	—	50.0	23.2	8.20	2.80	1.15
50	—	60.0	28.4	9.90	3.32	1.38
70	—	113.0	53.0	18.40	6.21	2.57
75	—	—	60.0	20.90	7.10	3.05
90	—	—	84.0	29.40	9.81	4.01
100	—	—	102.0	35.80	12.00	4.96
125	—	—	—	54.00	18.20	7.60
150	—	—	—	76.00	25.50	10.50
175	—	—	—	102.00	33.80	14.00
200	—	—	—	129.00	43.10	17.80
250	—	—	—	—	66.00	27.20

Bảng 1-7. Trở lực dòng chảy gần đúng của các khớp nối thông dụng, tương đương feet ống thẳng.

Đường kính danh định, in.	L Tiêu chuẩn	L trung bình	L đoạn cong dài	L 45°	Valve cổng, mở	Valve cầu, mở
1/2	1.0	0.9	0.7	0.6	0.23	5.0
3/4	1.51	1.3	1.0	0.80	0.40	10.0
1	1.8	1.5	1.3	1.0	0.55	13.0
1¼	2.7	2.4	2.1	1.5	0.80	18.0
1½	3.0	2.6	2.3	1.6	0.90	20.0
2	4.1	3.5	3.0	2.3	1.3	29.0
2½	5.5	4.8	3.8	2.8	1.4	35.0
3	7.0	6.0	4.6	3.5	1.9	45.0
4	10.0	8.5	6.6	5.0	2.6	60.0
6	16.0	14.0	12.0	8.0	4.5	110.0
8	21.0	18.0	15.0	12.0	6.0	150.0
10	26.0	22.0	18.0	15.0	8.0	200.0
14	40.0	35.0	31.0	23.0	12.0	280.0
18	55.0	45.0	40.0	30.0	16.0	380.0
20	60.0	55.0	42.0	34.0	17.0	420.0

Để dựng đập nước, tấm có khe được đặt ngang qua dòng suối nhỏ tại điểm bất kỳ, cho phép tạo thành ao nhỏ. Khe trên tấm chắn cần được vạt xiên trên cả hai cạnh và đáy. Đáy khe hở được gọi là đỉnh đập nước. Đỉnh này phải ngang bằng và các cạnh cân thẳng đứng.

Phía trên đập nước cần dựng cọc cách bờ ao một khoảng nhỏ hơn chiều rộng của khe. Đầu cọc bằng với đỉnh đập. Chiều sâu của nước phía trên đầu cọc có thể đo bằng thước chia độ (Hình 1-28) hoặc đo bằng thước móc để có độ chính xác cao hơn (Hình 1-29).

Thước móc gồm con trượt có chia độ được bố trí trượt trong khung, có thể tinh chỉnh bằng vít T (Hình 1-29) đi qua giá đỡ L có đai ốc răng cưa. Thước móc còn có thước chia phụ V.

Trước tiên, xác lập thước móc ở 0, tại điểm này móc ngang bằng với đỉnh đập, và con trượt được nâng lên cho đến khi móc đi qua mặt nước. Thước móc được đặt phía sau đập nước để tránh hiệu ứng uốn cong khi nước chảy đến đập.

Không phải tất cả các công thức tính toán đập nước đều đạt được cùng kết quả. Công thức Francis được dùng rộng rãi, tổng kết từ một loạt thí nghiệm trên các đập nước 10 foot như sau:

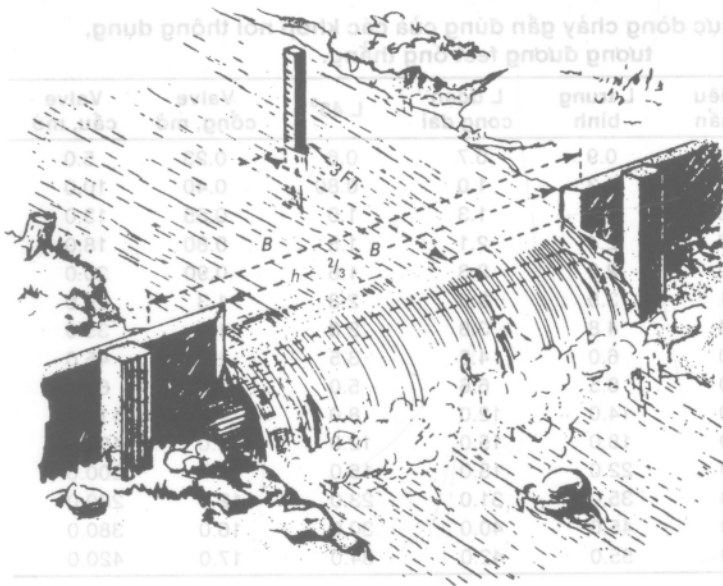
$$Q = 3.33(L - 0.14)H^{\frac{3}{2}}, \text{ với một đầu co lại}$$

$$Q = 3.33(L - 0.24)H^{\frac{3}{2}}, \text{ với cả hai đầu co lại}$$

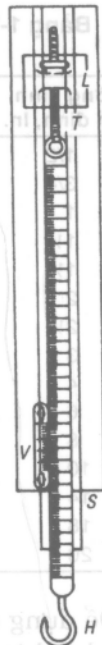
$$Q = 3.33\left(L - H\frac{3}{2}\right), \text{ không có đầu nào co lại}$$

Trong đó:

Q là feet khối trên giây.



Hình 1-28. Đập nước được dùng để đo lưu lượng nước của dòng suối nhỏ.



Hình 1-29. Thước móc dùng để đo độ sâu của nước trên đập nước.

L là chiều dài của đập nước, tính bằng feet.

H là cột áp trên đỉnh đập, tính bằng feet.

Công thức được dùng cho đập nước khe hình chữ V (với lưu lượng nhỏ) là:

$$Q = 2.544H \frac{5}{2}$$

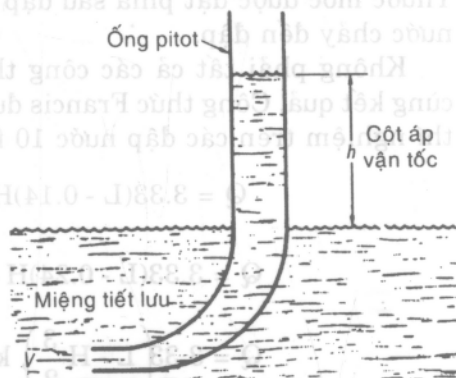
Trong đó:

H là cột áp, feet, trên đỉnh của tam giác.

Bảng đập nước (Bảng 1-8) có thể được dùng để xác định lượng nước chảy qua đập. Cột dọc đầu tiên biểu diễn độ sâu của dòng nước chảy qua khe, và phân số trong các đầu cột biểu diễn phần lẻ của inch. Thân bảng cho biết số feet khối nước trên phút trên inch (hoặc phần lẻ của inch) của đập nước. Kết quả đối với 1 inch đập nước phải được nhân với tổng chiều ngang đập nước.

Ống pitot

Ống pitot là loại ống cong được dùng để xác định vận tốc nước chảy bằng cách đặt đầu cong dưới mặt nước và quan sát chiều cao nước dâng lên trong ống. Đây là dụng cụ đo dòng



Vận tốc dòng chảy ở miệng tiết lưu

Hình 1-30. Nguyên lý cơ bản của ống pitot dùng để đo lưu lượng nước.

nước, và đặc trưng cơ bản là miệng tiết lưu mép mỏng tại đầu cong của ống (Hình 1-30). Nguyên lý cơ bản của ống pitot là khi được đặt vào dòng nước chảy với miệng tiết lưu hướng ngược dòng, va chạm của lưu chất tạo ra áp suất dư trong ống bằng với cột áp vận tốc.

Bảng 1-8. Bảng đập nước feet khối nước trên inch độ sâu trên khe.

Inch		1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8
0	0.00	0.01	0.05	0.09	0.14	0.19	0.26	0.32
1	0.40	0.47	0.55	0.64	0.73	0.82	0.92	1.02
2	1.13	1.23	1.35	1.46	1.58	1.70	1.82	1.95
3	2.07	2.21	2.34	2.48	2.61	2.76	2.90	3.05
4	3.20	3.35	3.50	3.66	3.81	3.97	4.14	4.30
5	4.47	4.64	4.81	4.98	5.15	5.33	5.51	5.69
6	5.87	6.06	6.25	6.44	6.62	6.82	7.01	7.21
7	7.40	7.60	7.80	8.01	8.21	8.42	8.63	8.83
8	9.05	9.26	9.47	9.69	9.91	10.13	10.35	10.57
9	10.80	11.02	11.25	11.48	11.71	11.94	12.17	12.41
10	12.64	12.88	13.12	13.36	13.60	13.85	14.09	14.34
11	14.59	14.84	15.09	15.34	15.59	15.85	16.11	16.36
12	16.62	16.88	17.15	17.41	17.67	17.94	18.21	18.47
13	18.74	19.01	19.29	19.56	19.84	20.11	20.39	20.67
14	20.95	21.23	21.51	21.80	22.08	22.37	22.65	22.94
15	23.23	23.52	23.82	24.11	24.40	24.70	25.00	25.30
16	25.60	25.90	26.20	26.50	26.80	27.11	27.42	27.72
17	28.03	28.34	28.65	28.97	29.28	29.59	29.91	30.21
18	30.54	30.86	31.18	31.50	31.82	32.15	32.47	32.80
19	33.12	33.45	33.78	34.11	34.44	34.77	35.10	35.44
20	35.77	36.11	36.45	36.78	37.12	37.46	37.80	38.15

Công thức ống pitot xuất phát từ các điều sau. Cột áp của nước trong ống do va chạm là v^2/g , cột áp gây ra bởi vận tốc là v , và nước dâng lên độ cao h trên bề mặt. Thí nghiệm cho thấy chiều cao nước dâng thực tế gần bằng cột áp vận tốc $v^2/2g$ hơn là với v^2/g . Do đó, cột nước h thường được xem là:

$$h = \frac{cv^2}{2g}$$

Hệ số c gần như không đổi đối với ống bất kỳ. Khối lượng lưu chất xả ra có thể tính toán bằng công thức sau:

$$Q = ca\sqrt{2gh}$$

Trong đó:

Q là khối lượng, foot khối trên giây.

c là hệ số xả đối với miệng tiết lưu.

a là diện tích miệng tiết lưu.

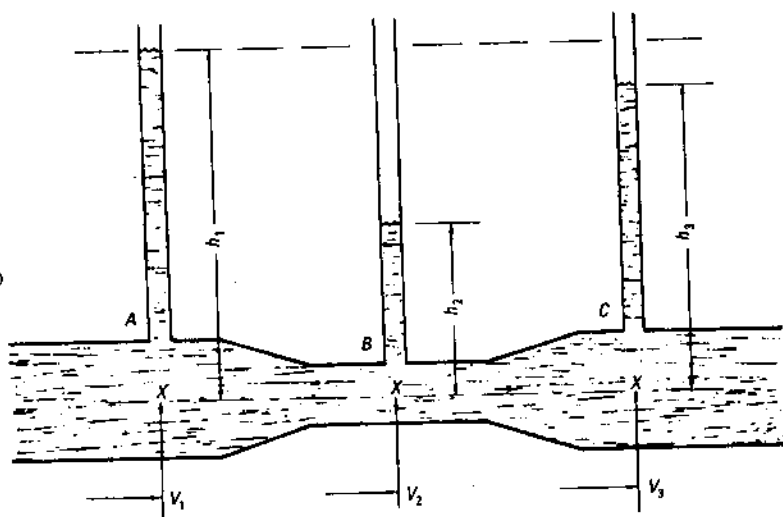
h là cột áp vận tốc, feet.

Ống venturi

Dụng cụ đo venturi là loại thiết bị (có hình dạng tương tự đồng hồ cát) dùng để đo chính xác sự xả lưu chất hoặc chất khí qua ống, gồm một ống thu nhỏ giống vòi phun hình côn, tiếp sau là ống mở rộng dần đến kích thước ban đầu, kích thước của ống lắp đồng hồ (Hình 1-31).

Hình 1-31.

Nguyên lý cơ bản của dụng cụ đo venturi minh họa cột áp tương đương tại các điểm A, B và C.



Trên Hình 1-31, cột áp suất (h_1 , h_2 và h_3) được minh họa bằng ống thẳng đứng A, B và C vì chúng xuất hiện khi đo bằng cột nước hồ. Cột áp suất h_2 thấp hơn h_1 gần bằng hiệu số các cột áp vận tốc:

$$\frac{(V_2)^2}{2g} - \frac{(V_1)^2}{2g}$$

Áp suất h_3 ở ống C gần bằng áp suất ở ống A, hoặc h_1 , thấp hơn một chút do tổn thất ma sát dòng chảy. Phương trình tính lưu lượng xả qua đồng hồ:

$$Q = (cAa\sqrt{2gh}) \div \sqrt{A^2 - a^2}$$

Trong đó:

Q là lưu lượng xả, foot khối/giây

A là diện tích tại A, feet vuông.

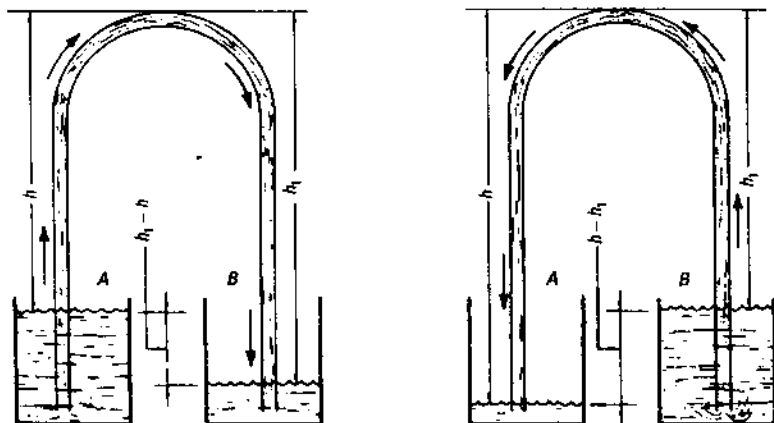
a là diện tích tại B, feet vuông.

c là hệ số (0.97 đến 1.0)

Ống xiphông

Nhiều loại ống xiphông được sử dụng rộng rãi:

- Ống chữ U hoạt động trên nguyên tắc cân bằng thủy tĩnh, sao cho áp suất trong nhánh này có khuynh hướng cân bằng với nhánh kia.



Hình 1-32. Nguyên lý cơ bản của ống xiphông, nước chảy từ cột ngắn hơn đến cột dài hơn (trái) và đảo ngược khi chiều dài cột bị đổi ngược lại (phải).

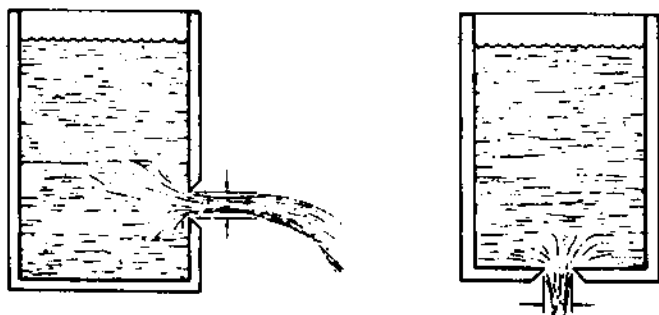
- Ống cong được dùng để chuyển tải chất lỏng từ thùng, dòng chảy được tạo ra do hiệu số trọng lượng của chất lỏng.
- Ống chữ U gắn với các áp kế hơi nước, sao cho chỉ có nước đi vào áp kế.

Như minh họa trên Hình 1-32, nước chảy do chiều cao h của cột A phía trên mặt nước thấp hơn chiều cao h_1 của cột B. Sự lưu động được tạo ra bởi trọng lượng cột nước cao ($h_1 - h$).

Nếu mức nước trong cốc B cao hơn trong cốc A, nước sẽ lưu thông theo chiều ngược lại (Hình 1-32). Khi cột h dài hơn cột h_1 , và động lực được tạo ra bởi trọng lượng cột nước có chiều dài ($h - h_1$). Áp suất khí quyển ép đều lên mặt nước trong cốc, có khuynh hướng đẩy nước đi lên trong các cột. Trọng lượng nước không cân bằng trong hai cột sẽ phá vỡ sự cân bằng và làm nước chảy từ cốc có cột ngắn đến cốc có cột dài.

Dòng chảy qua lỗ tiết lưu

Lỗ tiết lưu được cắt qua cạnh phẳng hoặc đáy thùng, để lại các mép sắc (Hình 1-33). Các đường sức của dòng chảy xác lập trong nước đến lỗ tiết lưu theo mọi hướng. Chiều lưu động của các phần tử nước cùng đổ về một

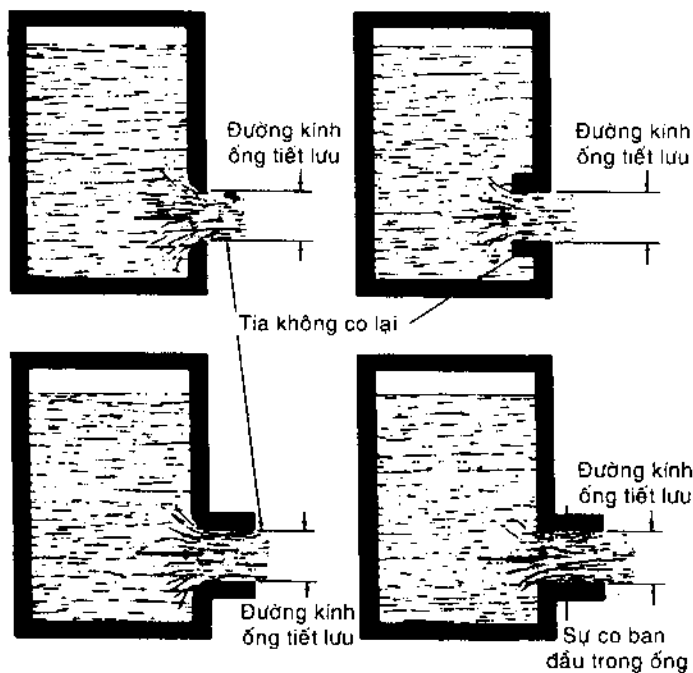


Hình 1-33. Chiều lưu động của các phần tử nước qua lỗ tiết lưu ở bên hông (trái) và ở đáy (phải) thùng chứa giúp cho tia phun co lại.

điểm. Ngoại lệ là gần điểm giữa tạo ra sự thu nhỏ tia nước khi lỗ tiết lưu có hình dạng không phù hợp.

Nếu đường vào được làm tròn chính xác theo lỗ tiết lưu và ống ngăn đường kính không đổi, đường kính tia nước sẽ bằng diện tích lỗ tiết lưu hoặc ống (Hình 1-34). Sự thu nhỏ lúc đầu xảy ra trong ống ngăn, do ống không có ngõ vào được làm tròn (Hình 1-34).

Hình 1-34. Tia phun không co lại trong dòng nước qua ngõ vào được làm tròn chính xác theo lỗ tiết lưu (trái) và ống ngăn đường kính không đổi (trên bên phải). Đường kính tia phun bằng diện tích lỗ tiết lưu hoặc ống. Sự co lại lúc đầu xảy ra bên trong ống (dưới bên phải) do ống không có đường vào tròn.



Phương trình tổng quát đối với vận tốc dòng nước từ lỗ tiết lưu hoặc ống:

$$v = \sqrt{2gH}$$

Trong đó:

v là vận tốc bằng feet/giây, tương ứng với cột áp H .

H là cột áp của nước, bằng feet, trên đường tâm của tia phun.

g là gia tốc trọng trường (32.2 feet trên giây bình phương).

Nếu xét đến ma sát và sự co lại của tia phun, phương trình tổng quát để tháo nước là:

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

Trong đó:

Q là lưu lượng xả, foot khối trên giây

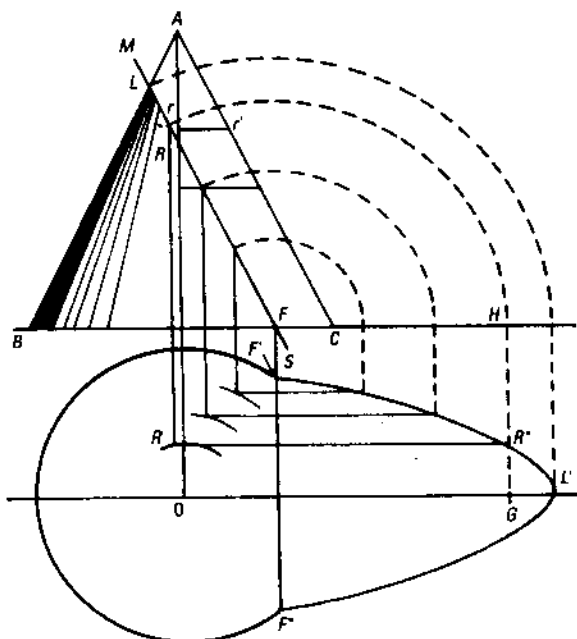
C là hệ số xả, tích số của hệ số ma sát C_1 và hệ số co C_2 .

A là diện tích của lỗ tiết lưu hoặc ống, feet vuông.

Đường đi của tia phun từ lỗ tiết lưu nằm ngang hoặc ống có dạng parabol (Hình 1-35). Parabol là đường cong phẳng; mỗi điểm trên đường

cong cách đều một điểm cố định được gọi là tiêu điểm và đường cố định được gọi là đường chuẩn. Đường parabol được tạo bởi mặt phẳng cắt qua hình nón song song với một trong các đường cơ sở của nó.

Như minh họa trên Hình 1-35, mặt phẳng MS cắt đường cơ sở AB ở điểm L và tại điểm F trên đường cơ sở. Điểm F được chiếu xuống cắt đường cong tại hai điểm F' và F''. Với điểm F là tâm và bán kính LF, xoay điểm L quanh điểm F và chiếu xuống trục OG, sẽ nhận được điểm L' trên đường cong.



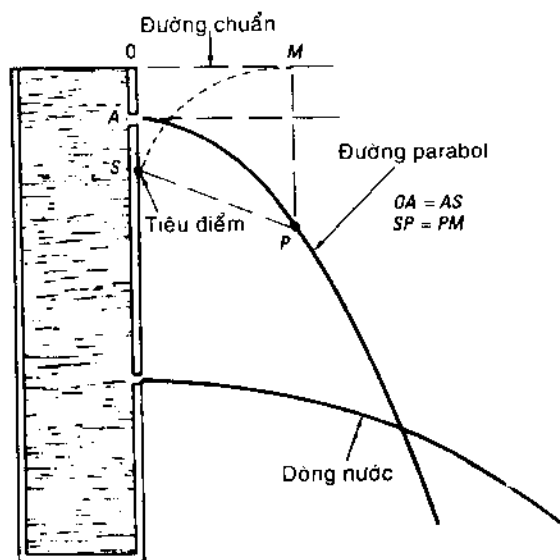
Hình 1-35. Đường parabol được xác định từ tia chất lỏng phun ra từ ống tiết lưu nằm ngang

Mọi điểm khác, ví dụ điểm R, có thể vẽ như sau:

điểm R xoay quanh với điểm F là tâm và chiếu xuống theo đường HG. Xét cung tròn (bán kính = rr' của hình nón tại độ cao điểm R), và tại điểm cung tròn cắt hình chiếu điểm R tại R', chiếu điểm R' đến đường HG để nhận được điểm R'' là điểm trên đường cong. Các điểm khác có thể vẽ theo cách tương tự. Đường cong có thể vạch theo các điểm F', R'', L' ..., và các điểm tương tự trên phần đối diện của trục, kết thúc tại điểm F'' để tạo thành đường cong, hoặc đường parabol.

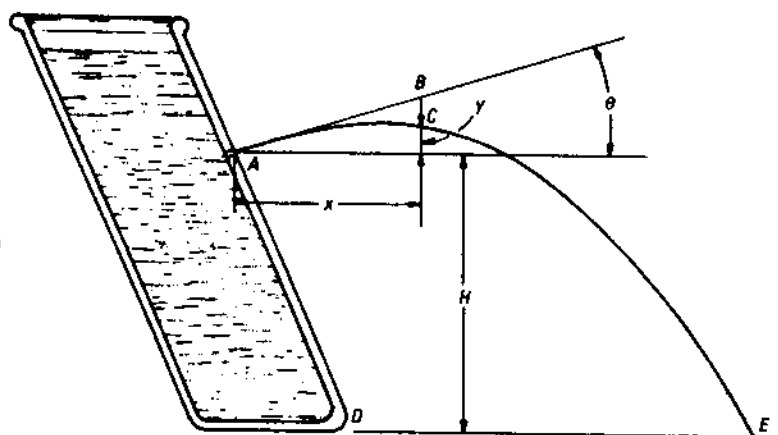
Như minh họa trên Hình 1-36, tia nước phun ra từ bên hông thùng bị trọng lực hút xuống khi ra khỏi lỗ tiết lưu vẽ thành một đường parabol.

Khoảng cách của điểm P bất kỳ trên đường cong từ tiêu điểm S bằng khoảng cách của điểm đó đến đường chuẩn (điểm M) hoặc $PS = PM$, biểu thị trên cung tròn SM, có điểm P là tâm.



Hình 1-36. Dòng nước qua ống tiết lưu với trục nằm ngang.

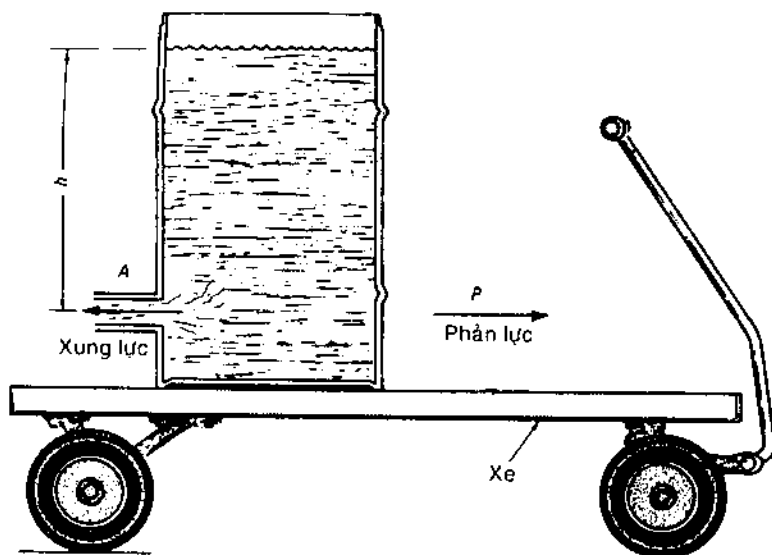
Hình 1-37.
Dòng nước qua
ống tiết lưu có
trục nghiêng so
với đường nằm
ngang.



Nếu cạnh AD của thùng nghiêng một góc θ so với đường thẳng đứng (Hình 1-37), tia chảy bình thường tương ứng với cạnh AD sẽ nâng lên đến điểm C cao nhất rồi cong xuống. Nếu khoảng cách x và y là hoành độ và tung độ trong hệ tọa độ vuông góc, đo từ lỗ tiết lưu A, phương trình đường cong này cũng là phương trình parabol:

$$y = x \tan \theta - \frac{x^2 \sec^2 \theta}{4h}$$

Khi va chạm vào bề mặt rắn, dòng nước sẽ ép lên bề mặt này một lực tương đương và ngược chiều với lực làm thay đổi vận tốc và hướng chuyển động của nước (Hình 1-38). Khi lỗ tiết lưu mở tại điểm A, cột áp h của nước tạo ra áp suất P tác động theo hướng được biểu thị bằng mũi tên, làm cho xe chở thùng nước di chuyển theo cùng hướng đó.



Hình 1-38. Sức đẩy và phản lực của dòng nước qua lỗ tiết lưu.

Phương trình phân lực của tia phun là:

$$P = 2ahw$$

Trong đó:

P là phân lực.

a là diện tích lỗ tiết lưu.

h là cột áp của nước trên lỗ tiết lưu.

w là trọng lượng trên đơn vị thể tích nước.

Cột áp h của nước trên lỗ phun (Hình 1-38) tạo ra áp suất tác động theo hướng bên trái và làm cho W pound nước di chuyển trong mỗi giây với vận tốc v feet/giây. Đây là *sức đẩy tới*. Ảnh hưởng của sức đẩy tới là tạo ra áp suất tác dụng ngược lại theo hướng tay phải, làm cho xe chở thùng nước di chuyển theo hướng ngược với hướng của dòng tia được gọi là phân lực.

Trọng lượng riêng

Tỉ số giữa trọng lượng của thể tích một chất đã cho và trọng lượng của chất khác có cùng thể tích được dùng làm chuẩn so sánh (nước đối với chất lỏng và chất rắn; không khí hoặc hydrogen đối với chất khí), được gọi là trọng lượng riêng. Nước là tiêu chuẩn được xem xét ở đây.

Khi xử lý các chất rắn, trọng lượng riêng là tỉ số giữa trọng lượng của chất đó trong không khí và trọng lượng của thể tích nước tương đương. Điều đó có nghĩa trọng lượng riêng là số biểu thị thể tích đã cho của một chất nặng hơn nước có cùng thể tích.

Vì trọng lượng nước thay đổi theo nhiệt độ, sự so sánh phải được thực hiện với nước ở 62°F. Một inch khối nước tinh khiết nặng 0.0361 pound ở 62°F. Vì thế, nếu trọng lượng riêng của một vật liệu đã biết, trọng lượng của nó trên inch khối có thể tính toán bằng cách nhân trọng lượng riêng với 0.0361. Để tính trọng lượng một foot khối của vật liệu đã cho, nhân trọng lượng riêng của nó với 62.35 (trọng lượng một foot khối nước ở 62°F). Điều này có thể được minh họa bằng bài toán ví dụ.

Bài toán

Nếu trọng lượng riêng của sắt là 7.85, trọng lượng một inch khối của nó là bao nhiêu?

Giải

Vì một inch khối nước ở 62°F cân nặng 0.0361 pound, trọng lượng một inch khối sắt là:

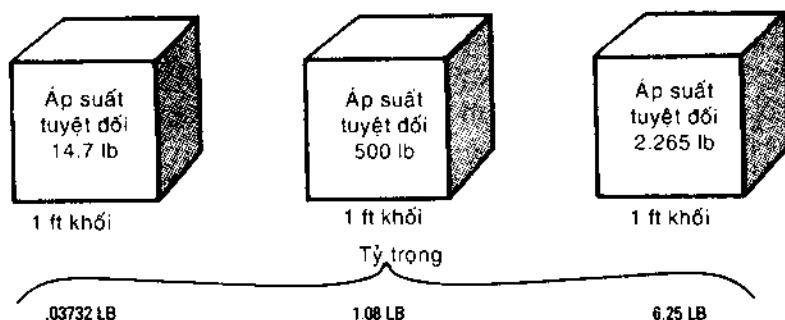
$$7.85 \times 0.036 = 0.2826 \text{ lb}$$

Trọng lượng riêng của chất lỏng biểu thị trọng lượng của thể tích chất lỏng đã cho so với trọng lượng nước có cùng thể tích ở 62°F (Bảng 1-9). Vì tỷ trọng của một chất là khối lượng trên đơn vị thể tích và trọng lượng là tương đương với khối lượng, do đó tỷ trọng có thể được xác định theo

trọng lượng trên đơn vị thể tích. Điều này được trình bày trong hình minh họa tỷ trọng hơi nước ở các áp suất khác nhau (Hình 1-39), trong đó trọng lượng hơi tăng theo áp suất.

Bảng 1-9. Trọng lượng riêng, độ Baume và độ API (60°F)

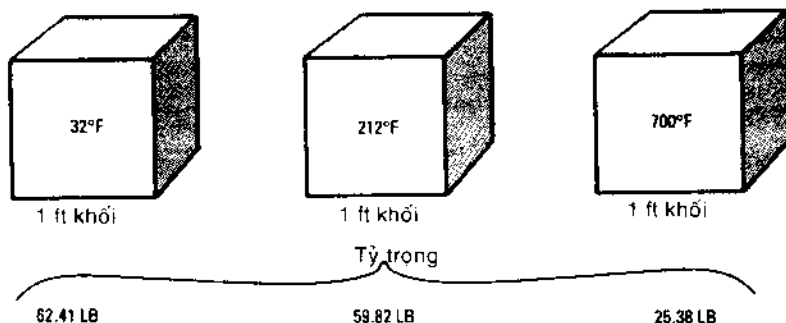
Độ Baume	Trọng lượng riêng	Độ A.P.I.	Trọng lượng riêng
10	1.0000	10	1.0000
15	0.9655	15	0.9659
20	0.9333	20	0.9340
25	0.9032	25	0.9042
30	0.8750	30	0.8762
35	0.8485	35	0.8498
40	0.8235	40	0.8251
45	0.8000	45	0.8017
50	0.7777	50	0.7796
55	0.7568	55	0.7587
60	0.7368	60	0.7389
65	0.7179	65	0.7201
70	0.7000	70	0.7022
75	0.6829	75	0.6852
80	0.6666	80	0.6690
85	0.6511	85	0.6536
90	0.6363	90	0.6388



Hình 1-39. Tỷ trọng hơi nước ở các áp suất khác nhau. Tỷ trọng tăng khi áp suất tăng.

Hình 1-40 minh họa ảnh hưởng của nhiệt độ đối với tỷ trọng nước. Nước giãn nở khi tăng nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng, thể tích ban đầu ở nhiệt độ thấp hơn sẽ tăng và chiếm không gian nhiều hơn, trở nên nhẹ hơn trên một đơn vị thể tích, hoặc tỷ trọng.

Tỷ trọng kế là dụng cụ dùng để xác định trọng lượng riêng của chất lỏng, đó là một ống thủy tinh kín chứa không khí, có bầu nặng ở một đầu làm cho tỷ trọng kế nổi thẳng đứng trong chất lỏng. Chiều sâu tỷ trọng kế chìm xuống trên thang chia độ là số đo trọng lượng riêng. Chất lỏng càng nhẹ (hoặc tỷ trọng càng thấp), tỷ trọng kế càng chìm sâu hơn.



Hình 1-40. Tỷ trọng nước ở các nhiệt độ khác nhau. Tỷ trọng giảm khi nhiệt độ tăng.

Tỷ trọng kế thang đo Baume dùng để kiểm tra trọng lượng riêng của dầu được dùng cho chất lỏng nhẹ hơn nước, và được chia vạch theo tỷ lệ tương ứng. Thang đo Baume cũng có thể dùng cho các chất lỏng nặng hơn nước. Sự so sánh được thực hiện với nước cất ở 60°F (dầu cũng được kiểm tra ở 60°F).

Cũng như tỷ trọng kế thang đo Baume, có thể sử dụng tỷ trọng kế của Viện Dầu khí Mỹ (API) để kiểm tra trọng lượng riêng của dầu nhiên liệu hoặc dầu bôi trơn. Nhiệt độ cực kỳ quan trọng trong việc xác định trọng lượng riêng.

Số đo trọng lượng riêng có thể được chuyển thành số đo Baume bằng công thức:

$$\text{Độ Baume} = \frac{140}{\text{trọng lượng riêng}} - 130$$

Số đo Baume có thể được chuyển đổi thành trọng lượng riêng bằng công thức:

$$\text{Trọng lượng riêng} = \frac{140}{130 + \text{độ baume}}$$

Ví dụ

Nếu số đo Baume đối với dầu là 26°, trọng lượng riêng của dầu có thể được tính theo công thức:

$$\text{Trọng lượng riêng} = \frac{140}{130 + 26} = 0.897$$

Quy tắc chuyển đổi trọng lượng riêng ở nhiệt độ bất kỳ đối với tiêu chuẩn 60°F là: cứ mỗi 10°F cao hơn 60°F, trừ số đo Baume cho 1°; và cứ 10°F thấp hơn hãy cộng thêm 1°. Quy tắc này có thể áp dụng như sau:

$$\text{Độ Baume (60°F)} = \text{Độ Baume} - \frac{\text{Số đo } ^\circ\text{F} - 60^\circ\text{F}}{10}$$

Ví dụ

Nếu tỷ trọng kế biểu thị trọng lượng riêng 27.5° Baume ở nhiệt độ dầu 75°F, số đo Baume ở 60°F là bao nhiêu?

$$\text{Độ Baume (60°F)} = 27.5^\circ \text{F} - \frac{(75^\circ \text{F} - 60^\circ \text{F})}{10} = 27.5^\circ - 1.5^\circ = 26^\circ \text{ Baume}$$

Ví dụ

Nếu tỷ trọng kế biểu thị 24° Baume ở nhiệt độ dầu 40°F, số đo Baume ở 60°F là bao nhiêu?

$$\text{Độ Baume (60°F)} = 24^\circ - \frac{(40^\circ \text{F} - 60^\circ \text{F})}{10} = 24^\circ - (-2^\circ) = 26^\circ \text{ Baume}$$

Số đo trọng lượng riêng của *Viện Dầu khí Mỹ* (API) tương tự số đo độ Baume, ngoại trừ cách chia thang đo. Trọng lượng riêng có thể được chuyển đổi thành độ API theo công thức:

$$\text{Độ A. P. I.} = \frac{141.5}{\text{Trọng lượng riêng}} - 131.5$$

Và độ API có thể được chuyển đổi thành trọng lượng riêng theo công thức:

$$\text{Trọng lượng riêng} = \frac{141.5}{131.5 + \text{độ A. P. I.}}$$

TÓM TẮT

Thủy lực là chuyên ngành vật lý nghiên cứu các tính chất cơ học của nước và các chất lỏng khác, ứng dụng các tính chất này vào kỹ thuật. Nguyên lý thủy lực cơ bản là:

- Áp lực do chất lỏng tác dụng lên bề mặt tỷ lệ với diện tích bề mặt đó.
- Lượng nước nhỏ có thể tạo ra sự cân bằng với trọng lượng lớn hơn nhiều.
- Áp suất trên phần chất lỏng bất kỳ có tỷ trọng đồng nhất tỷ lệ với chiều sâu của phần đó so với bề mặt chất lỏng.
- Mức chất lỏng trong hai nhánh của ống chữ U ngang nhau khi nhiệt độ chất lỏng trong hai nhánh bằng nhau.

Chuyên ngành thủy lực nghiên cứu áp suất và sự cân bằng của nước (lúc đứng yên) và các chất lỏng khác được gọi là thủy tĩnh học. Nước là chất lỏng thường được xem xét trong nghiên cứu nguyên lý thủy lực cơ bản, nhưng các chất lỏng khác cũng được xét đến.

Cột áp tĩnh là chiều cao cột nước đứng yên phía trên điểm đã cho - trọng lượng nước tạo ra áp lực. Cột áp được đo từ tâm khớp nối cổng xả của bơm. Trong hầu hết các tính toán, có thể ước lượng áp suất trên foot của cột áp tĩnh là 0.5 psi. Với tính toán chính xác, áp suất nước trên foot cột áp tĩnh là 0.43302 psi ở 62°F.

Chiều cao cột nước dâng lên cao hơn nguồn cung cấp, dưới tác động của áp suất khí quyển, để khôi phục trạng thái cân bằng được gọi là tầm dâng tĩnh. Trọng lượng cột nước (tiết diện 1 inch vuông) cần thiết để khôi phục sự cân bằng tương đương với áp suất tác dụng của khí quyển (psi). Chiều cao tối đa nước ở nhiệt độ tiêu chuẩn (62°F) có thể dâng lên được xác định bằng áp suất trên phong vũ biểu. Nước dâng đến độ cao 34.1 feet khi áp suất phong vũ biểu là 30 inch.

Trọng lượng nước bị đẩy sang một bên (thay thế) do tàu nổi được gọi là trọng lượng rẽ nước. Thuật ngữ độ choán chỗ được dùng để biểu thị độ sâu vật thể hoặc tàu chìm trong nước. Độ sâu, tại đó trọng lượng nước bị choán chỗ tương đương với trọng lượng của vật thể hoặc tàu.

Sức nổi là năng lượng hoặc khuynh hướng của chất lỏng giữ cho tàu nổi. Đó là áp lực hướng lên do chất lỏng tác dụng vào vật nổi. Trọng tâm của chất lỏng bị choán chỗ bởi vật thể chìm được gọi là tâm nổi.

Khi chứa nước trong các thùng có hình dạng khác nhau, cường độ áp suất (psi) là như nhau ở đáy mỗi thùng chứa. Tổng áp suất chất lỏng tác dụng vào đáy thùng chứa có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn nhiều lần trọng lượng tổng của chất lỏng được gọi là nghịch lý thủy tĩnh.

Archimedes đã chứng minh, trọng lượng của vật thể nhúng trong chất lỏng sẽ giảm một lượng tương đương với trọng lượng của chất lỏng bị choán chỗ. Khi nhúng vào chất lỏng, vật thể sẽ chịu hai lực tác động:

- Trọng lực có khuynh hướng kéo vật thể chìm xuống.
- Sức nổi có khuynh hướng nâng vật thể lên.

Chuyên ngành vật lý nghiên cứu về chuyển động và tác động của nước và chất lỏng khác được gọi là thủy động lực học. Các lực khác nhau tác dụng vào chất lỏng làm cho chất lỏng có trạng thái chuyển động.

Cột áp động của nước là cột áp tương đương hoặc ảo của nước đang chuyển động, biểu diễn áp lực cần thiết để đẩy nước từ điểm đã cho đến độ cao nhất định và vượt qua tổng lực cản ma sát. Cột áp động làm cho chất lỏng lưu động được chia thành ba phần: (1) Cột áp vận tốc, (2) Cột áp vào, (3) cột áp ma sát.

Tầm dâng động của nước là tầm dâng tương đương hoặc ảo của nước đang chuyển động, biểu diễn áp lực tổng cần thiết để nâng nước từ điểm đã cho đến độ cao nhất định và vượt qua lực cản ma sát. Tầm dâng thực trong hoạt động của bơm bị giới hạn trong khoảng 20 đến 25 feet. Khi nước ấm, chiều cao có thể dâng bị giảm do áp suất tăng.

Thuật ngữ cột tổng có nghĩa là cột áp cộng với tầm dâng. Cột tổng tĩnh là cột áp tĩnh cộng với tầm dâng tĩnh. Chiều cao tính từ mực nước nguồn cung cấp đến độ cao bồn chứa (tính theo feet) được gọi là cột tổng tĩnh. Cột tổng động là tầm dâng động cộng với cột áp động, hoặc tổng cột nước tương đương đang chuyển động, biểu diễn áp suất do cột tổng tĩnh cộng với trở lực ma sát.

Ma sát nước trong ống làm tổn thất áp suất và giảm thể tích nước phân phối trên phút. Tương tự, ma sát trong vòi nước, các khớp nối, và đồng hồ đo cũng phải được xem xét.

Lưu lượng nước có thể được đo bằng đập nước, ống pitot, và đồng hồ Venturi. Các số đo thực tế về thể tích và trọng lượng chất lỏng được phân phối có thể chính xác hơn, nhưng chúng có thể chỉ được dùng khi khối lượng nước phân phối nhỏ.

Phương trình tổng quát đối với vận tốc nước lưu động từ lỗ tiết lưu hoặc ống là:

$$V = \sqrt{2gh}$$

Phương trình tổng quát đối với lưu lượng xả qua ống tiết lưu là:

$$Q = ca\sqrt{2gh}$$

Đường đi của tia nước phun ra từ ống tiết lưu nằm ngang có dạng parabol. Tia nước bị hút xuống khi rời khỏi ống tiết lưu do trọng lực.

Trọng lượng riêng là tỷ số giữa trọng lượng một chất đã cho trên trọng lượng chất khác có cùng thể tích được dùng làm chuẩn so sánh (nước đối với chất lỏng và chất rắn; không khí hoặc hydrogen đối với chất khí). Một inch khối nước tinh khiết nặng 0.0361 pound ở 62°F. Vì thế, nếu biết trọng lượng riêng của một vật liệu, có thể tính trọng lượng của vật liệu này trên inch khối bằng cách nhân trọng lượng riêng của nó với 0.0361. Để tính trọng lượng một foot khối vật liệu đã cho, nhân trọng lượng riêng của nó với 62.35 (trọng lượng một foot khối nước ở 62°F).

Tỷ trọng kế là loại dụng cụ dùng để xác định trọng lượng riêng của chất lỏng. Có thể sử dụng tỷ trọng kế thang đo Baume hoặc tỉ trọng kế Viện Dầu khí Mỹ (API) để kiểm tra trọng lượng riêng của dầu nhiên liệu hoặc dầu bôi trơn.

Số đo trọng lượng riêng có thể được chuyển đổi thành số đo Baume bằng công thức:

$$\text{Độ Baume} = \frac{140}{\text{trọng lượng riêng}} - 130$$

Số đo trọng lượng riêng có thể được chuyển đổi thành độ API theo công thức:

$$\text{Độ A.P.I.} = \frac{141.5}{\text{Trọng lượng riêng}} - 131.5$$

Độ API có thể được chuyển đổi thành trọng lượng riêng theo công thức:

$$\text{Trọng lượng riêng} = \frac{141.5}{131.5 + \text{độ A.P.I.}}$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thủy lực là gì?
2. Liệt kê bốn nguyên tắc cơ bản về thủy lực.
3. Cột áp của nước có nghĩa là gì?

4. Về thủy lực, tầm dâng có nghĩa là gì?
5. Sự khác nhau giữa cột áp tĩnh và cột áp động là gì?
6. Sự khác nhau giữa tầm dâng tĩnh và tầm dâng động là gì?
7. Áp suất khí quyển có thể làm nước dâng đến chiều cao tối đa là bao nhiêu?
8. Yếu tố nào xác định chiều cao tối đa nước có thể được dâng ở nhiệt độ chuẩn (62°F)?
9. Vật thể chìm trong nước đến độ sâu nào?
10. Sức nổi là gì?
11. Giới hạn thực tế hoạt động bơm là bao nhiêu? Tại sao?
12. Cột tổng của nước là gì?
13. Ảnh hưởng của ma sát trong ống, khớp nối là gì?
14. Kể tên ba dụng cụ đo lưu lượng nước.
15. Giải thích cơ chế hoạt động của ống xiphông.
16. Trọng lượng riêng của một chất là gì?
17. Giải thích nguyên lý cơ bản của tỷ trọng kế.
18. Thủy tĩnh học là gì?
19. Định nghĩa trọng lượng riêng nước.
20. Định nghĩa độ choán chỗ.
21. Hãy phát biểu định luật Archimedes.
22. Định nghĩa nghịch lý thủy tĩnh.
23. Khi nào đạt được cân bằng thủy tĩnh.
24. Ngành vật lý nghiên cứu về chuyển động và hoạt động của nước và chất lỏng khác được gọi là gì?
25. Thuật ngữ tầm dâng âm có nghĩa là gì? Tên gọi khác dùng cho thuật ngữ này là gì?
26. Điều gì gây nên sự khác nhau giữa tầm dâng thực và tầm dâng tĩnh?
27. Tại sao bơm nước ở nhiệt độ cao bị giảm tầm dâng thực?
28. Nếu có vòi nước thương mại ½ inch với tốc độ dòng chảy 10 gallon/phút, tổn thất áp suất do vòi gây ra là bao nhiêu?
29. Bốn yếu tố xác định khối lượng nước chảy qua ống là gì?
30. Trở lực lưu lượng nước của khớp nối chữ L ở 45°F có đường kính danh nghĩa 3 inch là bao nhiêu?
31. Đồng hồ đo có móc là gì? Nguyên lý hoạt động?
32. Phác họa đồng hồ Venturi và xác định các điểm khác nhau.
33. Trọng lượng riêng ở 35° Baume là bao nhiêu?
34. Trọng lượng riêng ở 60° API là bao nhiêu?
35. Phương trình tổng quát về vận tốc nước chảy từ ống tiết lưu?
36. Thuật ngữ đường parabol mô tả điều gì?

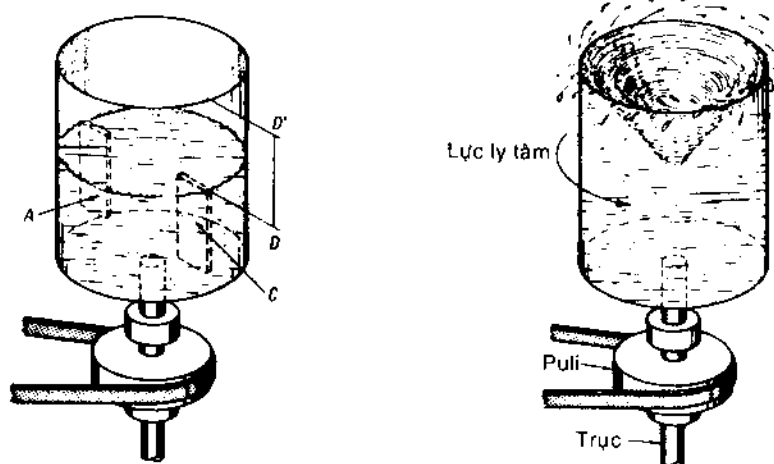
Chương 2 - BƠM LY TÂM

Tất cả các loại bơm ly tâm đều hoạt động dựa trên *lực ly tâm*. Lực ly tâm tác dụng lên vật thể chuyển động theo quỹ đạo tròn, có xu hướng buộc vật thể đi ra xa trục hoặc tâm quỹ đạo tròn do vật thể quay vạch ra.

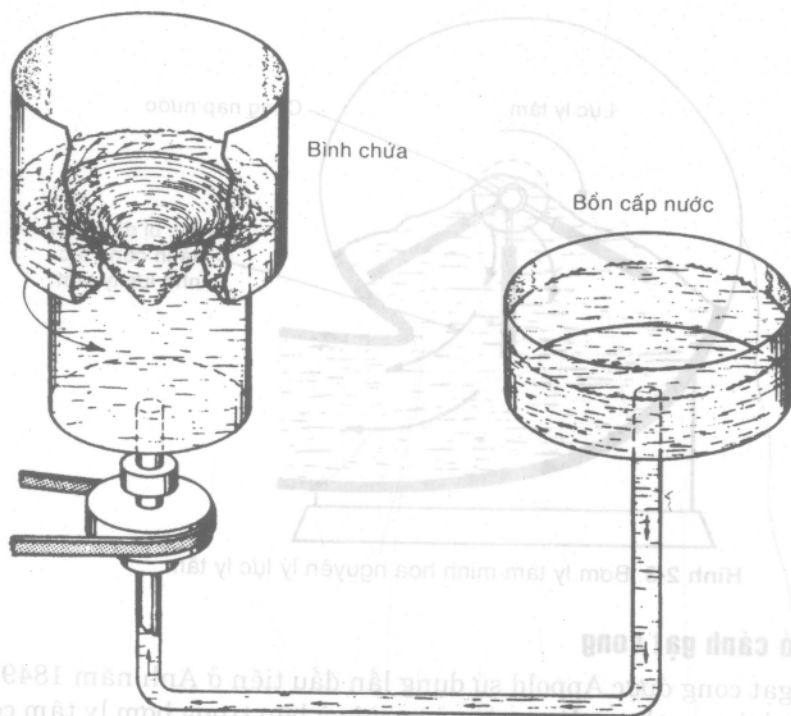
NGUYÊN LÝ CƠ BẢN

Chi tiết quay bên trong vỏ bơm ly tâm tạo chuyển động quay nhanh với khối lượng nước chứa trong vỏ. Điều đó có nghĩa là nước bị đẩy ra khỏi vỏ qua cổng xả bằng lực ly tâm. Chân không được tạo ra bằng cách đó cho phép áp suất khí quyển ép nước vào vỏ bơm qua cổng nạp. Quá trình này tiếp tục trong khi rotor chuyển động và khi nước được cấp liên tục. Ở bơm ly tâm, cánh gạt hoặc bánh công tác quay bên trong vỏ vừa khít, hút chất lỏng vào bơm qua cổng nạp ở giữa và nhờ lực ly tâm chất lỏng bị đẩy ra phía ngoài qua cổng xả ở vành vỏ bơm.

Hình 2-1 và Hình 2-2 minh họa nguyên lý hoạt động cơ bản của bơm ly tâm. Nếu thùng hình trụ có cánh gạt A và C (để quay chất lỏng khi thùng quay) được lắp trên trục có pulley truyền động để quay thùng với tốc độ cao, lực ly tâm tác động vào nước (đang quay ở tốc độ cao) ép nước ra phía vách thùng. Điều này ép nước ra phía ngoài rất mạnh. Vì nước không thể đi ra khỏi vách thùng, áp lực ép nước đi lên, nước sẽ chảy tràn do phần nước gần tâm thùng bị hút xuống. Áp suất khí quyển buộc nước



Hình 2-1. Nguyên lý cơ bản của bơm ly tâm. Các cánh gạt hướng tâm A và C làm chất lỏng quay tròn khi cylinder quay (trái). Lực ly tâm đẩy chất lỏng ra xa về hướng vách cylinder và đi lên, do đó chất lỏng chảy tràn khi cylinder quay với tốc độ cao (phải).



Hình 2-2. Bơm ly tâm cơ bản với bồn cấp nước và bình chứa.

đi xuống, vì chân không được tạo ra gần tâm khi nước di chuyển ra xa về phía vách thùng. Chú ý, trên Hình 2-1 nước dâng lên với khoảng cách DD' .

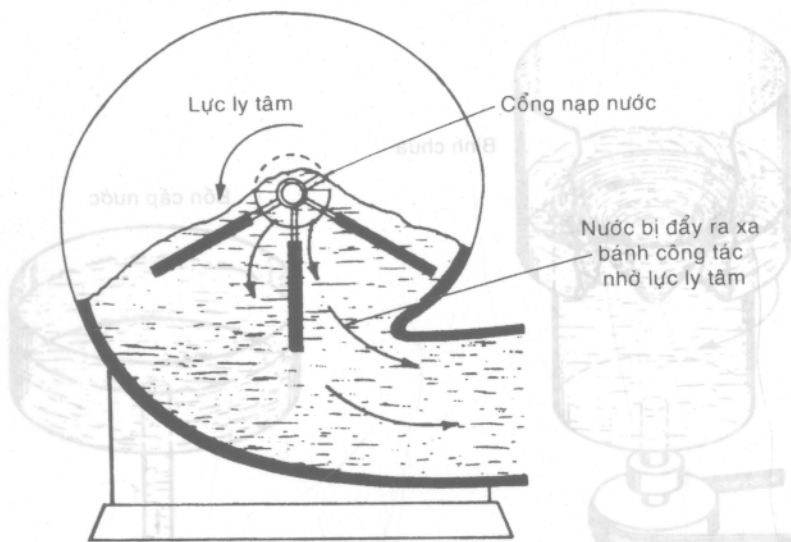
Vì nước tràn ra khỏi đỉnh có vận tốc cao, bằng tốc độ quay ở thành thùng, động năng được tạo ra bị hao phí, trừ khi có sự bố trí để lấy nước và có nguồn cấp nước (Hình 2-2). Ở Hình 2-2, bình chứa giữ nước lại khi nước tràn lên và bồn cấp nước được nối với ống để cung cấp nước cho thùng. Thay vì quay thùng, chỉ cần quay cánh gạt cũng sẽ có kết quả tương tự.

Bơm có cánh gạt thẳng

Loại bơm ly tâm thực tiễn thứ nhất, rotor được lắp với các cánh gạt thẳng (hướng tâm) (Hình 2-3). Các chi tiết chính của bơm ly tâm gồm:

- Bánh công tác, hoặc chi tiết quay.
- Vỏ bơm, hoặc vỏ bao quanh chi tiết quay.

Ở bơm ly tâm, nước đi vào qua cổng nạp ở tâm bánh công tác, nước quay do các cánh của bánh công tác quay. Sự quay của nước tạo ra lực ly tâm, do đó sẽ xuất hiện áp lực tại đường kính ngoài của bánh công tác; khi xuất hiện dòng chảy, nước đi ra xa bánh công tác với tốc độ và áp lực cao, lưu động qua đường ống có tiết diện tăng dần và qua khớp nối cổng xả đến nơi cần sử dụng.

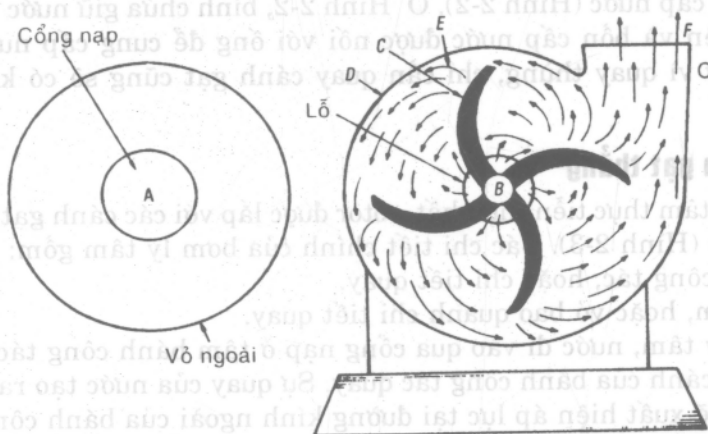


Hình 2-3. Bơm ly tâm minh họa nguyên lý lực ly tâm.

Bơm có cánh gạt cong

Cánh gạt cong được Appold sử dụng lần đầu tiên ở Anh năm 1849. Hình 2-4 minh họa sự hoạt động của vỏ ngoài và bên trong bơm ly tâm có cánh gạt cong (thường được gọi là bơm xoắn ốc).

Khớp nối ống cổng nạp (A) với vỏ ngoài hướng dòng nước đến lỗ (B) của bánh công tác quay. Cánh gạt cong (C) của bánh công tác dẫn nước trực tiếp từ lỗ này đến cạnh xả (D), đẩy nước theo đường xoắn ốc. Khi bánh công tác quay tròn, nước di chuyển về phía cạnh xả và đi vào ống dẫn xoắn ốc (E), tập trung xung quanh bánh công tác và hướng đến khớp nối cổng xả (F).



Hình 2-4. Các chi tiết cơ bản của bơm ly tâm gồm vỏ ngoài (trái) và mặt cắt bơm ly tâm, thường được gọi là bơm xoắn ốc do hình dạng vỏ bơm.

Vòng xoắn ốc

Vòng xoắn ốc là đường cong quấn xung quanh và lùi liên tục ra xa điểm tâm. Vòng xoắn ốc là vật thể có đường xoắn ốc nằm trên một mặt phẳng (khác với đường xoắn côn). Đây là hình dạng biên ngoài của hộp hoặc vỏ bao quanh bánh công tác của bơm ly tâm kiểu xoắn ốc.

Hộp hoặc vỏ xoắn ốc tạo thành đường dẫn có tiết diện tăng dần để bánh công tác xả nước.

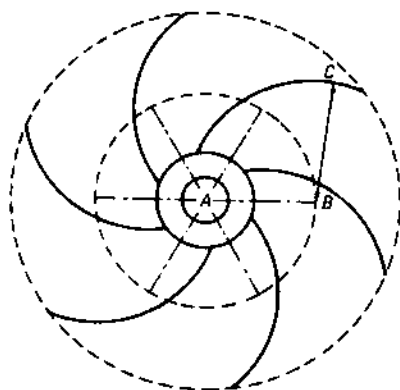
Đường dẫn xoắn ốc thu thập nước từ bánh công tác và đưa đến cổng xả.

Vỏ ngoài xoắn ốc được xác định theo tỷ lệ để tạo vận tốc lưu động đều đặn xung quanh chu vi và giảm dần vận tốc chất lỏng khi chảy từ bánh công tác đến cổng xả. Mục đích của bố trí này là để chuyển cột áp vận tốc thành cột nước áp suất.

Độ cong của cánh gạt

Nếu cánh gạt có thể được uốn cong chính xác theo dạng toán học, cần phải có từng đường cong đáp ứng các điều kiện làm việc. Tuy nhiên, điều này là không thực tế, do phải chế tạo nhiều mẫu cho các điều kiện đó. Hình 2-5 minh họa phương pháp đơn giản để mô tả đường cong cánh gạt cho các bánh công tác đường kính lớn và đối với các tấm dăng không dưới 60 feet như sau:

- Chia đường tròn thành các nhánh (ví dụ, sáu).
- Chia đôi từng góc bán kính.
- Chọn điểm B làm điểm tâm và bán kính BC mô tả đường cong biểu diễn bề mặt làm việc của các cánh gạt:



Hình 2-5. Sơ đồ cánh gạt cong của bánh công tác.

$$BC = AB + 1/6AB$$

PHÂN LOẠI CƠ BẢN

Bơm ly tâm là thiết bị vận chuyển chất lỏng và khí. Hai chi tiết chính của thiết bị là bánh công tác (bánh xe có cánh gạt) và vỏ bơm bao xung quanh. Bơm ly tâm kiểu xoắn ốc là loại phổ biến nhất. Trong đó, chất lỏng đi vào bơm ở vận tốc cao gần tâm bánh công tác đang quay, cánh gạt đẩy lưu chất về phía vỏ. Áp lực ly tâm đẩy chất lỏng qua cổng xả trên vỏ. Cổng xả này có tiết diện mở rộng dần theo đường xoắn ốc, làm giảm tốc độ chất lỏng và tăng áp suất. Bơm ly tâm tạo ra dòng chất lỏng lưu động liên tục với áp suất cao. Có thể tăng áp suất này bằng cách nối nhiều bánh công tác với nhau thành một hệ thống. Trong các bơm đa cấp, cổng xả của mỗi vỏ bánh công tác cũng là cổng nạp của bánh công tác kế tiếp. Bơm ly tâm được dùng rộng rãi với nhiều mục đích khác

nhau, chẳng hạn bơm cung cấp nước, tưới nước, và hệ thống xả nước thải. Các thiết bị loại này cũng được dùng làm máy nén khí.

Thiết kế cơ bản của bơm ly tâm tương ứng với các nguyên lý hoạt động khác nhau. Bơm ly tâm được thiết kế chủ yếu theo các kiểu như sau:

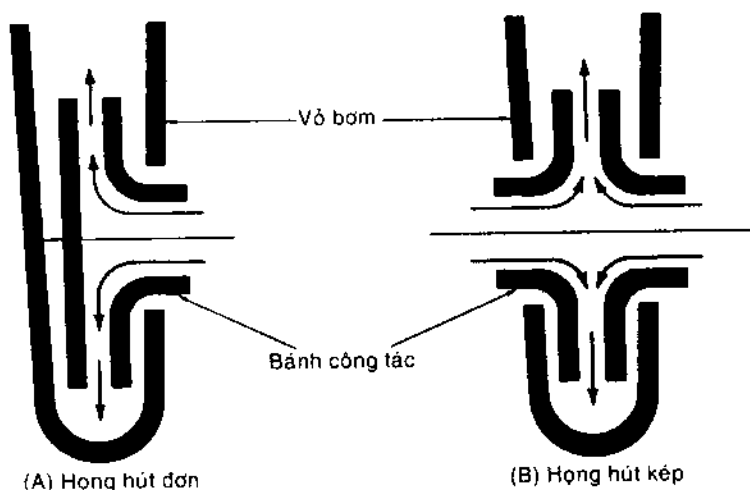
- Lượng nước vào, kiểu hòng hút đơn hoặc hòng hút kép.
- Cấp hoạt động, đơn cấp hoặc đa cấp.
- Lưu lượng ra, kiểu lưu lượng lớn (cột áp thấp), lưu lượng trung bình (cột áp trung bình) và lưu lượng nhỏ (cột áp cao).
- Bánh công tác, loại cánh gạt, số lượng cánh, vỏ ngoài, v.v...

Bơm một cấp

Loại bơm này thích hợp với việc lắp đặt bơm với cột áp thấp hoặc vừa phải. Cột áp do bánh công tác đơn tạo ra là hàm của tốc độ tiếp tuyến. Trong nhiều trường hợp, loại bơm này có tính khả thi và thực tế cho phép tạo ra mức cột áp tối đa đến 1000 feet với một bánh công tác, nhưng với các cột áp vượt quá 250 đến 300 feet, cần sử dụng bơm đa cấp. Các bơm hòng hút đơn được chế tạo một cấp hoặc nhiều cấp và bơm hòng hút kép cũng có thể là đơn cấp hoặc đa cấp (Hình 2-6).

Nhược điểm chính của bơm hòng hút đơn là cột áp hiệu dụng bị giới hạn. Bơm đơn cấp hòng hút kép cho phép bơm khối lượng nước lớn đến các độ cao vừa phải. Ưu điểm khác của bơm hòng hút kép là các bánh công tác cân bằng thủy tĩnh theo hướng trục, bởi vì sức ép giữa hai dòng hút sẽ cân bằng với nhau.

Bơm ly tâm đơn cấp được dùng rộng rãi trong các ứng dụng bơm xách tay hoặc bơm đặt cố định. Các bơm xách tay có thể hoạt động bằng động cơ khí nén, động cơ điện, động cơ xăng, và động cơ diesel. Nhiều bơm được dùng trên công trường xây dựng. Bơm ly tâm đơn cấp đặt cố định



(A) Hòng hút đơn

(B) Hòng hút kép

Hình 2-6. Loại bánh công tác hòng hút đơn (trái) và hòng hút kép (phải) với bơm ly tâm đơn cấp minh họa dòng chất lỏng.

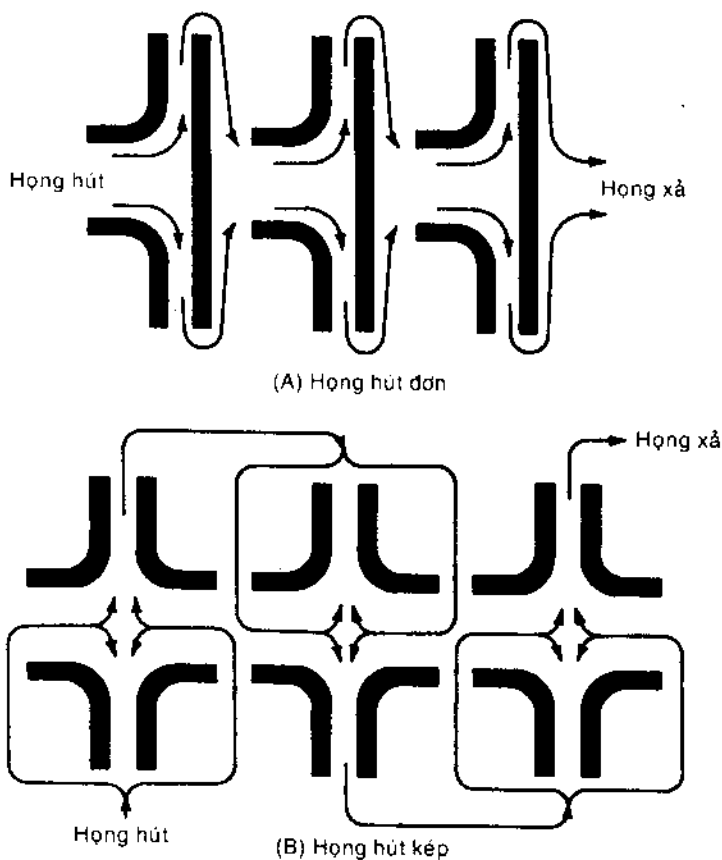
rất phổ biến trong nhà dùng cho cả giếng cạn và sâu để cung cấp nước cho gia đình.

Bơm đa cấp

Bơm ly tâm đa cấp về cơ bản là bơm áp suất cao hoặc cột áp cao, gồm hai hoặc nhiều cấp. Số cấp tùy thuộc vào độ cao cột áp làm việc. Mỗi cấp, về cơ bản là một bơm riêng biệt. Tuy nhiên, các cấp này được đặt trong cùng một vỏ và các bánh công tác được lắp trên cùng một trục. Trong một vỏ có thể bố trí đến tám cấp.

Cấp thứ nhất nhận nước trực tiếp từ nguồn qua ống nạp, tạo áp suất lên đến áp suất đơn cấp chính xác và đưa nước đến cấp tiếp theo. Trong mỗi cấp kế tiếp, áp suất tăng dần cho đến khi nước được phân phối từ cấp cuối cùng theo áp suất và lưu lượng bơm được thiết kế. Hình 2-7 minh họa lưu lượng nước trong bơm đa cấp với họng hút đơn và họng hút kép.

Bơm ly tâm lắp cố định được sử dụng trên nhiều loại máy công cụ để phân phối nước làm nguội đến dụng cụ cắt. Bơm ly tâm đa cấp được dùng trong gia đình và công nghiệp, yêu cầu lưu lượng nước lớn với áp suất cao.



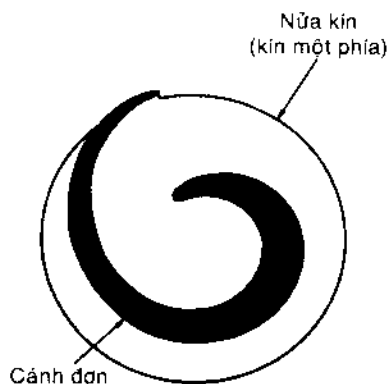
Hình 2-7. Đường chất lỏng trong bơm đa cấp từ họng hút đến cổng xả với loại bánh công tác họng hút đơn (hình trên) và loại họng hút kép (hình dưới).

Bánh công tác

Hiệu suất của bơm ly tâm được xác định theo kiểu bánh công tác. Cánh gạt và các chi tiết khác được thiết kế theo các điều kiện vận hành. Số cánh gạt có thể từ một đến tám, hoặc cao hơn tùy theo yêu cầu làm việc, kích cỡ,...

Hình 2-8 minh họa bánh công tác nửa kín, cánh gạt đơn. Loại cánh gạt này thích hợp với các yêu cầu bơm đặc biệt trong công nghiệp cần bơm lớn để xử lý chất lỏng chứa các vật liệu sợi và vài nguyên liệu dạng rắn, có cặn hoặc có chứa vật lạ thể treo.

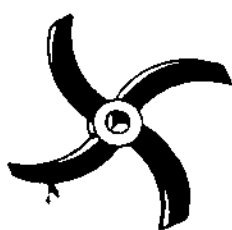
Loại cánh gạt hở phù hợp với chất lỏng không chứa tạp chất hoặc các vật liệu có thể kẹt giữa cánh gạt và tấm cố định. Chất lỏng chứa một ít chất rắn (tạp chất trong nước thải hoặc nước cống, có thể chứa cát hoặc sạn) có thể xử lý bằng loại cánh gạt hở.



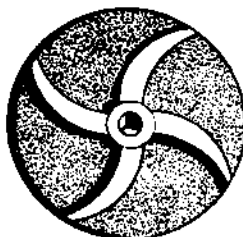
Hình 2-8. Bánh công tác nửa kín, cánh gạt đơn.

Ngoài ra, có thể dùng các loại bánh công tác nửa kín và hở, loại bánh công tác kín hoặc khoang kín (Hình 2-9), tùy theo yêu cầu công việc, hiệu suất mong muốn, và chi phí. Loại bánh công tác khoang kín được thiết kế cho nhiều loại ứng dụng khác nhau. Hình dạng và số cánh gạt sẽ do điều kiện làm việc quyết định. Loại này có hiệu suất cao hơn nhưng chi phí ban đầu cũng lớn hơn. Loại cánh gạt kín không cần các tấm chống mòn. Các bánh công tác kín giảm mòn đến mức tối thiểu, bảo đảm vận hành công suất tối đa với hiệu suất ban đầu cao trong khoảng thời gian dài và không bị kẹt do không phụ thuộc vào khoảng hở hoạt động.

Loại bánh công tác dòng chảy hướng trục (Hình 2-10) được dùng để đạt được dòng chất lỏng theo hướng trục quay. Loại bánh công tác này được thiết kế để xử lý khối lượng nước lớn không có tầm dâng (chiều sâu hút) và cột áp thấp trong nhiều công việc như tưới, đào hố, tháo nước, rút



(A) Loại hở



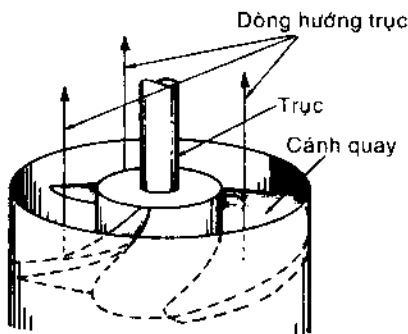
(B) Loại nửa kín - đĩa nằm trên một phía



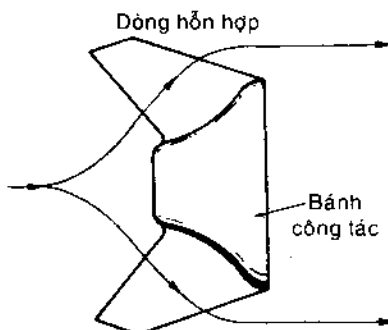
(C) Loại kín - cả hai phía được bít kín

Hình 2-9. Các loại bánh công tác khác nhau: (a) hở, (b) nửa kín và (c) kín.

Hình 2-10. Loại bánh công tác kiểu cánh quay được dùng để đạt được dòng chất lỏng hướng trục.



Hình 2-11. Loại bánh công tác dòng hỗn hợp.



nước thải,... Các chi tiết bơm lúc nào cũng phải được nhúng chìm trong nước. Loại bơm này không thích hợp để bơm khí có chiều sâu hút.

Loại bánh công tác dòng hỗn hợp (Hình 2-11) được dùng để xử lý khối lượng nước lớn với cột áp thấp. Bơm cột áp thấp công suất cao được thiết kế theo nguyên lý dòng hỗn hợp để làm tăng tốc độ quay, giảm kích thước và khối lượng bơm, và tăng hiệu suất.

Sự cân bằng

Bơm ly tâm về cơ bản là loại thiết bị không cân bằng. Các bơm này chịu sức ép ở một phía, nghĩa là cần có biện pháp cân bằng với loại tải này. Với loại bánh công tác hòng hút đơn, sức đẩy thủy lực không cân bằng tác dụng theo hướng trục về phía hút, do chân không trong phần hút làm áp suất khí quyển tạo ra sức ép trên bánh công tác. Nhiều phương pháp cân bằng đã được thử nghiệm:

- Cân bằng tự nhiên, sử dụng các bánh công tác đối nhau.
- Cân bằng cơ học, sử dụng đĩa cân bằng,...

Cân bằng tự nhiên

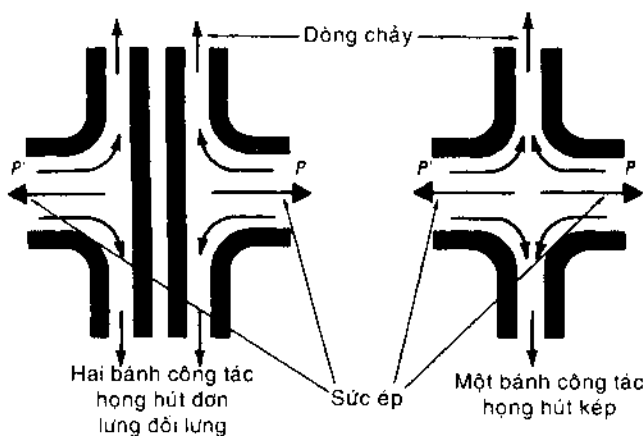
Phương pháp cân bằng này thường được áp dụng cho bơm một cấp hòng hút kép, bơm đa cấp hòng hút đơn và kép. Hình 2-12 minh họa các bánh công tác hòng hút đơn lưng đối lưng, và một bánh công tác hòng hút kép. Trong sơ đồ, hai sức ép P và P' tác động hướng trục và ngược nhau.

Phương pháp bánh công tác đối nghịch được dùng cho bơm đa cấp do sự bố trí bánh công tác khác nhau. Sự bố trí bơm ba cấp (Hình 2-13) gồm

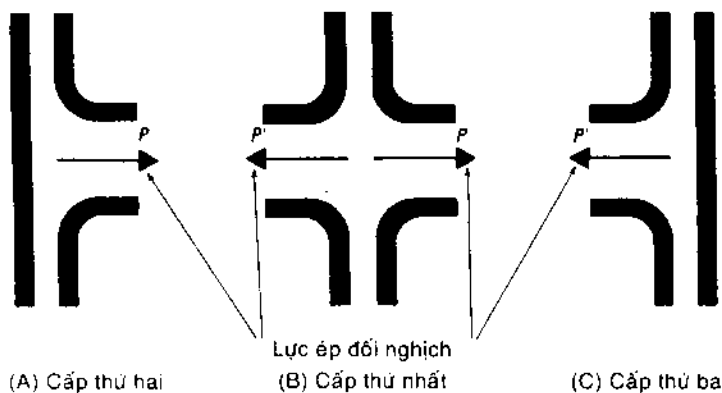
một bánh công tác hống hút kép ở giữa và hai bánh công tác phía đầu hống hút đơn đối nghịch. Các mũi tên chỉ sức ép đối nghịch.

Các bánh công tác đối nhau cân bằng với bơm năm cấp (Hình 2-14) gồm một bánh công tác hống hút kép ở giữa với cấp đầu tiên và hai cặp bánh công tác lưng đối lưng đối nhau ở cấp thứ hai, thứ ba và ở cấp thứ tư và thứ năm. Phương pháp này cũng được sử dụng trong bơm sáu cấp (Hình 2-15).

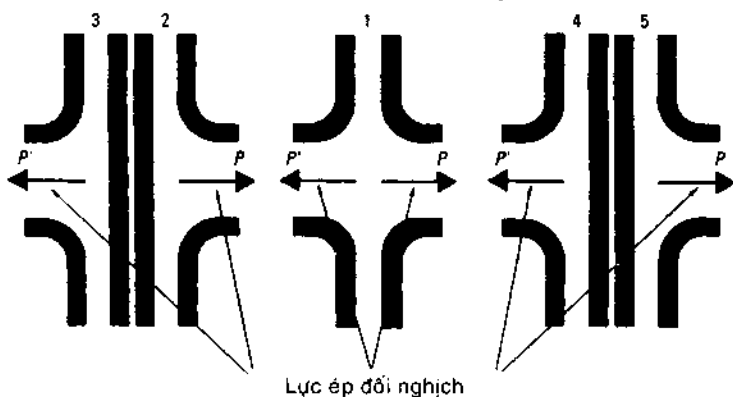
Hình 2-12. Cân bằng tự nhiên đạt được ở bơm một cấp nhờ hai bánh công tác hống hút đơn lưng đối lưng (trái) và một bánh công tác hống hút kép (phải).

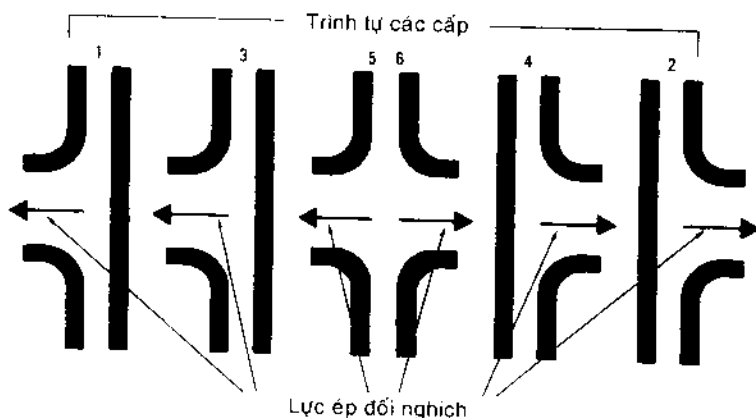


Hình 2-13. Cân bằng tự nhiên đạt được ở bơm ba cấp nhờ hai bánh công tác hống hút đơn đối nhau (trái và phải) và một bánh công tác hống hút kép (ở giữa).



Hình 2-14. Cân bằng tự nhiên đạt được ở bơm năm cấp nhờ một bộ gồm hai cặp bánh công tác lưng đối lưng hống hút đơn đối nhau (trái và phải) và một bánh công tác hống hút kép (chính giữa).





Hình 2-15. Cân bằng tự nhiên trong bơm ly tâm sáu cấp nhờ một bộ bốn bánh công tác hòng hút đơn (trái và phải) và một bánh công tác hòng hút kép (chính giữa).

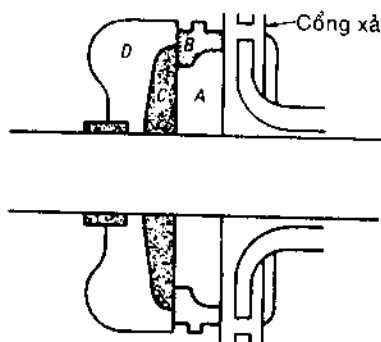
Cân bằng cơ học

Chất lỏng đi vào qua lỗ của bánh công tác theo hướng trục và đi ra theo hướng kính, do đó tạo ra lực ép dọc trục, và chất lỏng còn chịu áp lực trong các khoảng hở. Các lực này không xuất hiện trong loại bánh công tác tác hờ vì không có các nắp che để các lực này tác động vào.

Trong loại bơm bánh công tác kín, hòng hút đơn (Hình 2-16), chất lỏng từ vỏ đang chịu áp suất, rò rỉ ngược lại qua khoảng hở A và D, đi qua các vòng đệm kín C và B đến cổng nạp. Bánh công tác thường có lõi ở nắp che phía sau cho phép sự rò rỉ tích lũy để hướng tới cổng nạp mà không tăng áp lực ở đó. Vì thế, các lực trên hai nắp che bằng áp suất tác động lên các diện tích nắp che.

Áp suất này biến thiên do cường độ áp suất khác nhau (cao nhất tại vành bánh công tác, thấp nhất tại vòng đệm kín). Áp suất tại lỗ qua nắp che phía sau không hoàn toàn như áp suất ở khoang cổng nạp. Vì thế, lực trên hai nắp che khác nhau. Lực tổng hợp ở khoảng hở D thường lớn hơn khoảng hở A, vì thế lực tổng hợp hướng xuống đầu cổng nạp của bơm.

Do độ mòn trong quá trình vận hành bình thường sẽ làm tăng khe hở trong vòng đệm kín, lực bị thay đổi và tỷ lệ của chúng cũng thay đổi, sức ép dọc trục tăng dần theo độ mòn. Để cân bằng độ mòn này, cần thay đổi đường kính lắp vòng đệm kín B (Hình 2-16), tăng đường kính này để giảm diện tích tác dụng của chất lỏng áp suất cao. Do đó, nếu vòng B hướng về phía vành bánh công tác, lực tác dụng lên nắp che phía sau sẽ giảm, làm giảm sức ép dọc trục theo chiều ngược lại hoặc hướng ra xa hòng hút.



Hình 2-16. Cân bằng cơ học trong bơm ly tâm nhờ đĩa cân bằng.

Để bơm có sức ép dọc trục tối thiểu trong suốt thời gian vận hành, vòng đệm kín phải hướng ra ngoài với khoảng cách đủ xa để đảo chiều sức ép này trong khi bơm còn mới và khe hở trong các vòng đệm kín đủ nhỏ. Khe hở tăng theo thời gian sử dụng. Sức ép giảm dần. Các tỷ lệ này là cố định, theo thời gian lực ép lớn dần đủ để gây ra tải ở ổ bị chặn lắp trên trục, rò rỉ qua các khoảng hở tăng dần đủ để ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất bơm. Khi đó cần thay mới các vòng đệm kín (chi phí thấp) để có thể đưa bơm trở lại điều kiện ban đầu.

Như đã giải thích, sức ép có khuynh hướng ép về phía hòng hút của bơm. Mục đích của phương pháp đĩa cân bằng là để cân bằng với sức ép này bằng cách tạo áp lực theo hướng đối ngược, tự động duy trì các tỷ lệ phù hợp theo đĩa cân bằng.

Trên Hình 2-16, đĩa cân bằng (C) bị khóa vào trục phía sau bánh công tác của cấp cuối cùng và chạy với khe hở nhỏ giữa đĩa và đế cân bằng (B). Trong khi vận hành, bơm tạo ra áp suất trong không gian A thấp hơn áp suất cổng xả của bơm một chút. Áp suất này tác động vào đĩa cân bằng (C), để làm đối trọng với sức ép dọc trục theo hướng ngược lại. Do áp suất tác động vào đĩa C lớn hơn sức ép dọc trục, chi tiết quay của bơm cùng với đĩa C di chuyển một chút để đĩa C di chuyển ra xa đế B.

Điều này gây ra rò rỉ nhỏ vào buồng cân bằng (D), do đó giảm áp suất ở không gian A, làm chi tiết quay trở lại vị trí, ở đó rò rỉ đi qua đĩa C và đế B cho phép áp suất trong không gian A cân bằng với sức ép - sức ép và áp suất cân bằng ở trạng thái cân bằng. Rò rỉ giữa đĩa C và đế B là nhỏ, không đủ để ảnh hưởng đến hiệu suất hoặc công suất của bơm trong khoảng thời gian đáng kể.

KẾT CẤU BƠM

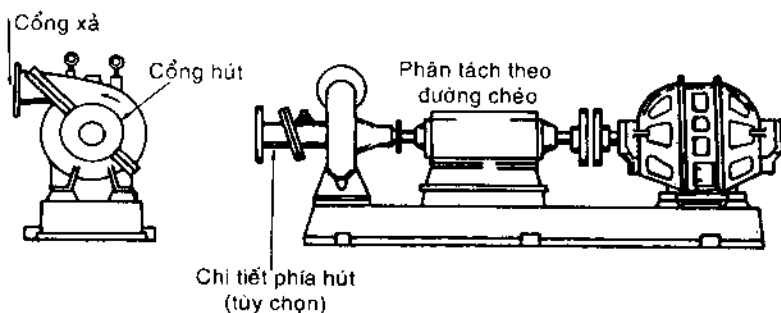
Ở dạng khởi thủy, bơm ly tâm không hiệu quả và chỉ dùng để bơm khối lượng nước lớn với cột áp thấp. Hiện nay, loại bơm này đạt đến trình độ phát triển rất cao và khả dụng theo các yêu cầu sử dụng rộng rãi.

Các bơm trước đây chỉ phù hợp với cột áp thấp, điều này đã được khắc phục bằng cách nối hai hoặc nhiều bộ trên một trục và hoạt động theo dây – cho nước lần lượt qua từng bộ, với cột áp tổng được phân chia giữa các bộ (bơm đa cấp).

Các bơm đa cấp trước đây khá cồng kềnh, do gồm nhiều cụm riêng biệt nối với nhau. Tuy nhiên, hiện nay nhiều cấp được đặt chung trong một vỏ hoặc hộp. Bơm ly tâm thường cho hiệu suất tốt nhất khi được thiết kế theo các điều kiện vận hành chuyên biệt.

Vỏ bơm

Vỏ bơm thường là chi tiết đúc hai mảnh phân chia theo mặt phẳng ngang hoặc chéo, có cổng nạp và cổng xả đúc tích hợp vào nửa dưới. Bơm ly tâm là loại hòng hút đơn hoặc hòng hút kép. Bơm loại hòng hút kép thường dùng hơn vì sức ép dọc trục được cân bằng khi có các biến thiên áp suất trên phía nạp hoặc phía xả.



Hình 2-17. Bơm ly tâm thông dụng. Vỏ ngoài phân chia theo đường chéo cho phép dễ tháo các chi tiết bên trong mà không làm xáo trộn phần xả của ống hút.

Sự phân chia vỏ bơm theo đường chéo (Hình 2-17) cho phép dễ tháo các chi tiết bên trong, không cần làm xáo trộn ống hút và xả.

Thiết kế vỏ ngoài xoắn ốc bù có điểm xả phía trên đường tâm, có khả năng tự thông gió và rút nước.

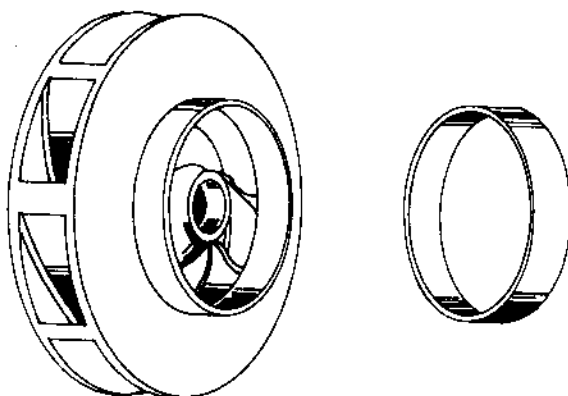
Bánh công tác

Thiết kế bánh công tác thay đổi khá rộng, tùy theo các điều kiện làm việc. Sự lựa chọn loại bánh công tác phù hợp là rất quan trọng để bơm hoạt động hiệu quả và kinh tế.

Mức hiệu suất cao có thể đạt được với bánh công tác kiểu hở trong điều kiện xác định bằng cách tính toán tỷ lệ độ cong của cánh và giảm khe hở bên hông đến mức tối thiểu bằng sự gia công chính xác các cạnh bánh công tác và tấm bên. Bánh công tác kiểu hở thường được dùng để xử lý khối lượng nước lớn với cột áp thấp, chẳng hạn tưới, tiêu, tích lũy nước, và luân chuyển nước tuần hoàn qua các bộ ngưng tụ.

Bánh công tác kiểu kín thường được xem là loại có hiệu suất cao hơn. Các cánh gạt được đúc tích hợp trên cả hai phía và được thiết kế để tránh tích tụ các vật liệu sợi giữa nắp đứng yên và bánh công tác quay.

Hình 2-18 minh họa bánh công tác kiểu kín hòng hút kép và vòng bù độ mòn. Bánh công tác được đúc thành khối liền bằng hợp kim đồng, nhôm, thép, hoặc các hợp kim khác.



Hình 2-18. Bánh công tác hòng hút kép loại kín và vòng bù độ mòn. Vải chất lỏng cần bánh công tác được làm bằng các hợp kim đặc biệt như crôm, monel, nickel,...

một số chất lỏng yêu cầu bánh công tác được chế tạo bằng hợp kim crôm, monel, nickel, ...

Bộ hộp làm kín

Bộ hộp làm kín trên Hình 2-19 được trang bị bộ 5 vòng và vòng cách đệm kín. Vòng cách đệm kín chứa các vật liệu chống ăn mòn và chịu nhiệt. Các vòng đệm kín cơ học cũng có thể được dùng và khả dụng với các vật liệu phù hợp điều kiện ăn mòn và không ăn mòn.

Hình 2-19.

Bộ hộp làm
kín của bơm
ly tâm.

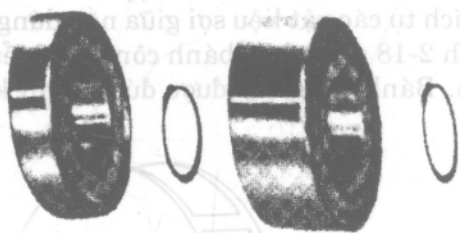


Ổ trục và vỏ

Hầu hết các bơm được trang bị ổ bi (Hình 2-20). Kết cấu thông dụng là loại ổ bi rãnh sâu một dãy với kích cỡ tùy theo tải hướng kính và hướng trục. Vỏ ổ trục có thể là loại quay, để có thể tháo toàn bộ chi tiết quay ra khỏi bơm mà không làm xáo trộn sự thẳng hàng hoặc làm ổ trục tiếp xúc với nước và bụi. Vỏ ổ trục có thể được định vị bằng then ở phần dưới của vỏ và được kẹp chặt chắc chắn bằng các nắp trên cùng bề mặt vỏ bơm. Sau đó, toàn bộ ổ bi có thể tháo ra khỏi trục mà không bị hư hỏng, bằng cách dùng đai ốc nổi. Tuy nhiên, ổ bi một dãy chỉ là ngoại lệ. Hầu hết các bơm ngày nay đều sử dụng ổ bi hai dãy.

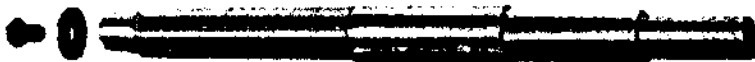
Hình 2-20. Ổ trục cho bơm ly tâm.

Ổ bi chặn phía ngoài là loại rãnh sâu hai dãy và ổ dẫn bên trong là loại rãnh sâu một dãy.



Bộ trục bơm

Trục (Hình 2-21) được gia công chính xác để lắp chính xác với tất cả các chi tiết, kể cả bánh công tác và các ổ bi. Trục trong hầu hết các bơm ly tâm phải được bảo vệ chống ăn mòn hoặc các tác động mài mòn do chất lỏng, bằng các phương pháp chẳng hạn như dùng ống lót đồng lắp vào ổ trục bánh công tác và được làm kín bằng miếng đệm mỏng.



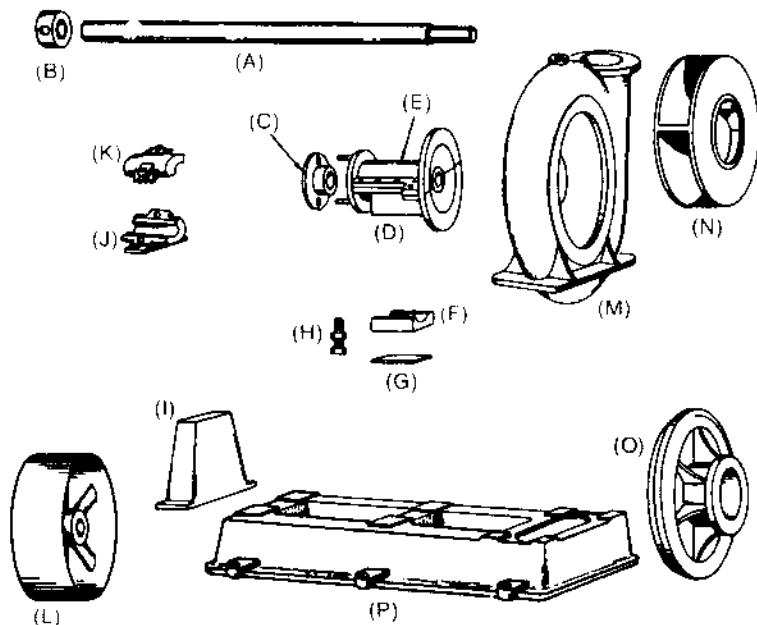
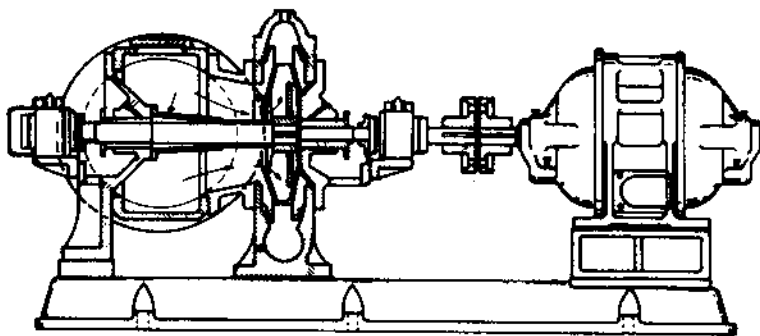
Hình 2-21. Trục đặc liền bằng thép không gỉ cho bơm ly tâm. Trục này được gia công chính xác để lắp chính xác với tất cả các chi tiết.

Truyền động

Bơm ly tâm được dẫn động trực tiếp hoặc qua bộ truyền đai. Bộ lớn thường được cung cấp cho sự nối kết truyền động trực tiếp với động cơ, và hai cụm được nối với nhau bằng khớp nối phù hợp (Hình 2-22). Hình 2-23 minh họa bộ bơm hút bùn với đế hoặc bộ dùng cho sự truyền động đai.

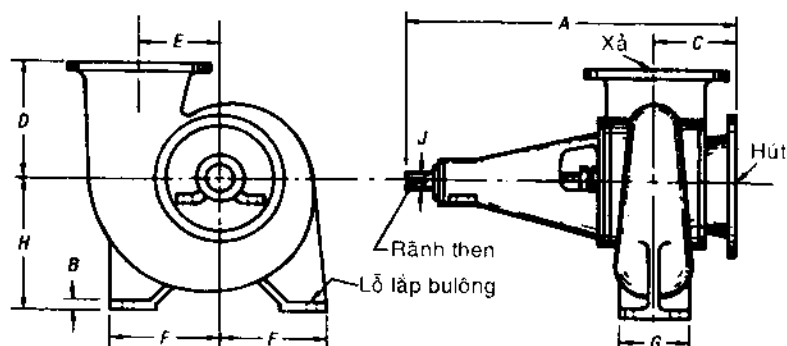
Hình 2-22.

Bơm ly tâm và động cơ đặt trên một nền lớn, có khớp nối dẫn động trực tiếp.



Hình 2-23. Các chi tiết của bơm ly tâm một cấp truyền động đai. Các chi tiết được minh họa là: (A) trục; (B) vành ti trục; (C) mặt xích ổ trục; (D) ổ trục (nửa dưới); (E) ổ trục (nửa trên); (F) ổ trục, đồng; (G) ổ trục, miếng chêm đồng; (H) ổ trục, vít chỉnh đồng; (I) giá đỡ ổ trục; (J) ổ đỡ; (K) nắp ổ đỡ; (L) bánh đai; (M) vỏ bơm; (N) bánh công tác; (O) đĩa bơm và (P) tâm đế.

Bơm lắp thẳng đứng thường được chế tạo với hòng hút đơn. Trọng lượng của bánh công tác và trục khá lớn, do đó phải sử dụng ổ bi chặn, trọng lượng này có thể được xác định theo tỷ lệ do áp suất không cân bằng từ đặc tính của hòng hút đơn. Sự truyền động bằng bánh răng ở bơm ly tâm thẳng đứng thường không phù hợp, ngoại trừ nhu cầu sử dụng bánh răng côn để truyền lực từ trục nằm ngang đến trục thẳng đứng. Hình 2-24 minh họa sơ đồ bơm ly tâm dòng chảy góc nằm ngang. Trước khi có sự truyền động bánh răng nghiêng, hầu hết các động cơ turbine giếng sâu đều được dẫn động bằng động cơ điện. Tuy nhiên, ngày nay thường sử dụng các bộ truyền động từ động cơ xăng và diesel.



Kích cỡ bơm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	Rãnh then	L
10"	4'1½"	1 ⅞"	16½"	14"	10½"	14"	9"	17½"	2¼"	⅝" x ⅞" x 4"	41¼"
12"	4'2"	1 ⅞"	17"	15"	10¾"	15"	13½"	18"	2¼"	⅝" x ⅞" x 4"	41 ⅞"
16"	5 6¼"	1 ¼"	24"	20"	14½"	20"	18"	24"	3"	¾" x 1¼" x 4½"	41 ⅜"

Hình 2-24. Bảng kích thước bơm ly tâm dòng chảy góc nằm ngang.

LẮP ĐẶT

Sau khi chọn loại bơm ly tâm đúng theo các yêu cầu làm việc, bơm phải được lắp đặt phù hợp để có thể vận hành hiệu quả và tin cậy. Nhiều yếu tố quan trọng phải được xem xét để lắp đặt bơm hợp lý tùy theo kích cỡ và công suất bơm.

Vị trí đặt bơm

Nên đặt bơm ở nơi dễ tiếp cận và đủ sáng để kiểm tra sự gắn kín và ổ bi. Sự bảo trì bơm ly tâm tương đối đơn giản, nhưng nếu không được bảo trì thường xuyên, sự cố có thể xảy ra một cách bất ngờ.

Chiều sâu hút cũng phải được xem xét. Tầm dâng (chiều sâu hút) bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, độ cao trên mực nước biển, ma sát trong ống, valve đáy, và tổn thất do bộ lọc. Chiều cao đặt bơm tùy thuộc vào chất lỏng được bơm, và phải trong khoảng giới hạn thực tế của tầm dâng động.

Đường ống cũng ảnh hưởng đến vị trí đặt bơm, nên đặt bơm sao cho sự bố trí ống càng đơn giản càng tốt.

Nền móng

Nền móng phải đủ vững chắc cho toàn bộ diện tích bộ máy và có khả năng hấp thụ các sức căng và sự va đập có thể gặp phải khi sử dụng. Nền bê tông thường là thích hợp nhất.

Các bu lông móng với kích thước đặc biệt được đặt vào bê tông theo bản vẽ. Nếu cụm bơm được lắp trên khung thép hoặc loại kết cấu khác, nên (nếu có thể) đặt trực tiếp trên bộ phận chính, dầm và vách, và nên được chống đỡ sao cho tấm đế không bị biến dạng, đồng thời bảo đảm tính thẳng hàng đủ để chịu được tác động đàn hồi của kết cấu thép. Nên đặt mặt dưới tấm đế cao hơn mặt trên nền móng khoảng $\frac{3}{4}$ inch để trát vữa.

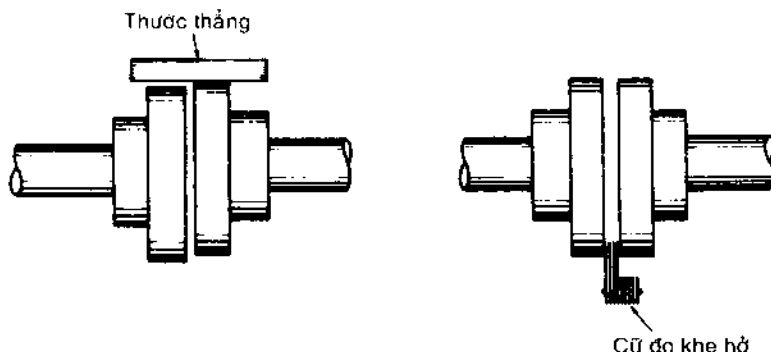
Sự bằng phẳng

Bơm thường được lắp sẵn và không cần tháo bơm hoặc bộ dẫn động khỏi tấm đế để bảo đảm độ bằng phẳng khi lắp đặt. Cụm bơm nên được đặt trên nền và đỡ bằng các tấm thép ngắn và nêm gắn các bu lông móng máy. Nên có khoảng hở $\frac{3}{4}$ đến 2 inch giữa tấm đế và móng để đổ vữa lỏng. Nên tháo bulông khớp nối trước khi canh phẳng và canh thẳng hàng hai nửa khớp nối.

Sau khi làm sạch, các cạnh nhô ra của miếng đệm đỡ bơm và động cơ có thể được dùng để chêm phẳng, dùng ống nivô để canh. Nếu có thể, nên đặt ống nivô trên phần trục bơm, ống lót, hoặc bề mặt phẳng trên vỏ bơm.

Các nêm bên dưới tấm đế có thể được điều chỉnh cho đến khi trục bơm bằng phẳng và mặt bích của vòi hút và xả cũng thẳng đứng hoặc ngang theo yêu cầu. Đồng thời, bơm phải được đặt theo đúng chiều cao và vị trí chuyên biệt. Sự thẳng hàng chính xác của các nửa khớp nối chưa lắp bulông giữa bơm và trục dẫn động phải được duy trì trong quá trình canh bằng phẳng giữa bơm và đế.

Để kiểm tra sự thẳng hàng giữa bơm và trục dẫn động, đặt thước ngang qua đỉnh và cạnh khớp nối, cùng lúc kiểm tra bề mặt của các nửa



Hình 2-25.
Dùng thước
thẳng và bộ
cử đo khe hở
kiểm tra sự
thẳng hàng
giữa bơm và
trục dẫn
động.

khớp nối xem có song song không bằng thước đo chiều dày hoặc bộ cỡ đo khe hở (Hình 2-25).

Nếu các nửa khớp nối thật tròn, cùng đường kính, và có bề mặt phẳng, sự thẳng hàng chính xác khi khoảng cách giữa các bề mặt bằng nhau tại mọi điểm, và khi thước vuông góc ngang qua vành tại mọi điểm. Kiểm tra độ song song bằng cách đặt thước đo ngang qua đỉnh và cạnh khớp nối, kiểm tra bề mặt của các nửa khớp nối xem có song song không bằng thước đo chiều dày hoặc bộ cỡ đo khe hở.

Động cơ hơi nước

Nếu bơm được dẫn động bằng động cơ hơi nước, sự thẳng hàng cuối cùng nên được thực hiện với đầu dẫn động ở nhiệt độ vận hành. Nếu không thể, nên chừa một độ cao cho phép giữa turbine và trục trong khi nguội. Ngoài ra, nếu bơm chất lỏng nóng, cần có đủ khoảng hở trục để bù cho bơm giãn nở. Trong mọi trường hợp đều phải kiểm tra sự thẳng hàng khi cụm bơm ở nhiệt độ vận hành và điều chỉnh theo yêu cầu trước khi đưa bơm vào sử dụng thực tế. Nhiệt hơi nước và ống xả luôn luôn gây ra sự giãn nở. Vòi phun turbine phải không chịu lực căng của đường ống khi lắp đặt.

Động cơ điện

Với động cơ điện, hầu như không cần khoảng hở bù cho sự giãn nở nhiệt. Nên vận hành động cơ riêng (nếu có thể) trước khi canh thẳng hàng với bơm, để có thể xác định tâm từ tính của rotor. Nếu không thể thực hiện điều này, nên quay và đảo chiều rotor động cơ để xác định khe hở rồi đặt vào vị trí chính giữa để canh thẳng hàng. Nếu các bề mặt không song song, kết quả đo chiều dày (hoặc bộ cỡ đo khe hở) sẽ thay đổi giữa các điểm khác nhau. Nếu một nửa khớp nối cao hơn nửa kia, có thể xác định khoảng cách này bằng thước thẳng và bộ cỡ đo khe hở.

Khoảng hở giữa các bề mặt khớp nối

Khe hở giữa các bề mặt khớp nối loại chốt giảm chấn, và các đầu trục trong các loại khớp nối khác, cần được lựa chọn sao cho chúng không va chạm, cọ xát, hoặc tác động lực lên bơm hoặc bộ dẫn động. Khe hở này có thể thay đổi tùy theo kích cỡ và loại khớp nối được dùng. Khe hở phải đủ để không cản trở sự di chuyển của trục dẫn động đến giới hạn khe hở ổ trục. Trên cụm dẫn động bằng động cơ điện, tâm từ tính rotor động cơ xác định vị trí chạy của nửa khớp nối động cơ. Có thể kiểm tra điều này bằng cách vận hành động cơ trong khi chưa nối với bơm.

Trát vữa lỏng

Quá trình trát vữa lỏng bao gồm rót hỗn hợp xi măng, cát, và nước vào chỗ trống của đá, gạch, hoặc bê tông, tạo ra nền cứng vững hoặc để siết chặt các bulông neo, chốt... Hỗn hợp vữa lỏng thông thường gồm một

phầnximăng, hai phần cát, và đủ nước để làm hỗn hợp chảy dễ dàng xuống dưới tấm đế.

Đóng khung gỗ bao quanh phía ngoài tấm đế để chặn vừa lòng và bảo đảm dòng vừa tràn kín bên dưới gờ đỡ dầm. Vừa lỏng phải để đông cứng khoảng 48 giờ. Sau đó siết chặt các bulông móng và kiểm tra lại các nửa khớp nối.

Ống nạp

Khi lắp đặt mới, cần súc rửa ống nạp bằng nước sạch trước khi nối vào bơm. Ngoài trừ sự không thẳng hàng, hầu hết các vấn đề lắp đặt bơm ly tâm đều có thể xuất phát từ đường ống nạp. Việc lắp đặt ống nạp chính xác là cực kỳ quan trọng.

Đường kính ống nạp phải không nhỏ hơn cửa nạp, càng ngắn và thẳng càng tốt. Nếu phải dùng ống nạp dài, nên tăng kích cỡ ống. Bọt khí và các đốm nổi trong đường ống nạp luôn luôn gây ra sự cố. Tốt nhất nên có đường dốc liên tục (không có các đốm nổi) từ nguồn cung cấp đến bơm.

Khi chất lỏng cung cấp ở mức thấp nhất, nên nhúng đầu ống đến chiều sâu bằng bốn lần đường kính ống (với ống lớn). Ống nhỏ nên nhúng sâu 2 đến 3 feet. Sau khi lắp đặt hoàn tất, làm sạch ống nạp, và kiểm tra về mặt thủy tĩnh các sự rò rỉ khí trước khi vận hành bơm.

Nên gắn bộ lọc vào đầu ống nạp để ngăn tạp chất tích tụ trong bánh công tác. Khoảng cách và cửa bộ lọc nên bằng ba hoặc bốn lần diện tích ống nạp. Nếu bộ lọc bị nghẹt thường xuyên, nên bố trí ống nạp ở nơi dễ tiếp cận. Cần có valve đáy để mỗi nước nếu bơm được sử dụng không thường xuyên. Kích cỡ và loại valve đáy phải được chọn cẩn thận để tránh tổn thất do ma sát qua valve.

Ống xả

Ống xả (tương tự ống nạp) cũng nên càng ngắn và ít khuỷu càng tốt để giảm ma sát. Valve an toàn và valve cổng nên đặt gần bơm. Valve an toàn bảo vệ vỏ bơm, tránh nứt vỡ do nước va đập và ngăn ngừa bơm hoạt động ngược chiều nếu bộ dẫn động bị sự cố. Valve cổng có thể dùng để cách ly bơm với ống xả khi cần kiểm tra hoặc sửa chữa.

Bơm chất lỏng nhiệt độ cao

Các loại bơm đa cấp đặc biệt được thiết kế để bơm chất lỏng nhiệt độ cao, với then và rãnh then trên các chân và đế của nửa dưới vỏ bơm. Một đầu bơm được siết bulông chắc chắn, nhưng đầu kia (vài loại bơm) được bắt bulông với vòng đệm đàn hồi bên dưới đai ốc trên chân vỏ bơm, cho phép một đầu vỏ dịch chuyển theo hướng ngang khi vỏ giãn nở. Vài loại bơm đa cấp chất lỏng nhiệt độ cao đặc biệt được đóng chốt ở đầu phía trong và các loại khác được đóng chốt ở đầu ổ bi chặn, đôi khi các chốt đặt theo hình chữ thập. Các chốt ở đầu đối diện (nếu có) được lắp song song với trục bơm để cho phép vỏ giãn nở ở nhiệt độ cao.

Khi bơm chất lỏng nóng, nên tháo các mặt bích vòi phun ra sau khi đặt bơm vào nơi sử dụng để xác định đúng hướng giãn nở.

Ống áo làm nguội

Các bơm đa cấp dùng ổ bi chặn làm nguội riêng rẽ hoặc có áo nước làm nguội. Nếu bơm chất lỏng nóng, cần bảo đảm nối ống áo nước hoặc ống nước có dầu làm nguội.

Ống tháo

Để xác định nước đang chảy và điều chỉnh lưu lượng, cần nối ống xả từ áo nước hoặc bộ làm nguội qua thùng nhỏ đến ống tháo. Tất cả các khớp nối ống tháo nước và nhỏ giọt đều phải nối ống đến điểm có thể phát hiện rò rỉ.

VẬN HÀNH

Trước khi bắt đầu vận hành bơm ly tâm, cần kiểm tra chiều quay của bộ dẫn động (Hình 2-26) với các nửa khớp nối đã tháo rời. Mũi tên trên vỏ bơm chỉ chiều quay.

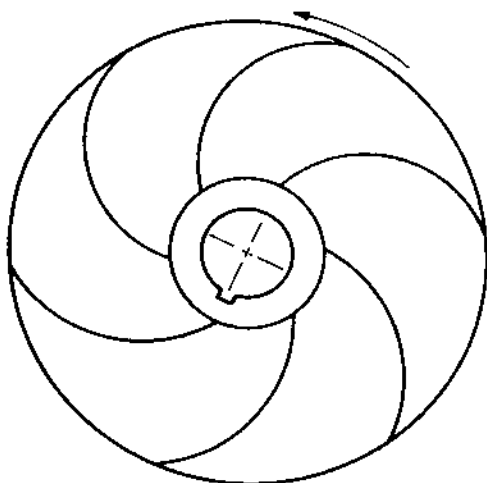
Ổ bi phải được bôi trơn theo cấp dầu bôi trơn do nhà sản xuất bơm đề nghị. Các ổ bi bôi trơn bằng dầu phải được châm đủ dầu theo mức yêu cầu.

Ống nước làm nguội đến vỏ ổ bi chặn cũng cần được lưu ý. Nước làm nguội khi sờ vào thấy ấm không nên dùng trên ổ bi. Chỉ dùng đủ nước để duy trì nhiệt độ làm việc an toàn cho chất bôi trơn.

Cần thay nước nguồn cung cấp định kỳ để loại bỏ tạp chất hoặc rỉ sét cản trở dòng chảy trên valve tiết lưu. Kiểm tra tất cả các chi tiết một cách cẩn thận trước khi khởi động bơm. Nên quay rotor bằng tay nếu có thể.

Môi bơm

Không nên vận hành bơm ly tâm nếu chưa môi đầy nước. Vì bơm chạy không có nước sẽ rất nguy hiểm cho các chi tiết bên trong được bôi trơn bằng nước. Vài loại bơm ly tâm có cấu trúc đặc biệt được thiết kế để khởi động khô. Chất lỏng từ nguồn bên ngoài được dùng để làm kín hộp bánh công tác và bôi trơn các vòng bù độ mòn của bánh công tác và ống lót trục.



Hình 2-26. Chiều quay của bánh công tác trên bơm ly tâm.

Phương pháp vòi phun

Bơm được trang bị một valve xả và một vòi phun hơi (Hình 2-27). Để mỗi, đóng valve xả lại sau khi mở valve nạp hơi; sau đó mở valve giữa vòi phun và bơm, không khí trong bơm và các đường ống sẽ bị xả ra ngoài và nước được hút vào. Việc mỗi hoàn tất khi thấy nước đi ra từ vòi phun.

Tắt vòi phun bằng cách đóng valve giữa vòi phun và bơm rồi đóng valve nạp hơi. Nếu không tiện đặt vòi phun gần bơm, có thể nối dài ống khí, sử dụng ống hơi lớn hơn so với ống được lắp với vòi phun gần bơm.

Phương pháp bơm hút bằng tay (hoặc bơm không khí có động cơ)

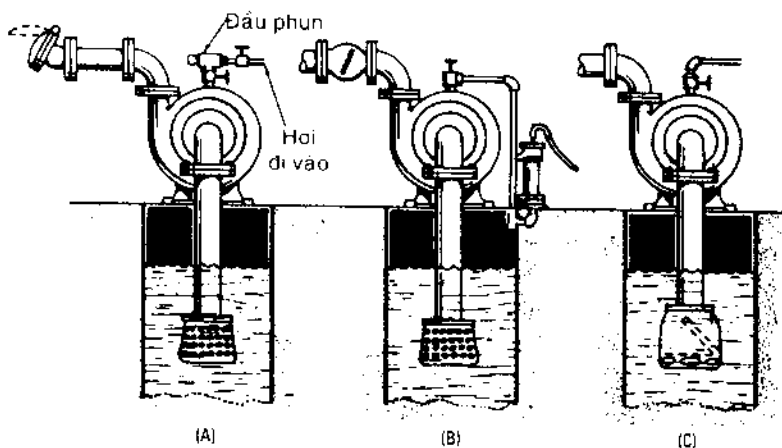
Valve một chiều có thể được dùng thay cho valve xả, bơm hút vận hành bằng tay (Hình 2-27) hoặc bơm không khí có động cơ có thể thay cho vòi phun hơi. Valve được đặt trong ống không khí. Đóng valve này trước khi khởi động.

Phương pháp valve đáy và xả phía trên

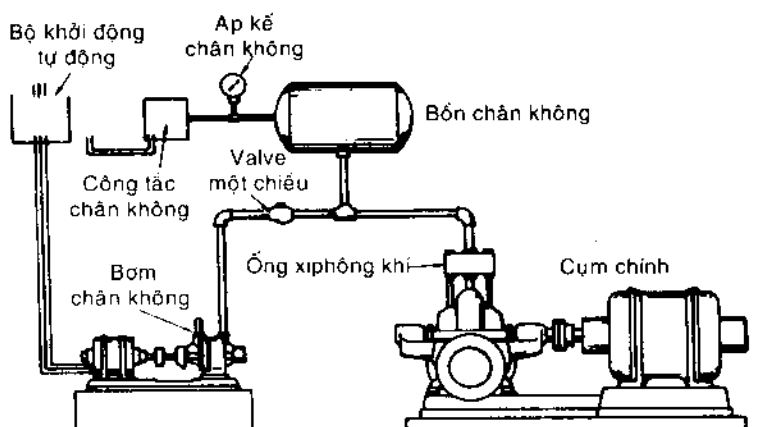
Khi sử dụng valve đáy (Hình 2-27), có thể châm đầy nước vào bơm ly tâm và ống hút qua ống xả hoặc đỉnh bơm từ bình nhỏ hoặc bơm tay. Nếu ống hút dài, cần có ít nhất 5 feet cột áp xả trên bơm để tránh nước bị đẩy ra trước khi nước trong đường hút bắt đầu di chuyển, dẫn đến sự cố khởi động. Khi sử dụng valve một chiều hoặc valve xả, áp kế chân không đặt trên bơm mỗi khi tại đầu giếng sẽ cho biết bơm đã được mỗi. Vòi khí loại phun hơi có thể được vận hành với nước nếu có 30 đến 40 pound áp lực nước, nhưng phải sử dụng loại vòi phun đặc biệt.

Để mỗi tự động, bộ điều chỉnh áp suất có thể được nối vào đường xả. Bộ điều chỉnh này tự động khởi động bơm không khí nếu bơm chính thiếu nước mỗi. Sau khi mỗi, bơm không khí sẽ ngưng hoạt động.

Ở hệ thống mỗi tự động điều khiển bằng phao (Hình 2-28), valve mỗi được nối giữa đỉnh vỏ bơm và valve khí điều khiển bằng phao. Valve khí

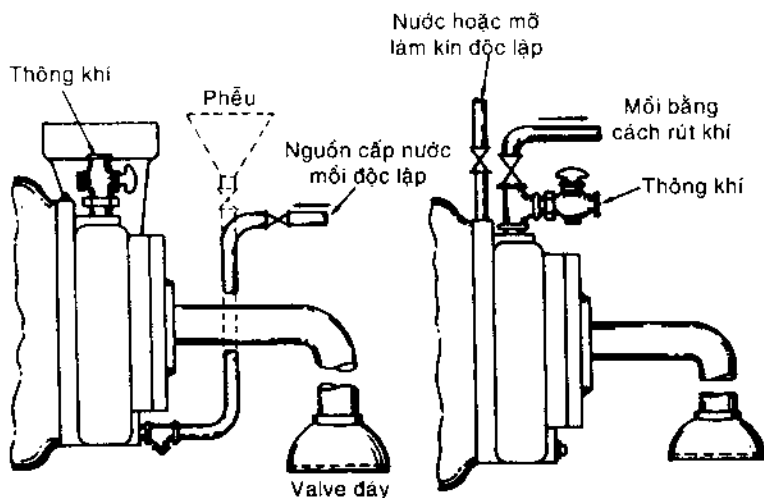


Hình 2-27. Ba phương pháp mỗi bơm ly tâm: (a) vòi phun; (b) bơm kiểu cột áp và (c) valve đáy xả phía trên.



Hình 2-29. Hệ thống môi tự động, sử dụng bơm chân không làm bình dự trữ để duy trì việc môi bơm chính.

lên đi vào hệ thống chân không sau khi bơm được môi. Không khí được hút vào từ khoang hút bơm nếu bơm chạy không tải, có chân không hoặc đang hoạt động. Ống môi và valve bẫy khí có chân không để bảo đảm bơm ly tâm vẫn được môi liên tục. Sự cải tiến loại hệ thống này được dùng cho bơm xử lý nước thải, nguyên liệu làm giấy, nước bùn hoặc các chất lỏng khác chứa hạt rắn treo lơ lửng. Hình 2-30 minh họa các sơ đồ ống khác để môi.



Hình 2-30. Ống cho hệ thống môi sử dụng nguồn nước môi độc lập (trái) và môi bằng rút khí (phải).

Khởi động bơm

Trước khi khởi động bơm có ổ bi bôi trơn bằng dầu, cần quay rotor vài lần, bằng tay hoặc nhấn công tắc khởi động trong chốc lát (với bơm đã có nước), nếu không làm quá tải động cơ. Điều này đưa dòng dầu đến bề mặt

ổ bi. Bơm có thể được vận hành vài phút với valve xả đóng mà không làm quá nhiệt hoặc làm hỏng bơm.

Nên kiểm tra các chỉ tiết khác trước khi khởi động bơm. Trên một số bơm, cần chạy thử đến mức tối đa. Trong quá trình chạy thử cần mở valve thông khí để giảm bớt các hốc không khí trong bơm và hệ thống. Sự tuần hoàn nước này sẽ tránh quá nhiệt cho hệ thống bơm.

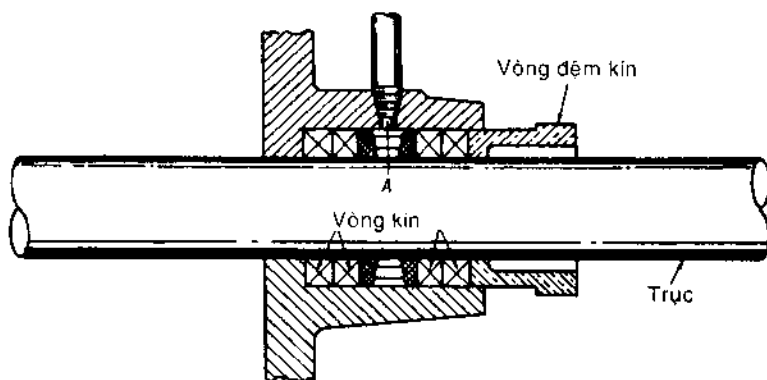
Sau đó, để đưa bơm vào đường ống, đóng valve thông khí và từ từ mở valve xả. Bơm được khởi động khi valve xả đóng lại bởi vì bơm chỉ vận hành với 35 đến 50 phần trăm tải toàn phần khi valve xả đóng. Nếu chất lỏng ở phần cao của valve xả một chiều có cột áp đủ lớn, bơm có thể khởi động khi valve xả ở vị trí mở.

Không nên siết vòng đệm kín quá chặt, bởi vì nhiệt có thể làm vòng này giãn nở, do đó làm cháy vòng đệm kín và cào xước trục. Trước hết, có thể cho phép sự rò rỉ nhỏ, sau đó siết chặt vòng đệm. Rò rỉ nhỏ cũng có thể cho thấy sự kín nước vẫn hiệu quả, có thể giữ vòng đệm và trục không bị nóng.

Cần sử dụng loại vòng đệm kín chuyên dùng cho nhiệt độ cao và một số loại chất lỏng (Hình 2-31). Vòng bít graphite được dùng cho cả nước nóng và lạnh. Sự mòn nhanh của các ống lót có thể xảy ra nếu sử dụng vòng bít sợi lanh hoặc vòng bít kim loại cho bơm ly tâm có ống lót trục bằng hợp kim đồng. Cần lắp lần lượt từng vòng kín vào vị trí, các khe hở của chúng phải lệch nhau 90^0 .

Như đã đề cập, không nên vận hành bơm ly tâm trong thời gian dài với công suất thấp, do có thể dẫn đến quá nhiệt. Tuy nhiên, có thể vận hành bơm an toàn ở công suất thấp nếu lắp thêm đường nối rẽ từ cổng xả đến cổng nạp (bằng 1/5 kích thước ống xả).

Để khởi động bơm lưu chất ngưng tụ nóng, mở valve nạp và valve xả trên các vòng đệm kín nắp bít độc lập trước khi vận hành. Nói chung, thiết bị hút khí được dùng trước khi khởi động bơm lưu chất ngưng tụ nóng, đồng thời turbine chính được đốt nóng. Điều này sẽ cung cấp sự tích tụ nước trong nguồn nước nóng. Nếu để nước tích tụ cao hơn mức đo lưu chất ngưng tụ nóng, các đầu phun hơi nước hoặc thiết bị trích xuất sẽ



Hình 2-31. Vòng kín nước của bơm ly tâm.

không cho nước đi vào, do đó các thiết bị này sẽ không vận hành. Ngay khi nguồn cung cấp lưu chất ngưng tụ bắt đầu đưa lưu chất vào nguồn nước nóng, bơm có thể khởi động và các valve không khí trên đỉnh bơm sẽ mở khi bơm đạt đến vận tốc toàn phần. Sau đó các valve không khí sẽ đóng lại.

Ngoại trừ các ổ bi và vòng vít, bơm ly tâm không cần chế độ bảo trì đặc biệt khi vận hành ổn định. Các bơm này có thể hoạt động trong thời gian dài mà không cần quan tâm, chỉ cần quan sát có nhỏ giọt tại vòng vít không, dầu có cung cấp đủ cho ổ bi không, và nên thay dầu định kỳ.

Ngừng bơm

Thông thường, khi có valve một chiều gần bơm ở đường xả, tắt bơm bằng cách dừng động cơ, bảo vệ bơm an toàn cho đến khi cần khởi động lại bằng cách đóng các valve theo trình tự như sau:

1. Valve xả.
2. Valve nạp.
3. Nguồn cấp nước làm nguội.
4. Ở tất cả các điểm nối với hệ thống.

Thông thường, khi ngừng bơm bằng cách này không cần mở valve cổng xả. Tuy nhiên, ở vài kiểu bơm, sự trào dâng trong ống có thể tạo va đập mạnh trên cả đường ống và bơm khi dòng nước có áp suất cao bị hãm lại. Do đó, tốt nhất đóng valve cổng xả trước để khử va đập.

Nếu bơm vẫn chạy không tải trong thời gian ngắn sau khi dừng, bơm sẽ bị mất nước mỗi lần dần dần do nước thoát qua vòng vít. Cần duy trì mỗi bơm để sử dụng khẩn cấp, cần nhớ điều này khi tắt bơm. Không cần đóng valve nạp và valve xả, vì vòng vít có thể rò rỉ do áp suất duy trì trên trục đứng yên. Không nên siết đai ốc vòng vít quá chặt, trừ khi chuẩn bị rời lỏng chúng khi khởi động bơm.

Tình trạng hoạt động bất thường

Bơm ly tâm chạy êm và không rung khi vận hành đúng cách. Ổ bi vận hành ở nhiệt độ không đổi có thể bị ảnh hưởng do vị trí của cụm bơm. Phạm vi nhiệt độ này thấp đến 100°F, nhưng nhiệt độ vận hành thường là nhiệt độ tối đa ở lưu lượng tối thiểu, thay đổi theo công suất bơm.

Nếu vì lý do nào đó, bơm không có chất lỏng hoặc trở nên đầy hơi, rung động sẽ xảy ra do tiếp xúc giữa các chi tiết quay và chi tiết đứng yên, và bơm bị nóng quá mức. Hơi nước bị thổi từ vòng vít và trong trường hợp xấu nhất, ổ bi chặn có thể tăng nhiệt độ đột ngột, dẫn đến hư hỏng vì rotor bị buộc quay theo một chiều.

Nếu bơm bị quá nhiệt do bốc hơi và rotor không bị kẹt, hãy mở tất cả các lỗ thông và lỗ môi hoặc đổ ngập chất lỏng vào bơm. Không nên đổ chất lỏng nhiệt độ thấp vào bơm nóng, do có thể xảy ra nứt gãy hoặc biến dạng các chi tiết của bơm. Không nên sử dụng bơm quá nóng trừ trường hợp khẩn cấp (ví dụ, để cứu lò hơi khỏi hư hỏng).

Rung động cũng có thể làm mòn rotor hoặc ổ bi trên trục, làm bơm và

trục động cơ không thẳng hàng. Cần điều chỉnh những vấn đề này ngay khi phát hiện. Nếu rotor bị kẹt, cần tháo rời và sửa chữa các chi tiết bằng cách giữa, gia công. ...

XỬ LÝ SỰ CỐ

Nhiều vấn đề khó khăn có thể xảy ra với bơm ly tâm. Sự chẩn đoán các sự cố và xác định nguyên nhân sẽ được trình bày trong phần này.

Giảm công suất hoặc áp suất và không bơm nước

Khi công suất hoặc áp suất bơm giảm và bơm không cung cấp nước, các nguyên nhân có thể bao gồm:

- Bơm không được mới.
- Tốc độ thấp.
- Tổng cột áp động cao hơn định mức bơm.
- Chiều sâu hút quá lớn (chiều sâu hút thông thường là 15 feet).
- Vật lạ bị kẹt trong bánh công tác.
- Chiều quay bị ngược.
- Quá nhiều không khí lọt vào nước.
- Rò rỉ không khí trong ống nạp hoặc nắp bít.
- Áp suất đường nạp không đủ cho áp suất bốc hơi chất lỏng.
- Các vấn đề cơ học (vòng đệm bị mòn, bánh công tác bị lệch, hoặc vòng bít vỏ bị hỏng).
- Valve đáy quá nhỏ hoặc bị kẹt rác.
- Valve đáy hoặc ống nạp quá nông.

Không có nước sau khi khởi động

Nếu bơm khởi động sau đó không có nước, nguyên nhân có thể bao gồm:

- Rò rỉ không khí trong ống nạp.
- Chiều sâu hút quá lớn (trên 15 feet).
- Ống kín nước bị bịt lại.
- Khí quá nhiều trong nước.

Bộ dẫn động bơm quá tải

Nếu bộ dẫn động bơm bị quá tải do bơm, nguyên nhân có thể bao gồm:

- Tốc độ quá cao.
- Tổng cột áp động thấp hơn định mức bơm (bơm quá nhiều nước).
- Trọng lượng riêng và độ nhớt của chất lỏng được bơm khác với định mức bơm.
- Các vấn đề cơ học.

Bơm bị rung

Nguyên nhân làm cho bơm bị rung có thể là một trong các điều sau:

- Không thẳng hàng.
- Móng không đủ cứng vững.
- Vật lạ làm bánh công tác mất cân bằng.

- Các vấn đề cơ học: trục bị cong, các chi tiết quay cọ xát với các chi tiết đứng yên, hoặc ổ bi bị mòn.

Bơm ly tâm chỉ có thể vận hành theo một chiều. Mũi tên trên vỏ bơm chỉ chiều quay. Trong khi bơm vận hành, cần kiểm tra định kỳ vòng bít và ổ bi. Nên tháo bơm ra, lau chùi sạch sẽ, và châm dầu nếu ngưng sử dụng bơm trong thời gian dài.

Các gợi ý khi vận hành bơm

Nhiều tình trạng bất thường có thể xảy ra trong khi vận hành bơm. Đây là vài gợi ý:

- Nếu bơm xả một lượng nước nhỏ trong vài vòng quay đầu tiên rồi tung nước lên và không xả nước nữa, không khí có thể vẫn còn trong bơm và ống, hoặc chiều sâu hút có thể quá lớn. Kiểm tra khả năng rò rỉ ống, đường ống nạp dài, hoặc cột áp không đủ.
- Nếu bơm tạo ra dòng nước đầy lúc đầu rồi ngưng, nguyên nhân là nguồn cấp nước có sự cố hoặc mức nước giảm xuống dưới giới hạn chiều sâu hút. Có thể xác định điều này bằng cách đặt áp kế chân không trên khuỷu nạp của bơm. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách hạ thấp bơm để giảm chiều sâu hút.
- Nếu bơm cung cấp dòng nước đầy ở bề mặt ngang mức bơm nhưng không có nước tại điểm xả cao hơn, có lẽ tốc độ bơm quá thấp.
- Nếu lúc đầu bơm cấp dòng nước đầy và giảm dần cho đến khi không có nước, nguyên nhân có lẽ do rò rỉ không khí tại nắp vòng bít.
- Nếu bơm tạo ra dòng nước đầy trong vài giờ, sau đó ngưng bơm, ống nạp hoặc bánh công tác bị kẹt nếu dòng từ nguồn cấp nước không đổi.
- Nếu rung động mạnh xảy ra trong khi bơm hoạt động, có thể do trục bị cong, bơm không thẳng hàng, hoặc vật cản bị kẹt một bên bánh công tác.
- Nếu ổ bi bị nóng, có lẽ do dây đai quá căng, ổ bi thiếu dầu, hoặc có lực ép dọc trục.
- Nếu bơm chất lỏng nóng, chiều sâu hút càng nhỏ càng tốt, bởi vì điểm sôi của chất lỏng giảm xuống do chân không và dẫn đến mất môi do có hơi.
- Nếu chất lỏng được xả vào bình hoặc bồn gần đầu ống nạp, khả năng không khí lọt vào ống nạp sẽ tăng lên.
- Nếu bơm được tăng tốc để tăng công suất vượt quá định mức cực đại, công suất bị lãng phí.
- Nếu không sử dụng bơm trong một thời gian, nên quay rotor bằng tay mỗi tuần một lần. Với khoảng thời gian dài, nên tháo bơm ra, lau chùi sạch và ngâm dầu.

BẢO DƯỠNG VÀ SỬA CHỮA

Khe hở giữa các chi tiết quay và đứng yên của bơm cho phép sai số gia công nhỏ và để bù cho sự giãn nở vỏ bơm và rotor khi chúng bị nóng. Các

màng cố định, vòng bù độ mòn, rãnh trở về,... (trong vỏ bơm hoặc các chi tiết đứng yên khác) có đường kính nhỏ hơn đường kính trong của vỏ bơm, được gia công với một miếng đệm 1/32 inch giữa các mặt bích. Khi các đai ốc mặt bích được siết chặt, vỏ phải không bị kẹt với các chi tiết đứng yên. Khe hở hoạt động (tại vòng bù độ mòn) tùy thuộc vào vị trí thực tế của chi tiết, loại vật liệu, và khẩu độ ổ trục.

Khe hở mặt bên

Chuyển động mặt bên giữa rotor và các chi tiết stator cần được xem xét về mặt thủy lực và cơ học, và các biến thiên giãn nở giữa vỏ và rotor. Sự chuyển động dọc trục bị giới hạn đến 1/64 inch ở bơm nhỏ và có thể đến 1/2 inch ở loại bơm lớn và các bơm xử lý chất lỏng nóng. Với bơm xử lý chất lỏng nguội, khe hở được chia đều khi ổ bị chặn được lắp chắc chắn đúng vị trí, và bánh công tác đúng tâm. Nên tham khảo hướng dẫn của nhà sản xuất bơm về số liệu kỹ thuật khe hở mặt bên trước khi thực hiện lắp ráp bơm.

Phục hồi chi tiết

Vì vỏ bơm được đúc bằng gang, đôi khi cần có các biến đổi kích thước chiều dọc trên vỏ bơm bằng cách điều chỉnh sàn lắp máy với rotor, sao cho có thể duy trì các khe hở mặt bên và có thể đặt các bánh công tác vào vị trí đúng theo màng chắn, ống khuếch tán, và đường rãnh trở về.

Khi rotor với ống khuếch tán được trả về nhà máy để sửa chữa, có thể lắp lại rotor sau khi sửa chữa mà không cần điều chỉnh, nếu vẫn có thể chuẩn hóa các kích thước trên những chi tiết bị mòn. Khi không có đủ số liệu về các chi tiết đã sử dụng, cần thay bằng các chi tiết mới với kích thước tiêu chuẩn.

Sau khi lắp ráp xong bộ rotor, đặt rotor vào phần dưới của vỏ bơm, kiểm tra tổng khe hở mặt bên. Với ổ bi chặn đã lắp và trục ở đúng vị trí, khe hở tổng phải được phân chia hợp lý và bánh công tác đặt đúng tâm trong vỏ xoắn ốc tương ứng. Siết chặt đai ốc trục để điều chỉnh cuối cùng.

Nên thay vòng bit ở mặt bích của vỏ bằng vòng bit cùng chủng loại và độ dày như vòng bit ban đầu. Cạnh bên trong của vòng bit phải được xén chính xác dọc theo lỗ hộp nắp bit. Các cạnh phải được xén vuông góc và gọn gàng ở mọi điểm. Đặc biệt ở nơi vòng bit tiếp giáp với đường kính ngoài và phía các chi tiết đứng yên giữa các cấp, phải chống khít đủ cho phần trên của vỏ ép các cạnh vòng bit tựa vào các chi tiết stator trong khi vỏ được siết chặt. Điều này bảo đảm làm kín thích hợp giữa các cấp. Trước khi xén nên dán vòng bit vào phần dưới của vỏ bằng shellac. Dùng dao cạo cắt vuông góc các mép vòng bit chống lên nhau cùng một lúc.

Các gợi ý khi lắp ráp

Không cần siết quá chặt bánh công tác và đai ốc ống lót trục, do có thể làm cong trục và làm mất sự đồng tâm giữa các chi tiết trên rotor hoạt động trong khe hở hẹp và các chi tiết stator, gây ra cọ xát và rung.

Các vít chặn

Nên dùng đồng hồ kiểm tra mật số để xác định trục có bị uốn cong không khi siết chặt các vít chặn an toàn.

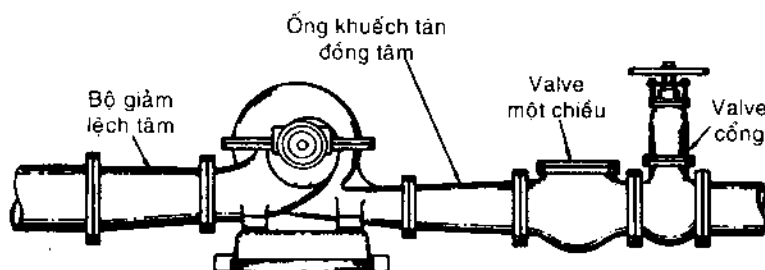
Các xem xét thiết kế yêu cầu tất cả các chi tiết phải được lắp trên trục theo thứ tự ban đầu của chúng. Các bánh công tác trục đối cả hai loại trái và phải trong cùng một vỏ. Màng chắn, vòng bù độ mòn, và ống lót theo cấp được lắp riêng rẽ và các mặt bích làm kín giữa các cấp được kiểm tra theo từng vị trí. Ống lót theo cấp với các miếng chặn không thể đối lẫn nhau, do các miếng chặn có thể ở các vị trí khác nhau. Tất cả các chi tiết đứng yên lắp trên rotor (ống lót hộp nắp bít, màng chắn,...) có các miếng chặn gồm các chốt hoặc các nửa mặt bích chỉ ở phần dưới của vỏ bơm để chống xoay. Các chi tiết này phải được định vị khi đưa rotor vào vỏ sao cho tất cả các miếng chặn lọt vào hốc tương ứng trong phần dưới của vỏ. Mặt khác, phần vỏ phía trên có thể va vào các chi tiết định vị không đúng trong quá trình lắp ráp.

Điều chỉnh bơm giếng sâu

Trước khi vận hành các bơm này, cần điều chỉnh một hoặc nhiều bánh công tác đến vị trí hoạt động chính xác của chúng bằng cách nâng hoặc hạ trục bằng đai ốc điều chỉnh dùng cho mục đích này. Trục được nâng đến vị trí cao nhất bằng cách quay đai ốc điều chỉnh đi xuống. Đo khoảng cách trục đã nâng lên so với vị trí thấp nhất và trả đai ốc điều chỉnh trở về cho đến khi trục được hạ xuống khoảng $1/3$ tổng khoảng cách đã nâng. Khóa cố định đai ốc này bằng then, vít hãm, hoặc đai ốc khóa đã cung cấp. Với then hoặc vít hãm, cần xoay đai ốc điều chỉnh cho đến khi có thể lắp then hoặc vít hãm đúng vị trí qua đai ốc điều chỉnh và ly hợp động cơ.

Lắp đặt ống khuếch tán trên đường xả

Có thể giảm tổn thất thủy lực bằng cách lắp ống khuếch tán trên đường xả. Hình 2-32 minh họa cách lắp valve xả và valve một chiều. Đường xả nên chọn có tham chiếu tổn thất ma sát, và không được nhỏ hơn cổng xả của bơm - tốt nhất là lớn hơn một đến hai cỡ. Không nên dùng bơm để đỡ ống nạp hoặc ống xả nặng. Ống hoặc khớp nối không nên ép vào vị trí bằng các bulông mặt bích, vì bơm có thể mất thẳng hàng. Nên có các thanh hoặc giá đỡ độc lập cho tất cả các ống. Khi ống chịu nhiệt độ thay



Hình 2-32. Lắp đặt ống khuếch tán trên đường xả.

đôi, sự co giãn phải không tác dụng ứng suất lên vỏ bơm. Trong khách sạn, tòa nhà, bệnh viện, hoặc những nơi không chấp nhận tiếng ồn, không nên gắn ống xả trực tiếp vào công trình kết cấu thép, tường rỗng,... vì rung động có thể truyền đến tòa nhà. Tốt nhất là nối đường xả với công xả của bơm qua khớp nối dẻo.

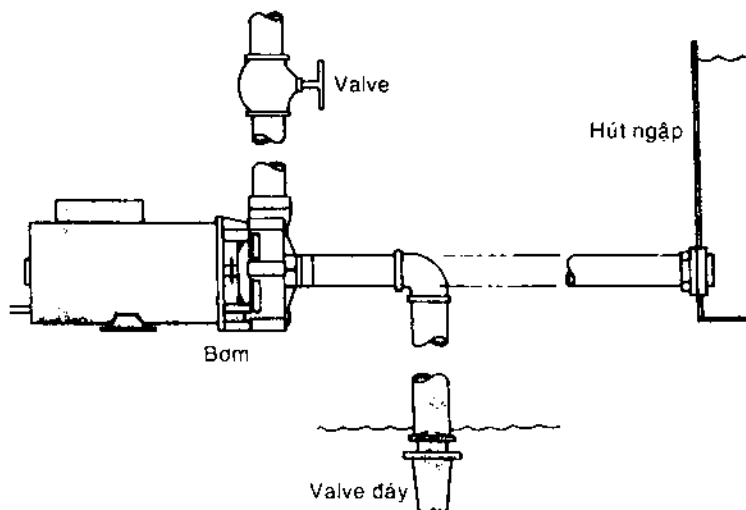
BƠM LY TÂM CHỐNG ĂN MÒN

Bơm ly tâm được thiết kế để truyền chất lỏng, tái tuần hoàn, và sử dụng ở những nơi không yêu cầu chiều sâu hút. Các bơm này tạo ra tốc độ dòng chảy cao với điều kiện cột áp vừa phải. Tuy nhiên, không nên dùng bơm ly tâm để bơm chất lỏng nhớt. Bảng 2-1 liệt kê độ nhớt của các chất lỏng đến 1500 giây Saybolt phổ dụng (ssu). *Giây Saybolt phổ dụng* (ssu) là thời gian yêu cầu đối với dòng chảy trọng lực 60 centimet khối. Độ giảm hiệu suất và điều chỉnh mã lực được minh họa trong bảng này.

Bảng 2-1. Biểu đồ độ nhớt

Độ nhớt ssu	30	100	250	500	750	1000	1500
Phần trăm độ giảm lưu lượng (G.P.M)	—	3	8	15	20	25	30
Phần trăm độ giảm cột nước (feet)	—	2	5	12	15	20	25
Phần trăm độ tăng mã lực	—	10	20	30	50	65	85

Các bơm này không tự mỗi và nên đặt ngang hoặc dưới mức chất lỏng cần bơm (Hình 2-33).



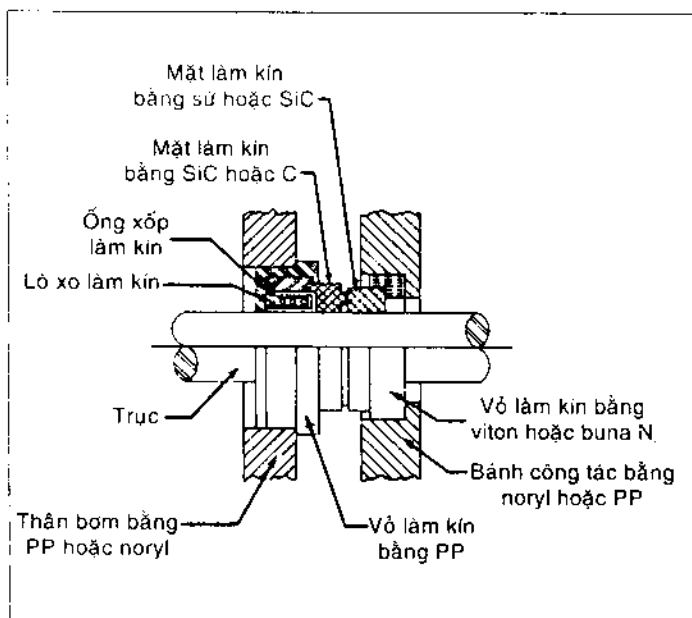
Hình 2-33. Nội kết bơm.

Ứng dụng điển hình - Mạ

Phân xưởng mạ là ví dụ tốt về phương pháp sử dụng bơm ly tâm chống ăn mòn trong công nghiệp (Hình 2-34). Loại bơm này có một số ứng dụng trong xưởng mạ và được chế tạo bằng hai vật liệu:

- Noryl.
- Polypropylene.

Bơm nhựa được kết hợp với vòng đệm kín phi kim loại tương thích với nhiều loại hóa chất ăn mòn được dùng trong ngành mạ.



Hình 2-34. Vòng đệm kín bơm ly tâm chống ăn mòn.

Xi mạ

Dây chuyền xi mạ điển hình gồm một dây hồ và bể, mỗi cái cần có bơm tuần hoàn, bơm vận chuyển, và bơm lọc. Hầu hết các xưởng đều gồm nhiều hệ thống dây chuyền.

Vòng đệm kín trục

Các vòng đệm kín trục cơ học bằng chất dẻo nhiệt dẻo không bị ăn mòn ngăn cách tất cả các chi tiết kim loại, không cho tiếp xúc với chất lỏng (Hình 2-34). Các bộ phận bằng thép không rỉ được làm kín bằng nhựa PP. Vòng đệm kín bảo đảm tính tin cậy thông qua thiết kế cân bằng và đơn giản.

Xử lý nước

Hệ thống xử lý nước trung hòa dung dịch mạ đã sử dụng và thải axit ra khỏi toàn bộ hệ thống.

Bộ lọc khói

Qui trình ma thực tế bốc ra hơi, khói nặng mùi và độc. Loại bỏ hầu hết các khói khó chịu này bằng cách dùng bộ lọc không khí. Bơm được dùng như một thiết bị lưu thông trong việc loại bỏ các hạt tạp chất ô nhiễm từ khói bốc ra trong môi trường sản xuất.

Lắp đặt bơm chống ăn mòn

Đặt bơm càng gần nguồn được bơm càng tốt. Thường chọn trạng thái hút ngập. Vì loại bơm này không tự mỗi, do đó không được phép chạy khô. Nếu mức chất lỏng thấp hơn bơm, cần lắp valve đáy và mỗi bơm trước khi khởi động (Hình 2-35).

Lắp đế động cơ vào móng cố định, chắc chắn. Chỉ dùng các khớp nối bằng nhựa trên cả cổng hút và cổng xả, làm kín khớp nối ống bằng dải băng teflon. Các khớp nối này là loại tự chịu lực và thẳng hàng với từng cổng. Nghĩa là các khớp nối không bị ép cho thẳng hàng, do có thể làm đường ống hoặc vỏ xoắn ốc của bơm sớm bị hư hỏng.

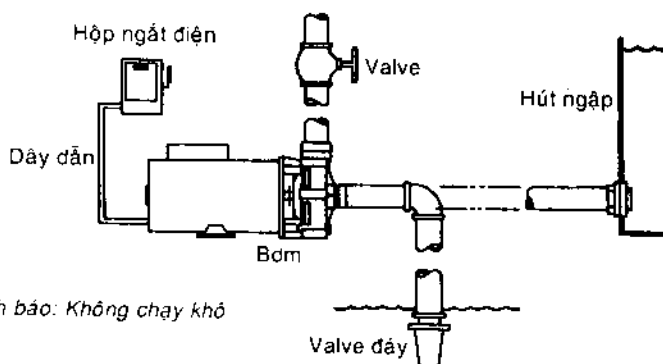
Đừng bao giờ làm nghẹt ngõ nạp. Giữ cả đường nạp và đường xả càng ít khuỷu và valve càng tốt. Luôn luôn dùng ống có đường kính phù hợp để giảm tổn thất ma sát và tăng công suất tối đa.

Tất cả các dây điện phải tuân theo tiêu chuẩn. Dây điện không phù hợp không chỉ đe dọa sự an toàn mà còn thường xuyên gây hư hỏng cho động cơ và/hoặc bơm.

Bảo đảm điện thế nguồn phù hợp với yêu cầu của động cơ bơm. Kiểm tra dây điện động cơ và nối kết điện (theo hướng dẫn trên động cơ) để phù hợp với điện áp nguồn. Bảo đảm số vòng quay phù hợp. Số vòng quay không phù hợp sẽ làm hỏng bơm nghiêm trọng và không được bảo hành.

Dây điện nguồn phải được bảo vệ bên trong ống luồn dây hoặc sử dụng dây cáp, và có định mức hoặc kích cỡ dây phù hợp, không dài hơn cần thiết. Điện nên lấy trực tiếp từ hộp có bảo vệ bằng bộ ngắt mạch (CB) hoặc công tắc có cầu chì.

Luôn luôn ngắt điện nguồn trước khi sửa chữa, bảo dưỡng bơm hoặc động cơ. Kiểm tra chiều quay của động cơ ba pha.



Hình 2-35. Nối điện cho bơm ly tâm.

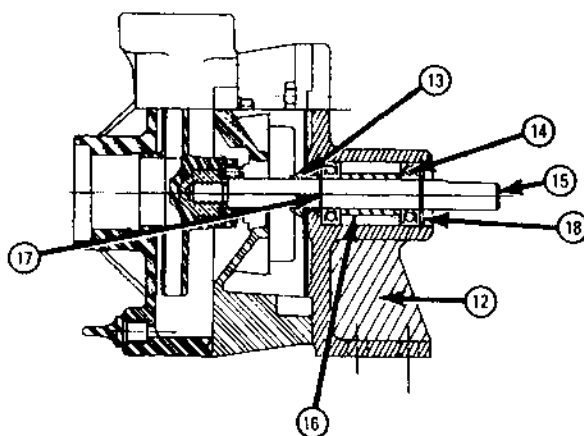
Súc nước sẽ khử hóa chất hoặc chất đàn hồi hoặc vòng đệm kín và bề mặt lắp ráp, nhưng cần bôi trơn để khởi động. Nên súc rửa nước các vòng đệm kín để chống mòn, làm việc ở nhiệt độ cao, hoặc khi bơm chạy khô hoặc chạy không tải. Nếu có các điều kiện làm cho chất lỏng bơm hình thành các tinh thể, hoặc bơm chạy không tải trong thời gian dài mà không súc rửa, cần rửa nước cho hệ thống làm kín.

Có thể áp dụng một trong hai phương pháp súc nước sau đây:

- **Nối ống trực tiếp vào nước máy** – Đây là phương pháp khả thi nhất để súc vòng đệm kín và các mặt tựa. Cần tuân thủ nghiêm ngặt các qui định bảo vệ môi trường, đặc biệt là chống dòng chảy ngược vào hệ thống nước máy. Đây là dãy các valve một chiều ngăn ngừa nhiễm bẩn vào nước máy, nên có valve ngắt nguồn cấp nước. Cũng nên có ý thức về việc thêm nước vào hóa chất đã được bơm ở nơi sự mất cân bằng có thể làm thay đổi công thức hóa học và gây sự cố.
- **Tuần hoàn khép kín dung dịch được bơm** – Hệ thống này rút dòng xả của bơm và tái tuần hoàn dung dịch trong khoang kín. Mặc dù không hiệu quả bằng súc nước trực tiếp, nhưng cho phép làm nguội vòng đệm kín và mặt tựa trong khi đang vận hành. Hệ thống này không hiệu quả ở nơi có thể xảy ra sự kết tinh, hoặc với bơm trong chế độ không tải. Hình 2-36 và 2-37 minh họa các cổng hút và xả của bơm và vị trí nút bịt kín.

Bảo dưỡng

Bôi trơn động cơ theo hướng dẫn trên động cơ. Vòng đệm kín quay không cần bôi trơn sau khi lắp ráp. Bơm phải được xả sạch trước khi sửa chữa hoặc bảo quản ở nơi nhiệt độ thấp. Có thể cần thay thế các vòng đệm kín định kỳ do mòn carbon.



BƠM CỐ ĐỊNH

13. Giá lắp bơm

14. Vòng nhựa

15. Ổ bi (2)

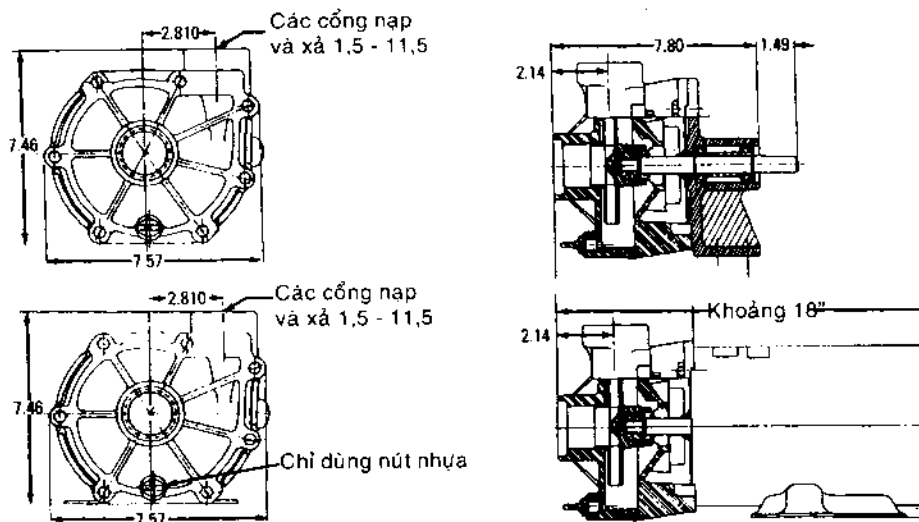
16. Trục

17. Vòng cách

18. Vòng RTG bên trong

19. Vòng RTG bên ngoài

Hình 2-36. Mặt cắt bơm cố định.



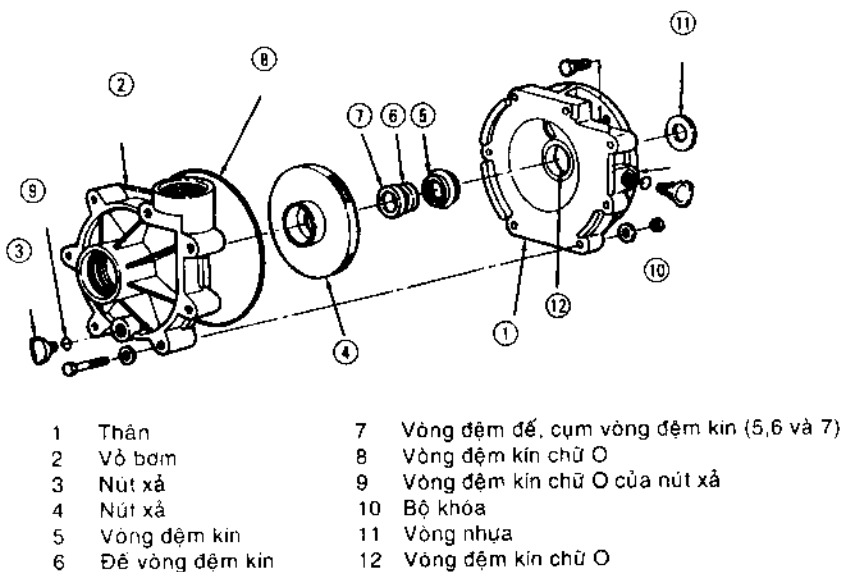
Hình 2-37. (a) Hình chiếu bơm kiểu có đế; (b) Hình chiếu bơm kiểu lắp ở đầu.

XỬ LÝ SỰ CỐ BƠM CHỐNG ẦM MÒN

Bảng 2-2 minh họa các triệu chứng và những biện pháp xử lý sự cố bơm chống ầm mòn.

Tháo và lắp đầu bơm

Trong nhiều trường hợp, có thể cần tháo bơm (ví dụ để kiểm tra). Hình 2-38 minh họa các chi tiết bơm tháo rời.



Hình 2-38. Các chi tiết của bơm ly tâm chống ầm mòn

Tháo bơm

Để tháo bơm cần thực hiện các bước như sau:

- 1. Ngắt nguồn điện đến động cơ trước khi tháo dây nối điện phía sau động cơ.
- 2. Tháo cụm thân động cơ ra khỏi cụm xoắn ốc. Có thể để lại cụm xoắn ốc trên đường ống nếu muốn.
- 3. Gỡ nắp phía sau động cơ bằng cây vặn vít lớn, giữ trục không quay trong khi tháo vít bánh công tác.
- 4. Gỡ miếng đệm gôm ra khỏi bánh công tác.
- 5. Gỡ thân ra khỏi động cơ.
- 6. Gỡ vòng đệm graphit-cacbon ra khỏi thân bằng cách nhấn từ phía sau. Đừng tháo từ phía trước.

Bảng 2-2. Xử lý sự cố bơm chống ăn mòn.

Triệu chứng	Xử lý
Động cơ không quay	Kiểm tra các nối điện đến động cơ
	Kiểm tra hộp điện chỉnh xem cầu chì có nổ không,....
	Kiểm tra xem động cơ có quá tải không.
Động cơ kêu lớn hoặc không quay đúng tốc độ	Kiểm tra các nối điện đến động cơ, kích cỡ và chiều dài dây điện có phù hợp không.
	Kiểm tra xem có vật lạ trong bơm không
	Tháo giá đỡ và kiểm tra sự quay bánh công tác
	Tháo bơm và kiểm tra sự quay của trục xem tiếng ồn ổ bi có quá mức không
	Nhờ nhân viên bảo dưỡng kiểm tra công tắc khởi động và/hoặc tụ điện khởi động trên động cơ.
Bơm ít nước hoặc không có nước	Kiểm tra, bảo đảm bơm đã được nối
	Kiểm tra vòng đệm kín có rò rỉ không.
	Kiểm tra điện áp trên đường dây hoặc chiều quay của động cơ.
	Kiểm tra cổng nạp và/hoặc bánh công tác bị nghẹt
	Kiểm tra valve một chiều hoặc valve đáy
	Kiểm tra sự rò rỉ chất lỏng hoặc không khí trên đường nạp
Bơm mất môi	Kiểm tra valve một chiều hoặc valve đáy
	Kiểm tra vòng đệm kín có rò rỉ không
	Kiểm tra sự rò rỉ không khí trên đường nạp
	Kiểm tra nguồn cung cấp chất lỏng có thấp không
Động cơ hoặc bơm quá nóng	Kiểm tra điện áp và pha trên đường dây, kiểm tra mạch điện động cơ
	Kiểm tra trục động cơ hoặc các chi tiết bơm có bị kẹt không .
	Kiểm tra xem thông gió đủ không
	Kiểm tra nhiệt độ chất lỏng được bơm – không nên vượt quá 194°F (90°C) trong khoảng thời gian dài.

Lắp đầu bơm

Để lắp cụm đầu bơm, bạn thực hiện các bước sau:

1. Lau sạch và kiểm tra tất cả các chi tiết của bơm: Vòng đệm kín chữ O, mặt tựa vòng đệm, trục động cơ,...
2. Bôi dầu nhớt vào lỗ thân và vòng-O để lắp kín.
3. Nhấn miếng đệm graphite-carbon vào thân, cẩn thận đừng làm hỏng bề mặt đệm graphite-carbon.
4. Đặt vòng nhựa (vòng đệm cao su) trên trục động cơ và lắp thân bơm vào động cơ.
5. Bôi mỡ bôi cẩn thận lên vòng đệm kín chữ O xung quanh miếng gôm và nhấn vào bánh công tác. Nếu miếng gôm có một vòng-O, phía có dấu được lắp vào trong.
6. Bôi trơn vòng đệm graphite-carbon và bề mặt miếng gôm đệm kín bằng dầu máy nhẹ. Đừng dùng chất bôi trơn silicone hoặc mỡ bò.
7. Vặn chặt ren bánh công tác trên trục. Nếu cần, tháo nắp đầu động cơ và dùng cây vặn vít chặn phía sau trục động cơ để giữ trục không quay trong khi vặn chặt. Gắn lại nắp đầu động cơ.
8. Về phần điện, nối động cơ sao cho bánh công tác quay ngược chiều kim đồng hồ (CCW) đối mặt với bơm có động cơ hướng về phía sau. Hướng quay không đúng sẽ làm hỏng bơm và không được bảo hành.

Chú ý: Với nguồn điện ba pha, kiểm tra điện về chiều quay của bánh công tác với cụm xoắn ốc đã tháo ra khỏi giá đỡ. Nếu được lắp và quay không đúng, cụm đầu bơm sẽ bị hư hỏng nghiêm trọng và không được bảo hành. Nếu chiều quay không chính xác, chỉ cần trao đổi hai dây dẫn để đảo chiều quay.

9. Đặt vòng-O trong khe cụm xoắn ốc và lắp cụm xoắn ốc vào thân.
10. Lắp nút xả trong lỗ xả cụm xoắn ốc.

Thực hành an toàn

Sau đây là vài hướng dẫn an toàn:

- Khi nối mạch điện động cơ, tuân thủ tất cả các qui định an toàn về điện.
- Luôn luôn ngắt nguồn điện trước khi thực hiện công việc bất kỳ trên hoặc gần động cơ hoặc tải nối kết. Nếu điểm ngắt điện nguồn ở xa, cần khóa điểm ngắt điện ở vị trí hở và dán nhãn cảnh báo để ngăn người khác vô tình đóng điện, có thể gây điện giật.
- Cẩn thận khi chạm vào phần bên ngoài của động cơ đang chạy, có thể đủ nóng để làm phỏng và gây thương tích. Với các động cơ hiện đại, được thiết kế để vận hành ở nhiệt độ cao, tình trạng nhiệt độ cao là bình thường nếu được vận hành với tải và điện thế định mức.
- Đừng đưa bất cứ vật gì vào động cơ.

- Bơm chỉ quay theo một chiều - ngược chiều kim đồng hồ khi nhìn từ đầu cổng nạp của bơm.
- Bảo đảm cấp điện nguồn không tiếp xúc với các vật thể sắc, nhọn.
- Không thắt nút dây cáp điện nguồn và đừng để cáp tiếp xúc với dầu, mỡ, bề mặt nóng, hoặc hóa chất.
- Bảo đảm nguồn điện phù hợp với yêu cầu của thiết bị.
- Đừng cầm bơm khi tay ướt hoặc khi đang đứng trong nước, vì có thể bị điện giật. Ngắt điện nguồn chính trước khi xử lý thiết bị.
- Thiết bị quay ngược chiều kim đồng hồ khi quan sát từ phía đầu trục. Chiều quay cùng chiều kim đồng hồ có thể gây sự cố cho động cơ bơm, thiệt hại tài sản và/hoặc gây thương tích cho cá nhân.

XEM XÉT THIẾT KẾ BÁNH CÔNG TÁC

Kinh nghiệm là yếu tố quan trọng để xác định thiết kế bánh công tác của bơm ly tâm. Về cơ bản, bơm ly tâm bổ sung năng lượng ở dạng vận tốc (động năng) cho chất lỏng đang lưu động; áp suất không tăng thêm theo ý nghĩa thông thường của từ ngữ.

Thiết kế bánh công tác của bơm ly tâm dựa trên hiệu suất của các bánh công tác khác. Ảnh hưởng chung của sự thay đổi kích thước là kết quả sửa đổi hoặc cải tiến thiết kế bánh công tác đã được kiểm tra.

Các tính toán có thể áp dụng với bơm ly tâm dựa theo sơ đồ bánh công tác được minh họa trên Hình 2-39, với các ký hiệu như:

- V_2 là vận tốc tiếp tuyến ở chu vi ngoài
- V_1 là vận tốc tiếp tuyến ở chu vi trong
- Z_2 là vận tốc tương đối của nước ở cổng xả
- Z_1 là vận tốc tương đối của nước ở cổng nạp
- C_2 là vận tốc tuyệt đối của nước ở cổng xả
- J_2 là vận tốc hướng kính của nước ở cổng xả
- J_1 là vận tốc hướng kính của nước ở cổng nạp
- W là vận tốc tiếp tuyến của nước ở cổng xả
- d_2 là góc bánh công tác ở cổng xả
- d_1 là góc bánh công tác ở cổng nạp

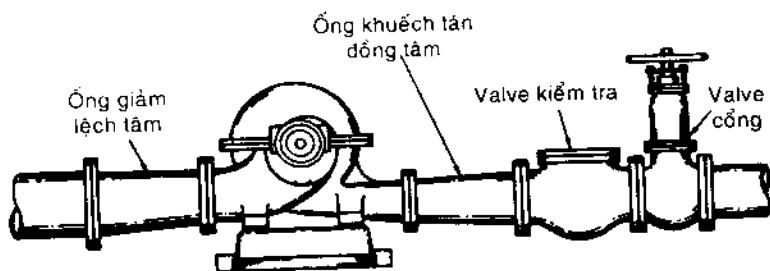
Vận tốc bánh công tác

Trên Hình 2-39, nước vào cổng nạp bánh công tác với vận tốc hướng kính J_1 và ra khỏi bánh công tác với vận tốc tuyệt đối C_2 . Vận tốc tiếp tuyến ở chu vi trong V_1 và vận tốc tiếp tuyến ở chu vi ngoài V_2 đo theo đơn vị feet/giây. Nếu cột áp lý thuyết H (feet) biểu diễn cột áp đối với bơm phân phối nước (không có tổn thất), thì:

$$H = \frac{(V_2)^2}{2g}; \text{ hoặc } V_2 = \sqrt{2gH}$$

Trong đó g là trọng lực = 32.2 feet/giây

Bơm phải làm việc để có cột áp H và đường kính bánh công tác đã biết, tốc độ của bơm có thể được tính toán theo các công thức nêu trên.



Hình 2-39. Minh họa cơ sở tính toán bánh công tác

Bài toán

Nếu bơm có đường kính bánh công tác 10¾ inch, cần bơm với cột áp 100 feet, tốc độ bơm là bao nhiêu?

Giải

Thay vào công thức:

$$V_2 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \times 32.2 \times 100} = 80.25 \text{ ft/giây}$$

Vì vận tốc tiếp tuyến V_2 ở chu vi ngõ ra bánh công tác là 80.25 feet/giây, bằng 4815 feet/phút (80.25×60); chu vi bánh công tác đường kính 10¾ inch (πd) là 33.8 inch ($3.14 \times 10\frac{3}{4}$), tương ứng 2.8 feet, bánh công tác phải quay ở tốc độ 4815 feet/phút; bằng 1720 vòng/phút ($4815 \div 2.8$).

Tổng tải thủy lực hoặc tầm dâng

Như đã đề cập, tầm dâng là khoảng cách thẳng đứng đo từ mức nước được bơm đến đường tâm cổng nạp của bơm. Nếu mức nước này cao hơn đường tâm của bơm, bơm được vận hành dưới cột áp nạp, hoặc tầm dâng âm. Trong điều kiện tầm dâng âm, cột áp nạp phải được trừ cho tổng các hệ số còn lại.

Cột áp xả, khác với cột áp nạp, là khoảng cách thẳng đứng đo từ đường tâm cổng xả của bơm và mức nước được nâng cao.

Tổn thất cột áp do ma sát phải được xem xét. Tổn thất này có thể lấy từ Bảng 2-3. Dữ liệu khác để tính toán bơm ly tâm được cho trong các Bảng 2-4, 2-5, 2-6, 2-7 và 2-8.

Cột áp vận tốc

Khoảng cách tương đương (feet) chất lỏng phải hạ xuống để đạt được cùng mức vận tốc được gọi là cột áp vận tốc. Cột áp vận tốc có thể được xác định từ công thức sau:

$$H_v = \frac{(V_2)^2}{2g} = \frac{(V_2)^2}{64.4}$$

$$\text{Trong đó } V = \frac{0.408 \times \text{gal / phút}}{D^2}$$

D là đường kính ống (inch)

Bảng 2-3. Tổng thất cột áp* do ma sát trong ống .

Giai/ phút	Ống ½ in.		Ống ¾ in.		Ống 1 in.		Ống 1¼ in.		Ống 1½ in.		Ống 2 in.		Ống 2½ in.		Ống 3 in.	
	Vận tốc	Ma sát*	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát
1	1.05	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2.10	7.4	1.20	1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	3.16	15.8	1.80	4.1	1.12	1.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4.21	27.6	2.41	7.0	1.49	2.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	5.26	41.0	3.01	10.5	1.86	3.25	0.86	0.57	0.63	0.26	—	—	—	—	—	—
10	10.52	147.0	6.02	38.0	3.72	11.70	1.07	0.84	0.79	0.39	—	—	—	—	—	—
15	—	—	9.02	88.0	5.60	25.00	2.14	3.05	1.57	1.43	1.02	0.50	0.65	0.17	0.45	0.07
20	—	—	12.03	136.0	7.44	42.00	4.29	11.10	3.15	5.20	2.04	1.82	1.31	0.61	0.91	0.25
25	—	—	—	—	9.30	64.00	5.36	18.00	3.94	7.80	2.55	2.73	1.63	0.92	1.13	0.38
30	—	—	—	—	11.15	89.00	6.43	23.50	4.72	11.00	3.06	3.84	1.96	1.29	1.36	0.54
35	—	—	—	—	13.02	119.00	7.51	31.20	5.51	14.70	3.57	5.10	2.20	1.72	1.59	0.71
40	—	—	—	—	14.88	152.00	8.58	40.00	6.30	18.80	4.08	6.60	2.61	2.20	1.82	0.91
45	—	—	—	—	—	—	9.65	50.00	7.08	23.20	4.60	8.20	2.94	2.00	2.05	1.15
50	—	—	—	—	—	—	10.72	60.00	7.87	28.40	5.11	9.90	3.27	3.32	2.27	1.30
70	—	—	—	—	—	—	15.01	113.00	11.02	53.00	7.15	18.40	4.58	6.20	3.18	2.57
90	—	—	—	—	—	—	—	—	14.17	84.00	9.19	28.40	5.88	9.00	4.09	4.08
100	—	—	—	—	—	—	—	—	15.74	102.00	10.21	35.00	6.54	12.00	4.54	4.96
120	—	—	—	—	—	—	—	—	18.89	143.00	12.25	50.00	7.84	16.80	5.45	7.00
140	—	—	—	—	—	—	—	—	22.04	199.00	14.30	67.00	9.15	23.30	6.35	9.20
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.34	86.00	10.46	29.00	7.26	11.00
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.38	107.00	11.76	36.70	8.17	14.80
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.42	129.00	13.07	43.10	9.08	17.80
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.47	154.00	14.38	52.00	9.99	21.30
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.51	182.00	15.69	61.00	10.89	26.10
260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26.55	211.00	16.99	70.00	11.80	29.10
280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.30	81.00	12.71	33.40
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19.61	92.00	13.62	38.00

Bảng 2-3 (tt)

Gai/ phút	Ổng 4 in		Ổng 5 in		Ổng 6 in		Ổng 8 in		Ổng 10 in		Ổng 12 in		Ổng 14 in		Ổng 15 in		Ổng 16 in		Ổng 20 in	
	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát	Vận tốc	Ma sát
40	1.02	0.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	1.17	0.28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	1.28	0.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	1.79	0.63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	1.92	0.73	1.14	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	2.55	1.23	1.63	0.30	1.14	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	3.06	1.71	1.96	0.57	1.42	0.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	3.19	1.86	2.04	0.64	1.48	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	3.84	2.55	2.45	0.08	1.71	0.32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
175	4.45	3.36	2.86	1.18	2.00	0.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	5.11	4.37	3.27	1.48	2.28	0.62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
225	6.32	6.61	3.67	1.86	2.57	0.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	6.40	6.72	4.08	2.24	2.80	0.92	1.60	0.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
275	7.03	7.90	4.50	2.72	3.06	1.15	1.73	0.27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	7.86	9.38	4.90	3.15	3.40	1.29	1.90	0.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
350	8.90	12.32	5.72	4.19	3.98	1.08	2.20	0.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	10.20	15.82	6.54	5.33	4.54	2.21	2.60	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
450	11.50	19.74	7.35	6.55	5.12	2.74	2.92	0.64	1.80	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
475	12.30	22.96	7.88	7.22	5.55	3.21	3.10	0.79	1.94	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	12.77	24.08	8.17	8.12	5.60	3.26	3.20	0.81	2.04	0.28	1.42	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	9.66	6.16	3.93	3.52	0.98	2.25	0.33	1.57	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	9.80	11.34	4.79	3.84	1.16	2.46	0.39	1.85	0.19	—	—	—	—	—	—	—	—
650	—	—	—	10.62	13.16	7.28	4.16	1.34	2.66	0.46	2.00	0.22	1.47	0.10	—	—	—	—	—	—
700	—	—	—	11.44	15.12	7.64	4.46	1.54	2.86	0.52	2.13	0.24	1.58	0.11	—	—	—	—	—	—
750	—	—	—	12.26	17.22	8.50	7.00	1.74	3.06	0.59	2.27	0.27	1.68	0.13	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	—	9.08	7.90	1.97	3.28	0.67	2.41	0.31	1.79	0.14	—	—	—	—	—	—
850	—	—	—	—	—	9.58	8.75	2.28	3.48	0.75	2.56	0.34	1.89	0.16	—	—	—	—	—	—
900	—	—	—	—	—	10.30	10.11	2.46	3.68	0.83	2.70	0.35	2.00	0.17	1.73	0.12	—	—	—	—
950	—	—	—	—	—	10.72	10.71	2.87	3.88	0.91	2.70	0.35	2.00	0.17	1.82	0.14	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	11.32	12.04	3.02	4.08	1.01	2.84	0.41	2.31	0.23	2.00	0.16	—	—	—	—
1100	—	—	—	—	—	12.50	14.31	3.51	4.50	1.29	3.13	0.49	2.52	0.26	2.18	0.19	—	—	—	—
1200	—	—	—	—	—	13.52	16.69	4.26	4.91	1.46	3.41	0.57	3.15	0.39	2.73	0.28	—	—	—	—
1500	—	—	—	—	—	—	—	6.27	6.10	2.09	4.20	0.85	3.50	0.66	3.64	0.47	—	—	—	—
2000	—	—	—	—	—	—	—	10.71	8.10	3.50	5.60	0.43	4.20	0.66	3.64	0.47	—	—	—	—
2500	—	—	—	—	—	—	—	—	10.10	6.33	7.00	2.18	5.25	1.01	4.55	0.72	—	—	—	—
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	12.10	7.42	8.40	3.30	6.30	1.57	5.46	1.12	—	—	—	—
																	3.08	0.80	0.27	0.27

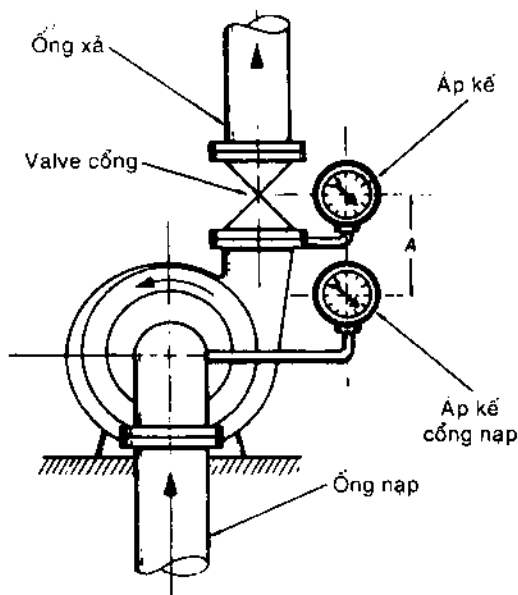
Chú thích Bảng 2-3

- † Ma sát tính theo chiều dài 100 ft ống gang cũ, đối với ống mới có thể nhân với hệ số 0.71.
- * Tổn thất cột áp tính theo ft.
- ‡ Vận tốc ft/giây
- § Cột áp ma sát tính theo ft.

Ví dụ sau đây được dùng để minh họa tính toán tổng cột nước thủy lực bơm có thể làm việc, sử dụng các số đo từ áp kế.

Bài toán

Giả sử khoảng cách A (Hình 2-40) hoặc khoảng cách thẳng đứng từ đường tâm khớp nối áp kế trên ống nạp đến đường tâm của áp kế là 2 feet. Số đo trên áp kế ở cổng xả là 40 pound. Số đo trên áp kế chân không là 15 inch (khi xả 1000 galon nước/phút). Ống xả đường kính 6 inch (tại khớp nối áp kế) và ống nạp đường kính 8 inch (tại khớp nối áp kế). Tính tổng tải thủy lực hoặc tầm dâng.



Hình 2-40. Bơm ly tâm, minh họa vị trí áp kế để lấy số đo tính toán tổng tải thủy lực

Giải

$$40 \text{ (psi)} \times 2.31 \text{ feet} = 92.40 \text{ feet}$$

$$15 \text{ inch chân không (Bảng 2-7)} = 17.01 \text{ feet}$$

$$\text{Khoảng cách} = 2.00 \text{ feet}$$

$$\text{Cột áp vận tốc trong ống 6 inch trừ cột áp vận tốc trong ống 8 inch,} \\ (1.99 - 0.63) = 1.36 \text{ feet}$$

$$\text{Tổng tải thủy lực hoặc tầm dâng} = 112.77 \text{ feet}$$

$$(2.31 \text{ feet} = \text{chiều cao cột nước tác dụng 1 psi})$$

Nếu cổng nạp và cổng xả bơm cùng đường kính tại khớp nối áp kế, cột áp vận tốc bằng nhau ở cả hai ống và không cần điều chỉnh (như yêu cầu trong bài toán trước). Cũng vậy, cột áp ma sát ở ống nạp và ống xả được gộp trong số đo áp kế.

Khi đường kính ống xả nhỏ hơn đường kính ống nạp, sai lệch giữa cột áp vận tốc trong cả hai ống phải được cộng vào tổng tải thủy lực hoặc tầm dâng; trừ sai lệch này nếu đường kính ống nạp nhỏ hơn đường kính ống xả.

Bảng 2-4. Điện tiêu thụ cho bơm

Hiệu suất bơm, động cơ, và biến áp (%)	kWh/24h (100 gallon/phút; cao 100 feet)
30	149.2
34	132.0
38	118.0
42	107.0
45	100.0
50	89.0
55	81.0
60	75.0
65	69.0
70	64.0
75	59.0

Bảng 2-5. Trọng lượng và thể tích nước (gallon tiêu chuẩn)

	Đơn vị Anh	Mỹ
Inch khối/gallon	277.274	231.00
Pound/gallon	10.00	8.3311
Gallon/foot khối	6.232102	7.470519
Pound/foot khối	62.4245	62.4245

Bảng 2-6. Gallon nước/phút cần để cấp cho lò hơi (30 pound, hoặc 3.6 gallon nước/mã lực, bay hơi từ 100° đến 70 pound/inch vuông áp suất hơi)

Công suất lò hơi (H.P)	Nước cấp (gallon)	Công suất lò hơi (H.P)	Nước cấp (gallon)
20	1.2	150	9.0
25	1.5	160	9.6
30	1.8	170	10.2
35	2.1	180	10.8
40	2.4	190	11.4
45	2.7	200	12.0
50	3.0	225	13.5
55	3.3	250	15.0
60	3.6	275	16.5

Công suất lò hơi (H.P)	Nước cấp (gallon)	Công suất lò hơi (H.P)	Nước cấp (gallon)
65	3.9	300	18.0
70	4.2	325	19.5
75	4.5	350	21.0
80	4.8	400	24.0
85	5.1	450	27.0
90	5.4	500	30.0
100	6.0	600	36.0
110	6.6	700	42.0
120	7.2	800	48.0
130	7.8	900	54.0
140	8.4	1000	60.0

Bảng 2-7. Dung tích bình tròn (gallon/foot chiều sâu)

Đường kính trong (ft)	In.	Gallon/ Foot	Đường kính trong (ft)	In.	Gallon/ Foot	Đường kính trong (ft)	In.	Gallon/ Foot
1	0	5.87	7	6	330.38	13	9	1108.06
1	3	9.17	7	9	352.76			
1	6	13.21				14	0	1151.21
1	9	17.98	8	0	375.90	14	3	1192.69
			8	3	399.76	14	6	1234.91
2	0	23.49	8	6	424.36	14	9	1277.86
2	3	29.73	8	9	449.21			
2	6	36.70				15	0	1321.54
2	9	44.41	9	0	475.80	15	3	1365.96
			9	3	502.65	15	6	1407.51
3	0	52.86	9	6	530.18	15	9	1457.00
3	3	62.03	9	9	558.45			
3	6	73.15				16	0	1503.62
3	9	82.59	10	0	587.47	16	3	1550.97
			10	3	617.17	16	6	1599.06
4	0	93.97	10	6	653.69	16	9	1647.89
4	3	103.03	10	9	678.88			
4	6	118.93				17	0	1697.45
4	9	132.52	11	0	710.69	17	3	1747.74
			11	3	743.36	17	6	1798.76
5	0	146.83	11	6	776.77	17	9	1850.53
5	3	161.88	11	9	810.91			
5	6	177.67				18	0	1903.02
5	9	194.19	12	0	848.18	18	3	1956.25
			12	3	881.39	18	6	2010.21
6	0	211.44	12	6	917.73	18	9	2064.91
6	3	229.43	12	9	954.81			
6	6	248.15				19	0	2121.58
6	9	267.61	13	0	992.62	19	3	2176.68
			13	3	1031.17	19	6	2233.52
7	0	287.80	13	6	1070.45	20	0	2349.46
7	3	308.72						

Bảng 2-8. Chuyển đổi số đo trên áp kế chân không (Inch Hg) sang cột áp bằng feet (để đổi thành feet, nhân với 1.13)

Chân không (in)	Feet	Chân không (in)	Feet	Chân không (in)	Feet	Chân không (in)	Feet
¼	0.28	8¼	9.35	16¼	18.42	24¼	27.50
½	0.56	½	9.64	½	18.71	½	27.78
¾	0.85	¾	9.92	¾	18.99	¾	28.07
1	1.13	9	10.21	17	19.28	25	28.35
¼	1.41	¼	10.49	¼	19.56	¼	28.63
½	1.70	½	10.77	½	19.84	½	28.91
¾	1.98	¾	11.06	¾	20.13	¾	29.20
2	2.27	10	11.34	18	20.41	26	29.48
¼	2.55	¼	11.62	¼	20.70	¼	29.76
½	2.84	½	11.90	½	20.98	½	30.05
¾	3.12	¾	12.19	¾	21.27	¾	30.33
3	3.41	11	12.47	19	21.55	27	30.62
¼	3.69	¼	12.75	¼	21.83	¼	30.90
½	3.98	½	13.04	½	22.11	½	31.19
¾	4.26	¾	13.32	¾	22.40	¾	31.47
4	4.54	12	13.61	20	22.68	28	31.75
¼	4.82	¼	13.89	¼	22.96	¼	32.03
½	5.11	½	14.18	½	23.24	½	32.32
¾	5.39	¾	14.46	¾	23.53	¾	32.60
5	5.67	13	14.74	21	23.81	29	32.89
¼	5.95	¼	15.02	¼	24.09	¼	33.17
½	6.23	½	15.31	½	24.38	½	33.46
¾	6.52	¾	15.59	¾	24.66	¾	33.74
6	6.80	14	15.88	22	24.95	30	—
¼	7.08	¼	16.16	¼	25.23		
½	7.37	½	16.45	½	25.51		
¾	7.65	¾	16.73	¾	25.80		
7	7.94	15	17.01	23	26.08		
¼	8.22	¼	17.29	¼	26.36		
½	8.50	½	17.57	½	26.65		
¾	8.79	¾	17.86	¾	26.93		
8	9.07	16	18.14	24	27.22		

TÓM TẮT

Chi tiết quay (bánh công tác) bên trong vỏ bơm ly tâm tạo chuyển động quay nhanh khỏi nước bên trong vỏ, ép nước ra khỏi vỏ qua cổng xả bằng lực ly tâm. Do đó chân không được tạo ra cho phép áp suất khí quyển ép nước vào vỏ bơm qua cổng nạp.

Vỏ hoặc hộp hình xoắn ốc hình thành đường dẫn giãn nở dần, bánh công tác đẩy nước vào. Vỏ được lập tỷ lệ để tạo lưu tốc đồng đều xung quanh chu vi và để giảm dần vận tốc chất lỏng khi lưu động từ bánh công tác đến cổng xả - mục đích là để thay đổi cột áp vận tốc thành cột nước áp suất.

Bơm ly tâm họng hút đơn được chế tạo một hoặc nhiều cấp, bơm ly tâm họng hút kép cũng có thể là đơn cấp hoặc đa cấp. Bơm đơn cấp họng hút kép có thể nâng khối lượng nước lớn đến độ cao vừa phải. Bơm đa cấp về cơ bản là loại bơm cột áp cao hoặc bơm áp suất cao gồm hai hoặc nhiều cấp, tùy theo cột áp của bơm. Có thể có đến tám cấp trong một vỏ bơm.

Hiệu suất bơm ly tâm được xác định theo kiểu bánh công tác. Ba kiểu cánh gạt thường dùng trong bánh công tác là: hở, nửa kín, và kín, tùy theo công việc, hiệu suất mong muốn, và chi phí. Bánh công tác loại kín thường được xem là bánh công tác hiệu quả hơn. Cánh gạt được đúc hoàn toàn cả hai phía và được thiết kế để tránh sự bít kín của các vật liệu sợi giữa nắp đứng yên và bánh công tác quay.

Không nên vận hành bơm ly tâm khi chưa mỗi đầy chất lỏng. Nếu bơm chạy không có chất lỏng sẽ gây hư hỏng các chi tiết quay bên trong cần chất lỏng để bôi trơn. Ba phương pháp mỗi bơm là phương pháp phun, phương pháp dùng bơm hút bằng tay (hoặc bơm không khí có động cơ), phương pháp valve đáy và xả phía trên. Hệ thống mỗi tự động, điều khiển bằng phao và bồn dự trữ chân không, được dùng trên một số loại bơm.

Khe hở mặt bên được tạo giữa các chi tiết bơm đứng yên và quay để bù cho các biến thiên nhỏ và cho sự giãn nở của vỏ và rotor khi chúng bị nóng. Màng chắn đứng yên, vòng bù độ mòn, rãnh trở về, ... (bên trong vỏ bơm) đường kính nhỏ hơn lỗ khoan vỏ bơm một chút, được gia công cho miếng đệm giữa các mặt bích.

Nếu mực nước cung cấp cao hơn đường tâm của bơm, bơm đang vận hành dưới cột áp nạp. Cột áp xả là khoảng cách thẳng đứng đo từ đường tâm của bơm và mức nước được nâng cao.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nguyên lý vận hành cơ bản của bơm ly tâm là gì?
2. Vỏ bơm xoắn ốc theo tỷ lệ nào?
3. Liệt kê ba loại cánh gạt bánh công tác.
4. Ưu điểm chính của bơm một cấp hòng hút kép là gì?
5. Bơm đa cấp phù hợp với loại công việc nào?
6. Bánh công tác loại dòng hướng trục phù hợp với loại công việc nào?
7. Lực ly tâm đẩy lưu chất theo hướng nào?
8. Sự khác nhau giữa cánh gạt và bánh công tác là gì?
9. Lô bánh công tác có nghĩa là gì?
10. Bơm xoắn ốc có tên gọi từ đâu?
11. Sự khác nhau giữa bơm hòng hút đơn và bơm hòng hút kép là gì?
12. Điều gì xác định hiệu suất bơm ly tâm?
13. Cánh gạt loại hờ phù hợp tốt nhất với loại bơm nào?
14. Thế nào là sự cân bằng tự nhiên ở bơm đơn cấp?
15. Thế nào là sự cân bằng cơ học ở bơm ly tâm?
16. Hộp nắp bit ở trên bơm là gì?
17. Loại dẫn động nào dùng cho bơm ly tâm?
18. Loại ổ bi chặn nào dùng cho bơm đa cấp?
19. Tại sao đảm bảo chiều quay đúng trên bánh công tác của bơm ly tâm là quan trọng?
20. Liệt kê ba phương pháp được dùng để mỗi bơm ly tâm.
21. Vòng bit là gì?
22. Vòng bit graphite được dùng ở đâu?
23. Điều gì làm bơm bị rung?
24. Liệt kê bốn lý do bơm bị giảm công suất, giảm áp suất, hoặc không có nước.
25. Điều gì làm bơm bị hút nước sau khi khởi động.

Chương 3 – BƠM QUAY

Bơm quay chủ yếu được dùng làm nguồn cung cấp năng lượng lưu chất trong hệ thống thủy lực, được sử dụng rộng rãi trên máy công cụ, máy bay, xe ô tô, máy in, bộ truyền động và các ứng dụng trang thiết bị di động.

Một bộ ký hiệu được thiết lập cho bơm và các bộ phận thủy lực khác, được Viện Tiêu chuẩn Quốc gia Mỹ phê chuẩn, và được gọi là ký hiệu đồ họa ANS. Các ký hiệu này trợ giúp người thiết kế mạch và nhân viên kiểm tra bảo trì hệ thống thủy lực. Trong các hình ảnh từng loại bơm được minh họa ở chương này sẽ có ký hiệu đồ họa ANS cho bơm đó.

NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

Bơm quay mức chất lỏng liên tục từ buồng bơm, trong khi bơm ly tâm truyền vận tốc vào dòng chất lỏng. Bơm quay là bơm dịch chuyển dương (bơm thể tích) với chuyển động tròn; bơm ly tâm là bơm dịch chuyển không dương.

Bơm quay được phân loại theo thành phần đẩy lưu chất như sau:

- Loại bánh răng.
- Loại cánh gạt.
- Loại piston.

Bơm bánh răng

Bơm bánh răng là loại được truyền động bằng động cơ, có hai hoặc nhiều bánh răng ăn khớp được bao kín trong vỏ có hình dạng phù hợp. Bơm bánh răng là loại bơm phân phối dương và chỉ có thể thay đổi tốc độ phân phối bằng cách thay đổi tốc độ quay của trục bơm. Hiệu suất bơm bánh răng tùy thuộc chủ yếu vào độ chính xác khi gia công và lắp ráp các chi tiết.

Bơm bánh răng khá dụng với khoảng công suất rộng, từ dưới 1 galon/phút (gpm) đến hơn 100 galon/phút, và áp suất thấp hơn 100 psi đến trên 3000 psi.

Hai bánh răng lắp sát nhau bên trong vỏ. Dầu thủy lực được dẫn đến xung quanh chu vi hai bánh răng và sau đó bị ép qua cổng xả do sự ăn khớp hai răng tại điểm tiếp xúc của hai bánh răng. Bơm bánh răng cũng được phân loại theo kiểu bánh răng được dùng:

- Bánh răng trụ.
- Bánh răng xoắn.
- Bánh răng chữ V.
- Bánh răng đặc biệt, chẳng hạn nguyên lý Gerotor.

Bánh răng trụ

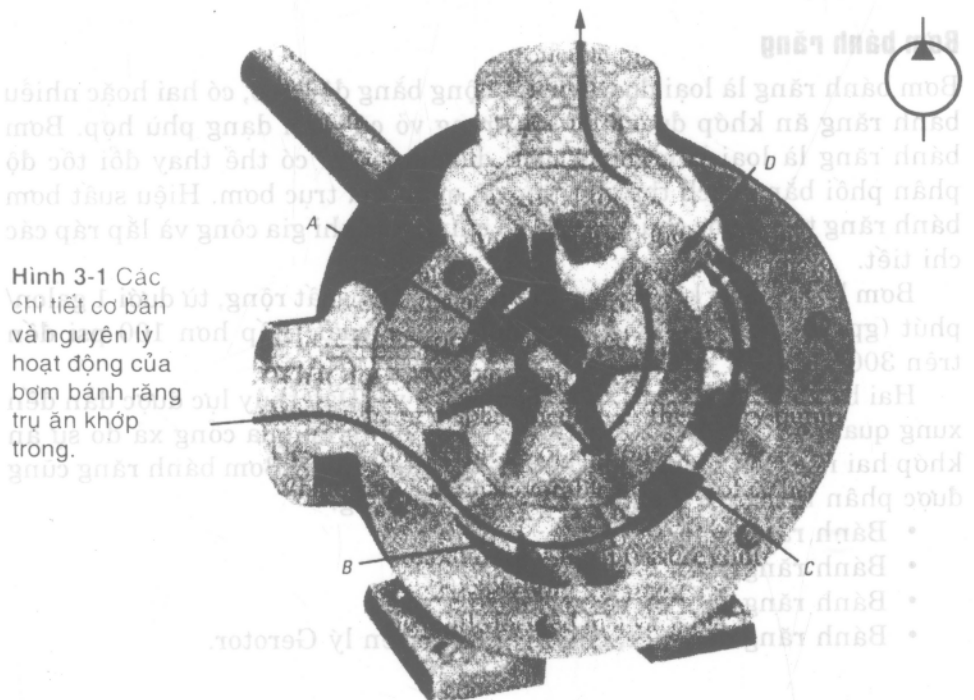
Hai loại bơm quay bánh răng trụ bao gồm:

- Loại ăn khớp ngoài.
- Loại ăn khớp trong.

Trong vận hành bơm bánh răng loại ăn khớp ngoài, các khoảng chân không hình thành khi từng cặp răng ăn khớp tách ra và áp suất khí quyển đẩy chất lỏng đi vào để làm đầy các khoảng trống. Chất lỏng này điền đầy không gian giữa hai răng liền kề đi dọc theo chúng. Điều này xảy ra khi chúng quay và chất lỏng bị buộc đi ra ngoài qua cổng xả. Đó là vì sự ăn khớp của răng trong suốt quá trình quay hình thành một vòng đệm kín phân chia phần nạp và phần xả của buồng thứ cấp.

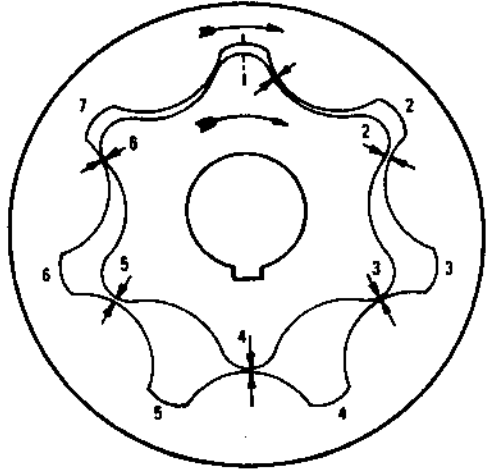
Trong vận hành bơm quay loại bánh răng ăn khớp trong, lực tác dụng vào rotor và truyền đến bánh răng trung gian ăn khớp. Khi các răng ra khỏi khớp, sự tăng thể tích tạo ra một phần chân không. Áp suất khí quyển buộc chất lỏng đi vào không gian này và giữ lại giữa các răng của rotor và bánh răng trung gian cho đến khi sự ăn khớp của răng buộc chất lỏng từ không gian này đi ra khỏi bơm. Loại bơm quay bánh răng ăn khớp trong được minh họa trên Hình 3-1 chỉ có hai chi tiết chuyển động: rotor và bánh răng trung gian được gia công chính xác. Răng của bánh răng trong và bánh răng trung gian tách ra ở cổng hút và ăn khớp lại ở cổng xả.

Chiều quay của trục sẽ xác định cổng nào là cổng hút và cổng nào là cổng xả. Hình 3-1 minh họa chiều quay xác định cổng hút và cổng xả.



Hình 3-1 Các chi tiết cơ bản và nguyên lý hoạt động của bơm bánh răng trụ ăn khớp trong.

Khi các chi tiết bơm (bánh răng) ra khỏi khớp, điểm A, chất lỏng được hút vào cổng hút; khi bánh răng vào khớp, điểm B, chất lỏng bị đẩy ra cổng xả. Đảo ngược chiều quay sẽ làm đảo ngược dòng chảy qua bơm. Khi xác định chiều quay của trục luôn luôn nhìn từ đầu trục bơm. Trừ khi được qui định khác, chiều quay được thừa nhận cùng chiều kim đồng hồ (CW), cổng hút ở phía phải của bơm.



Hình 3-2. Sơ đồ cơ cấu Gerotor.

Các chi tiết dạng bánh răng ăn khớp ngoài và ăn khớp trong được kết hợp trong cơ cấu Gerotor (Hình 3-2). Trong cơ cấu Gerotor, hình dạng răng Gerotor bên trong được tạo từ hình dạng các răng bên ngoài, sao cho mỗi răng Gerotor bên trong lúc nào cũng tiếp xúc trượt với Gerotor bên ngoài, tạo sự ăn khớp dòng chất lỏng kín liên tục. Khi các răng ra khỏi khớp, không gian giữa chúng tăng kích thước, tạo ra một phần chân không, dòng chất lỏng bị đẩy vào từ cổng hút đến không gian các răng mở rộng. Khi buồng này đạt thể tích tối đa sẽ thông với cổng xả. Khi buồng thu nhỏ kích thước do các răng ăn khớp, chất lỏng bị đẩy ra khỏi bơm.

Bánh răng xoắn

Bơm quay bánh răng xoắn thích hợp cho các công việc như bôi trơn áp lực, thủy lực, cung cấp nhiên liệu hoặc bơm chuyển tải chất lỏng sạch. Loại bơm này tự mỗi và cũng vận hành tùy theo chiều quay trục bơm. Bơm quay thích hợp với các ứng dụng ở nơi cần thiết bị vận hành êm và gọn nhẹ (chẳng hạn, máy thủy lực và thang máy).

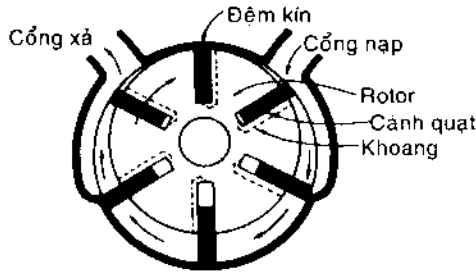
Bánh răng chữ V

Bơm quay có bánh răng chữ V là loại thiết bị gọn nhẹ và vận hành êm.

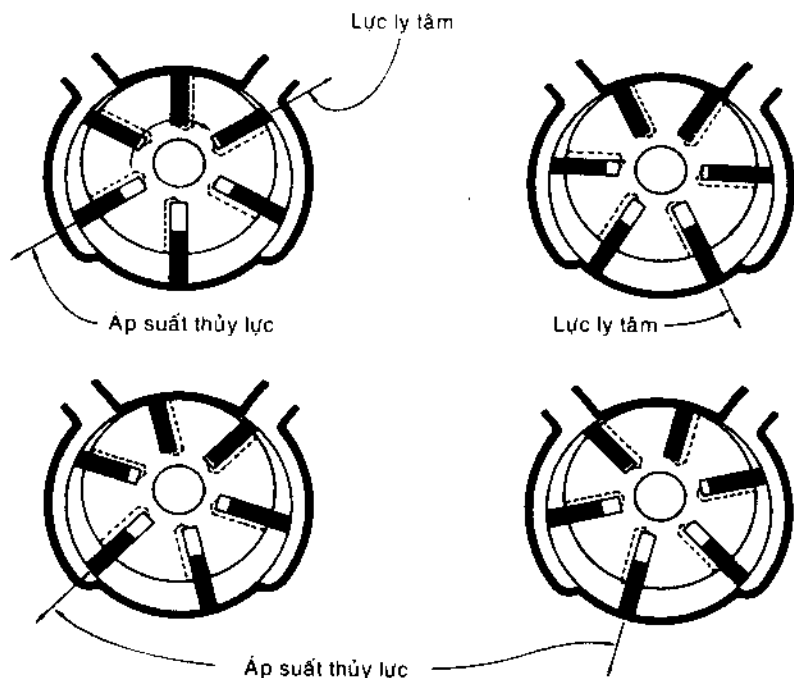
Bơm cánh gạt

Các loại bơm cánh gạt quay (Hình 3-3) cũng hoạt động dựa trên nguyên lý tăng kích thước khoang để tạo thành chân không, khoảng trống được điền đầy chất lỏng, rồi buộc chất lỏng ra khỏi bơm bằng áp suất do giảm bớt thể tích.

Các cánh gạt trượt hoặc các cánh gạt lắp vừa khít vào các khe



Hình 3-3. Chi tiết bơm cánh gạt quay.



Hình 3-4. Nguyên lý hoạt động bơm cánh gạt quay. Tác động luân phiên của lực ly tâm và áp suất thủy lực giữ các cánh gạt tiếp xúc liên tục với vách vỏ bơm.

trên rotor. Phía trước các khe và theo chiều quay, các khoang nhận chất lỏng từ cánh gạt bơm. Điều này di chuyển chúng ra ngoài với một lực hoặc áp suất khóa thay đổi trực tiếp theo áp lực làm việc của bơm. Các khoang này cũng làm thay đổi chân không bên phía hút. Chu kỳ hoạt động, sự tác động luân phiên của lực ly tâm, và áp suất thủy lực giữ các cánh gạt tiếp xúc với vỏ ngoài (Hình 3-4).

Các loại bơm cánh gạt bao gồm:

- Bơm một cấp.
- Bơm hai cấp.

Bơm cánh gạt hai cấp có thể gồm hai bơm một cấp. Chúng được lắp đối đầu trên cùng một trục. Bơm cánh gạt tổ hợp cũng khả dụng, gồm hai bơm lắp chung trên trục. Bơm lớn có thể bơm ở áp suất thấp và bơm nhỏ có thể phân phối áp suất cao. Loại bơm này được gọi là bơm “cao-thấp”.

Trong các bơm một cấp và hai cấp, những chi tiết dễ mòn được đặt trong hộp có thể thay thế được. Vì các hộp bơm trong mỗi series bơm có thể thay thế lẫn nhau, công suất bơm có thể thay đổi nhanh chóng trong phạm vi này.

Trong các bơm cánh gạt có thể tích thay đổi, bộ bù áp suất được dùng để điều khiển áp suất hệ thống cực đại. Dung tích làm việc của bơm được thay đổi tự động để cung cấp lưu tốc chính xác theo yêu cầu của hệ thống.

Nếu dung tích làm việc của bơm thay đổi, áp suất hệ thống được duy trì gần như không đổi ở giá trị đã chọn do sự xác lập bù.

Nếu hệ thống thủy lực không yêu cầu lưu lượng, vòng áp suất của bơm gần như ở vị trí trung hòa, chỉ cung cấp cho tổn thất rò rỉ ở áp suất xác lập. Nếu bơm được yêu cầu phân phối lưu lượng toàn phần, áp suất sụt đủ để làm lò xo thiết bị bù đẩy vòng áp suất đến vị trí lưu lượng tối đa. Mọi lưu tốc từ 0 đến cực đại đều được phân phối một cách tự động đến hệ thống để đáp ứng yêu cầu của mạch thủy lực, bằng sự cân bằng áp suất tác động ngược và lực lò xo thiết bị bù. Điều này làm giảm sự tiêu thụ công suất khi lưu tốc giảm. Chế độ vận hành này không yêu cầu rẽ nhánh dòng dầu áp lực, do đó không phát sinh hiện tượng quá nhiệt. Đây là các yếu tố quan trọng về hiệu suất trong mạch thủy lực.

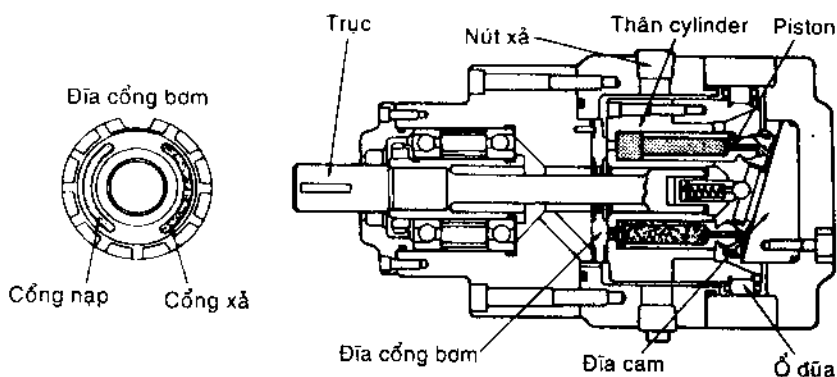
Bơm piston

Bơm piston quay có thiết kế hướng kính hoặc hướng trục. Các loại bơm này có thể được thiết kế với dung tích làm việc không đổi hoặc dung tích làm việc biến thiên.

Các piston được sắp xếp xung quanh nòng rotor trong bơm hướng kính. Chuyển động tịnh tiến truyền đến các piston sao cho các piston đó đi qua cổng phía dưới trục xoay phân phối dầu đến cổng đó, trong khi các piston đi qua cổng trên để được nạp đầy dầu. Sự phân phối của bơm có thể được điều khiển dung lượng một cách chính xác từ 0 đến cực đại, do piston và sự dịch chuyển của khối trượt có thể được điều khiển chính xác.

Trong bơm piston hướng trục, các piston sắp xếp song song với trục rotor bơm. Bộ truyền động bơm làm quay ống cylinder. Chuyển động tịnh tiến hướng trục của piston bơm bị giới hạn trong xi lanh bằng chốt hãm, được lò xo đẩy về hướng đĩa cam. Hành trình piston và khối lượng dầu phân phối giới hạn theo góc đĩa cam (Hình 3-5).

Bơm dung tích biến thiên sử dụng cơ cấu thay đổi góc đĩa cam. Cơ cấu này có thể là vô lăng, bộ điều khiển bù áp suất, hoặc điều khiển trực tác động lên thanh treo đu đưa tự do gắn vào đĩa cam để thay đổi góc đĩa cam.



Hình 3-5. Mặt cắt bơm piston hướng trục dung tích làm việc không đổi

KẾT CẤU

Để đảm bảo hoạt động tin cậy, tuổi thọ lâu, các bơm quay phải có kết cấu vững chắc. Các bộ phận công suất thủy lực có thể thực hiện thỏa đáng ở áp suất vận hành cao hơn cần thiết để đáp ứng nhu cầu của thiết bị tác động dương nhanh hơn và mạnh hơn.

Bơm bánh răng

Các bơm bánh răng công suất lớn có thể chịu các điều kiện hoạt động nặng nề, kết cấu đơn giản và có tính kinh tế, chi phí bảo dưỡng thấp. Bơm bánh răng hiệu suất thể tích cao tùy thuộc vào việc duy trì sự kín khít bề mặt tiếp xúc trên tất cả các răng bánh răng. Toàn bộ bề mặt răng được gia công tinh chính xác và từng cặp răng phải ăn khớp gần như hoàn hảo.

Bơm bánh răng được chế tạo với ít chi tiết làm việc hơn so với nhiều loại bơm khác. Vỏ bơm có ren côn, mặt bích phân tách theo tiêu chuẩn SEA hoặc khớp nối ren thẳng, và không có lỗ thông hoặc lỗ thông phía trái hoặc phải. Bơm được dùng để xử lý tất cả các loại chất lỏng với khoảng lưu lượng bơm và áp suất rộng. Độ nhớt bao quát khá rộng từ xăng dầu, nước, tất cả các sản phẩm hóa dầu, sơn, cho đến mật đường. Chúng thường được chế tạo từ các vật liệu sau đây:

1. *Tiêu chuẩn* - Vô gang, các chi tiết làm việc bên trong tùy theo thiết kế riêng của nhà chế tạo.
2. *Hợp kim Fe_2C* - Tất cả các chi tiết bơm tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng đều được chế tạo từ hợp kim Fe-C.
3. *Hợp kim Cu* - Vô gang với các chi tiết bơm bằng hợp kim đồng.
4. *Toàn bộ bằng hợp kim Cu* - Tất cả các chi tiết tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng đều được làm bằng hợp kim đồng.
5. *Chống ăn mòn* - Tất cả các chi tiết tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng đều là các vật liệu có tính chống ăn mòn cao.

Bảng 3-1 liệt kê kết cấu bơm dựa trên loại chất lỏng được bơm. Nếu bơm chất lỏng nóng, nên nhờ phòng kỹ thuật công ty tư vấn trước khi quyết định.

Bảng 3-1. Vật liệu chế tạo bơm thông dụng

Chất lỏng	Vật liệu	Chất lỏng	Vật liệu
Acetic Acid	Chống ăn mòn	Cachaza	Hợp kim Cu
Acetone	Tiêu chuẩn	Calcium Acid Sulfate (conc.)	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Acid Mine Water	Chống ăn mòn	Calcium Acid Sulfate (dil.)	Hợp kim Cu
Alcohol (thương mại)	Tiêu chuẩn	Calcium Brine plus Sod. Cl	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Alcohol (dược phẩm)	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Calcium Chlorate	Chống ăn mòn

Chất lỏng	Vật liệu	Chất lỏng	Vật liệu
Alum	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Calcium Chloride	Chống ăn mòn
Aluminum Chloride	Chống ăn mòn	Calcium Magn. So. Chl.	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Aluminum Sulfate	Chống ăn mòn	Cane Juice	Tiêu chuẩn
Ammonia	Hợp kim Fe ₂ C	Carbolic Acid (dil.)	Tiêu chuẩn
Ammonium Bicarbonate	Hợp kim Fe ₂ C	Carb. Acid Gas in H ₂ O	Hợp kim Fe ₂ C
Ammonium Chloride	Chống ăn mòn	Carbonate of Soda	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Ammonium Nitrate	Hợp kim Fe ₂ C	Carbon Bisulfide	Hợp kim Fe ₂ C
Ammonium Sulfate	Hợp kim Fe ₂ C	Carbon Tetrachloride	Tiêu chuẩn
Aniline Water	Tiêu chuẩn	Caustic Cl. of Magn.	Chống ăn mòn
Asphaltum	Tiêu chuẩn	Caustic Cyanogen	Hợp kim Fe ₂ C
Barium Chloride	Hợp kim Fe ₂ C	Caustic Potash	Hợp kim Fe ₂ C
Barium Nitrate	Hợp kim Fe ₂ C	Caustic Soda	Hợp kim Fe ₂ C
Beer	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Caustic Strontia	Hợp kim Fe ₂ C
Beer Wort	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Caustic Zinc Chloride	Chống ăn mòn
		Cellulose	Chống ăn mòn
Beet Juice	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Cellulose Acetate	Chống ăn mòn
Benzene (coal tar)	Tiêu chuẩn	Chloride of Zinc	Chống ăn mòn
Benzine (oil Dist.)	Tiêu chuẩn	Cider	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Bichloride of Mercury	Chống ăn mòn	Citric Acid	Chống ăn mòn
Blood	Tiêu chuẩn	Coal Tar Oil	Tiêu chuẩn
Body Deadener	Vật liệu đặc biệt	Copperas (Green Vit.)	Chống ăn mòn
Brine (Calcium)	Hợp kim Fe ₂ C	Copper Sulphate (Blue Vit.)	Chống ăn mòn
Brine (Sodium)	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Creosote	Tiêu chuẩn
Brine (Sod. Chl.)	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Creosote Oils	Tiêu chuẩn
Butane	Tiêu chuẩn	Cyanic Acids	Hợp kim Fe ₂ C
Cyanic Liquors	Hợp kim Fe ₂ C	Iron Pyritic Acid	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Cyanide	Hợp kim Fe ₂ C		
Cyanide Potassium	Hợp kim Fe ₂ C	Kerosene	Tiêu chuẩn
Cyanogen	Hợp kim Fe ₂ C		
		Lard	Hợp kim Fe ₂ C

Chất lỏng	Vật liệu	Chất lỏng	Vật liệu
Distillery Wort	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Lime Water	Hợp kim Fe ₂ C
Dog Food	Special Construction	Linseed Oil	Tiêu chuẩn
Duco (nóng)	Special Construction	Lye (Caustic)	Hợp kim Fe ₂ C
Dye Wood Liquors	Hợp kim Cu	Lye (Salty)	Chống ăn mòn
Ethyl Acetate	Tiêu chuẩn	Magnesium Sulfate	Hợp kim Fe ₂ C
Ethyl Chloride	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Mash	Hợp kim Cu
Ethylene Chloride	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Methanol	Tiêu chuẩn
Ethylene Glycol	Tiêu chuẩn	Milk of Lime	Hợp kim Fe ₂ C
		Molasses	Tiêu chuẩn
Fatty Acids	Chống ăn mòn	Mustard	Chống ăn mòn
Ferrous Chloride	Chống ăn mòn		
Ferrous Sulfate	Chống ăn mòn	Naptha	Tiêu chuẩn
Fuel Oil (See Petr. Oils)	Tiêu chuẩn	Nitric Acid (diluted)	Chống ăn mòn
Furfural	Tiêu chuẩn	Paraffin (nóng)	Tiêu chuẩn
Gasoline	Tiêu chuẩn	Peroxide of Hydrogen	Chống ăn mòn
Glue	Tiêu chuẩn	Petroleum Ether	Hợp kim Cu
Glycerine	Tiêu chuẩn	Petroleum Oil	Tiêu chuẩn
Grape Juice	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Potash	Chống ăn mòn
Gun Cotton Brine	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Potassium Carbonate	Hợp kim Fe ₂ C
		Potassium Chloride	Chống ăn mòn
Heptane	Tiêu chuẩn	Potassium Cyanide	Hợp kim Fe ₂ C
Hydrocyanic Acid	Hợp kim Cu	Potassium Nitrate	Hợp kim Fe ₂ C
Hydroflusilic Acid	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Potassium Sulfate	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Propane	Tiêu chuẩn	Sweet Water	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
		Syrup	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Rapeseed Oil	Toàn bộ bằng hợp kim Cu		
Rhigolene (oil dust)	Tiêu chuẩn	Tan Liquor	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
		Tar	Tiêu chuẩn
Sal Ammoniac	Chống ăn mòn	Tar and Ammonia in Water	Tiêu chuẩn
Salt Brine (3% salt)	Tiêu chuẩn	Tomato Pulp	Chống ăn mòn

Chất lỏng	Vật liệu	Chất lỏng	Vật liệu
Salt Brine (>3% salt)	Chống ăn mòn	Trisodium Phosphate	Hợp kim Fe ₂ C
Sea Water	Tiêu chuẩn	Turpentine Oil	Tiêu chuẩn
Soap Water	Hợp kim Fe ₂ C		
Soda Ash (cold)	Hợp kim Fe ₂ C	Urine	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sodium Bicarbonate	Hợp kim Fe ₂ C		
Sodium Hydroxide	Chống ăn mòn	Vegetable Oil (general)	Tiêu chuẩn
Sodium Hyposulfite	Chống ăn mòn	Vinegar	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sodium Nitrate	Hợp kim Fe ₂ C	Vitriol, Blue	Chống ăn mòn
Sodium Sulfate	Chống ăn mòn	Vitriol, Green	Chống ăn mòn
Sodium Sulfide	Chống ăn mòn		
Starch	Tiêu chuẩn	Water (constant duty)	Tiêu chuẩn
Strontium Nitrate	Hợp kim Fe ₂ C	Water (intermittent duty)	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sugar	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Whiskey	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sulfide of Hydrogen	Chống ăn mòn	Wine	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sulfide of Sodium (nóng)	Chống ăn mòn		
Sulfur Dioxide	Chống ăn mòn	Wood Pulp	Hợp kim Cu
Sulfur in Water	Toàn bộ bằng hợp kim Cu	Yeast	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sulfuric Acid (conc.)	Chống ăn mòn		
Sulfuric Acid (diluted)	Chống ăn mòn	Zinc Chloride	Chống ăn mòn
Sulfuric Acid (fuming)	Chống ăn mòn	Zinc Nitrate	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sulfurous Acid (conc.)	Chống ăn mòn	Zinc Sulfate	Toàn bộ bằng hợp kim Cu
Sulfurous Acid (diluted)	Chống ăn mòn		

Nắp bơm công suất thủy lực thường được chuyên biệt và mã hóa. Các chi tiết này rất quan trọng khi chuyên biệt yêu cầu kỹ thuật và đặt mua phụ tùng. Nắp đầu trục có dạng mặt bích hoặc đệm lắp ráp có bạc lót, và nắp phía xả có thể không có lỗ thông hoặc có bố trí lỗ thông.

Trục dẫn động cũng được chuyên biệt và đặt hàng theo mã số. Chúng cũng có thể là trục then hoa hoặc trục chốt thẳng.

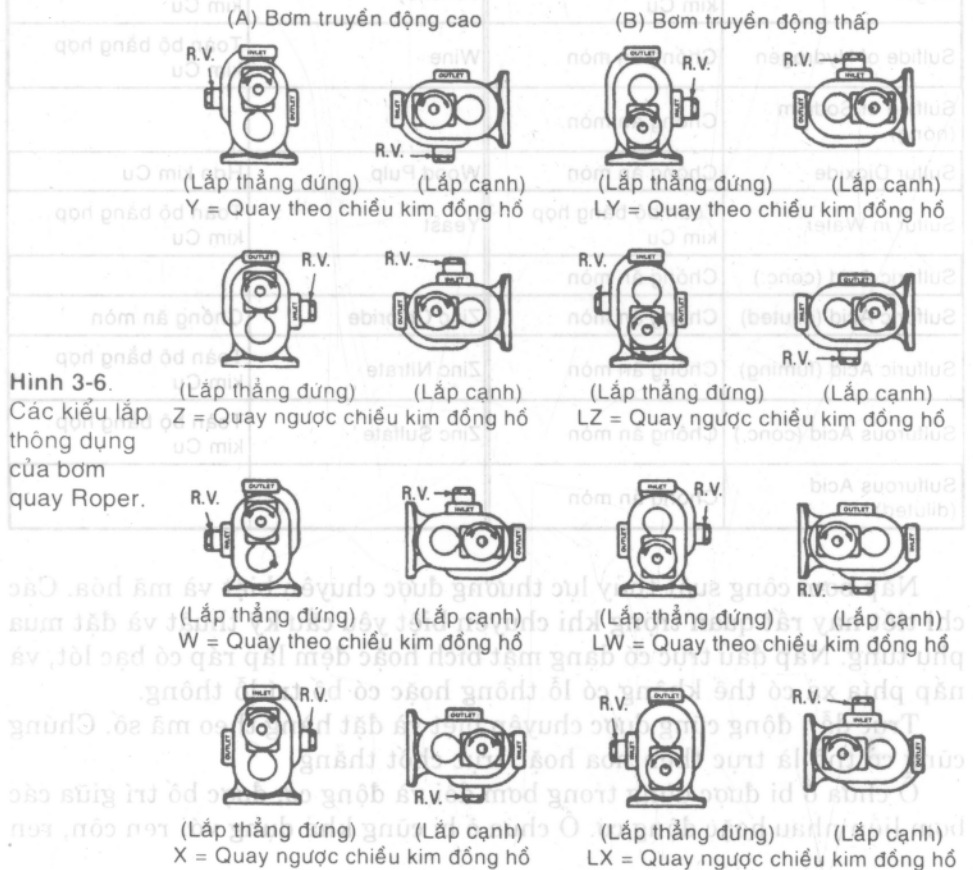
Ô chứa ổ bi được dùng trong bơm đôi và động cơ, được bố trí giữa các bơm liên nhau hoặc động cơ. Ô chứa ổ bi cũng khả dụng với ren côn, ren

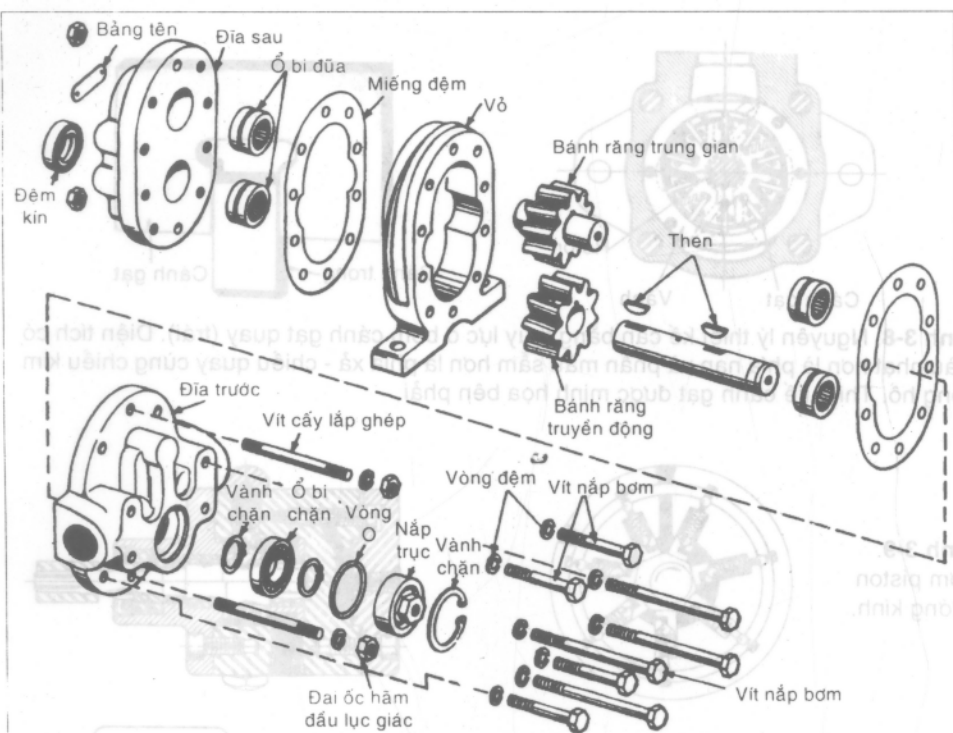
tiêu chuẩn SAE, và khớp nối răng thẳng, không có lỗ thông hoặc có lỗ thông bên phải hoặc bên trái.

Một số loại bơm bánh răng đa năng sử dụng hộp vít để làm kín trục. Vòng vít có thể điều chỉnh theo khoảng hở nhỏ nhằm giảm ma sát cho trục quay. Đệm kín cơ học tiêu thụ công suất thấp hơn so với vòng vít, có tuổi thọ lâu hơn trong các điều kiện vận hành bình thường, và không yêu cầu điều chỉnh. Đệm kín cơ học chuyên biệt, chẳng hạn được chế tạo bằng teflon (chống ăn mòn và chịu được đến 500°F), được sử dụng trong loại bơm chất lỏng nóng và ăn mòn.

Trong bơm quay, khoang hơi nước, giữa vỏ bơm và vành đỡ phía ngoài, có thể truyền nhiệt hiệu quả cho cả bơm và đệm kín. Loại khoang này được sử dụng khi bơm nước nóng, hơi nước, dầu truyền nhiệt; hoặc được dùng dưới dạng buồng làm nguội. Khoang hơi nước rất thích hợp khi cần bơm chất lỏng có độ nhớt cao (chẳng hạn, hỗn hợp nhựa asphalt, creosote, đường tinh luyện, bột ngô,...).

Valve an toàn điều chỉnh, lắp trong tấm mặt bơm, cho phép loại bỏ ống phía ngoài, bảo vệ bơm khi áp suất ống xả tăng cao; cho phép người vận hành đóng đường xả không cần dừng bơm trong các điều kiện vận





Hình 3-7. Các chi tiết của bơm bánh răng.

hành tiêu chuẩn. Hiện có nhiều loại kích cỡ lò xo để điều chỉnh qua khoảng vận hành toàn phần của bơm, từ 30 đến 100 psi.

Nhiều kiểu lắp đặt bơm khả dụng (Hình 3-6) bảo đảm tính thuận tiện khi lắp đặt bơm quay. Tấm đế và giá lắp cho phép nối ghép bơm với động cơ tạo thành bộ truyền động hoàn chỉnh. Bơm bánh răng còn có thể được lắp đặt theo kiểu chân đế và kiểu chân trụ.

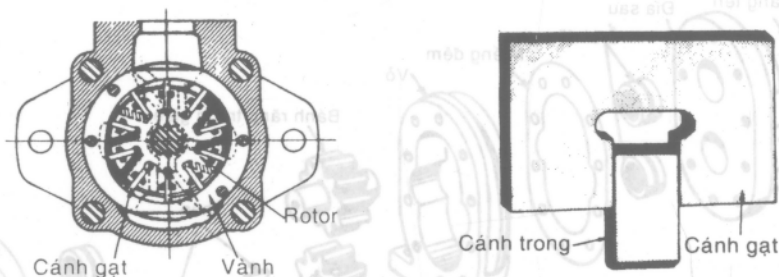
Như đã đề cập, bơm bánh răng có thiết kế đơn giản, ít chi tiết làm việc hơn so với bơm piston và bơm cánh gạt. Hình 3-7 minh họa các chi tiết chính của bơm bánh răng.

Bơm cánh gạt

Hình 3-8 minh họa nguyên lý thiết kế cân bằng thủy lực. Tải trọng trên ổ đỡ do áp suất tạo ra được loại bỏ, do đó chỉ còn tải hướng kính từ bộ truyền động. Các lỗ thông trong rotor hướng áp suất từ không gian phía sau cánh gạt đến các biên phía dưới chúng. Biên phía ngoài cánh gạt được gia công theo dạng côn, liên tục duy trì sự cân bằng thủy lực, ngoại trừ phần diện tích được chọn trước phía trong cánh gạt.

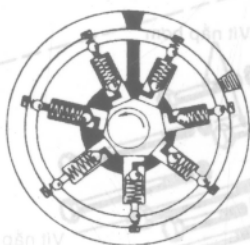
Bơm piston

Bơm piston hướng kính là bơm áp suất cao, mạnh, và có kết cấu gọn nhẹ. Vách piston được làm côn để phần cạnh mỏng có thể giãn nở tựa vào



Hình 3-8. Nguyên lý thiết kế cân bằng thủy lực ở bơm cánh gạt quay (trái). Diện tích có màu nhạt hơn là phía nạp và phần màu sẫm hơn là phía xả - chiều quay cùng chiều kim đồng hồ. Thiết kế cánh gạt được minh họa bên phải.

Hình 3-9.
Bơm piston hướng kính.

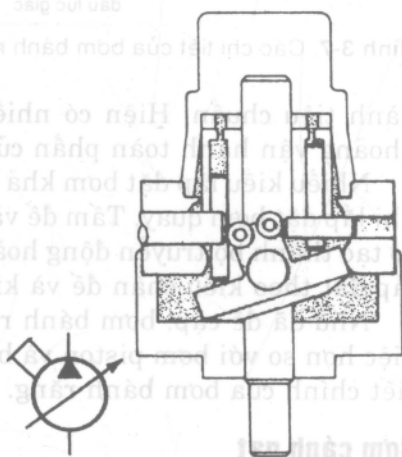
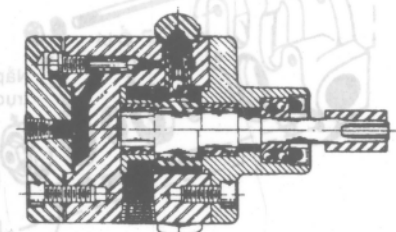


vách cylinder khi có áp suất tác dụng. Áp suất càng cao, sự làm kín càng tốt, cho phép tăng hiệu suất của hệ thống áp suất cao. Valve một chiều tác động dương hút và xả dầu cho từng piston. Valve hút một chiều được đẩy vào mặt tựa dương do tác động nhanh của piston. Hình 3-9 minh họa mặt cắt của bơm piston hướng kính.

Hình 3-10 minh họa bơm piston hướng trục dung tích biến thiên. Piston vận hành tựa vào cam nghiêng hoặc vấu. Lượng phân phối của bơm tỷ lệ thuận với độ nghiêng của vấu được làm nghiêng bằng tay hoặc tự động nhờ các loại điều khiển khác nhau.

LẮP ĐẶT VÀ VẬN HÀNH

Nhiều nguyên tắc cơ bản về lắp đặt, vận hành, và bảo dưỡng áp dụng cho bơm ly tâm cũng có thể áp dụng cho bơm quay. Vì bơm quay thường nhỏ hơn nhiều so với bơm ly tâm, do đó móng thường nhỏ hơn nhưng các yêu cầu thì tương tự.



Hình 3-10. Bơm piston hướng trục dung tích biến thiên với cam hoặc vấu nghiêng để điều khiển lưu lượng phân phối của bơm.

Sự thẳng hàng

Sự thẳng hàng chính xác được yêu cầu để vận hành bơm hiệu quả. Khớp nối linh hoạt không thể bù cho việc lắp không thẳng hàng. Nếu cụm bơm quay được chỉnh thẳng hàng một cách chính xác, khớp nối linh hoạt có thể đáp ứng yêu cầu ngăn chặn sự truyền lực dọc trục từ máy này đến máy khác, và bù cho sai lệch thẳng hàng nhỏ có thể xảy ra trong quá trình hoạt động bình thường.

Mọi cụm bơm hầu như đều được lắp thẳng hàng chính xác ở nhà máy trước khi vận chuyển. Sau khi lắp ráp, cụm bơm được chỉnh thẳng hàng bằng cách đặt tấm đế lên bề mặt phẳng và làm phẳng bằng các miếng đệm. Các miếng đệm được chèn vào bên dưới chân của cả bơm và bộ dẫn động để đạt được sự thẳng hàng chính xác.

Trong nhiều trường hợp, nhà sản xuất không thể chịu toàn bộ trách nhiệm về sự vận hành cơ khí thích hợp, bởi vì các tấm đế không cứng vững. Điều này có nghĩa là cụm bơm phải được chỉnh thẳng hàng chính xác sau khi lắp đặt trên móng. Cụm bơm thường được chống đỡ trên nền móng bằng các nêm đặt gần các bulông đế. Các nêm bên dưới tấm đế được điều chỉnh cho đến khi kiểm tra bằng ống nivô đặt trên miếng đệm cho thấy trục bơm thẳng hàng.

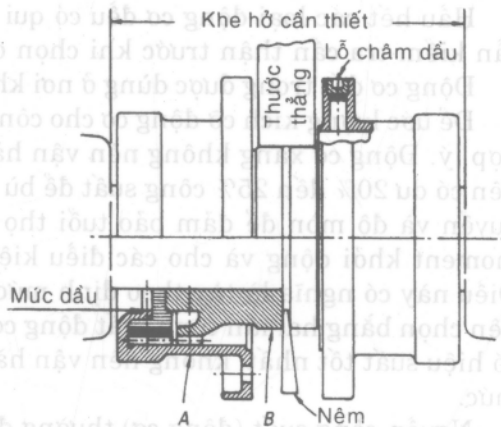
Cần kiểm tra và điều chỉnh sự thẳng hàng giữa nửa khớp nối của bộ dẫn động và nửa khớp nối của bơm. Trục có thể đo thẳng hàng bằng thước kiểm và thước đo chiều dày (Hình 3-11). Cần xác lập khe hở giữa hai nửa khớp nối sao cho chúng không va vào nhau, cọ xát, hoặc truyền lực dọc trục vào bơm hoặc bộ truyền động.

Trước khi đưa cụm bơm vào hoạt động, cần châm đủ dầu vào các khớp nối. Nên kiểm tra sự thẳng hàng lần nữa sau khi lắp đường ống bơm, bởi vì cụm bơm thường rung động hoặc lệch ra khỏi vị trí khi siết chặt các bulông mặt bích, đặc biệt là khi mặt bích không vuông góc trước khi siết.

Để khử ứng suất hoặc lực kéo trên bơm, cần chống đỡ đường ống nạp và ống xả một cách cẩn thận. Chống đỡ ống không đạt yêu cầu sẽ dẫn đến mất thẳng hàng, ổ bi bị nóng, mòn, và rung máy bơm.

Truyền động bơm bánh răng quay

Tùy theo yêu cầu công suất và tốc độ, bơm, và nguồn điện, có thể nối trực tiếp hoặc dẫn động qua bộ giảm tốc. Sự giảm tốc cũng có thể đạt được



Hình 3-11. Phương pháp đo thẳng hàng bằng thước thẳng và nêm.

bằng đai chữ V hoặc truyền động xích. Sau đó đặt tải hướng kính trên trục dẫn động bơm. Vì thế, nên thận trọng để đảm bảo bơm được lắp để chịu những điều kiện từ phía bộ dẫn động. Sự thẳng hàng không chính xác và tải trọng hướng kính quá cao có thể làm cho bơm mòn rất nhanh.

Nguồn điện vận hành bơm

Nhà sản xuất bơm có thể cung cấp thông tin đầy đủ về nguồn điện cho bơm bánh răng quay. Vài gợi ý như sau.

Động cơ điện là bộ dẫn động phổ biến nhất sử dụng cho bơm quay. Tài liệu hướng dẫn của nhà sản xuất trình bày yêu cầu công suất phù hợp với các xác lập điều kiện cho trước. Nếu yêu cầu công suất trong khoảng giữa hai cấp động cơ, hãy chọn cấp động cơ lớn hơn. Động cơ điện có thể chịu sự quá tải tạm thời, không gây ra hậu quả nghiêm trọng, nhưng nếu vận hành liên tục ở tình trạng quá tải, động cơ sẽ bị cháy.

Điều kiện lắp đặt phải tuân theo loại động cơ được chọn. Có thể đặt động cơ ở nơi trống trải nếu nơi đó khô và sạch. Ở nơi có thể có hơi ẩm, cần chọn động cơ có vỏ bảo vệ, tránh tác động xấu của môi trường. Nếu bơm chất lỏng dễ cháy, cần chọn loại động cơ chống cháy nổ và có bao kín.

Hầu hết các loại động cơ đều có qui định riêng về điều kiện lắp đặt, cần kiểm tra cẩn thận trước khi chọn động cơ.

Động cơ đốt trong được dùng ở nơi không có điện hoặc cần di chuyển.

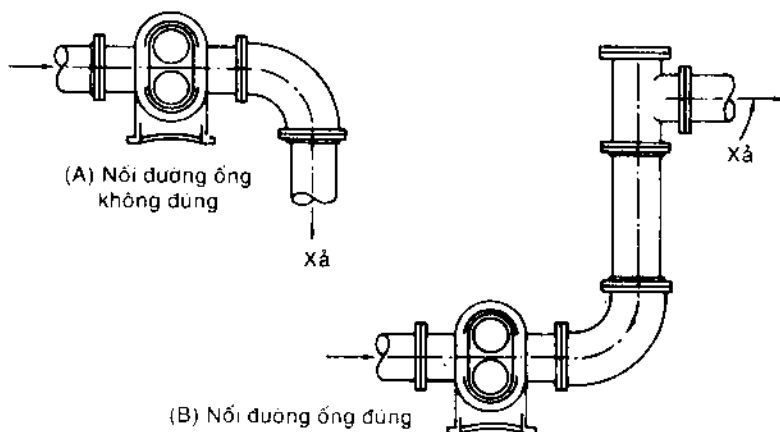
Để ước lượng kích cỡ động cơ cho công việc, cần xem xét hệ số an toàn hợp lý. Động cơ xăng không nên vận hành liên tục với công suất tối đa, nên có dư 20% đến 25% công suất để bù cho các tổn thất do điều kiện khí quyển và độ mòn để đảm bảo tuổi thọ động cơ hợp lý. Cần tăng thêm moment khởi động và cho các điều kiện ứng dụng không bình thường. Điều này có nghĩa là tùy theo định mức công suất thực tế, động cơ xăng nên chọn bằng hai lần công suất động cơ điện với cùng một công việc. Để có hiệu suất tốt nhất, không nên vận hành động cơ dưới 30% tốc độ định mức.

Nguồn công suất (động cơ) thường được dùng trên thiết bị ở nơi bơm là một phần của cụm máy, cùng với tốc độ, công suất, và điều khiển được yêu cầu theo các điều kiện thực tế.

Ống

Yêu cầu tổng quát về lắp đặt ống tương tự như bơm ly tâm. Cần có đủ tấm dăng âm tĩnh (cột áp tĩnh) trên đường nạp, cộng thêm áp suất hơi để bù cho sự bốc hơi chất lỏng bên trong bơm khi bơm các chất lỏng dễ bay hơi (butane, propane, dầu nóng,...). Ống xả cần có thêm đoạn dăng lên cao bằng khoảng năm lần đường kính ống (Hình 3-12). Điều này cho phép khử bọt khí bên trong bơm, và tác động như một vòng đệm kín trong thiết bị chân không cao. Valve trên đỉnh ống xả đứng có thể được dùng để thông khí khi khởi động bơm. Đường ống rẽ nhánh với valve an toàn có thể được sử dụng để bảo vệ bơm khi áp suất tăng đột ngột do ma

Hình 3-12.
Các phương pháp lắp đặt ống xả không đúng (trái) và đúng (phải).



sát trong ống tăng khi thời tiết lạnh hoặc do vô tình đóng các valve trong đường xả. Không nên xác lập trị số của valve an toàn cao hơn 10% áp suất xả tối đa của bơm.

Nếu cần các áo giải nhiệt hơi nước, đường nạp được đặt ở đỉnh và đường xả ở đáy. Trên áo giải nhiệt nước, đường nạp được đặt ở đáy và đường xả đặt ở đỉnh. Các valve được lắp trong đường nạp để điều tiết lượng chất lỏng đến áo giải nhiệt.

Chiều quay

Chiều quay của bơm thường được biểu thị bằng mũi tên trên thân bơm, và tùy theo loại bơm. Ví dụ, trong bơm hai bánh răng xoắn, chiều quay là ngược chiều kim đồng hồ khi quan sát hướng về phía trục ra.

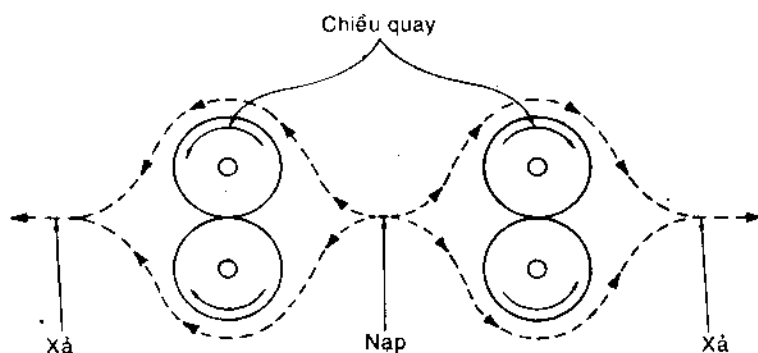
Chiều quay của bơm ổ đĩa răng trong có thể đảo chiều bằng cách tháo nắp ổ bi bên ngoài và hộp nắp bít, sau đó chuyển nút nhỏ trong tấm đúc bên hông sang phía đối diện. Các nút nhỏ này (một nút trong mỗi tấm bên) nên ở phía xả, để tạo sự tuần hoàn qua ổ bi đến đường nạp và duy trì áp suất đường nạp trên hộp nắp bít và đầu trục dẫn động.

Ví dụ, bơm vận hành theo nguyên tắc bánh răng ăn khớp trong có các hướng dẫn sau đây để xác định hướng quay:

- Khi xác định chiều quay mong muốn, người quan sát nên đứng tại đầu trục bơm.
- Chú ý rãnh cân bằng trong để phải ở phía nạp.
- Nếu muốn thay đổi chiều quay, chỉ cần tháo nắp, tháo đế trên và dưới, xoay chúng từ đầu này sang đầu kia để đưa các rãnh sang phía nạp mới và lắp bơm lại.

Nhà sản xuất bơm còn cung cấp loại bơm “đảo chiều tự động”. Bất kể chiều quay của trục và không cần dùng valve an toàn, bơm luôn luôn duy trì dòng chảy theo một chiều.

Xác định chiều quay của loại bơm quay bánh răng xoắn như sau. Để xác định chiều quay, đứng tại đầu dẫn động, đối mặt với bơm. Nếu trục quay từ trái sang phải, chiều quay là cùng chiều kim đồng hồ, nếu trục



Hình 3-13. Dòng chất lỏng và chiều quay của bơm bánh răng.

quay từ phải sang trái, chiều quay là ngược chiều kim đồng hồ. Từ Hình 3-13 có thể thấy sự thay đổi chiều quay của trục dẫn động bơm sẽ đảo chiều dòng chất lỏng, làm cho cổng nạp và cổng xả đổi chiều.

Các động cơ thường quay ngược chiều kim đồng hồ. Chiều quay động cơ được xác định từ vị trí đầu động cơ nối với bơm.

Như minh họa ở ví dụ trước, chiều quay của các loại bơm khác nhau cần tuân theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Vài loại bơm quay có thể đảo ngược và vài loại không thể đảo chiều.

Khởi động và vận hành bơm

Trước khi khởi động cần kiểm tra bơm. Sau đó, cần kiểm tra chiều quay của cơ cấu truyền năng lượng. Nên kiểm tra áp suất hoặc chân không trên phía nạp và áp suất trên phía xả để xác định xem chúng có phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật không và bơm có thể phân phối lưu lượng tối đa mà không làm quá tải thiết bị truyền động.

Nên khởi động với tải đủ nhỏ sau đó tăng dần đến điều kiện làm việc tối đa. Bơm với ổ bi bên ngoài thỉnh thoảng cần bôi trơn bằng mỡ mềm vào ổ bi. Nếu núm vô mỡ không có trên bơm với ổ bi bên trong, sự bôi trơn là không cần thiết.

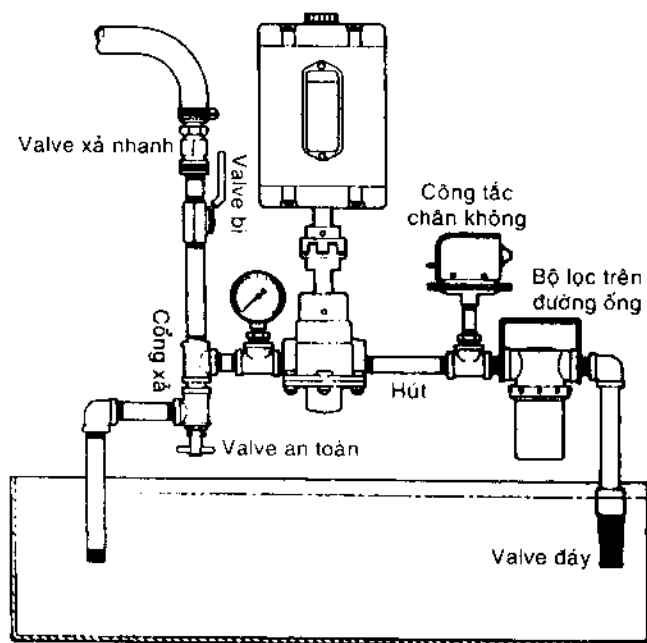
Lắp đặt thực tế

Bơm bánh răng đơn giản với kết cấu đủ bền. Số chi tiết chuyển động tối thiểu đảm bảo tuổi thọ lâu bền và chi phí bảo dưỡng thấp. Các chuẩn thiết kế yêu cầu lưu lượng cao với áp suất vừa phải. Bơm bánh răng tự bôi trơn và bơm chất lỏng nhớt rất tốt. Tất cả các chất lỏng phải không có tạp chất mài mòn như cát, bùn, và bột ướt.

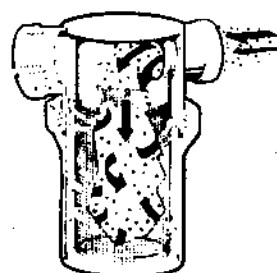
Phía hút

Để có hiệu suất cao, nên lắp bơm càng gần nguồn chất lỏng càng tốt. Hình 3-14 minh họa sự bố trí ống thích hợp của bơm bánh răng và vị trí của các thiết bị khác để vận hành an toàn. Chiều dài ống quá mức và nhiều khuỷu sẽ làm tổn thất lưu lượng, do đó làm giảm hiệu suất của

Hình 3-14.
Lắp đặt bơm bánh răng.



bơm. Nói chung, tổng chiều sâu hút (tổng chiều sâu hút tĩnh và động) không nên vượt quá 15 feet. Không nên giảm tiết diện của hút chỉ để thuận tiện khi lắp ống. Giảm tiết diện của hút sẽ ảnh hưởng xấu đến hoạt động của bơm, tạo ra các hốc khí dẫn đến ăn mòn bên trong bơm. Nên lắp bộ lọc ở phía ống hút (Hình 3-15).



Hình 3-15. Bộ lọc trên đường ống.

Phía xả

Vì bơm bánh răng là loại dịch chuyển dương, cần cẩn thận với việc sử dụng các thiết bị hạn chế (chẳng hạn các valve cổng) trên đường xả cho mục đích tiết lưu. Đóng đường xả đột ngột có thể làm tăng áp suất một cách đột ngột, gây hư hỏng nghiêm trọng cho bơm và động cơ. Nếu cần có sự tiết lưu đường xả, có thể chọn bơm với valve an toàn gắn liền.

Các loại bơm bánh răng

Bơm bánh răng quay được chế tạo bằng gang đúc là lý tưởng để bơm dầu và các chất lỏng tự bôi trơn khác.

Bơm bánh răng quay được chế tạo bằng hợp kim đồng với ổ đỡ carbon tự bôi trơn và valve an toàn. Vật đúc hợp kim đồng chất lượng cao được gia công với dung sai nhỏ có thể đạt được hiệu suất bơm tối đa. Trục bằng thép không rỉ để chống ăn mòn.

Bơm bánh răng bằng thép không rỉ có thân, vỏ, và trục bằng thép không rỉ. Một số loại bơm sử dụng bánh răng bằng polyphenylene sulfide

với vòng đệm kín trục cơ học không rò rỉ Viton. Ống lót graphite không dầu và tự bôi trơn, ổ bi tự làm kín, cho phép giảm sự bảo dưỡng đến mức tối thiểu và kéo dài tuổi thọ cho bơm.

Bơm bánh răng phù hợp với việc bơm chất lỏng nhớt nếu tuân theo các qui tắc sau đây:

- Giảm tốc độ bơm (rpm) theo hướng dẫn trên Bảng 3-2.
- Đường hút và đường xả phải được tăng thêm ít nhất một hoặc hai kích cỡ ống, theo kích cỡ của các chi tiết bơm.
- Tăng công suất động cơ cao hơn giá trị định mức dùng cho bơm nước với cùng áp suất và lưu lượng.

Bảng 3-2. Giảm tốc độ

Độ nhớt SSU	Tốc độ nên dùng (vòng/phút)
50	1725
500	1500
1000	1300
5000	1000
10.000	600
50.000	400
100.000	200

Bảng 3-3 minh họa số phần trăm tăng công suất khi bơm chất lỏng nhớt.

Bảng 3-3. Phần trăm công suất tăng

Áp suất PSI	Độ nhớt SSU						
	30	500	1000	5000	10.000	50.000	100.000
2	—	30	60	120	200	300	400
20	—	25	50	100	160	260	350
40	—	20	40	80	120	220	300
60	—	15	30	60	105	180	250
80	—	12	25	50	90	150	200
100	—	10	20	40	80	120	150

Valve an toàn áp suất

Với bơm có valve an toàn gắn liền, valve này có thể được điều chỉnh và sử dụng để tạm thời ngăn chặn khả năng hư hỏng bơm và động cơ có thể xảy ra khi đường xả bị đóng lại.

Valve an toàn này không được xác lập giá trị tại nơi chế tạo. Sự vận hành lâu trong các điều kiện khóa có thể gây quá nhiệt và nguy hiểm cho bơm.

Để điều chỉnh valve an toàn, tháo nắp đậy vít điều chỉnh valve. Xoay vít điều chỉnh vào sẽ tăng áp suất xác lập. Xoay vít điều chỉnh ra sẽ giảm áp suất xác lập.

Valve an toàn phải luôn luôn đặt trên phần xả của bơm. Cụm valve có thể tháo và đảo chiều trên vỏ bơm để điều chỉnh. Nếu vận hành yêu cầu khóa đường xả trong khi bơm đang chạy, cần sử dụng valve rẽ nhánh an toàn lắp cố định trên đường xả với ống trở về vít cung cấp.

XỬ LÝ SỰ CỐ BƠM QUAY

Bơm quay, tương tự bơm ly tâm, thường ít yêu cầu chú ý trong khi chúng đang chạy. Tuy nhiên, có thể tránh hầu hết các sự cố nếu chỉ cần để ý một chút hơn là không chú ý gì cả. Sự cố xảy ra có thể do các nguyên nhân sau đây.

Không phân phối chất lỏng

Nên áp dụng các bước sau nếu không có chất lỏng được bơm ra:

1. Ngừng bơm lập tức.
2. Nếu bơm chưa được môi, môi bơm theo hướng dẫn.
3. Chiều sâu hút có thể quá lớn. Kiểm tra hệ số này bằng áp kế chân không trên cống nạp. Nếu chiều sâu hút quá cao, hạ thấp bơm xuống và tăng kích thước ống nạp; kiểm tra đường nạp xem có rò rỉ khí hay không.
4. Kiểm tra chiều quay.

Phân phối chất lỏng không đủ

Một trong các nguyên nhân sau có thể làm chất lỏng không được bơm lên đủ:

- Rò rỉ không khí trong đường nạp hoặc qua hộp nắp bít. Tra dầu và siết chặt miếng đệm nắp bít. Sơn khớp nối ống nạp bằng vecni.
- Tốc độ quá thấp. Kiểm tra số vòng quay/phút. Bộ dẫn động có thể bị quá tải hoặc nguyên nhân có thể do điện áp thấp hoặc áp suất hơi thấp.
- Chiều sâu hút có thể quá cao. Kiểm tra bằng áp kế chân không. Một số chất lỏng có thể bay hơi và chiếm một phần dung tích làm việc của bơm.
- Chiều sâu hút quá mức đối với chất lỏng nóng.
- Bơm có thể bị mòn.
- Valve đáy có thể không đủ sâu (không yêu cầu trên nhiều loại bơm).
- Valve đáy quá nhỏ hoặc bị nghẹt.
- Ống được lắp không đúng cách, không khí và khí tạo thành túi bên trong bơm.
- Sự cố cơ học, chẳng hạn, miếng đệm bị lỏng hoặc bơm bị rung.

Bơm chỉ hoạt động trong thời gian ngắn rồi ngưng

Vấn đề này có thể do một trong các nguyên nhân sau:

- Rò rỉ trong ngò nạp.
- Đầu valve nạp không đủ sâu.
- Không khí hoặc khí lọt vào chất lỏng.

- Nguồn cung cấp bị cạn.
- Chất lỏng bốc hơi trong đường nạp. Kiểm tra bằng áp kế chân không để đảm bảo áp suất trong bơm lớn hơn áp suất hóa hơi của chất lỏng.
- Túi không khí hoặc khí trong đường nạp.
- Bơm bị nghẹt do cát hoặc các chất ăn mòn khác trong chất lỏng.

Mòn nhanh

Vài nguyên nhân gây mòn nhanh bên trong bơm:

- Tụ chất trong chất lỏng được bơm. Có thể lắp bộ lọc lưới mịn trong đường nạp.
- Sự căng ống trên vỏ bơm làm cho các chi tiết làm việc bị kẹt. Có thể nối lỏng các mối nối ống và kiểm tra sự thẳng hàng.
- Bơm vận hành với áp suất quá cao.
- Sự ăn mòn làm tăng độ nhám của các bề mặt.
- Bơm chạy khô hoặc không đủ chất lỏng.

Bơm tiêu thụ quá nhiều điện

Nếu bơm tiêu thụ điện năng quá mức, có thể do:

- Tốc độ quá nhanh.
- Chất lỏng nặng hoặc nhớt hơn nước.
- Các sự cố về phần cơ khí như trục bị cong, các bộ phận quay bị dính, nắp bít quá chặt, không thẳng hàng do khớp nối đường ống không phù hợp hoặc lắp đặt trên móng làm cho đế bơm bị lệch.
- Không thẳng hàng của các khớp nối (các bộ nối trực tiếp).

Vận hành ồn

Nguyên nhân gây tiếng ồn có thể do:

- Nguồn cung cấp không đủ, có thể do chất lỏng bay hơi trong bơm. Điều này có thể điều chỉnh bằng cách hạ thấp bơm và tăng kích thước ống nạp.
- Rò rỉ không khí trong ống nạp, gây tiếng ồn lộp bộp trong bơm.
- Các túi khí hoặc không khí trong ống nạp.
- Bơm không thẳng hàng, tiếp xúc kim loại giữa rotor và vỏ.
- Bơm vận hành với áp suất quá cao.
- Khớp nối không cân bằng.

TÍNH TOÁN

Trong tất cả các lắp đặt, điều quan trọng là tính kích cỡ bơm, công suất, chiều sâu hút, cột áp, tổng tải,... nhằm xác định hệ thống vận hành với hiệu suất cực đại.

Kích cỡ bơm chính xác

Điều quan trọng là xác định bơm quá lớn hay quá nhỏ so với yêu cầu công việc – kể cả trước hoặc sau khi lắp đặt bơm.

Bài toán

Với hệ thống thiết bị cho trước, bơm được yêu cầu làm đầy bồn 8000 gallon trong hai giờ. Kích cỡ bơm tối ưu là bao nhiêu?

Giải

Do lưu lượng bơm được tính theo gallon/phút (gpm), 8000 gallon trong hai giờ có thể được đổi thành gpm như sau:

$$\text{Gallon / phút} = \frac{8000}{2 \times 60} = 66 \frac{2}{3}, \text{ gần } 70 \text{ gallon/phút.}$$

Nếu lưu lượng định mức của bơm cho biết bơm có thể phân phối 70 gpm với tốc độ 450 rpm, và do dung lượng bơm gần như tỷ lệ với tốc độ, số vòng/phút cần thiết để phân phối 66⅔ gallon nước trên phút có thể xác định như sau:

$$\text{Vòng/phút yêu cầu} = 450 \times \frac{66 \frac{2}{3}}{70} = 428.6 \text{ vòng/phút}$$

Vì thế nếu bơm có định mức phân phối 70 gallon/phút ở 450 vòng/phút, có khả năng phân phối 66⅔ gallon/phút ở 428.6 vòng/phút, trong phạm vi định mức của bơm.

Ma sát của nước trong ống

Giá trị tổn thất cột áp do ma sát có thể nhận được từ Chương 2. Giá trị trong Bảng 2-3 dựa trên ống gang cũ 15 năm khi bơm nước mềm sạch. Các hệ số nhân dưới đây có thể được dùng để xác định ma sát trong ống cho các chiều dài làm việc khác nhau:

- Ống trơn, mới – 0.71.
- Ống cũ 10 năm – 0.84.
- Ống cũ 15 năm – 1.00.
- Ống cũ 20 năm – 1.22.

Tổn thất ma sát trong ống cao su

Tổn thất ma sát trong ống cao su nhân tương tự các ống thép. Bảng 3-4 liệt kê giá trị tổn thất tính theo pound trên 100 feet ống.

Bảng 3-4. Tổn thất tính theo pound trên 100 feet ống cao su.

Gai Mỹ/ phút	Đường kính trong thực tế (inch)							
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	4
15	30.0	8.9	2.5	1.1	0.4	0.1		
20	53.0	14.0	4.3	1.8	0.7	0.2		
25	79.0	22.0	6.5	2.9	1.0	0.3		
30	112.0	31.0	9.2	4.0	1.4	0.4	0.1	
40		53.0	15.0	6.7	2.4	0.6	0.3	
50		80.0	24.0	10.0	3.6	1.0	0.5	
60		101.0	35.0	14.0	5.1	1.4	0.6	

Gal Mỹ/ phút	Đường kính trong thực tế (inch)						
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3
70		45.0	19.0	6.6	1.8	0.8	
80		58.0	24.0	8.6	2.3	1.1	
90		71.0	30.0	11.0	3.0	1.4	0.3
100		88.0	37.0	12.5	3.5	1.7	0.4
125		132.0	55.0	20.0	5.3	2.5	0.6
150		183.0	78.0	27.0	7.5	3.5	0.7
175			100.0	37.0	10.0	4.6	1.1
200			133.0	46.0	13.0	5.9	1.4
250				70.0	19.0	9.1	2.1
300				95.0	27.0	12.0	2.9
350				126.0	36.0	17.0	4.0
400					46.0	21.0	5.1
500					70.0	32.0	7.4
600					105.0	46.0	10.0
700					148.0	62.0	13.0
800					190.0	79.0	17.0
900						97.0	22.0
1000						116.0	27.0
1250						170.0	43.0
1500						226.0	61.0
1750							80.0
2000							100.0

Dữ liệu tương ứng chất lỏng có trọng lượng riêng bằng 1 và độ nhớt 30 SSU

Cột động hoặc tổng tải

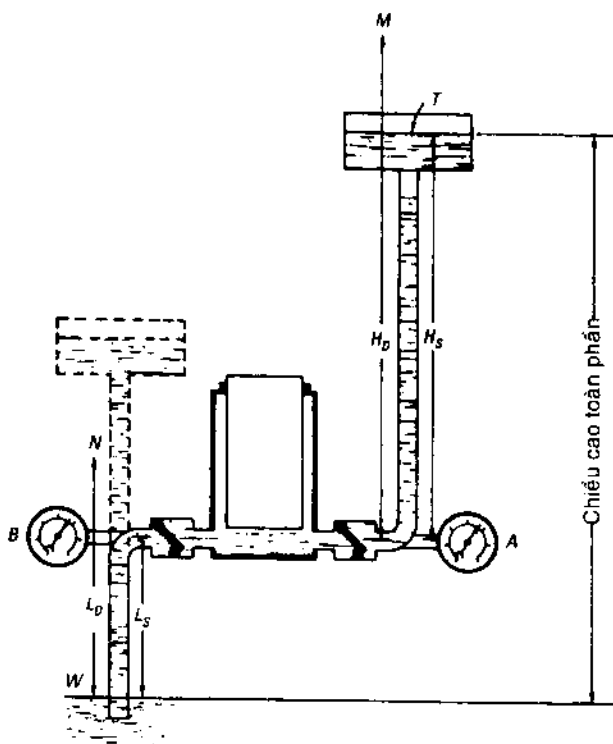
Cột động hoặc tổng tải phải được tính toán trước khi tính công suất yêu cầu để dẫn động bơm. Cột động (thường xem như tổng tải) gồm có cột áp động cộng với tầm dâng động (Hình 3-16).

Tầm dâng động

Tầm dâng động (trong trạm bơm) gồm tầm dâng tĩnh và ma sát trong toàn bộ chiều dài ống nạp từ mức nước đến cổng nạp của bơm. Để xác định tầm dâng tĩnh, cần đo khoảng cách thẳng đứng từ mực nước trong giếng đến tâm ống nạp của bơm. Tổn thất ma sát cộng với tầm dâng tĩnh sẽ cho kết quả là tầm dâng động.

Ví dụ, cần phân phối 70 galon/phút từ bơm đặt cao hơn mực nước trong giếng 10 feet (tầm dâng tĩnh). Khoảng cách theo phương ngang là 40 feet, sử dụng ống 2 inch mới và hai ống khuỷu 2 inch.

Tổn thất ma sát cho 70 galon/phút qua 100 feet ống cũ 15 năm là 18.4 feet (Bảng 2-3). Do dùng ống mới, nhân 18.4 feet (tổn thất trong ống cũ 15 năm) với hệ số 0.71 cho ống mới, do đó, 13.064 feet (18.4×0.71) là tổn thất ma sát. Tổng chiều dài ống nạp (kể cả khuỷu được chuyển thành feet ống thẳng tương đương) là:



Hình 3-16. Cột động hoặc cột tổng đối với máy bơm.

Ống đứng: 10 feet

Ống ngang: 40 feet

Khuỷu (tương đương ống thẳng): 16 feet

Tổng: 66 feet

Vì giá trị này trong bảng giá trị tổn thất ma sát dựa trên 100 feet, nhân 13.06 (tổn thất trong ống mới) với 0.66 (số feet trong đường ống nạp chia cho 100). Do đó, 8.62 feet (13.06×0.66) là tổng tổn thất ma sát nước trong ống.

Do đó, tầm dâng động (tầm dâng tĩnh + ma sát trong ống nạp) bằng 18.62 feet (10.0 feet + 8.62 feet). Chú ý, trong ví dụ này tầm dâng động nhỏ hơn 25 feet. Nếu tính toán cho thấy tầm dâng động lớn hơn 25 feet, cần hạ bơm xuống, đồng thời sử dụng ống lớn hơn để giảm ma sát lưu động, nhằm bảo đảm giá trị tầm dâng động trong giới hạn 25 feet.

Cột áp động

Trong trạm bơm, cột áp động gồm cột áp tĩnh cộng với ma sát trong toàn bộ đường xả, kể cả các khuỷu, đến điểm xả. Cột áp tĩnh được xác định bằng cách đo chiều cao từ tâm ngó ra của bơm đến mức nước xả.

Ví dụ, bơm với lưu lượng 70 galon/phút được dùng để đẩy nước qua ống đứng 30 feet (cột áp tĩnh) và ống ngang dài 108 feet (ống mới 2 inch có ba khuỷu).

Tổn thất ma sát ở 70 galon/phút qua 100 feet ống 2 inch cũ 15 năm là 18.4 feet (Bảng 2-3). Do hệ số ống mới là 0.71, tổn thất ma sát là 13.064 feet = (18.4×0.71) . Tổn thất ma sát theo tổng chiều dài đường ống xà là:

Tổng đường ống xà $(30 + 108)$: 138 feet

Đương lượng tổn thất qua ba ống khuỷu: 24 feet

Tổng: 162 feet

Do các giá trị trong Bảng 2-3 dựa trên 100 feet ống, nhân 13.06 (tổn thất trong ống mới) với 1.62 $(162 \div 100)$. Do đó, 21.16 feet (13.06×1.62) là tổng tổn thất ma sát trong ống.

Vì thế, cột áp động (cột áp tĩnh + ma sát trong ống xà) bằng 51.16 feet $(30 \text{ feet} + 21.16 \text{ feet})$.

Sau khi tính tầm dâng động (13 feet) và cột áp động (51 feet) đối với bơm được dùng trong hai ví dụ nêu trên, cột động (cột tổng) có thể được tính như sau:

Cột động = tầm dâng động + cột áp động

Cột động hoặc cột tổng = $13 + 51 = 64$ feet

Vì áp suất, pound/inch vuông, của cột nước bằng cột áp (tính theo feet) nhân với 0.433, áp suất tính theo psi ở ví dụ trước tương đương với cột động (hoặc cột tổng) nhân với 0.433. Do đó, 27.7 psi $(64 \text{ feet} \times 0.433)$ là áp suất cột nước (các Bảng 3-5 và Bảng 3-6).

Bảng 3-5 Chuyển đổi cột nước (feet) thành áp suất (psi)

Cột áp (ft)	Pound/inch vuông	Cột áp (ft)	Pound/inch vuông	Cột áp (ft)	Pound/inch vuông
1	0.43	60	25.99	200	86.62
2	0.87	70	30.32	225	97.45
3	1.30	80	34.65	250	108.27
4	1.73	90	38.98	275	119.10
5	2.17	100	43.31	300	129.93
6	2.60	110	47.64	325	140.75
7	3.03	120	51.97	350	151.58
8	3.40	130	56.30	400	173.24
9	3.90	140	60.63	500	216.55
10	4.33	150	64.96	600	259.85
20	8.66	160	69.29	700	303.16
30	12.99	170	73.63	800	346.47
40	17.32	180	77.96	900	389.78
50	21.65	190	83.29	1000	433.09

Tương tự, cột áp, tính theo feet, tương đương với áp suất, tính theo psi, nhân với 2.31. Vì thế 27.7 psi $(64 \text{ feet} \div 2.31)$ là áp suất cột nước. Giá trị này đồng nhất với Bảng 3-5.

Bảng 3-6. Chuyển đổi áp suất (psi) sang cột áp của nước (feet)

Pound/inch vuông	Cột áp (ft)	Pound/inch vuông	Cột áp (ft)	Pound/inch vuông	Cột áp (ft)
1	2.31	40	90.36	170	392.52
2	4.62	50	115.45	180	415.61
3	6.93	60	138.54	190	438.90
4	9.24	70	161.63	200	461.78
5	11.54	80	184.72	225	519.51
6	13.85	90	207.81	250	577.24
7	16.16	100	230.90	275	643.03
8	18.47	110	253.98	300	692.69
9	20.78	120	277.07	325	750.41
10	23.09	125	288.62	350	808.13
15	34.63	130	300.16	375	865.89
20	46.18	140	323.25	400	922.58
25	57.72	150	346.34	500	1154.48
30	69.27	160	369.43	1000	2308.00

Công suất yêu cầu

Công suất yêu cầu để nâng khối lượng nước đã cho đến độ cao cho trước là công suất thực tế, khác với công suất lý thuyết. Nghĩa là, công suất thực tế tương đương với công suất lý thuyết, cộng thêm công suất cần để khắc phục ma sát và sự không hiệu quả của bơm. Công suất lý thuyết (hp) có thể xác định theo công thức sau:

$$\text{Hp lý thuyết} = \frac{\text{gpm} \times 8\frac{1}{3} \times \text{dc}}{33000}$$

hoặc

$$\text{Hp lý thuyết} = \frac{\text{ft khối} \times 62.4 \times \text{dc}}{33000}$$

Trong đó:

gpm = galon/phút.

8 1/3 = trọng lượng gần đúng của một galon nước tính theo pound.

62.4 = trọng lượng của 1 foot khối nước ở nhiệt độ phòng.

d.c = cột động.

Để tính công suất thực tế, có thể chia công suất lý thuyết với hiệu suất E của bơm, biểu diễn dưới dạng số thập phân. Do đó, công thức có thể đổi thành:

$$\text{Hp thực tế} = \frac{\text{gpm} \times 8\frac{1}{3} \times \text{dc}}{33000 \times E}$$

Bài toán

Công suất vận hành bơm thực tế là bao nhiêu để bơm 200 galon/phút

vượt qua tấm dăng tĩnh và cột áp tĩnh (cột tĩnh) 50 feet, nếu hiệu suất bơm là 57% và đường ống 4-inch dài 200 ft với ba khuỷu 90°?

Giải

Tổn thất ma sát trên 100 feet ống 4-inch xả 200 galon/phút là 4.4 feet; vì thế, đối với 200 feet ống, tổn thất là 8.8 feet (2×4.4). Tổn thất ma sát trong một khuỷu 90° là 16 feet; hoặc 48 feet (3×16 feet) với ba khuỷu 90°. Do đó, cột động là:

$$d.c = 50 + 8.8 + 106.8 \text{ feet}$$

Thế vào công thức tính công suất thực tế:

$$\text{Công suất thực tế} = \frac{200 \times 8.33 \times 106.8}{33000 \times 0.57} = 9.46, \text{ có thể dùng loại bơm 10 hp}$$

TÓM TẮT

Bơm quay được dùng rộng rãi trong máy công cụ, máy bay, xe ô tô, máy in, truyền động, và các trang thiết bị di động, cung cấp nguồn công suất thủy lực trong hệ thống thủy lực (Hình 3-17).

Bơm quay lấy chất lỏng liên tục từ buồng bơm, trong khi bơm ly tâm truyền vận tốc vào dòng chất lỏng. Đây là loại bơm dịch chuyển dương với chuyển động quay.

Bơm quay được phân loại theo kiểu bánh công tác, bao gồm bơm bánh răng, bơm cánh gạt, và bơm piston. Bơm bánh răng cũng được phân loại theo loại bánh răng, bao gồm bơm bánh răng trụ, bơm bánh răng xoắn, và bơm bánh răng chữ V. Hai loại bơm quay bánh răng trụ là loại ăn khớp ngoài và loại ăn khớp trong.

Bơm cánh gạt quay gồm bơm một cấp và bơm hai cấp, bơm dung tích không đổi và dung tích biến thiên. Với bơm cánh gạt dung tích biến thiên, bộ bù áp suất được dùng để điều khiển áp suất hệ thống cực đại.

Bơm piston quay được thiết kế hướng kính hoặc hướng trục. Các loại bơm này có thể được thiết kế với dung tích làm việc không đổi hoặc biến thiên.

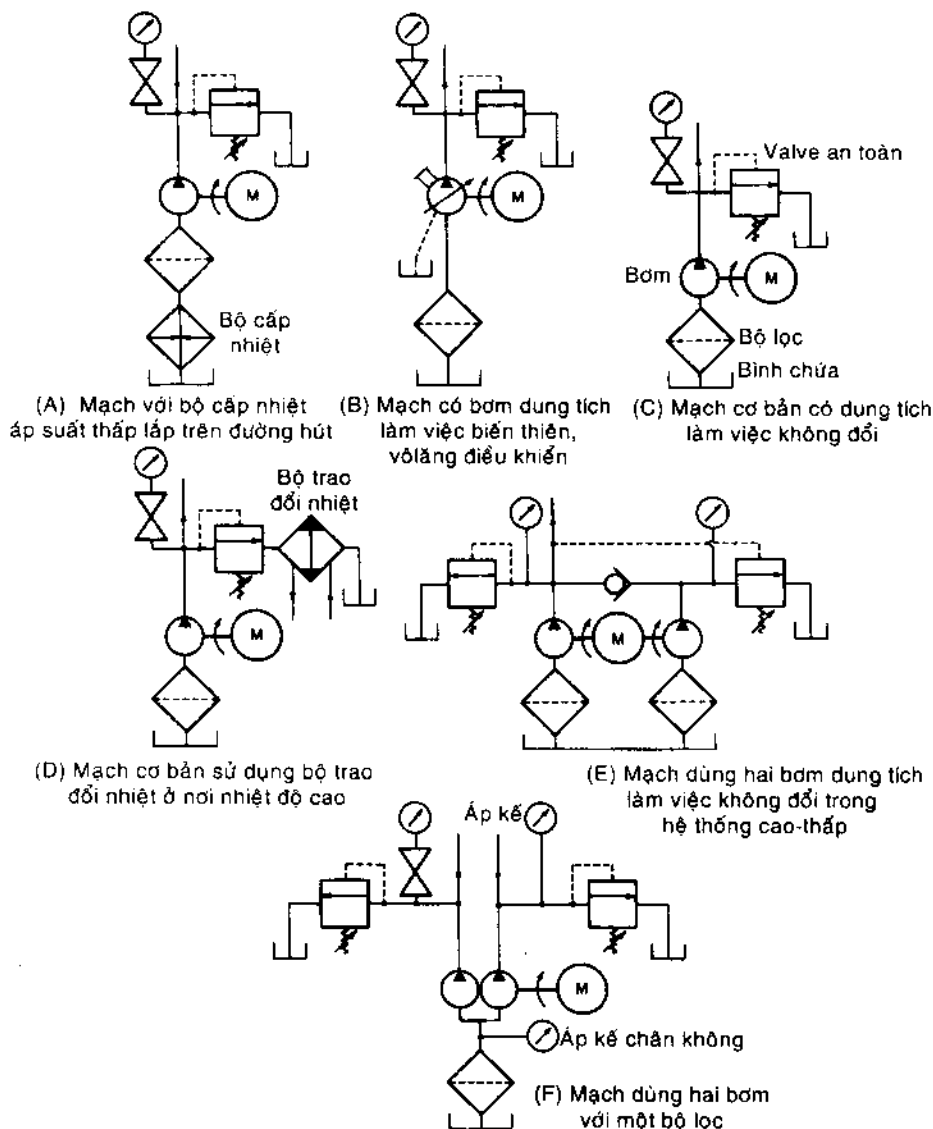
Bơm quay là loại kết cấu chịu tải nặng. Bơm này và các bộ phận tương ứng có thể vận hành với áp suất cao.

Chiều quay của bơm thường được biểu thị bằng mũi tên trên thân bơm. Cần tuân theo hướng dẫn của nhà sản xuất để xác định chiều quay của bơm.

Nên vận hành bơm lắp mới với tải nhỏ, tăng dần đến điều kiện làm việc tối đa. Bơm quay thường ít yêu cầu chú ý trong khi chúng đang chạy. Tuy nhiên, hầu hết các hỏng hóc đều có thể tránh được nếu áp dụng chế độ bảo dưỡng hợp lý thay vì không chú ý gì cả.

Trong tất cả các lắp đặt, cần tính toán kích cỡ bơm, tấm dăng, cột áp, tổng tải, công suất,... Điều quan trọng là xác định bơm theo yêu cầu công việc - trước và sau khi lắp đặt bơm.

Cột động (cột tổng) phải được tính toán trước khi tính công suất yêu



Hình 3-17. Các mạch bơm cơ bản.

cầu để vận hành bơm. Cột động là tổng tầm dâng động (tầm dâng tĩnh + ma sát trong ống nạp) và cột áp động (cột áp tĩnh + ma sát trong đường ống xả) hoặc:

$$\text{Cột động} = \text{cột áp động} + \text{tầm dâng động}$$

Áp suất của cột nước (psi) bằng cột động nhân với 0.433. Tương tự, cột áp (feet) của cột nước tương đương với áp suất (psi) nhân với 2.31.

Công suất lý thuyết cộng với công suất cần để khắc phục ma sát và sự không hiệu quả của bơm sẽ bằng công suất thực tế cần thiết để nâng

khối lượng nước đã cho đến độ cao cho trước. Công thức tính công suất lý thuyết như sau:

$$Hp \text{ lý thuyết} = \frac{gpm \times 8.33 \times dc}{33000}$$

hoặc

$$Hp \text{ lý thuyết} = \frac{ft \text{ khối} \times 62.4 \times dc}{33000}$$

Công suất thực tế có thể xác định bằng cách chia công suất lý thuyết với hiệu suất E của bơm như sau:

$$Hp \text{ thực tế} = \frac{gpm \times 8.33 \times dc}{33000 \times E}$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

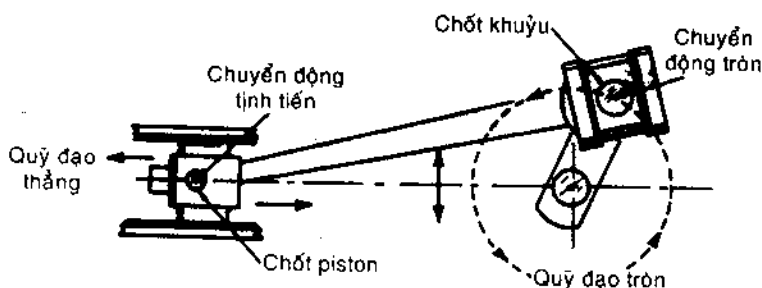
1. Nguyên lý hoạt động cơ bản của bơm quay khác với bơm ly tâm như thế nào?
2. Ba loại bơm quay là gì?
3. Liệt kê ba loại bánh răng trong bơm bánh răng.
4. Hai kiểu thiết kế được dùng cho bơm piston quay là gì?
5. Chiều quay được biểu thị trên bơm quay như thế nào?
6. Cột động hoặc tổng tải tương ứng với dung lượng phân phối của bơm là gì?
7. Bơm quay được dùng ở đâu?
8. Bơm quay sử dụng loại dịch chuyển nào?
9. Mô tả sự vận hành của Gerotor
10. Đặc điểm thuận lợi chính của bơm bánh răng chữ V là gì?
11. Áp suất hệ thống cực đại được điều khiển như thế nào trong bơm cánh gạt dung tích biến thiên?
12. Chốt được định vị ở đâu trong bơm piston hướng kính dung tích biến thiên?
13. Loại vật liệu nào được dùng chế tạo bơm để bơm Bari clorua?
14. Tại sao hộp hơi nước được dùng trên bơm quay để bơm hơi nước và nước nóng?
15. Bơm quay nhỏ hơn hay lớn hơn bơm ly tâm?
16. Khớp nối linh hoạt có thể bù cho sự không thẳng hàng giữa bơm và bộ truyền động bơm hay không?
17. Bộ truyền động thông dụng nhất trong bơm quay là gì?
18. Nguyên nhân vận hành ổn trong bơm quay là gì?
19. Phương pháp tính toán công suất thực tế cần thiết để nâng khối lượng nước đã cho đến độ cao cho trước?
20. Phương pháp tính toán cột động hoặc tổng tải của bơm?

Chương 4 - BƠM TỊNH TIẾN

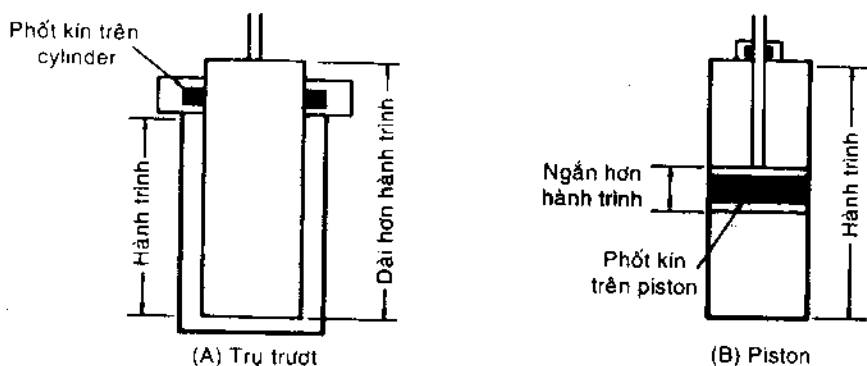
Bơm tịnh tiến là loại bơm có chuyển động qua lại, tiến - lùi hoặc lên - xuống, thay vì chuyển động theo quỹ đạo tròn như trong bơm ly tâm và bơm quay. Piston hoặc trụ trượt làm cho bơm tịnh tiến khác với bơm ly tâm hoặc bơm quay. Chuyển động tịnh tiến của chốt piston được chuyển thành chuyển động quay nhờ thanh truyền hoặc cơ cấu tay quay - con trượt (Hình 4-1). Sau đây là ba bộ phận chuyển động cần thiết để vận hành bơm tịnh tiến:

- Piston hoặc trụ trượt.
- Valve hút hoặc nạp.
- Valve xả hoặc thoát.

Piston hoặc trụ trượt làm việc bên trong cylinder kín nước. Nên chú ý sự khác nhau cơ bản giữa piston và trụ trượt (Hình 4-2). Piston ngắn hơn hành trình trong cylinder; trụ trượt dài hơn hành trình này. Đặc điểm phân biệt khác là phốt làm kín được lắp trên vành piston. Khi dùng trụ trượt, phốt làm kín được đặt trong nắp bít ở đầu cylinder.



Hình 4-1. Sự khác nhau cơ bản giữa chuyển động tịnh tiến (trái) và chuyển động tròn (phải).



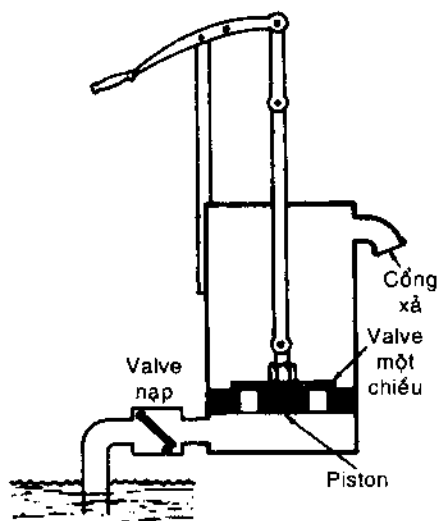
Hình 4-2. Sự khác nhau cơ bản giữa piston và trụ trượt.

NGUYÊN LÝ VẬN HÀNH

Nói chung (và tùy theo phương pháp xử lý nước), bơm tịnh tiến có thể được phân loại thành bơm hút hoặc bơm đẩy, bơm tác động đơn hoặc bơm tác động kép.

Bơm hút

Bơm hút là bơm tác động đơn; gồm cylinder hở và valve xả hoặc valve một chiều trên piston (Hình 4-3). Cylinder hở và valve xả hoặc valve một chiều trên piston kết hợp thành một cụm là bộ phận cơ bản của bơm hút – bơm hút nước thay vì đẩy nước. Ở bơm hút, valve một chiều được lắp vào piston và di chuyển lên xuống cùng với piston.



Hình 4-3. Kết cấu cơ bản của bơm hút tác động đơn.

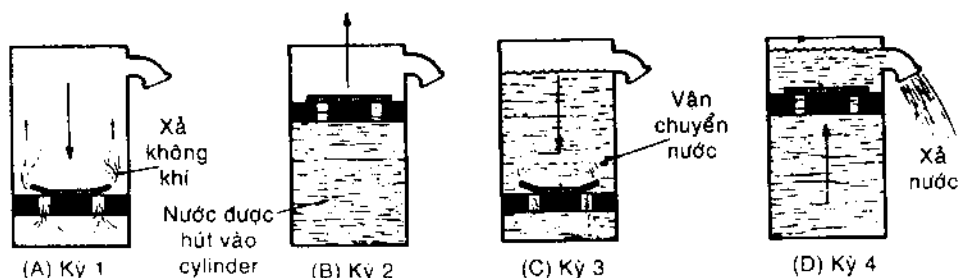
Bơm hút khởi động theo chu trình 4-kỳ (Hình 4-4) như sau:

- *Xả không khí* – Piston đi xuống đáy cylinder, ép không khí ra ngoài.
- *Hút nước* – Hành trình đi lên của piston sẽ tạo ra chân không. Áp suất khí quyển đẩy nước chảy vào cylinder.
- *Chuyển tải nước* – Trong suốt hành trình đi xuống, nước chảy qua valve một chiều (nước được chuyển lên phần trên piston).
- *Xả nước* – Khi piston đi lên, nước được xả từ bơm ra ngoài.

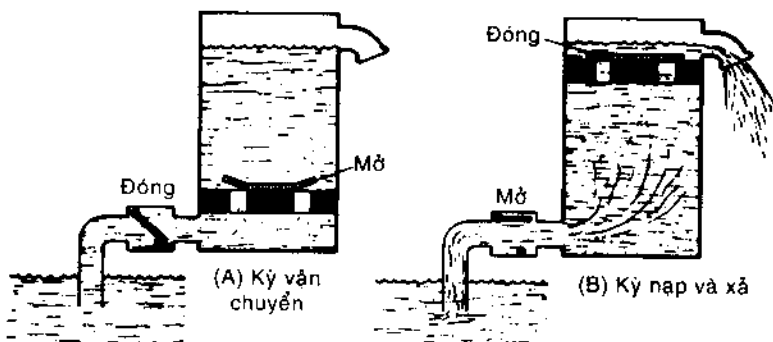
Sau khi bơm đã được môi và đang hoạt động, chu trình làm việc hoàn tất trong hai kỳ của piston - kỳ đi xuống và kỳ đi lên (Hình 4-5). Kỳ đi xuống của piston gọi là kỳ chuyển, kỳ đi lên gọi là kỳ nạp và xả, vì nước vào cylinder khi nước nạp trước đang được xả.

Bơm đẩy

Bơm đẩy thực ra là biến thể của bơm hút, trong đó bơm hút và đẩy nước dựa vào áp suất bên ngoài. Nguyên lý vận hành cơ bản của bơm đẩy là ép



Hình 4-4. Chu trình khởi động bốn kỳ của bơm hút tác động đơn.



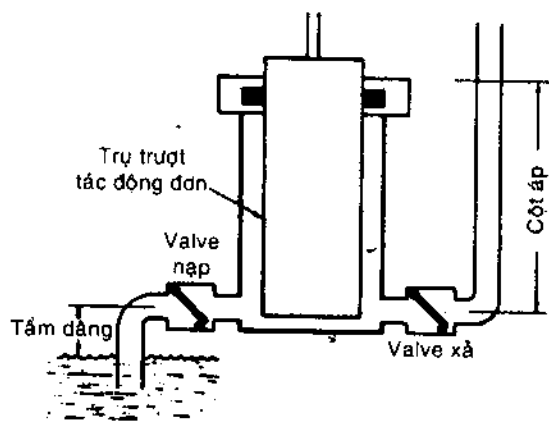
Hình 4-5. Chu trình làm việc hai kỳ (sau khi mỗi) trong bơm hút tác động đơn.

nước cao hơn khoảng áp suất khí quyển, khác với bơm hút, nâng nước lên cao để chảy ra ống xả.

Tác động đơn

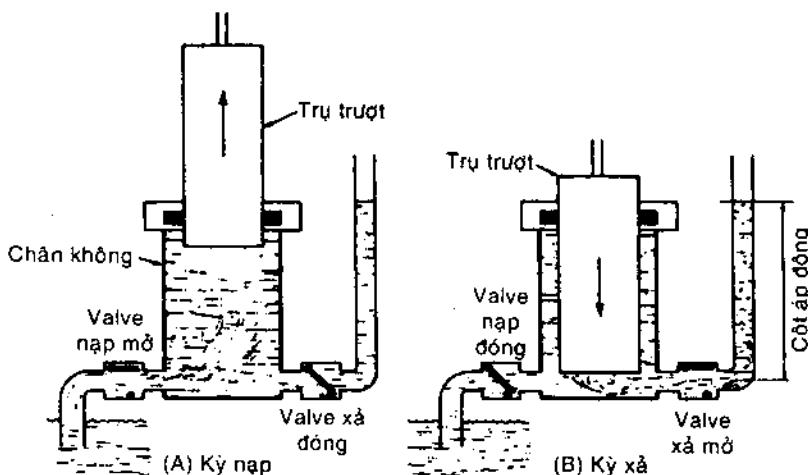
Trong bơm đẩy, nước bị ép ra khỏi cylinder nhờ piston hoặc trụ trượt làm việc tùy theo áp suất tương ứng với cột áp hoặc độ cao nước được bơm lên so với valve nạp. Trông dạng đơn giản nhất, bơm đẩy gồm valve nạp, valve xả, và trụ trượt tác động đơn (Hình 4-6).

Trong bơm đẩy tác động đơn, chu trình làm việc hoàn tất trong hai kỳ - kỳ đi lên (nạp) và kỳ đi xuống (xả)



Hình 4-6. Kết cấu cơ bản của bơm đẩy trụ trượt tác động đơn.

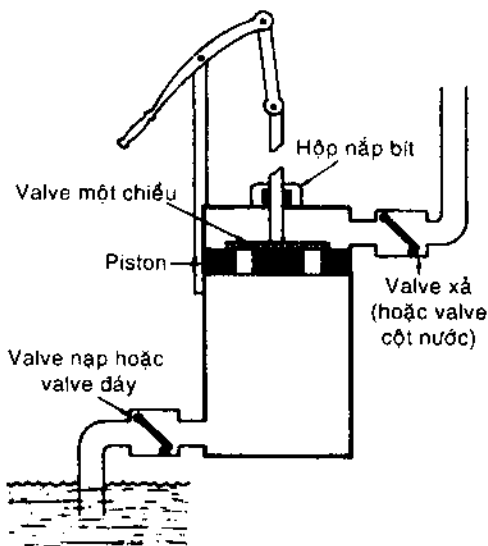
Hình 4-7. Chu trình làm việc hai kỳ của bơm đẩy trụ trượt tác động đơn.



(Hình 4-7). Trong kỳ đi lên, chân không được tạo ra cho phép áp suất khí quyển đẩy nước vào cylinder. Trong kỳ này, valve nạp mở và valve xả đóng. Trong kỳ đi xuống, trụ trượt dịch chuyển valve xả (mở) và nước chảy ra khỏi cylinder vượt qua áp suất của cột áp động.

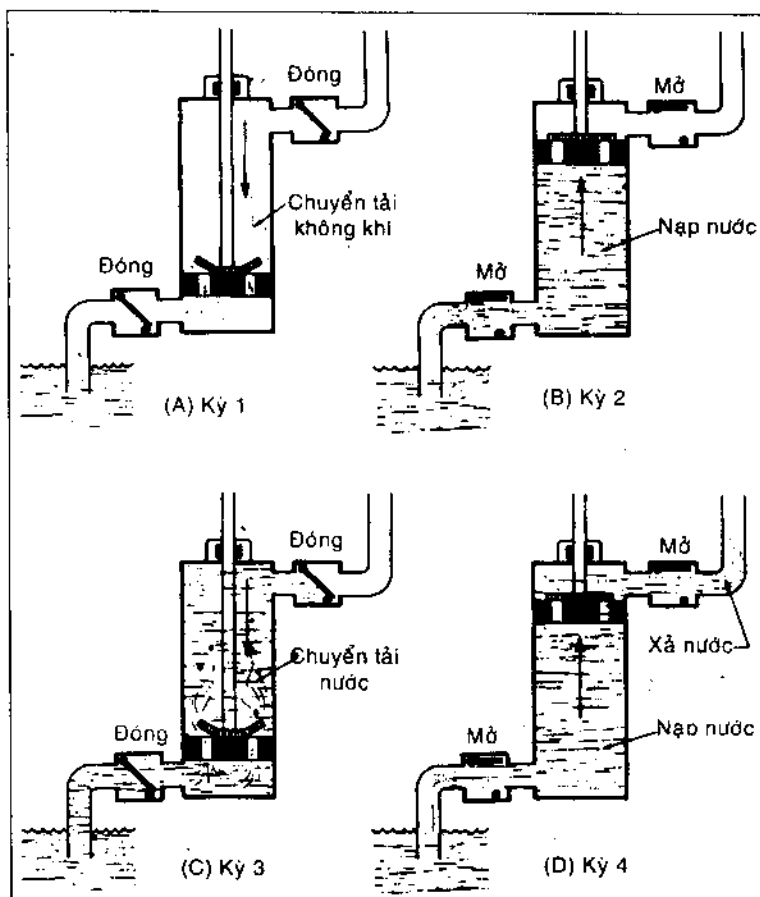
Một loại bơm đẩy khác sử dụng valve nạp, valve một chiều, và valve xả (Hình 4-8). Piston làm việc trong cylinder kín (chú ý hộp nắp bít cho cần đẩy piston). Nước chảy tăng dần qua valve nạp hoặc valve đáy, valve một chiều, và valve xả.

Khi bắt đầu bơm (Hình 4-9), động đơn có valve một chiều trong piston.



Hình 4-8. Kết cấu cơ bản của bơm đẩy tác động đơn có valve một chiều trong piston.

Hình 4-9. Chu trình khởi động 4 kỳ của bơm đẩy tác động đơn có valve một chiều trong piston.



không khí trong cylinder (giả sử hệ thống đẩy khí) được đẩy từ phía dưới piston đến phía trên trong kỳ đi xuống (kỳ thứ nhất). Ở kỳ đi lên (kỳ thứ hai), chân không được tạo ra cho phép áp suất khí quyển ép nước vào cylinder. Ở kỳ đi xuống kế tiếp (kỳ thứ ba), nước được đẩy đến phía trên piston và được xả ở kỳ đi lên (kỳ thứ tư) qua valve xả.

Khi loại bỏ hết không khí trong hệ thống và bơm đang vận hành, chu trình làm việc hoàn thành trong hai kỳ của piston - kỳ đi xuống (vận chuyển) và kỳ đi lên (xả). Ở kỳ đi xuống, nước được chuyển qua valve một chiều. Ở kỳ đi lên, nước trên piston được xả ra và nước nạp vào phía dưới piston. Bảng 4-1 minh họa vị trí của valve trong suốt chu trình làm việc.

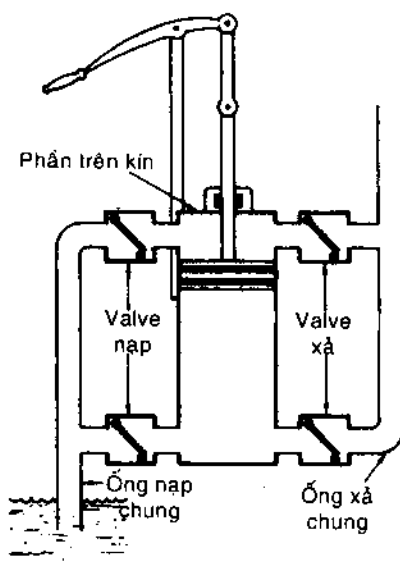
Bảng 4-1. Vị trí valve trong bơm đẩy tác động đơn

Hành trình	Valve đáy	Valve một chiều	Valve xả
Chuyển tải (đi xuống)	Đóng	Mở	Đóng
Xả (đi lên)	Mở	Đóng	Mở

Bơm đẩy tác động kép (kiểu piston)

Trong bơm đẩy piston tác động kép, piston xả nước ở một phía của piston và hút nước vào cylinder ở phía đối diện – không có hành trình vận chuyển nước. Do đó, nước được xả liên tục, thay vì xen kẽ lần lượt trên các kỳ khác nhau như trong bơm tác động đơn. Vì thế, công suất bơm tác động kép cao gấp đôi bơm tác động đơn có cùng dung tích cylinder.

Hình 4-10 minh họa kết cấu cơ bản của bơm đẩy piston tác động kép và Hình 4-11 minh họa chu trình làm việc hai kỳ. Nên chú ý vị trí valve ở hai kỳ trong chu trình làm việc. Các valve nạp và xả đối diện theo đường chéo phối hợp đồng bộ với nhau (chúng cùng mở hoặc cùng đóng ở thời điểm đã cho).



Hình 4-10. Kết cấu cơ bản của bơm đẩy piston tác động kép có hai bộ valve nạp và valve xả.

Bơm đẩy tác động kép (kiểu trụ trượt)

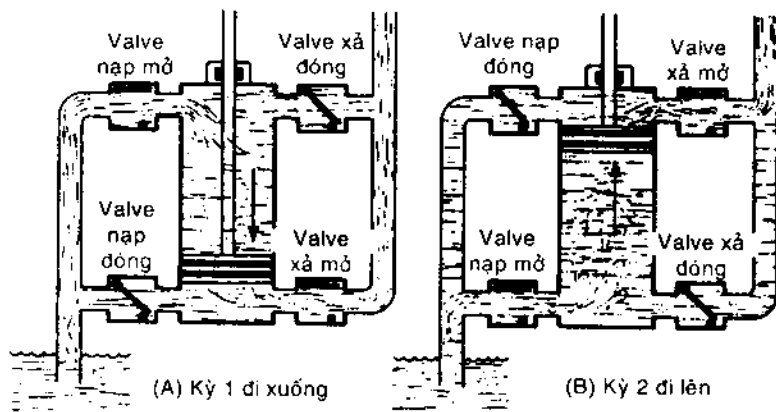
Hoạt động của bơm này tương tự bơm đẩy piston tác động kép, chỉ thay piston bằng trụ trượt. Bơm này có hai loại khác nhau, tùy theo vị trí của phốt kín:

- Phốt kín bên trong.
- Phốt kín bên ngoài.

Hình 4-12 minh họa kết cấu cơ bản của bơm với phốt kín bên trong.

Ở bơm với phốt kín bên trong (Hình 4-12), cylinder dài gần như được

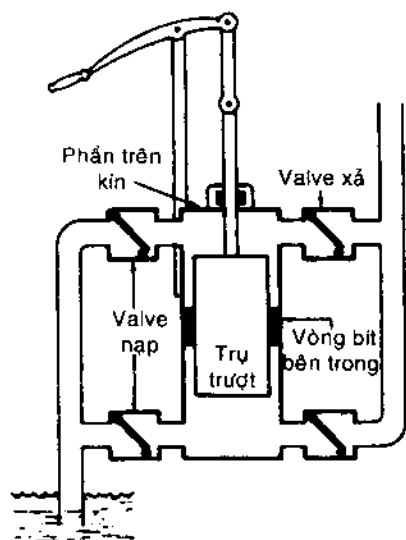
Hình 4-11.
Chu trình làm việc hai kỳ của bơm đẩy piston tác động kép



chia thành hai buồng riêng biệt bằng phốt kín. Hình 4-13 minh họa chu trình làm việc hai kỳ cơ bản của bơm này. Khi di chuyển lên và xuống, trụ trượt lần lượt dẫn nước vào trong hai khoang. Nhược điểm của loại bơm này là cần loại bỏ cặn áp trong cylinder để điều chỉnh hoặc thay phốt kín mới. Rò rỉ qua phốt kín không thể xác định trong khi bơm đang hoạt động.

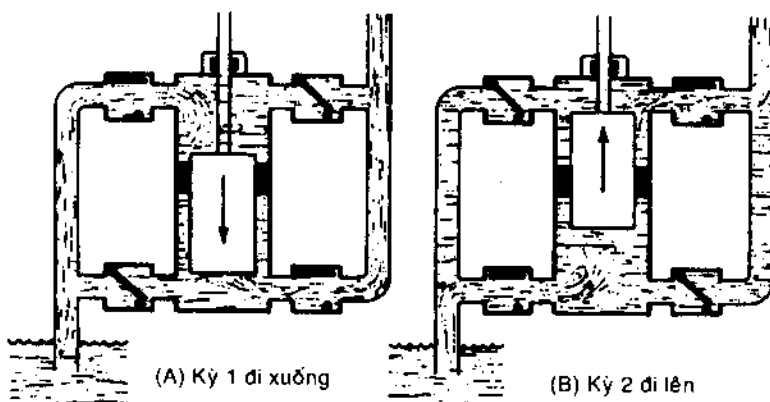
Các nhược điểm này được khắc phục trong bơm trụ trượt có phốt kín bên ngoài (Hình 4-14). Thiết kế này yêu cầu hai trụ trượt được nối cứng bằng cơ cấu thanh dẫn. Phốt kín ở bên ngoài cho phép bảo dưỡng và kiểm tra tình trạng của phốt một cách dễ dàng.

Hình 4-15 minh họa chu trình làm việc hai kỳ của bơm trụ trượt phốt kín

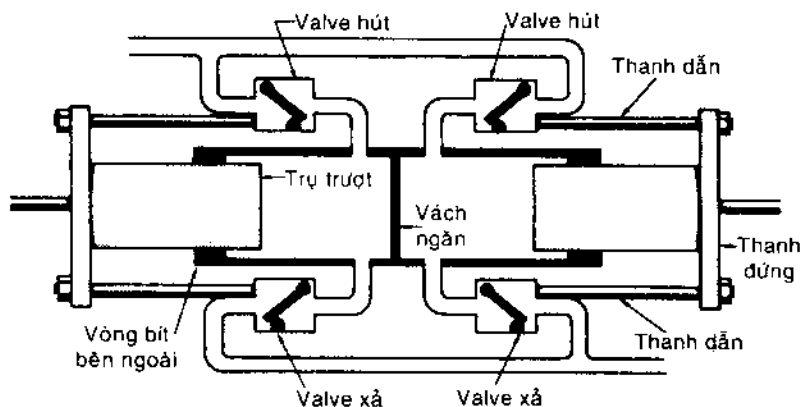


Hình 4-12. Kết cấu cơ bản của bơm đẩy trụ trượt tác động kép với phốt kín bên trong.

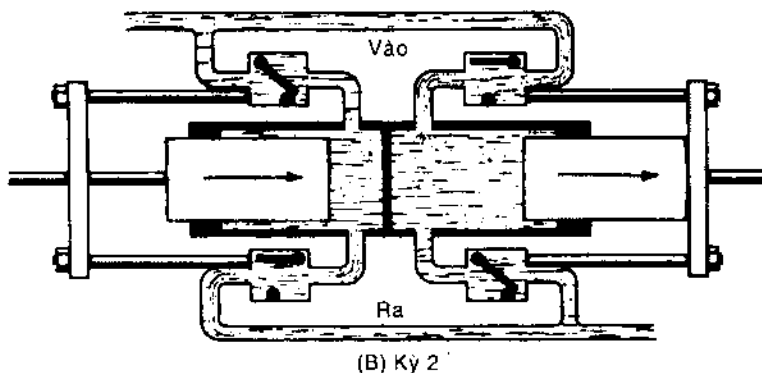
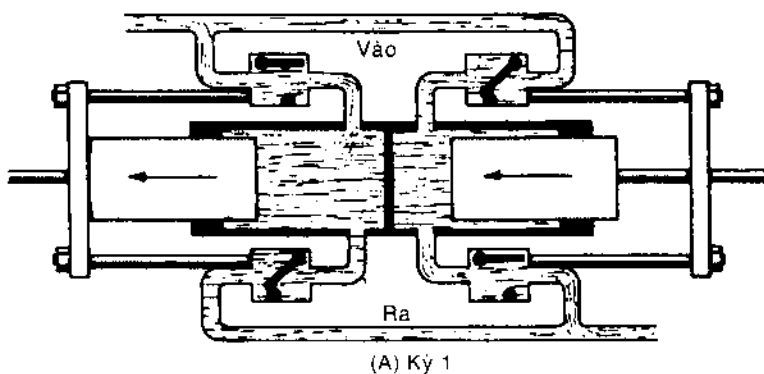
Hình 4-13.
Chu trình làm việc hai kỳ của bơm trụ trượt tác động kép với phốt kín bên trong.



bên ngoài. Chú ý, các trụ trượt di chuyển đồng nhất với nhau. Nước xả ở một đầu, trong khi trụ trượt đổi diện lùi lại để hút nước vào ở đầu kia. Nhược điểm của bơm có phốt kín bên ngoài là kết cấu phức tạp hơn, vì thế đắt tiền hơn bơm phốt kín bên trong.



Hình 4-14. Kết cấu cơ bản của bơm đẩy trụ trượt tác động kép với phốt kín bên ngoài.



Hình 4-15. Chu trình làm việc hai kỳ của bơm trụ trượt tác động kép, phốt kín bên ngoài.

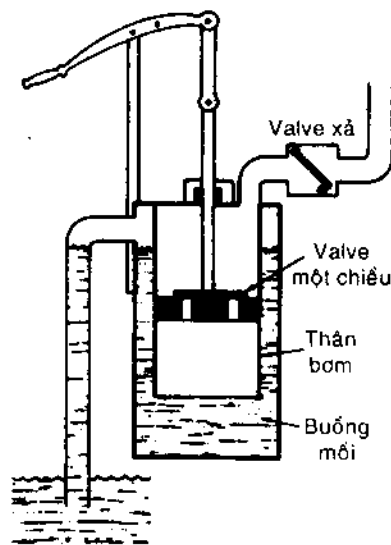
Bơm xiphông hoặc bơm tự mồi

Do có khe hở đáng kể hoặc không gian kín giữa valve nạp và valve xả (chứa đầy không khí), hầu hết các bơm đều phải mồi. Việc mồi bơm là cần thiết, vì piston hoặc trụ trượt phải loại bỏ không khí nhằm tạo ra chân không để áp suất khí quyển có thể ép nước vào khoang bơm.

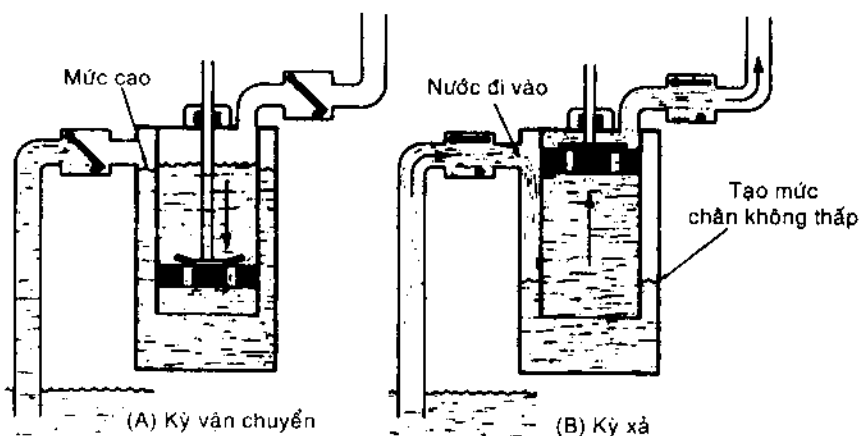
Mồi là hoạt động làm khoang bơm đầy nước để tăng chân không. Do đó, nước từ nguồn cấp được hút vào bơm. Trừ khi bơm có lỗ thông hơi và ngò nạp, có thể phải tháo bộ phận bơm để cho nước vào cylinder.

Hình 4-16 minh họa kết cấu cơ bản của bơm xiphông hoặc bơm tự mồi. Vỏ bơm đúc gồm thân bơm và buồng phía ngoài đồng tâm - phần dưới thân thông với buồng phía ngoài. Piston có valve một chiều với valve xả ở trên đỉnh (Hình 4-16). Cổng nạp cũng ở trên đỉnh để giữ nước trong buồng phía ngoài.

Hình 4-17 minh họa chu trình làm việc hai kỳ của bơm tự mồi. Lúc đầu, buồng phía ngoài được điền đầy nước. Ở kỳ đi xuống, nước đi qua valve một chiều trên piston. Điều này không làm thay đổi mức nước trong buồng phía ngoài. Ở kỳ đi lên hoặc kỳ xả, nước bị hút vào thùng làm mực nước trong buồng phía ngoài giảm đến mức thấp, tạo ra chân không ở buồng phía ngoài, cho phép nước từ nguồn chảy vào và điền đầy buồng phía ngoài.



Hình 4-16. Kết cấu cơ bản của bơm xiphông (tự mồi).



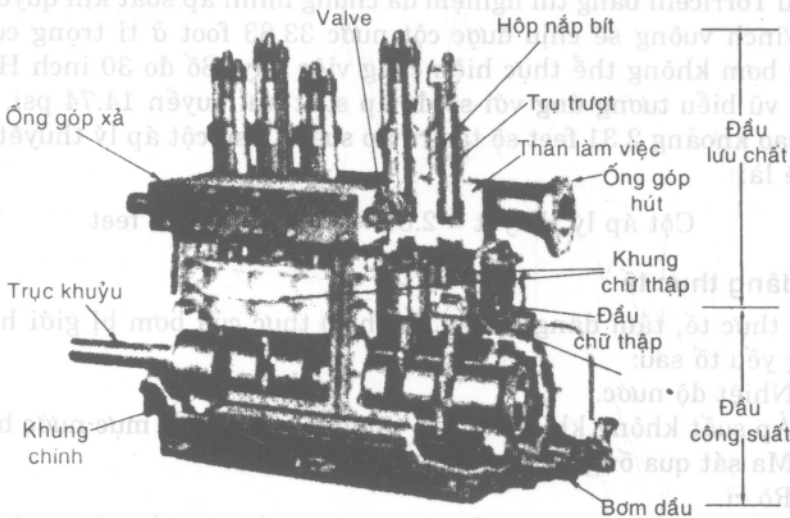
Hình 4-17. Chu trình làm việc hai kỳ của bơm xiphông (tự mồi).

KẾT CẤU

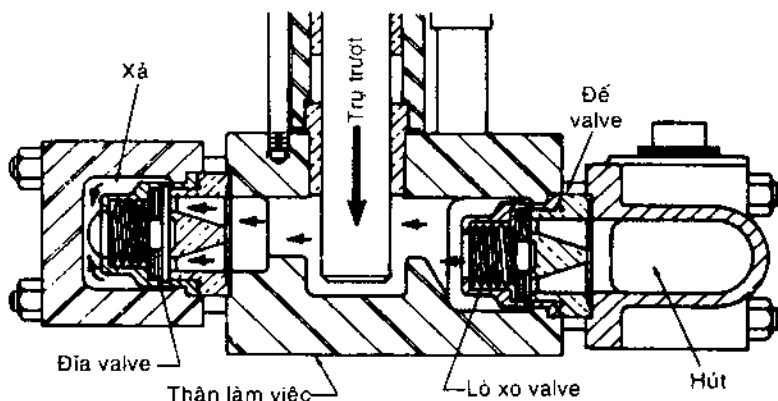
Trong ứng dụng thủy lực công nghiệp, bơm piston tịnh tiến thường có lưu lượng lớn. Những bơm này thường được dùng để cung cấp chất lỏng đến hệ thống thủy lực trung tâm. Nước, dầu hòa tan trong nước, dầu thủy lực, và chất lỏng thủy lực chịu lửa... là những chất lỏng được xử lý bằng loại bơm này.

Bơm tịnh tiến được thiết kế có ba, năm, bảy, hoặc chín trụ trượt. Với bơm được minh họa trên Hình 4-18, dầu chất lỏng của bơm được lắp tại đỉnh của đầu công suất của bơm. Điều này cho phép tháo hoặc thay thế valve mà không cần tháo toàn bộ bơm. Trong thiết kế lưu động - trực tiếp (Hình 4-19), chất lỏng đi từ cổng hút đến cổng xả theo đường thẳng nằm ngang qua các valve và thùng làm việc. Valve hút đóng khi trụ trượt đi xuống và chất lỏng bị đẩy qua các valve xả, những valve này mở ra khi vượt qua áp lực nhẹ của lò xo. Khi trụ trượt đi lên, valve xả đóng, chất lỏng bị hút vào qua các valve hút, mở ra khi vượt qua áp lực lò xo. Cả hai valve được trợ lực và làm kín từ áp suất chất lỏng khi đóng.

Bơm trụ trượt được dùng rộng rãi trong công nghiệp để cung cấp hóa chất với áp suất từ trung bình đến cao. Ví dụ, có thể dùng bơm trụ trượt để định lượng hóa chất và chất lỏng công nghiệp phổ biến, trong khoảng 0.2 đến 1200 galon/giờ, áp suất đến 1600 psi. Bơm này có kiểu thiết kế đơn hoặc ghép đôi, với tùy chọn là phụ tùng điều chỉnh hành trình chuyển động. Tất cả những chất lỏng và hóa chất xử lý nước thông thường (acid, kiềm, dung môi, và nhiều loại chất lỏng xử lý công nghiệp khác) có thể được xử lý bằng bơm này. Loại bơm này có thể đáp ứng tốt với các ứng dụng yêu cầu cung cấp dòng liên tục, gián đoạn, hoặc cung cấp dòng chảy theo yêu cầu.



Hình 4-18. Các chi tiết bên trong của bơm piston tịnh tiến.



Hình 4-19. Nguyên lý lưu động - trực tiếp ở bơm piston tịnh tiến.

TÍNH TOÁN

Các tính toán số, dữ liệu, và bảng liên quan đến những loại bơm khác nhau có thể hữu ích cho cả người vận hành và người lắp đặt. Sự tính toán rất đa dạng, và được dự tính cho những tình huống thường gặp.

Tầm dâng

Tầm dâng lý thuyết và tầm dâng thực tế hoàn toàn khác nhau. Nhiều hệ số làm cho tầm dâng thực tế của bơm thấp hơn tầm dâng lý thuyết một cách đáng kể. Các sai hỏng lắp đặt có thể do tính toán tầm dâng thực tế không chính xác.

Tầm dâng lý thuyết

Mặc dù Torricelli bằng thí nghiệm đã chứng minh áp suất khí quyển 14.7 pound/inch vuông sẽ chịu được cột nước 33.83 foot ở tỉ trọng cực đại, nhưng bơm không thể thực hiện công việc này. Số đo 30 inch Hg trên phong vũ biểu tương ứng với số đo áp suất khí quyển 14.74 psi. Vì cột nước cao khoảng 2.31 feet sẽ tạo ra áp suất 1 psi, cột áp lý thuyết tương ứng sẽ là:

$$\text{Cột áp lý thuyết} = 2.31 \times 14.74 = 34.049 \text{ feet}$$

Tầm dâng thực tế

Trong thực tế, tầm dâng (chiều sâu hút) thực của bơm bị giới hạn bởi những yếu tố sau:

- Nhiệt độ nước.
- Áp suất không khí giảm khi tăng độ cao so với mực nước biển.
- Ma sát qua ống, khớp nối, và đường dẫn.
- Rò rỉ.

Bảng 4-2 trình bày các tầm dâng thực tế hoặc tầm dâng cho phép theo các nhiệt độ và độ cao khác nhau. Những giá trị có dấu trừ (-) phía trước biểu thị tầm dâng, và những giá trị có dấu cộng (+) biểu thị cột áp.

Bảng này chỉ áp dụng cho nước, không dùng cho các chất lỏng khác. Tầm dâng thực tế phụ thuộc vào trọng lượng riêng của chất lỏng được bơm. Các chất lỏng đặc (chẳng hạn nhựa đường và mật rỉ) nên được đưa vào bơm bằng trọng lực. Do đó, cột áp ngõ nạp thường được gọi là tầm dâng âm.

Ống nạp thường được gọi là ống hút. Để hạn chế trở lực ma sát đến mức tối thiểu, cần giảm các ống khuỷu hoặc khuỷu lắp gần nhau; ví dụ, ống nạp phải tỷ lệ với tốc độ dòng chảy 250 feet/phút. Có thể dùng những ví dụ sau đây để xác định kích thước ống danh định.

Bảng 4-2. Tầm dâng thực tế ở các nhiệt độ và độ cao khác nhau.

Độ cao (ft)	Nhiệt độ nước (°F)															
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
Mực nước biển	-22	-20	-17	-15	-13	-11	-8	-6	-4	-2	0	+3	+5	+7	+10	+12
2000	-19	-17	-15	-13	-11	-8	-6	-4	-2	+1	+3	+5	+7	+10	+12	+15
4000	-17	-15	-13	-10	-8	-6	-4	-1	+1	+3	+5	+7	+10	+12	+14	—
6000	-15	-13	-11	-8	-6	-4	-2	+1	+3	+5	+7	+10	+12	+14	+16	—
8000	-13	-11	-9	-6	-4	-2	0	+3	+5	+7	+9	+12	+14	+16	—	—
10.000	-11	-9	-7	-4	-2	0	+2	+4	+7	+9	+11	+14	+16	+18	—	—

Bài toán

Tính đường kính ống nạp (lưu tốc 250 feet/phút) cần thiết đối với bơm ghép đôi tác động kép có đường kính cylinder 10 inch, hành trình 12 inch, vận hành ở 50 vòng/phút.

Giải

Vì mỗi bơm thực hiện hai kỳ xả trong một vòng quay, piston trong mỗi bơm có hành trình là:

$$\frac{12 \times 2}{2} \times 50 = 100 \text{ feet}$$

Với từng bơm có hành trình 100 feet/phút, tổng khoảng cách dịch chuyển của hai piston hoặc tổng tốc độ piston là 200 feet/phút (2×100). Diện tích của hai piston là:

$$\text{Diện tích} = 2 \times 10^2 \times 0.7854 = 157.1 \text{ inch vuông.}$$

Vì thế, diện tích ống nạp nhỏ hơn nhiều so với diện tích cylinder, 200 đến 250, đó là:

$$\text{Diện tích ống nạp} = 157.1 \times \frac{200}{250} = 125.7$$

$$\text{Đường kính ống nạp} = \sqrt{\frac{125.7}{0.7854}} = 12\frac{7}{8} \text{ inch (gần đúng)}$$

Bài toán

Tính đường kính ống nạp đối với bơm có công suất 1.000.000 galon (trên 24 giờ) với lưu tốc dòng chảy qua ống là 250 feet/phút?

Giải

Với 1.000.000 galon trong 24 giờ, lưu lượng galon/phút (gpm) như sau:

$$\text{gpm} = \frac{1000000}{24 \times 60} = 694$$

Vì 1 galon nước có thể tích 231 inch khối, thể tích dòng chảy trên phút là 160.314 inch khối (694×231). Với dòng chảy 250 feet/phút, diện tích ống nạp phải như sau:

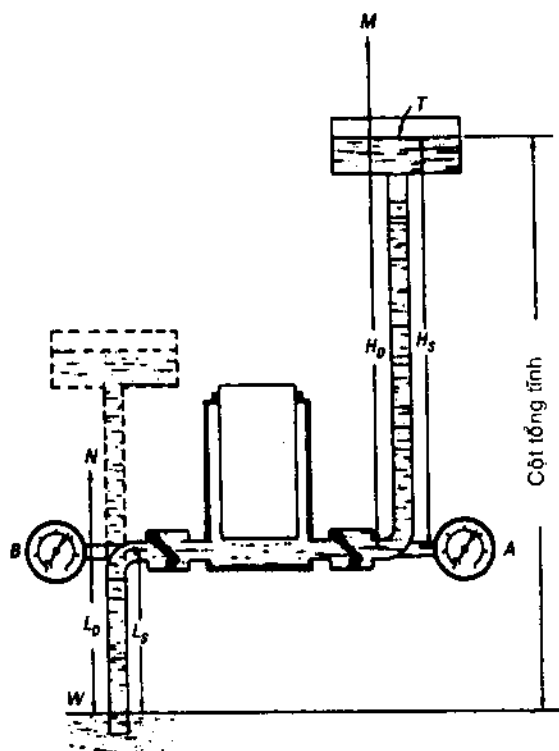
$$\text{Diện tích ống nạp} = \frac{160314}{250 \times 12} = \frac{160314}{3000} = 53.4 \text{ inch vuông}$$

$$\text{Đường kính ống nạp} = \sqrt{\frac{534}{0.7854}} = 8\frac{1}{4} \text{ inch (gần đúng)}$$

Vì thế, cần chọn kích cỡ ống danh nghĩa lớn hơn kế tiếp (9 inch). Điều này đặc biệt quan trọng đối với phía nạp, vì dòng chảy tăng với ống nhỏ gây thêm ma sát trong ống. Nhiều nhà sản xuất bơm chế tạo cổng xả nhỏ hơn cổng nạp một cỡ ống danh nghĩa. Kích cỡ ống danh nghĩa nhỏ hơn kích cỡ cổng nạp. Bảng 4-3 nêu ra kích cỡ ống danh nghĩa cho dầu nước và dầu hơi nước.

Kích cỡ ống xả

Kích cỡ ống xả danh nghĩa thường nhỏ hơn kích cỡ ống nạp danh nghĩa. Kích cỡ ống xả tùy thuộc vào chiều dài, số khuỷu trên đường ống, và các điều kiện có xu hướng cản trở dòng nước chảy. Trong hầu hết các tính toán, lưu tốc 400 feet/phút có thể được dùng cho trạm bơm nhà cao tầng hoặc bể chứa.



Hình 4-20. Phương pháp đo cột nước tĩnh và cột nước động, cột áp tĩnh và cột áp động, cột tổng tĩnh và cột tổng động.

Bảng 4-3. Kích cỡ ống bơm (bơm cấp nước cho lò hơi đơn và bơm piston thông dụng)

Kích cỡ (inch)	Dung lượng làm việc liên tục*															
	Dung lượng cấp cho lò hơi		Nước và chất lỏng, độ nhớt đến 250 SSU		Chất lỏng độ nhớt 250 đến 500 SSU		Chất lỏng độ nhớt 1000 đến 2500 SSU		Chất lỏng độ nhớt 2500 đến 5000 SSU		Đường kính ống (inch)					
Gallon/phút	Cổng suất lò hơi (HP)	Gallon/phút	Tốc độ piston, ft/phút	Gallon/phút	Tốc độ piston, ft/phút	Gallon/phút	Tốc độ piston, ft/phút	Gallon/phút	Tốc độ piston, ft/phút	Gallon/phút	Tốc độ piston, ft/phút	Hơi nước	Xả	Hút	Xả	
4½ × 2¾ × 6	8	110	13	45	11	39	10	35	8	27	6	22	¾	1	1¼	1
5¼ × 3¼ × 7	13	180	21	50	18	43	16	39	13	30	10	25	¾	1	1½	1¼
6 × 4½ × 8	23	325	38	55	33	48	29	43	23	33	19	27	¾	1	2½	2
7½ × 4½ × 10	31	450	52	63	45	55	40	49	31	38	25	31	1¼	1½	3	2½
8 × 5 × 12	42	600	71	70	61	60	55	54	42	42	35	35	1¼	1½	3	3
10 × 6 × 12	62	875	103	70	88	60	79	54	62	42	51	35	1¼	1½	4	3
12 × 7 × 12	84	1200	140	70	120	60	108	54	84	42	70	35	1¼	1½	5	4
14 × 8 × 12	109	1575	182	70	156	60	140	54	109	42	91	35	2½	3	5	4
16 × 10 × 18	219	3150	365	90	316	80	285	70	220	54	183	45	2½	3	8	6

*Dung lượng vận hành bình thường với tải liên tục. Trong điều kiện khẩn cấp, có thể tăng dung lượng bơm khoảng 15%.

Cột áp

Hình 4-20 cho thấy có thể xác định cột áp tĩnh (H_s) hoặc cột áp động (H_d) bằng áp kế A đặt ở phía xả của bơm. Nếu bơm nghỉ, có thể dùng số đo trên áp kế để xác định cột áp tĩnh H_s . Nếu bơm đang hoạt động, có thể xác định cột áp động H_d .

Bài toán

Nếu số đo trên áp kế A là 35 pound, cột áp tĩnh H_s là bao nhiêu khi bơm nghỉ?

Giải

Vì cột nước cao 2.31 feet tạo ra áp suất 1 psi, khi số đo trên áp kế là 35 pound, cột áp tĩnh H_s được tính như sau:

$$H_s = 2.31 \times 35 = 80.9 \text{ feet}$$

Nếu bơm đang chạy, áp kế A sẽ cho số đo cao hơn do phải vượt qua ma sát của dòng chảy trong ống, do đó đây là cột áp động H_d .

Từ Hình 4-20, cột áp này không phải là tổng tải trên bơm, do chưa xét đến tầm dâng. Bơm phải nâng nước từ mức W trong giếng đến mức T trong bể; đây được xem là cột tổng tĩnh (C_s) hoặc:

$$C_s = L_s + H_s$$

Tương tự, cột tổng động (C_d) bằng:

$$C_d = L_d + H_d$$

Tầm dâng tĩnh (L_s) và tầm dâng động (L_d) có thể được xác định bằng áp kế chân không B (Hình 4-20); sự chuyển đổi số đo này thành độ cao theo feet sẽ được trình bày trong các bài toán sau.

Ví dụ

Tầm dâng L_d bằng bao nhiêu nếu số đo trên áp kế chân không B là 18 inch?

$$\text{Tầm dâng (feet)} = \text{số đo trên áp kế chân không} \times 0.49116 \times 2.31$$

Trong phương trình này, 0.49116 psi tương ứng với 1 inch thủy ngân và cột nước 2.31 feet tương ứng áp suất 1 psi. Thay số đo trên áp kế chân không B vào phương trình:

$$\text{Cột áp (feet)} = 18 \times 0.49116 \times 2.31 = 20.4 \text{ feet (gần đúng)}$$

Để tính cột tổng khi dòng nước chảy về phía bơm (từ điểm N trên Hình 4-20), cần trừ cột áp nạp cho cột áp xả. Vì thế, cột tổng bằng ($H - L_n$), trong đó ký hiệu n chỉ tầm dâng âm. Ở bơm tác động trực tiếp, giá trị cho phép đối với cột áp vận tốc là không đáng kể nếu vận tốc thấp.

Dung tích làm việc

Thể tích chất lỏng được chuyển đi nhờ piston hoặc trụ trượt trong một hành trình đơn được gọi là dung tích làm việc trong bơm tịnh tiến. Dung tích làm việc được biểu diễn bằng đơn vị inch khối trên hành trình, inch khối trên phút, và galon trên phút. Dung tích làm việc thường được biểu thị dưới dạng inch khối trên hành trình. *Để xác định dung tích làm việc của piston, theo inch khối trên hành trình, nhân diện tích hiệu dụng của piston hoặc trụ trượt với chiều dài hành trình.*

Bài toán

Tính dung tích làm việc, theo inch khối trên hành trình, trong bơm tịnh tiến tác động kép với cylinder nước là 5 inch nhân 12 inch, và thanh piston 1 inch.

Giải

Diện tích hiệu dụng của piston là:

$$\text{Diện tích của piston} = (5)^2 \times 0.7854 = 19.635 \text{ inch vuông.}$$

$$\frac{1}{2} \text{ diện tích thanh piston} = \frac{1^2 \times 0.7854}{2} = 0.393$$

$$\text{Tổng diện tích hiệu dụng của piston} = 19.242 \text{ inch vuông}$$

(Thanh này chỉ làm giảm dung tích làm việc trên một phía của piston; vì thế, một nửa diện tích là số trung bình).

$$\begin{aligned} \text{Dung tích làm việc} &= \text{diện tích piston hiệu dụng} \times \text{hành trình} \\ &= 19.242 \times 12 = 230.9 \text{ inch khối/ hành trình} \end{aligned}$$

Để xác định dung tích làm việc, theo inch khối trên phút, nhân dung tích làm việc của cylinder trên hành trình với số hành trình xả trên phút. Do đó, ở bài toán trước, mỗi hành trình là một hành trình xả, vì bơm là loại tác động kép. Do đó, nếu bơm vận hành với 92 hành trình trên phút:

$$\text{Dung tích làm việc} = 230.9 \times 92 = 21242.8 \text{ inch khối trên phút}$$

Để xác định dung tích làm việc, bằng galon trên phút, chia dung tích làm việc trên phút với 231 (thể tích 1 galon nước). Vì thế, dung tích làm việc là:

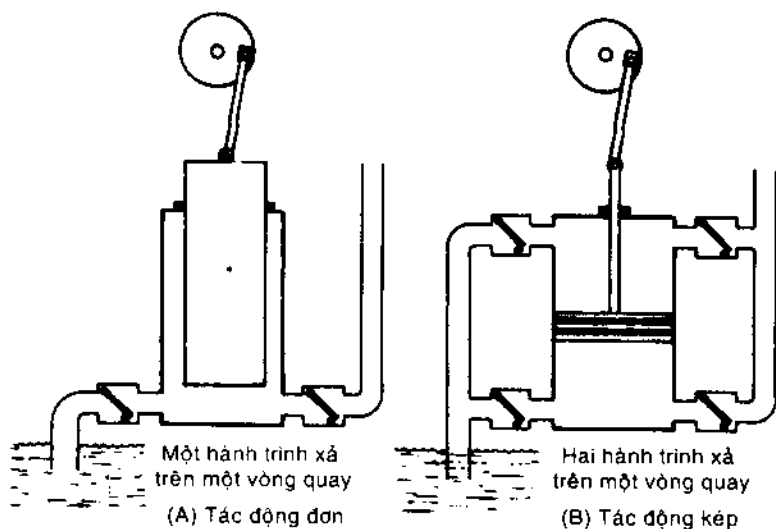
$$\text{Dung tích làm việc} = \frac{21242.8}{231} = 91.96 \text{ gal/phút}$$

Tốc độ piston

Tổng khoảng cách (feet) do piston (hoặc trụ trượt) di chuyển trong 1 phút được gọi là tốc độ piston.

Ví dụ

Nếu piston có hành trình 16 inch hoạt động 60 hành trình/phút, tốc độ piston là:



Hình 4-21. Kỳ xả trên một vòng quay được dùng làm hệ số xác định tốc độ piston để tính dung tích làm việc ở bơm đơn tác động đơn (trái) và bơm tác động kép (phải).

$$\text{Tốc độ piston} = \frac{16 \times 60}{12} = 80 \text{ ft/phút}$$

Trong tính toán dung tích, tốc độ piston có thể được dùng làm hệ số. Tùy theo loại bơm, cần sử dụng hệ số “số hành trình xả trên vòng quay”. Ví dụ, trong bơm đơn tác động đơn (Hình 4-21), chỉ xảy ra một kỳ xả trên một vòng quay, và trong bơm đơn tác động kép, hai kỳ xả trên một vòng quay.

Vì tốc độ piston dựa trên cả kỳ đi lên (nạp) và kỳ đi xuống (xả), và chỉ một kỳ xả xảy ra trên vòng quay hai kỳ ở bơm tác động đơn, hệ số này bằng một nửa (0.5). Đó là tốc độ piston phải được nhân với $\frac{1}{2}$ hoặc 0.5 như bài toán sau đây.

Bài toán

Dung tích làm việc trên vòng quay trong bơm tác động đơn với dung tích 300 inch khối, vận hành với tốc độ 100 vòng/phút, là bao nhiêu?

Giải

Do trong bơm tác động đơn, chỉ một hành trình xả trên vòng quay, dung tích làm việc trên vòng quay là:

$$\text{Dung tích làm việc trên vòng quay} = 300 \times 0.5 = 150 \text{ inch khối.}$$

Vì hai hành trình xả trên vòng quay xảy ra ở bơm tác động kép, hệ số là một nửa (0.5) – nghĩa là, nếu piston trong bài toán trước là bơm tác động kép, dung tích làm việc trên vòng quay sẽ là:

$$\text{Dung tích làm việc trên vòng quay} = 300 \times 1 = 300 \text{ inch khối}$$

Vì dung tích làm việc trên vòng quay bằng dung tích làm việc nhân với hệ số (dung tích làm việc $\times$ hệ số), có thể lập bảng các tổ hợp như sau:

	Tác động đơn	Tác động kép
Bộ một bơm	0.5	1.0
Bộ hai bơm	1.0	2.0
Bộ ba bơm	1.5	3.0

Vì thế, bộ ba bơm tác động đơn với dung tích làm việc 300 inch khối trên cylinder sẽ có dung tích làm việc trên vòng quay 450 inch khối (300×1.5) và bộ hai bơm tác động kép với dung tích làm việc trên cylinder có dung tích làm việc trên vòng quay 600 inch khối (300×2).

Hiện tượng trượt

Ở bài toán trước, dung tích làm việc đã đề cập là dung tích làm việc lý thuyết. Trong các điều kiện vận hành thực tế, bơm không thể xả thể tích nước bằng dung tích làm việc lý thuyết do hiện tượng trượt qua các valve và rò rỉ. Hiện tượng trượt thường được biểu diễn theo số phần trăm dung tích làm việc, là lượng thể tích nước phân phối trên hành trình không đạt đến dung tích làm việc của bơm.

Bài toán

Dung tích trượt bằng bao nhiêu (phần trăm dung tích làm việc) trong bơm có dung tích làm việc 300 inch khối trên hành trình nhưng chỉ xả 285 inch khối nước trên hành trình?

Giải

Trượt là 15 inch khối ($300 - 285$); vì thế:

$$\text{Trượt} = \frac{15}{300} \times 100 = 5\%$$

Điều đó có nghĩa là phần trăm được xác định bằng:

- Phần trăm tổn thất do trượt, trong khoảng 2 đến 10 phần trăm.
- Loại bơm, piston hoặc trụ trượt.
- Tình trạng bơm.
- Áp suất làm việc của bơm.

Trong thực tế, tổn thất do trượt 2% là giá trị bình thường với bơm trụ trượt. Với bơm piston loại nhẹ, tổn thất do trượt khoảng 5%. Và 10% là bình thường đối với bơm piston áp suất. Hệ số khác có thể làm giảm công suất bơm tịnh tiến tốc độ cao xảy ra khi tốc độ quá cao để nước chảy qua các valve nạp đủ nhanh để điền đầy hoàn toàn cylinder.

Trong các bơm có valve một chiều, vận hành với tầm dâng thấp ở đó cột nước có đủ quán tính động để tiếp tục chuyển động trong một phần (hoặc toàn bộ) kỳ trở về, thể tích xả có thể lớn hơn dung tích làm việc. Điều này được gọi là *trượt âm*.

Dung lượng

Dung lượng bơm là thể tích nước hoặc chất lỏng thực tế được bơm phân phối, thường được tính theo đơn vị gallon trên hành trình hoặc gallon trên phút khi xả ở tốc độ đã biết.

Bài toán

Bơm tác động đơn có dung tích làm việc 300 inch khối, vận hành với 100 hành trình/phút. Dung lượng bơm là bao nhiêu (gallon/phút) với tổn thất do trượt là 5%?

Giải

Bơm tác động đơn, có 50 hành trình xả trên phút ($100 \div 2$). Do đó:

dung tích làm việc/phút = $300 \times 50 = 15000$ inch khối

5% trượt = $15000 \times 0.05 = 750$ inch khối

Dung lượng/phút = $15000 - 750 = 14250$ inch khối

Dung lượng/phút = $14250/231 = 61.69$ gal

Để tính dung lượng bơm, nhân diện tích piston (inch vuông) với chiều dài hành trình (inch) và với số hành trình phân phối trên phút. Chia thể tích với 1728 (để đạt được dung lượng lý thuyết theo feet khối) hoặc với 231 (dung lượng lý thuyết theo gallon). Nhân kết quả với hệ số hiệu suất của bơm để đạt được dung lượng thực gần đúng. Biểu diễn bằng công thức sau:

$$\text{Dung lượng thực gần đúng} = \frac{0.7854 \times D^2 \times L \times N}{1728} \times (f) \text{ feet khối}$$

hoặc

$$\frac{0.7854 \times D^2 \times L \times N}{231} \times (f) \text{ gal}$$

Trong đó:

D đường kính piston hoặc trụ trượt (inch)

L chiều dài hành trình (inch)

N số hành trình phân phối trên phút

f tổn thất do trượt, phần trăm dung tích làm việc

1728 inch khối tương ứng 1 foot khối

231 inch khối tương ứng 1 gallon Mỹ

Bài toán

Tính dung lượng thực gần đúng của bơm tác động kép, hành trình piston 5 inch $\times$ đường kính 3 inch, vận hành 75 vòng/phút, giả sử tổn thất do trượt là 5%.

Giải

Áp dụng công thức:

Dung lượng thực gần đúng

$$= \frac{0.7854 \times 3^2 \times 5 \times 150}{1728} \times (10 - 0.05) = 2.914 \text{ ft khối}$$

$$= \frac{0.7854 \times 3^2 \times 5 \times 150}{231} \times (10 - 0.05) = 21.80 \text{ gal}$$

Hiệu suất

Nói chung, hiệu suất là tỷ số giữa công hữu ích được thực hiện bởi cơ cấu truyền năng lượng và năng lượng tiêu thụ. Đối với bơm, có nhiều loại hiệu suất (hiệu suất thủy lực, hiệu suất thể tích, hiệu suất nhiệt, hiệu suất cơ, và hiệu suất toàn phần).

Hiệu suất thủy lực

Hiệu suất thủy lực là tỷ số giữa cột tổng (cột áp động và tầm dâng động) được bơm, và cột tổng, cộng tổn thất thủy lực, gồm tất cả các tổn thất (cột áp vận tốc) từ nguồn cung cấp qua các cylinder đến điểm gắn đồng hồ xả.

Hiệu suất thể tích

Tỷ số dung tích với dung tích làm việc, như:

$$\text{Hiệu suất thể tích} = \frac{\text{Dung tích}}{\text{Dung tích làm việc}}$$

Hiệu suất nhiệt

Tỷ số giữa nhiệt được bơm sử dụng để thực hiện công có ích và nhiệt cung cấp. Công thức:

$$E_t = 2 \left[\frac{42.44 \times P \times 60}{S(H - h)} \right]$$

Trong đó:

P công suất, tính theo mã lực.

S hơi nước tiêu thụ (pound/giờ)

H tổng lượng nhiệt trong một pound hơi nước ở áp suất ban đầu.

h tổng lượng nhiệt trong một pound nước cung cấp.

42.44 là đương lượng nhiệt ứng với một mã lực (Btu/phút)

Hiệu suất cơ

Tỷ số giữa mã lực phía nước và mã lực phía hơi nước:

$$\text{Hiệu suất cơ} = \frac{\text{Công suất (phía nước)}}{\text{Công suất (phía hơi nước)}}$$

Hệ số này chỉ có thể xác định bằng kiểm tra thực tế. Nhà sản xuất cho biết hiệu suất cơ của bơm tác động - trực tiếp thay đổi theo kích cỡ và loại bơm từ 50% đến 90% (Bảng 4-4).

Bảng 4-4. Hiệu suất cơ của bơm

Hành trình của bơm (inch)	Loại piston (phần trăm)	Loại trượt vòng bit bên ngoài (phần trăm)
3	55	50
5	60	56
6	65	61
7	68	64
8	72	68
10	76	72
12	78	75
16	80	77
20	83	80
24	85	82

Mã lực ở phía nước của bơm

Mã lực yêu cầu đối với dung tích bơm đã cho có thể tính bằng công thức sau:

$$thp = \frac{\text{feet khối} \times W(L_s + H_s)}{33000}$$

$$iph = \frac{\text{feet khối} \times W(L_d + H_d)}{33000}$$

Trong đó:

- tph mã lực lý thuyết.
- iph mã lực thực tế.
- W trọng lượng 1 foot khối nước (pound).
- L_s tầm dâng tĩnh (feet).
- H_s cột áp tĩnh (feet).
- H_d cột áp động (feet).

Bài toán

Mã lực lý thuyết (thp) bằng bao nhiêu để nâng 100 feet khối nước lên 200 feet? Tầm dâng là 10 feet và nhiệt độ nước là 75°F.

Giải

Ở 75°F, 1 foot khối nước nặng 62.28 pound. Thay vào công thức:

$$thp (75^\circ F) = \frac{100 \times 62.28 \times (10 + 200)}{33000} = 39.63$$

Ở 35°F (thời tiết lạnh), 1 foot khối nước nặng 62.42 pound. Mã lực tăng tỷ lệ với tỷ số giữa hai trọng lượng, như sau:

$$thp (35^\circ F) = \frac{39.63 \times 62.42}{62.28} = 39.7$$

So sánh với các phương trình đã nêu cho thấy nhiệt độ chỉ gây ra sự chênh lệch nhỏ so với kết quả này. Do đó, có thể bỏ qua hệ số nhiệt ở hầu hết các tính toán và có thể dùng trọng lượng thông thường có giá trị 62.4 pound trên foot khối nước. Bảng 4-5 minh họa mã lực lý thuyết cần thiết để nâng nước đến các độ cao khác nhau.

Bơm cấp nước

Khi chọn bơm cho mục đích cung cấp nước cần lưu ý, mỗi bơm chỉ phù hợp với một loại ứng dụng, không chỉ yêu cầu về dung tích bơm, mà còn yêu cầu áp suất để bơm vận hành. Ví dụ, ống $\frac{1}{2}$ inch có vòi phun được dùng để tưới nước tiêu thụ 200 galon/giờ. Để cho phép sử dụng nước đồng thời cho các mục đích khác, cần có dung tích bơm cao hơn 200 galon/giờ. Nếu sử dụng ống $\frac{1}{2}$ inch có vòi phun, cần có dung tích bơm cao hơn 220 galon/giờ. Để xác định dung tích bơm cần thiết, ngay cả với những yêu cầu bình thường, nên chọn kích cỡ đủ lớn để bơm không chạy quá vài giờ trong ngày.

Bơm cấp nước thông dụng

Trạm bơm tự động và bán tự động với mục đích cung cấp nước thường dùng bốn loại bơm sau (đều có chung nguyên lý):

- Tịnh tiến hoặc trụ trượt.
- Quay.
- Ly tâm.
- Phun tia hoặc bơm phun.

Bơm phun có dòng tia gắn vào bơm ly tâm hoặc bơm tịnh tiến. Bảng 4-6 liệt kê các đặc tính của vài loại bơm. Để thuận tiện, bơm được phân loại theo tốc độ, chiều sâu hút, và cột áp thực tế.

Bơm tịnh tiến phân phối nước tỷ lệ với số hành trình, chiều dài và kích cỡ cylinder. Chúng có khoảng tốc độ rộng và tương thích hầu như với độ sâu bất kỳ của giếng. Vì bơm tịnh tiến là loại thể tích dương khi vận hành, cần lắp valve an toàn tự động để tránh vỡ ống hoặc những hư hỏng khác do các bất thường về áp suất.

Đối với bơm ly tâm, cần đặc biệt chú ý đến vấn đề tốc độ, chỉ nên dùng ở nơi yêu cầu công suất động cơ với tốc độ hầu như không đổi. Loại bơm ly tâm thẳng đứng được dùng cho giếng sâu. Chúng thường được dẫn động qua trục bằng động cơ lắp thẳng đứng trên đầu giếng.

Bơm turbine là loại bơm tự môi. Chúng vận hành êm, phù hợp với các ứng dụng ở nơi yêu cầu tiếng ồn và rung động ở mức tối thiểu.

Bơm phun vận hành êm, nhưng không được lắp phía trên giếng có độ sâu bất kỳ.

Bảng 4-5. Bảng công suất lý thuyết (mã lực) cần thiết để nâng nước đến các độ cao khác nhau

Gal/ phút	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	100	125	150	175	200	250	300	350	400
feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet	feet
5	0.006	0.012	0.019	0.025	0.031	0.037	0.044	0.05	0.06	0.06	0.07	0.09	0.11	0.12	0.16	0.19	0.22	0.31	0.31	0.37	0.44	0.50
10	0.012	0.025	0.037	0.050	0.062	0.075	0.087	0.10	0.11	0.12	0.15	0.18	0.22	0.25	0.31	0.37	0.44	0.62	0.62	0.75	0.87	1.00
15	0.019	0.037	0.056	0.075	0.094	0.112	0.131	0.15	0.17	0.19	0.22	0.28	0.34	0.37	0.47	0.56	0.66	0.94	0.94	1.12	1.31	1.50
20	0.025	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.20	0.22	0.25	0.30	0.37	0.45	0.50	0.62	0.75	0.87	1.25	1.25	1.50	1.75	2.00
25	0.031	0.062	0.093	0.125	0.150	0.187	0.219	0.25	0.28	0.31	0.37	0.47	0.56	0.62	0.78	0.94	1.09	1.56	1.56	1.87	2.19	2.50
30	0.037	0.075	0.112	0.150	0.187	0.225	0.262	0.30	0.34	0.37	0.45	0.56	0.67	0.75	0.94	1.12	1.31	1.87	1.87	2.25	2.62	3.00
35	0.043	0.087	0.131	0.175	0.219	0.262	0.306	0.35	0.39	0.44	0.52	0.66	0.79	0.87	1.08	1.31	1.53	2.19	2.19	2.62	3.06	3.50
40	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.40	0.45	0.50	0.60	0.75	0.90	1.00	1.25	1.50	1.75	2.50	2.50	3.00	3.50	4.00
45	0.056	0.112	0.168	0.225	0.281	0.337	0.394	0.45	0.51	0.56	0.67	0.84	1.01	1.12	1.41	1.69	1.97	2.81	2.81	3.37	3.94	4.50
50	0.062	0.125	0.187	0.250	0.312	0.375	0.437	0.50	0.56	0.62	0.75	0.94	1.12	1.25	1.56	1.87	2.19	3.12	3.12	3.75	4.37	5.00
60	0.075	0.150	0.225	0.300	0.375	0.450	0.525	0.60	0.67	0.75	0.90	1.12	1.35	1.50	1.87	2.25	2.62	3.75	3.75	4.50	5.25	6.00
75	0.093	0.187	0.281	0.375	0.469	0.562	0.656	0.75	0.84	0.94	1.12	1.40	1.69	1.87	2.34	2.81	3.28	4.69	4.69	5.62	6.56	7.50
90	0.112	0.225	0.337	0.450	0.562	0.675	0.787	0.90	1.01	1.12	1.35	1.68	2.02	2.25	2.81	3.37	3.94	5.62	5.62	6.75	7.87	9.00
100	0.125	0.250	0.375	0.500	0.625	0.750	0.875	1.00	1.12	1.25	1.50	1.87	2.25	2.50	3.12	3.75	4.37	6.25	6.25	7.50	8.87	10.00
125	0.156	0.312	0.469	0.625	0.781	0.937	1.094	1.25	1.41	1.56	1.87	2.34	2.81	3.12	3.91	4.69	5.47	7.81	7.81	9.37	10.94	12.50
150	0.187	0.375	0.562	0.750	0.937	1.125	1.312	1.50	1.69	1.87	2.25	2.81	3.37	3.75	4.69	5.62	6.56	9.37	9.37	11.25	13.12	15.00
175	0.219	0.437	0.656	0.875	1.093	1.312	1.531	1.75	1.97	2.19	2.62	3.28	3.94	4.37	5.47	6.56	7.66	10.94	10.94	13.12	15.31	17.50
200	0.250	0.500	0.750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.00	2.25	2.50	3.00	3.75	4.50	5.00	6.25	7.50	8.75	12.50	12.50	15.00	17.50	20.00
250	0.312	0.625	0.937	1.250	1.562	1.875	2.187	2.50	2.81	3.12	3.75	4.69	5.62	6.25	7.81	9.37	10.94	15.72	15.72	18.75	21.87	25.00
300	0.375	0.750	1.125	1.500	1.875	2.250	2.625	3.00	3.37	3.75	4.50	5.62	6.75	7.50	9.37	11.25	13.12	18.75	18.75	22.50	26.25	30.00
350	0.437	0.875	1.312	1.750	2.187	2.625	3.062	3.50	3.94	4.37	5.25	6.56	7.87	8.75	10.94	13.12	15.31	21.87	21.87	26.25	30.62	35.00
400	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.00	4.50	5.00	6.00	7.50	9.00	10.00	12.50	15.00	17.50	25.00	25.00	30.00	35.00	40.00
500	0.625	1.250	1.875	2.500	3.125	3.750	4.375	5.00	5.62	6.25	7.50	9.37	11.25	12.50	15.62	18.75	21.87	31.25	31.25	37.50	43.75	50.00

Bảng này cho công suất (mã lực) nước thực tế. Khi chọn động cơ và turbine, cần xét đến tổn thất do ma sát ống và tổn thất trong bơm, bánh răng, dây đai... Một foot cột áp bằng 0.43 pound áp suất / inch vuông.

Bảng 4-6. Đặc tính bơm

Loại bơm	Tốc độ	Chiều sâu hút thực tế	Cột áp	Đặc tính phản phối
Bơm tĩnh tiến:				
Giếng cạn (Áp suất thấp)	Chậm	22 đến 25 feet	40 đến 43 lb	Xung (buồng không khí cần bằng các xung)
(Áp suất trung bình)	250 - 550 hành trình/phút		Đến 100 lb	Xung buồng không khí cần bằng các xung)
(Áp suất cao)			Đến 350 lb	Xung (buồng không khí cần bằng các xung)
Giếng sâu	Chậm 30 - 52 hành trình/phút	Khả dụng cho cột áp đến 875 ft. Cột áp hút dưới cylinder 22 ft	Thông thường đến 40 lbs	Xung (buồng không khí cần bằng các xung)
Bơm quay:				
Giếng cạn	400 - 1725 vòng/phút	22 ft	Khoảng 100 lbs	Dương (xung nhẹ)
Bơm phun:				
(Giếng cạn và giếng sâu giới hạn)	Dùng với bơm tuabin ly tâm hoặc bơm tĩnh tiến giếng cạn)	Tối đa khoảng 120 ft. Thực tế không quá 80 ft	40 lbs (bình thường). Có thể đến 70 lbs	Liên tục không rung, dùng tích lớn với cột áp suất thấp
Ly tâm:				
Giếng cạn (đơn cấp)	Cao, 1750 và 3650 vòng/phút	Tối đa 15 ft.	40 lbs (bình thường). 70 lbs (tối đa)	Liên tục không rung, dùng tích lớn với cột áp suất thấp
Loại tuabin:				
(Bánh công tác đơn)	Cao, 1750 vòng/phút	28 ft, tối đa ở mực nước biển	40 lbs (bình thường). Có thể đến 100 lbs cột áp suất	Liên tục không rung, dùng tích lớn với cột áp suất thấp

TÓM TẮT

Bơm tịnh tiến có chuyển động tới lui. Chuyển động của bơm bao gồm tiến và lùi (hoặc lên và xuống) khác với chuyển động quay của bơm ly tâm và bơm quay. Piston hoặc trụ trượt ở bơm tịnh tiến khác với bơm ly tâm hoặc bơm quay. Ở bơm tịnh tiến, chuyển động tịnh tiến của chốt piston được chuyển thành chuyển động quay nhờ cơ cấu tay quay - thanh truyền.

Bơm hút là bơm tác động đơn, gồm cylinder hở và valve một chiều hoặc valve xả, bơm hút nước thay vì đẩy. Bơm đẩy là bơm tác động đơn hoặc kép.

Sau khi bơm hút đã được môi, chu kỳ làm việc sẽ hoàn tất trong hai kỳ của piston: kỳ đi xuống hoặc vận chuyển nước và kỳ đi lên (kỳ xả và nạp, vì hút nước vào cylinder và xả nước đã nạp trong chu kỳ trước).

Bơm đẩy là biến thể của bơm hút, thực hiện quy trình hút và đẩy nước vượt qua áp suất bên ngoài. Nguyên tắc vận hành cơ bản của bơm đẩy là đẩy nước lên cao hơn mức đặt được bằng áp suất khí quyển, khi được phân biệt với bơm hút, loại bơm nâng nước lên để chảy ra khỏi vòi.

Ở bơm đẩy tác động đơn, nước được đẩy ra khỏi cylinder bằng piston hoặc trụ trượt vượt qua áp suất tương ứng với cột áp hoặc độ cao phía trên valve nạp mà nước được bơm. Chu kỳ làm việc hoàn tất trong hai kỳ: kỳ đi lên (nạp) và kỳ đi xuống (xả). Trong suốt kỳ nạp, chân không được tạo ra cho phép áp suất khí quyển ép nước vào cylinder. Trong suốt kỳ xả, trụ trượt dịch chuyển (buộc mở) valve xả và nước chảy từ cylinder vượt qua áp suất do cột áp động tạo ra.

Trong bơm đẩy tác động kép, piston xả nước từ một phía của piston trong khi hút nước vào cylinder ở phía kia – không có kỳ vận chuyển. Do đó, nước được xả trong các kỳ liên tục thay vì các kỳ xen kẽ như ở bơm tác động đơn. Vì thế, công suất của bơm tác động kép có thể bằng hai lần bơm tác động đơn có dung tích làm việc của cylinder bằng nhau.

Bơm piston tịnh tiến có công suất lớn được dùng trong nhiều ứng dụng công nghiệp. Chúng được thiết kế với ba, năm, bảy, hoặc chín trụ trượt. Bơm trụ trượt được dùng rộng rãi trong công nghiệp để cung cấp hóa chất từ áp suất trung bình đến cao. Loại bơm này đáp ứng tốt cho các ứng dụng yêu cầu tính liên tục, gián đoạn, hoặc cấp dòng đáp ứng.

Tầm dâng (chiều sâu hút) lý thuyết và tầm dâng thực tế là hoàn toàn khác nhau. Tầm dâng thực có giá trị nhỏ hơn tầm dâng lý thuyết; bị giới hạn bởi những hệ số như nhiệt độ nước, áp suất khí quyển giảm theo độ cao, ma sát (qua ống, khớp nối, và đường dẫn), và rò rỉ.

Kích thước danh nghĩa của ống xả thường nhỏ hơn ống nạp. Kích cỡ yêu cầu của ống xả tùy thuộc vào chiều dài ống, số khuỷu trên đường ống, và những điều kiện khác có khuynh hướng cản trở dòng nước.

Tổng tải trên bơm khác với giá trị cột áp. Tầm dâng cũng phải được xem xét. Bơm phải nâng nước từ mức bề mặt nước nguồn đến mức bề mặt trong bồn chứa. Đây được gọi là cột tổng tĩnh. Công thức tính cột tổng tĩnh là:

$$C_s = L_s + H_s$$

Khi xét đến tất cả các trở lực dòng chảy, tổng tải trở thành cột tổng động và công thức là:

$$C_d = L_d + H_d$$

Thể tích chất lỏng bị dời chỗ do piston hoặc trụ trượt trong hành trình đơn được gọi là dung tích làm việc.

Dung tích làm việc được biểu diễn bằng inch khối trên hành trình, inch khối trên phút, hoặc gallon trên phút. Để xác định dung tích làm việc của piston theo inch khối trên hành trình, nhân diện tích hiệu dụng của piston hoặc trụ trượt với chiều dài hành trình.

Tổng khoảng cách, tính theo feet, dịch chuyển của piston (hoặc trụ trượt) trong 1 phút được gọi là tốc độ piston. Đây là hệ số được dùng trong tính toán dung tích làm việc. Ở bơm đơn tác động đơn, chỉ xảy ra một hành trình trên vòng quay. Ở bơm tác động kép, xảy ra hai kỳ xả trên vòng quay.

Trong bơm, hiện tượng trượt thường được biểu diễn theo số phần trăm dung tích làm việc. Bơm có thể xử lý không đủ nước như thiết kế. Lượng hoặc thể tích nước (phân phối trên hành trình) thấp hơn dung tích làm việc của bơm, nguyên nhân chính là do vấn đề này. Phần trăm tổn thất do trượt thay đổi từ 2 đến 10%, tùy theo loại bơm (piston hoặc trụ trượt). Điều kiện bơm cũng cho thấy mức thay đổi của trượt. Khi thể tích xả lớn hơn dung tích làm việc, hiện tượng này được gọi là trượt âm.

Dung lượng của bơm là thể tích nước hoặc chất lỏng thực tế được phân phối, tính bằng galon/hành trình hoặc galon/phút khi xả ở tốc độ đã biết (trong hệ mét, đại lượng này thường được tính theo m³/giờ). Để tính dung tích, nhân diện tích piston (inch vuông) với chiều dài hành trình (inch) và với số hành trình phân phối trên phút. Chia kết quả cho 1728 (để đạt được công suất lý thuyết, theo feet khối) hoặc với 231 (để đạt được công suất lý thuyết, theo galon).

Hiệu suất là tỷ số giữa công hữu ích thực hiện bởi cơ cấu truyền năng lượng và năng lượng tiêu thụ. Đối với bơm, có nhiều loại hiệu suất (bao gồm hiệu suất thủy lực, hiệu suất thể tích, hiệu suất nhiệt, hiệu suất cơ, và hiệu suất toàn phần).

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Bơm tịnh tiến khác bơm ly tâm và bơm quay như thế nào?
2. Hoạt động cơ bản của bơm hút khác bơm đẩy thế nào?
3. Sự khác nhau chính trong chu kỳ làm việc của bơm đẩy tác động đơn và bơm đẩy tác động kép là gì?
4. So sánh công suất bơm đẩy tác động đơn và bơm đẩy tác động kép có cùng dung tích làm việc của cylinder.
5. Nhược điểm của bơm đẩy trụ trượt tác động kép có vòng bít bên trong là gì?

6. Mô tả chu kỳ làm việc của bơm tịnh tiến tự mỗi.
7. Loại ứng dụng công nghiệp nào sử dụng bơm piston tịnh tiến?
8. So sánh tầm dâng (chiều sâu hút) lý thuyết và tầm dâng thực tế.
9. Tại sao kích cỡ danh định của đường ống xả thường nhỏ hơn kích cỡ danh định của đường ống nạp?
10. Tại sao tổng tải trên bơm không bằng giá trị cột áp?
11. Dung tích làm việc là gì? được biểu diễn như thế nào?
12. Hiện tượng trượt là gì và được biểu diễn như thế nào?
13. Công suất bơm được tính như thế nào?
14. Ba bộ phận chuyển động cần thiết để vận hành bơm tịnh tiến là gì?
15. Sự khác nhau giữa piston và trụ trượt là gì?
16. Liệt kê bốn hành trình của bơm hút tác động đơn.
17. Liệt kê bốn hành trình của bơm đẩy tác động đơn có valve một chiều trên piston.
18. Bơm tịnh tiến có thể có bao nhiêu trụ trượt?
19. Tầm dâng của nước ở độ cao mực nước biển ở 120°F là bao nhiêu?
20. Thuật ngữ dùng để chỉ thể tích lưu chất được piston hoặc trụ trượt dịch chuyển trong một kỳ đơn trong bơm tịnh tiến là gì?
21. Định nghĩa hiệu suất thủy lực.
22. Định nghĩa hiệu suất thể tích.
23. Định nghĩa hiệu suất nhiệt.
24. Định nghĩa hiệu suất cơ.
25. Cần bao nhiêu mã lực để nâng 40 gallon nước lên cao 10 feet?

Chương 5 – BƠM CÓ CÔNG DỤNG RIÊNG

Sự lựa chọn bơm nên dựa vào kiến thức về các đặc tính và nguyên lý của các loại bơm cơ bản (bơm ly tâm, bơm quay, bơm tịnh tiến...) đã trình bày ở những chương trước. Nguyên lý vận hành, đặc điểm thiết kế, và các tính chất đặc thù của từng loại bơm cho phép chuyên biệt hóa bơm theo từng ứng dụng thực tiễn. Trong nhiều trường hợp, bơm được thiết kế một cách đặc biệt phù hợp với những loại công việc hoặc điều kiện cho trước.

Nhiều loại bơm, đã giới thiệu, được thiết kế chuyên biệt cho những loại dịch vụ hoặc điều kiện vận hành riêng biệt. Vài loại bơm đặc biệt này được dùng cho sơ cứu hỏa, ngành đường sắt, ô tô, động cơ đốt trong, xây dựng, ngành mỏ, cấp thoát nước, truyền động thủy tĩnh, máy công cụ và nhiều ứng dụng khác trong công nghiệp. Lưu chất dùng trong loại bơm đặc biệt này là nước tinh khiết, nước thải, nguyên liệu làm giấy, dầu, sữa, hóa chất, và nhiều loại chất lỏng nhớt khác.

BƠM DỊCH VỤ

Bơm piston tịnh tiến loại đơn hoặc đôi rất thích hợp với những yêu cầu làm việc trong các xưởng thuộc da, nhà máy đường, phân xưởng tẩy trắng,... Bơm piston tịnh tiến đôi áp suất cao phù hợp với công việc cần áp suất cao trên hệ thống cấp nước ở những cầu lạc bộ thể thao ngoài trời, trại sản xuất bơ sữa, nhà máy công nghiệp... Hai piston tác động kép thực tế tạo ra bốn kỳ trên một vòng quay, cung cấp dòng chất lỏng đều đặn, ổn định. Bơm này có thể xử lý nước lạnh hoặc nước nóng đến 200°F. Loại bơm này có khoảng dung lượng bơm từ 295 đến 1080 galon trên giờ và áp suất làm việc từ 150 đến 300 psi.

Bơm bánh răng quay đa năng được thiết kế để xử lý chất lỏng đặc hoặc loãng, vận hành êm ở cả hai chiều quay với hiệu suất như nhau. Những bơm này có thể xử lý nguyên liệu nhớt đặc (vật liệu chống thấm trên mái nhà hoặc mực in), các loại dầu đốt, xăng, và những lưu chất loãng khác. Bơm bánh răng quay có khoảng dung lượng bơm từ 40 đến 600 galon/phút và áp suất đến 100 psi.

Bơm bánh răng quay thích hợp với nhiều loại công việc, chẳng hạn bôi trơn áp lực, thủy lực, cung cấp nhiên liệu, hoặc những công việc vận chuyển thông thường kể cả bơm chất lỏng sạch. Bôi trơn ổ bi bằng chất lỏng được bơm.

Những bơm này là bơm tự môi và có thể vận hành ở cả hai chiều quay với hiệu suất như nhau. Chúng được chế tạo với nhiều kích cỡ, từ ¾ đến 110 galon/phút, áp suất đến 150 psi.

Bơm ly tâm tự mỗi có gắn động cơ có nhiều ứng dụng, có thể được dùng ở hồ bơi, máy tưới cỏ, tái tuần hoàn, tưới tiêu nước, hút nước thải và nước bẩn ở đáy tàu, phân bón lỏng và dung dịch hóa chất. Lưu lượng bơm từ 10 đến 130 galon/phút, cột áp đến 120 feet.

Bơm ly tâm đơn cấp hòng hút kép với mặt phân tách nằm ngang được thiết kế với hiệu suất cao, thành vỏ bơm dày chịu được áp suất làm việc đến 175 psi. Bơm này được dùng phổ biến trong cung cấp nước, nhà máy nước thành phố, làm sạch không khí, làm nguội bộ ngưng tụ, tuần hoàn nước, dịch vụ công nghiệp, cao ốc, và các nhà máy hóa chất.

Bơm ly tâm giếng khô phù hợp với những ứng dụng bơm chất lỏng chứa nhiều tạp chất rắn (nước thải vệ sinh, trạm thu gom nước thải, nhà máy xử lý nước thải, nước thải công nghiệp, thoát nước, hút nước thải, dịch vụ xử lý công nghiệp, xử lý thực phẩm và các nhà máy hóa chất). Bánh công tác là loại kín hoàn toàn không bị nghẹt với đường dẫn nước có độ bóng cao. Lưu lượng bơm đến 3000 galon/phút, cột áp đến 150 feet. Bơm này có hai loại, quay trái và quay phải, và có năm kiểu lắp cơ khí để dễ lắp đặt.

Bơm ly tâm đơn cấp hòng hút đơn ghép đôi kín khí có nhiều kích thước khác nhau và được thiết kế để xử lý với khoảng lưu lượng đến 2200 galon/phút và cột áp đến 500 feet, gồm nhiều kiểu kết cấu khác nhau để xử lý hầu hết các chất lỏng, từ nước sạch đến hóa chất có tính ăn mòn cao.

Bơm ly tâm đơn cấp hòng hút kép được dùng rộng rãi trong hầu hết các ứng dụng. Vỏ bơm có mặt lắp ghép nằm ngang giúp dễ sửa chữa và kiểm tra các chi tiết quay, không cần can thiệp vào đường ống. Bơm này được thiết kế với khoảng dung lượng bơm từ 10 đến 20.000 galon/phút.

Để xử lý nước sạch ở nhiệt độ bất kỳ, bơm bốn cấp hòng hút đơn dẫn động bằng turbine có khoảng dung lượng bơm từ 20 đến 900 galon/phút, cột áp đến 1500 feet. Những bơm này có cả hiệu suất cơ và hiệu suất thủy lực cao.

BƠM TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP XỬ LÝ VÀ HÓA CHẤT

Bơm ly tâm được dùng rộng rãi trong hệ thống xử lý những chất lỏng ăn mòn và mài mòn đa dạng trong ngành giấy và hóa chất. Trước đây, tuổi thọ của bơm cực kỳ ngắn do vỏ bơm, bánh công tác, trục, và những chi tiết khác bị các loại chất lỏng này ăn mòn nhanh chóng. Sự ứng dụng cao su lưu hóa cho các chi tiết tiếp xúc với chất lỏng cho phép nâng cao thời gian làm việc của những chi tiết này. Bơm lót cao su được sử dụng trong hệ thống xử lý các chất lỏng như nguyên liệu làm giấy, HCl, dung dịch muối clo, NaCl, KCl, nước lưu huỳnh, xút, và nhiều loại acid và kiềm khác với các nồng độ và nhiệt độ khác nhau.

Nhà máy giấy cần sử dụng bơm để vận chuyển nguyên liệu từ nơi này sang nơi khác khắp nhà máy - bắt đầu từ nước thô và bột giấy cho đến máy xeo giấy. Bơm được dùng để cung cấp các hóa chất khác nhau trong qui trình sản xuất giấy, đồng thời loại bỏ các loại chất thải dạng lỏng.

Bơm ly tâm dầu hút nằm ngang được thiết kế chuyên biệt để sử dụng với nhiều loại hóa chất, xăng dầu, và những loại nguyên liệu trong qui trình xử lý công nghiệp khác, có thể bơm các chất lỏng ăn mòn và không ăn mòn khác nhau, từ nước, hydrocacbon nhẹ, đến các loại chất lỏng sệt chứa nhiều tạp chất rắn.

Bơm ly tâm được dùng rộng rãi trong công nghiệp giấy, với đặc điểm quan trọng nhất là bánh công tác. Nói chung, đặc điểm bánh công tác là ít cánh gạt, hòng hút lớn, những tấm đỡ và mặt bích cứng vững.

Bánh công tác được mạ bảo vệ và không cần tấm chống mòn. Hình dạng và số cánh gạt được thiết kế theo điều kiện làm việc.

Bơm ly tâm chế tạo bằng thủy tinh chịu nhiệt hoặc thủy tinh được dùng để bơm acid, sữa, nước trái cây, và các dung dịch acid khác. Thủy tinh chịu được dung dịch acid, vì thế chất lỏng được bơm không bị nhiễm bẩn do phản ứng hóa học giữa chất lỏng và vật liệu làm chi tiết bơm. Thủy tinh chịu được tất cả các acid, ngoại trừ acid flohydric và acid phosphoric đóng băng. Không nên dùng bơm chế tạo bằng thủy tinh với dung dịch kiềm.

BƠM DÙNG TRONG Y TẾ

Bơm chân không đã được dùng trong ngành y tế từ lâu, và được cải tiến trong những năm gần đây.

Về lịch sử, hầu hết các loại bơm dùng cho hệ thống hút chân không trong giải phẫu đều sử dụng nước hoặc dầu để vận hành. Bơm vòng chất lỏng kín nước được chấp nhận vì chúng có thể xử lý an toàn các khí gây mê dễ cháy, không gây ra nguy cơ cháy nổ. Bơm bôi trơn bằng dầu rất thông dụng do có hiệu suất cao hơn bơm vòng chất lỏng kín nước và chi phí thấp hơn. Cả hai loại này đều làm việc tốt và tin cậy. Tuy nhiên, cả bơm vòng chất lỏng kín nước và bơm bôi trơn bằng dầu đều có các nhược điểm riêng.

Bơm chân không vòng nước được sáng chế vào đầu thập kỷ 1800. Chúng phụ thuộc vào nước. Những bơm này có thể truyền vi khuẩn từ dòng không khí vào nước. Nghĩa là nước có thể bị nhiễm khuẩn.

Bơm bôi trơn bằng dầu có nhiều kiểu thiết kế khác nhau: tịnh tiến, cánh gạt quay, trục vít quay, và dòng chất lỏng kín dầu.

Bơm chân không tịnh tiến là mẫu cũ nhất được dùng rộng rãi cho đến đầu thập niên 1980. Chúng ít được dùng khi loại bơm vận hành êm và không gây tiếng ồn xuất hiện trên thị trường. Những bơm này được bôi trơn bằng phương pháp bôi trơn phun tóa. Hiện nay, bơm tịnh tiến hầu như không còn được sử dụng trong bệnh viện.

Bơm trục vít quay là biến thể của máy nén trục vít quay. Chúng được ngâm ngập trong dầu, xuất hiện vào thập niên 1980, và được dùng rộng rãi trong các ứng dụng thực tế. Chúng có bình chứa dầu lớn và tái tuần hoàn dầu qua bộ lọc. Bơm trục vít quay phức tạp hơn bơm cánh gạt ngập dầu. Do các rotor được kết nối với nhau, chúng cần công suất khởi động cao, và ma sát rotor đủ thấp để duy trì sự vận hành liên tục.

Bơm vòng chất lỏng kín dầu được dùng trong nhiều thập niên. Gần đây chúng được dùng trong các bơm chân không ở bệnh viện. Thiết kế hầu như đồng nhất với bơm trục vít quay, đôi khi được gọi là bơm phía không khí.

Bơm quay cánh gạt trượt đã được dùng trong nhiều năm. Hầu hết đều được bôi trơn bằng bình dầu nhỏ giọt và khó xác định chế độ dầu bôi trơn. Những bơm này có khuynh hướng chạy rất nóng. Chúng bị giới hạn theo

thời gian chạy liên tục trước khi hư hỏng xảy ra. Hiện nay, chúng chỉ được dùng cho những công việc không liên tục. Và loại ngập dầu phổ biến hiện nay là bơm chân không.

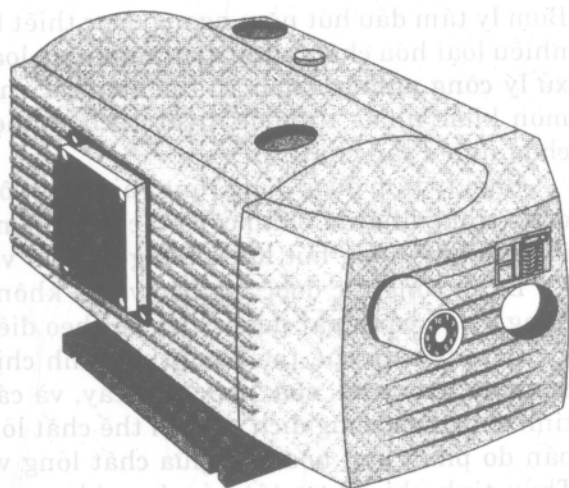
Hình 5-1 minh họa loại bơm không dầu được sử dụng trong các trung tâm phẫu thuật và các hệ thống hút khí gây mê.

BƠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Những trạm bơm được xây dựng để bơm nước thải đến nơi cao hơn, hoặc ở nơi địa hình ngăn cản dòng chảy trọng lực dốc xuống. Bơm không nghẹt chuyên dùng để bơm nước thải chưa xử lý. Chúng được đặt riêng trong cấu trúc được gọi là trạm hút. Hai loại trạm hút cơ bản là giếng khô và giếng ướt. Trạm giếng ướt chỉ có một khoang hoặc bồn để nhận và xử lý nước thải cho đến khi được bơm ra ngoài. Bơm và động cơ được thiết kế đặc biệt để có thể đặt tại đáy khoang, chìm hoàn toàn trong nước. Trạm giếng khô có hai khoang riêng biệt, một để nhận nước thải và một để bảo vệ và điều khiển bơm. Khoang khô được bảo vệ, cho phép tiếp cận để kiểm tra và bảo dưỡng.

Tất cả các trạm hút nước thải, giếng ướt hoặc giếng khô, đều cần dùng ít nhất hai bơm. Một bơm hoạt động trong khi bơm kia được tháo ra để sửa chữa. Trong ứng dụng này, bơm ly tâm dùng để bơm nước thải chưa xử lý hoặc có cặn. Chất kết tủa rắn còn lại sau khi xử lý nước thải thô bằng hóa chất hoặc vi khuẩn được gọi là cặn.

Điểm khác nhau chính giữa bơm ly tâm dùng cho nước thải chưa xử lý và loại bơm ly tâm dùng cho cặn là thiết kế bánh công tác. Để tránh nghẹt bơm, bánh công tác dùng cho nước thải chưa xử lý là kiểu bao kín và thường rộng hơn, với hai hoặc bốn cánh gạt, tùy theo kích thước bơm. Phần nạp của cánh gạt thường tròn để giảm cản trở dòng chảy; được tạo



Hình 5-1. Bơm không dầu dùng trong các trung tâm phẫu thuật.

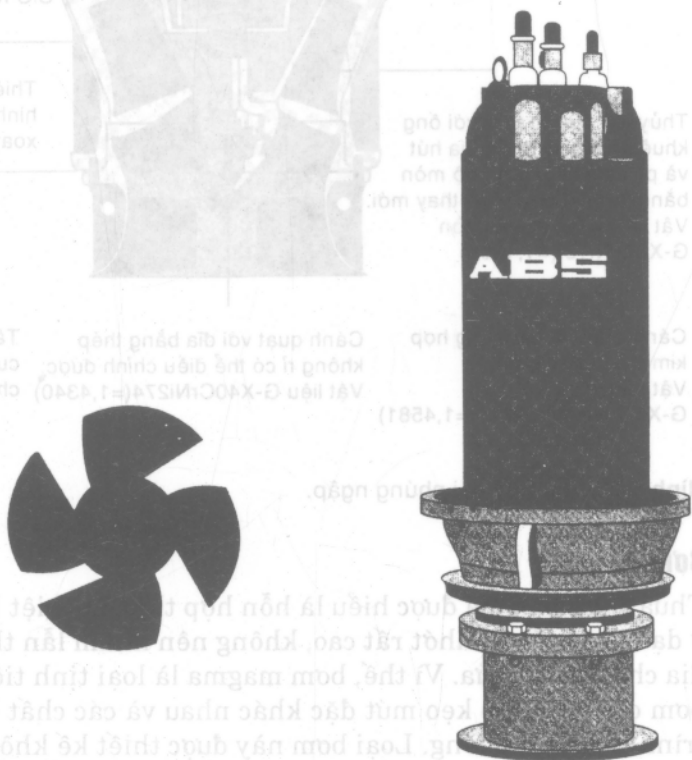
hình để chống nghẹt do dây nhợ, giẻ rách, và giấy có khuynh hướng tạo thành nùi hoặc cuộn tròn.

Việc xử lý cặn từ nhà máy xử lý nước thải khó hơn xử lý nước thải thô, vì khối lượng lớn các tạp chất rắn khác nhau. Cùng với thiết kế cánh gạt phù hợp, bơm cặn được thiết kế với trục vít ren hai đầu nối ở khớp nối ngò nạp để đẩy cặn vào bánh công tác. Mỗi ren của trục vít nối với một cánh gạt. Tạp chất rắn hoặc sợi dẫn xa ra phía ngoài biên trục vít sẽ bị cắt ra từng mảnh khi chúng đi qua giữa các mép trục vít và các lỗ trên vỏ trục vít.

Sau khi lắp, bơm chất thải được sử dụng thường xuyên, vì thế những chi tiết bơm đứng yên (vỏ và đế) phải đủ vững chắc. Loại bơm nước thải thẳng đứng (Hình 5-2) được thiết kế để tiện kiểm tra và bảo dưỡng. Hình 5-3 minh họa phương pháp đặt động cơ vào vỏ kín nước và ổ bi được bôi trơn để tăng tuổi thọ. Bánh công tác nửa trục có đường dẫn nước lớn, bảo đảm vận hành không nghẹt ở hiệu suất cao (Hình 5-4).

Bơm loại nằm ngang được dùng trong các trạm thu gom nước thải.

Hình 5-2. Bơm cánh quạt nhúng ngập sử dụng trong các trạm có lưu lượng nước hoặc nước thải lớn.



CÁC LOẠI BƠM CHUYÊN BIỆT KHÁC

Ngoài các bơm hóa chất, lưu chất sệt, và bơm nước thải, nhiều loại dịch vụ khác yêu cầu bơm được thiết kế chuyên biệt cho từng loại dịch vụ này. Ngành công nghiệp sản xuất đường là một ví dụ.

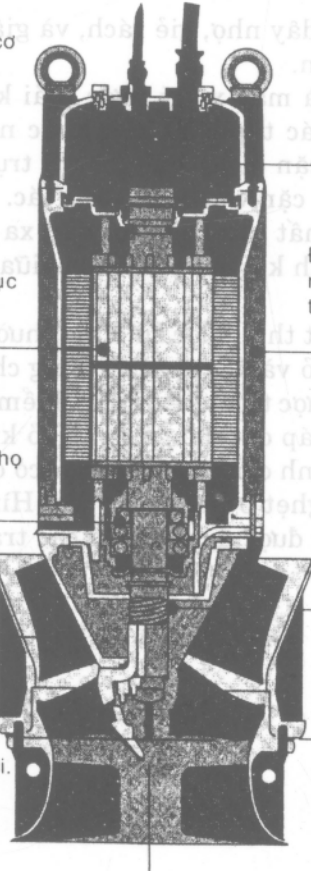
Bơm cánh quạt ABS có động cơ và phần thủy lực được thiết kế theo nguyên lý hợp nhất

Động cơ kín nước cấp bảo vệ IP68; stator; cách điện cấp F có cảm biến nhiệt. Rotor và trục được cân bằng động.

Ổ bi, hỗ trợ bôi trơn tăng tuổi thọ cho trục ở đầu trên và dưới.

Thủy lực hướng trục với ống khuếch tán bố trí ở phía hút và phía xả. Vòng bù độ mòn bằng thép không gỉ dễ thay mới. Vật liệu vòng bù độ mòn G-X8CrNi13 (=1,4008)

Cánh quạt và đĩa bằng hợp kim chịu nước biển. Vật liệu G-X5CrNiMoNb1810(=1,4581)



Khoang nối kín nước cấp bảo vệ IP68. Dây cáp bên trong chống thất nút và hai vòng đệm kín.

Động cơ tốt nhất làm mát bằng môi chất được bơm trực tiếp trên động cơ.

Vòng đệm kín cơ học chất lượng cao, có để quay bằng SiC rắn đảm bảo làm kín trục.

Thiết bị nối có bộ định tâm hình côn đảm bảo chống xoay và kín nước.

Cánh quạt với đĩa bằng thép không gỉ có thể điều chỉnh được. Vật liệu G-X40CrNi274(=1,4340)

Tất cả các động cơ được cung cấp theo tiêu chuẩn chống cháy nổ châu Âu.

Hình 5-3. Bơm hút loại nhúng ngập.

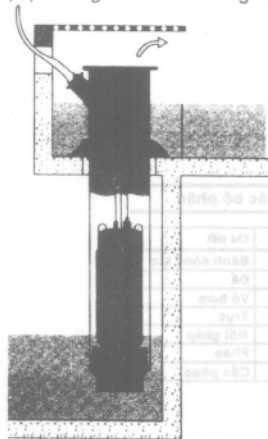
Bơm magma

Thuật ngữ magma được hiểu là hỗn hợp thô (đặc biệt là hợp chất hữu cơ) ở dạng sệt với độ nhớt rất cao, không nên nhầm lẫn thuật ngữ này trong địa chất và núi lửa. Vì thế, bơm magma là loại tịnh tiến được thiết kế để bơm các hỗn hợp kẹo mút đặc khác nhau và các chất sệt khác trong quy trình sản xuất đường. Loại bơm này được thiết kế không cần valve nạp – dòng chất lỏng chảy vào bơm nhờ trọng lực (tầm dâng âm), vì thế chức năng valve nạp do piston bơm tịnh tiến thực hiện.

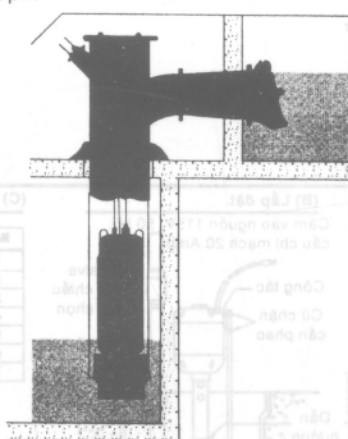
Bơm nước thải

Bơm nước thải (Hình 5-5) không phải bơm nước thải thô. Chất lỏng được bơm không đặc như nước thải thô và chứa ít tạp chất. Hồ nước thải là bể

(A) Trong bể chứa bằng thép...

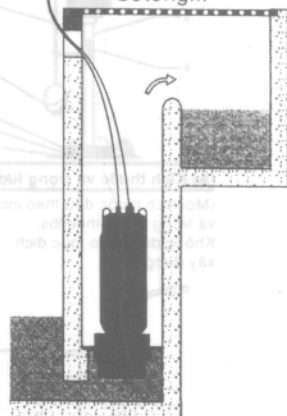


Với lượng chảy
ra tự do



...với lượng chảy ra
có áp và valve một chiều

(B) Trong bể chứa bằng
bê tông...



...với lượng chảy ra
tự do qua đập chắn

Hình 5-4. Lắp đặt bơm hút.

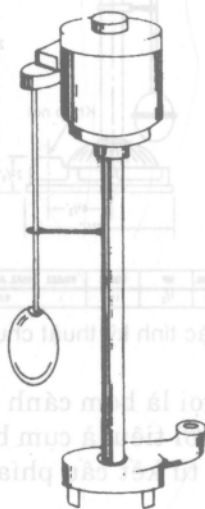
chứa hoặc bình chứa được xây ở vị trí thấp. Nước tích tụ là nước thải hoặc nước mưa.

Những bơm này thường được dùng để loại bỏ nước thải dư từ bể móng không thấm nước bị ngập trong khi mưa lớn. Bơm nước thải vận hành hoàn toàn tự động. Vì bơm được nhúng ngập vào nước nên không cần môi. Phao điều khiển được bố trí để tự động khởi động động cơ khi mức nước trong bể chứa hoặc hồ đạt đến điểm cho trước. Động cơ tự động ngừng khi bể cạn nước.

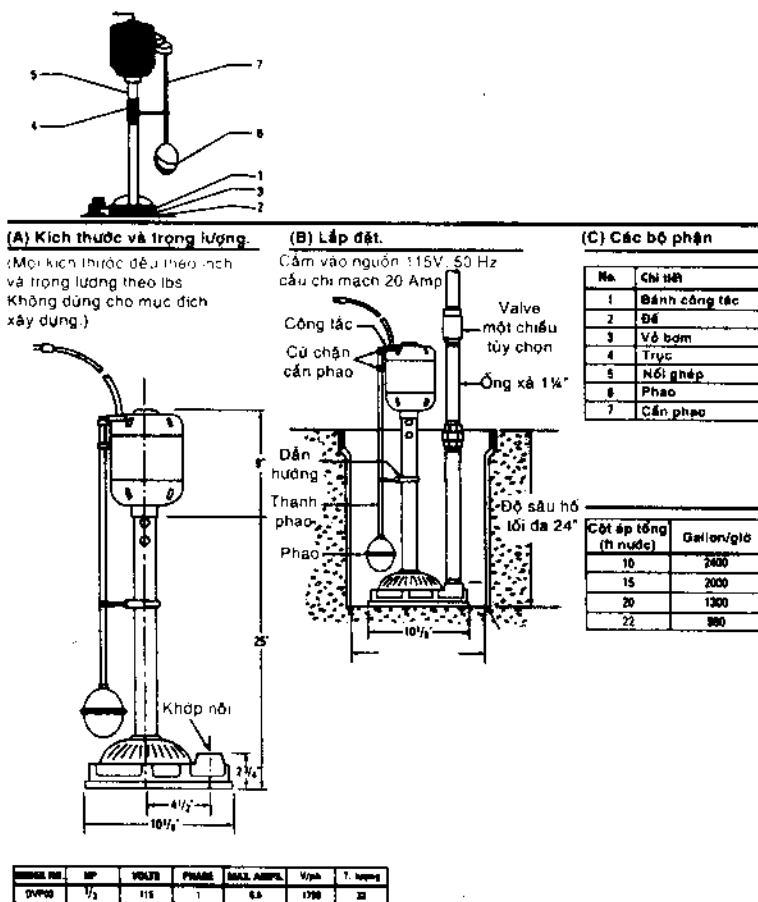
Bơm nước thải được thiết kế để vận hành gián đoạn theo mức nước trong bể chứa. Nên kiểm tra bơm trước khi mùa mưa bắt đầu. Có thể được đặt bơm trực tiếp trên đáy bể chứa bằng nhựa, sợi thủy tinh, hoặc bê tông chống thấm. Nếu đáy được đổ sỏi, đá, cỡ đá phải có đường kính lớn hơn $\frac{1}{2}$ inch (13 mm) và nên đặt bơm trên gạch cho vững chắc (Hình 5-6 và 5-7).

Bơm tưới tiêu

Bơm dùng để tưới tiêu được thiết kế với dung lượng lớn và cột áp thấp. Loại bơm này cũng được dùng để tháo nước trong đầm lầy, xử lý ngập, thoát nước mưa,... Vì bánh công tác tương tự chân vịt tàu thủy, bơm này



Hình 5-5. Bơm nước thải được dùng để bơm nước ra khỏi bể chứa, khởi động tự động khi mức nước đạt đến giá trị xác định và tự ngừng khi bể hết nước.



Hình 5-6. Đặc tính kỹ thuật chung đối với các bơm nước thải.

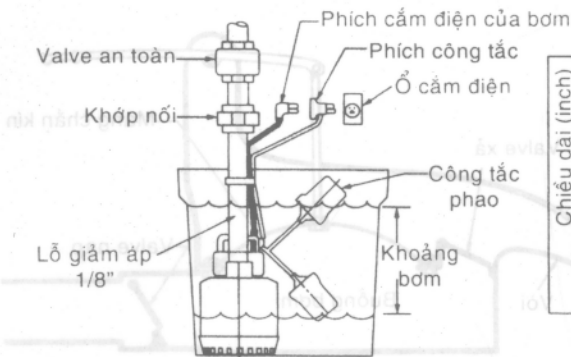
còn được gọi là bơm cánh quạt (chân vịt) (Hình 5-8). Thực tế thường yêu cầu bơm tưới tiêu là cụm bơm độc lập xách tay có thể treo bên trên dòng nước hoặc từ kết cấu phía trên mực nước.

Bơm kiểu màng chắn

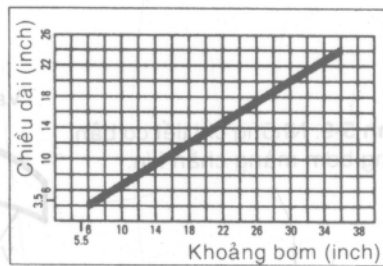
Bơm màng chắn sử dụng vật liệu đàn hồi (cao su), thay vì piston hoặc trụ trượt, để thực hiện hoạt động bơm. Hai loại bơm màng chắn cơ bản là loại kín và loại hở. Bơm màng chắn rất thích hợp trong nhiều công việc như xả nước khỏi mương rãnh, nền móng bị ngập, cống và các loại vũng ngập khác ở đó có tỉ lệ bùn hoặc cát trong nước tương đối cao.

Bơm màng chắn kín

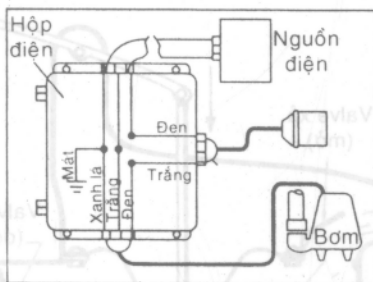
Ở loại bơm này, màng chắn không mang valve xả. Valve nạp và valve xả được lắp ở đế bơm (Hình 5-9). Buồng bơm kín nhờ màng chắn và nối với cổng nạp. Valve xả mở rộng buồng bơm. Hình 5-10 minh họa các hành trình vận hành liên tiếp của bơm màng chắn kín.



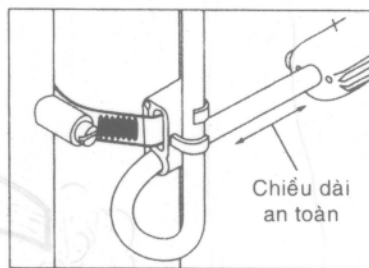
(A) Lắp đặt bơm trong hồ



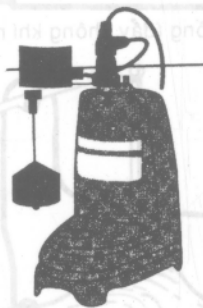
(B) Chiều dài và khoảng bơm



(C) Nối điện cho bơm

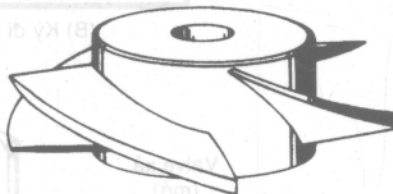


(D) Cơ cấu lắp phao



Hình 5-7. Lắp đặt bơm nước thải.

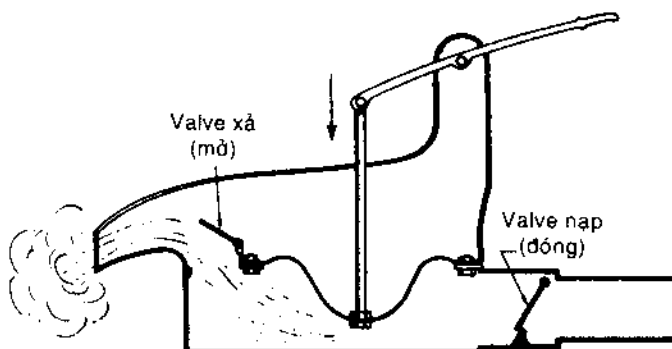
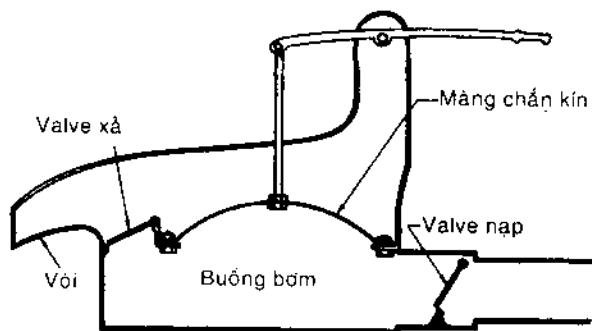
Hình 5-8. Bánh công tác loại cánh quạt (chân vịt) được dùng cho bơm tời.



Bơm màng chắn hở

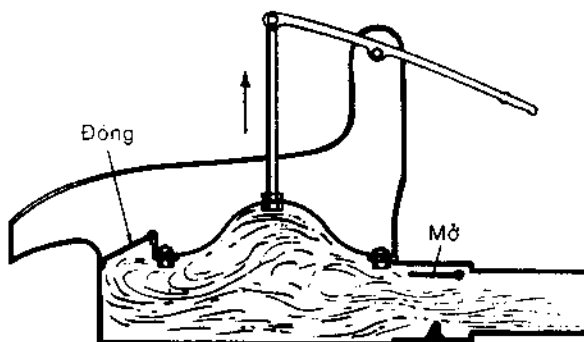
Khoảng mở trong màng chắn của loại bơm này được dùng làm để valve xả (Hình 5-11). Do đó valve xả tụt vào màng chắn, thay vì là phần mở rộng buồng bơm.

Hình 5-9. Những chi tiết cơ bản trong bơm màng chắn kín.

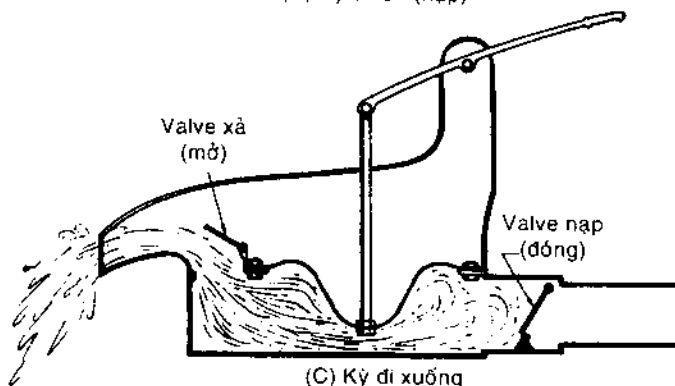


(A) Kỳ đi xuống (đẩy không khí ra ngoài)

Hình 5-10. Hành trình vận hành của bơm màng chắn kín.

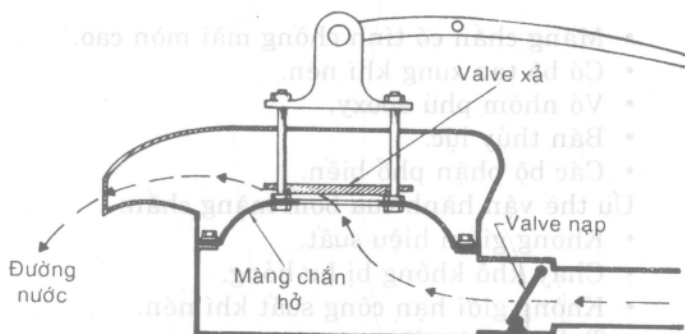


(B) Kỳ đi lên (nạp)



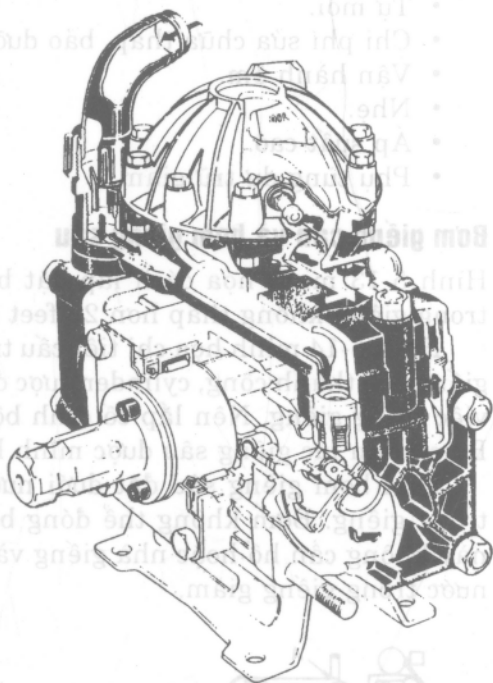
(C) Kỳ đi xuống

Hình 5-11. Những chi tiết cơ bản trong bơm màng chắn hở.



Ưu điểm của bơm màng chắn

Bơm màng chắn được thiết kế để dùng cho những ứng dụng không ăn mòn. Vì bơm màng chắn là bơm dịch chuyển dương, chúng kết hợp các ưu điểm của thiết kế quay: tự mỗi, có thể xử lý áp suất cao và những vật liệu có tính nhớt. Chúng cũng lý tưởng cho những chất lỏng không thể dùng với những kiểu thiết kế quay (bùn sệt, chất mài mòn, lưu chất không bôi trơn, và lưu chất chứa hạt nhỏ thể rắn).



Hình 5-12. Bơm màng chắn, minh họa quỹ đạo lưu động.

Hình 5-12 minh họa quỹ đạo lưu động chất lỏng bên trong bơm. Bơm màng chắn dẫn động bằng động cơ có thể được thay bằng khí nén từ máy nén khí. Tốc độ (vòng/phút) của những bơm này có thể giảm bằng bộ giảm tốc hoặc bằng dẫn động pulley.

Những chi tiết chuyển động được làm kín và ngâm trong bể dầu. Dầu bôi trơn piston và cung cấp áp suất cân bằng trên màng chắn. Môi chất bơm được cô lập khỏi những chi tiết chuyển động nhờ màng chắn. Bộ giảm chấn khí nén tạo ra dòng lưu chất cân bằng và giảm sự trào lưu chất. Hai valve một chiều được dùng để điều khiển phía xả và phía hút.

Đặc điểm thiết kế bơm màng chắn bao gồm:

- Cơ cấu bơm không có tiếp xúc kim loại với kim loại.
- Không dùng đệm kín trực.
- Màng chắn được truyền động bằng cơ học.
- Những chi tiết chuyển động được làm kín trong bể dầu.
- Bơm thể tích, dịch chuyển dương.

- Màng chắn có tính chống mài mòn cao.
- Có bộ tạo xung khí nén.
- Vỏ nhôm phủ epoxy.
- Bán thủy lực.
- Các bộ phận phổ biến.

Ưu thế vận hành của bơm màng chắn:

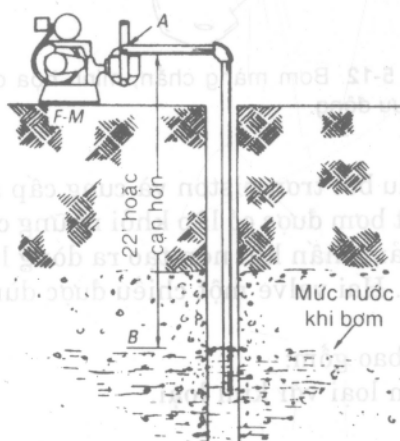
- Không giảm hiệu suất.
- Chạy khô không bị hư hỏng.
- Không giới hạn công suất khí nén.
- Tuổi thọ lâu dài, tin cậy.
- Tự môi.
- Chi phí sửa chữa thấp, bảo dưỡng ít.
- Vận hành êm.
- Nhẹ.
- Áp suất cao.
- Phụ tùng dự trữ giảm.

Bơm giếng cạn và bơm giếng sâu

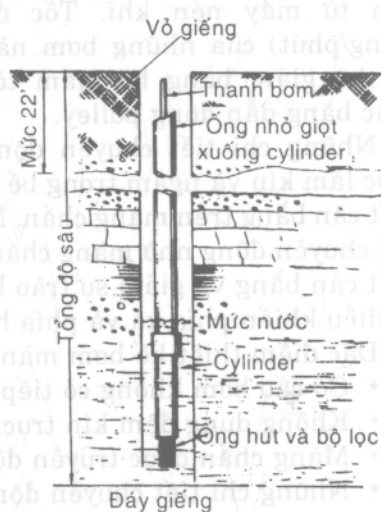
Hình 5-13 minh họa cách lắp đặt bơm giếng cạn. Mức nước làm việc trong giếng không thấp hơn 22 feet so với cổng nạp của bơm.

Hình 5-14 minh họa chi tiết cấu trúc bơm giếng sâu. Khi lắp đặt bơm giếng sâu thành công, cylinder được đặt ít nhất 5 feet dưới mức nước làm việc trong giếng. Nền lắp cố định bộ lọc vào đáy cylinder (Hình 5-15). Bơm phân lực giếng sâu được minh họa trên Hình 5-16.

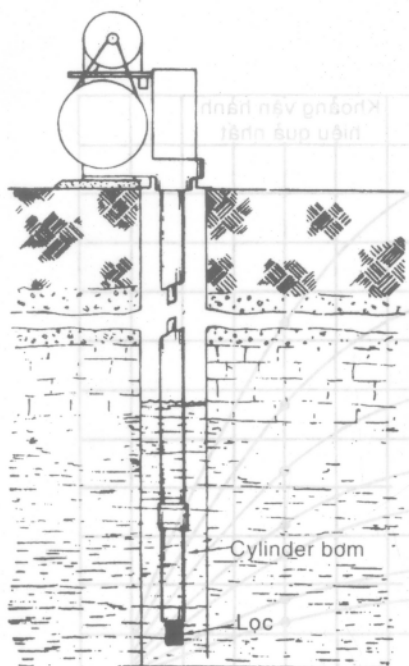
Loại bơm giếng sâu đặt dưới nước, động cơ bơm hoàn toàn nhúng trong giếng. Bơm không thể đóng băng hoặc mất nước môi. Loại bơm này không cần hồ hoặc nhà giếng và có thể dễ dàng hạ xuống nếu mức nước trong giếng giảm.



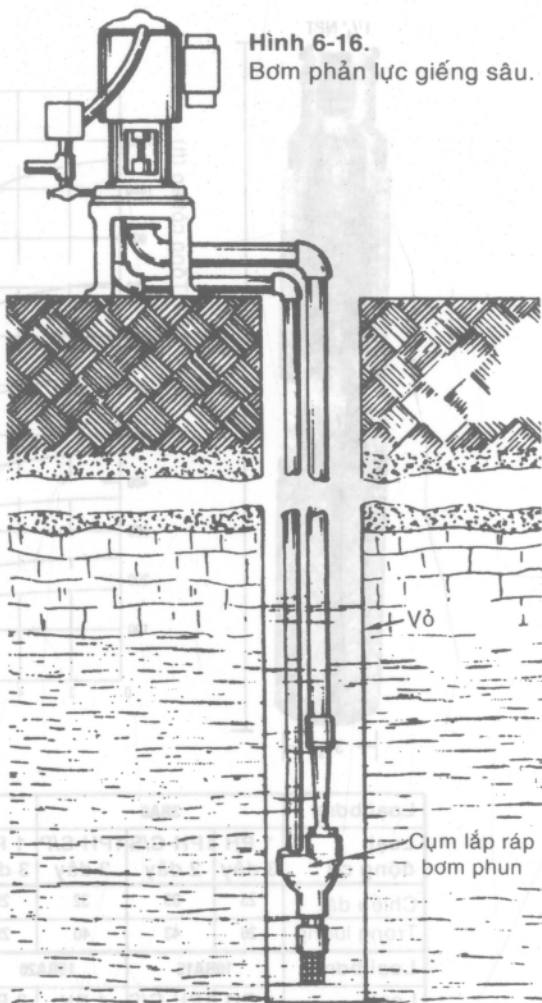
Hình 5-13. Lắp đặt bơm giếng cạn.



Hình 5-14. Chi tiết kết cấu giếng sâu.



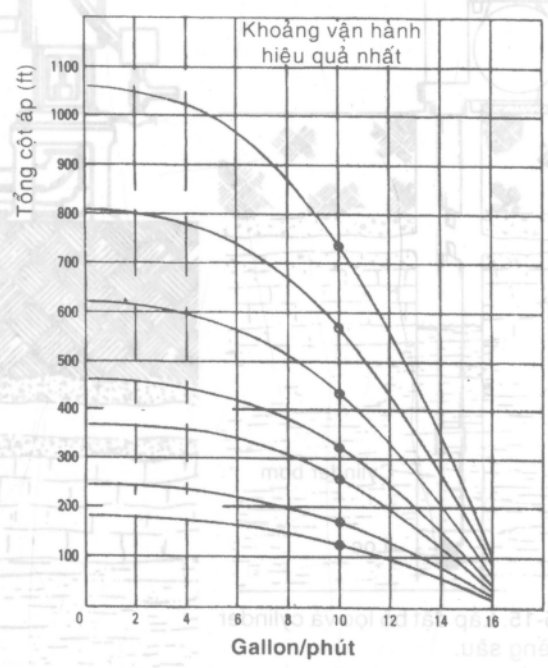
Hình 5-15. Lắp đặt bộ lọc và cylinder cho giếng sâu.



Hình 5-17 là sơ đồ bơm nhúng ngập 10 galon/phút, minh họa tổng cột áp tính theo feet và galon trên phút. Chú ý ghi nhận khoảng vận hành hiệu quả nhất của từng bơm. Bảng 5-1 là bảng lựa chọn bơm 10 galon/phút minh họa độ sâu của mức nước theo feet và dung tích theo galon/giờ. Hình 5-18 (a) và (b) minh họa loại bơm nhúng ngập khác, Hình 5-18 (b) là mặt cắt của bơm trên Hình 5-18 (a). Bơm này có khớp nối bích thay cho khớp nối ren. Hình 5-19 minh họa mặt cắt và tên các chi tiết của động cơ điện được dùng cho bơm trên Hình 5-18.

Bơm turbine được thiết kế cho lưu lượng thấp với áp suất trung bình. Vì turbine vận hành không tiếp xúc kim loại với kim loại, chúng là một lựa chọn tuyệt vời để bơm lưu chất không bôi trơn ở áp suất cao, đặc biệt với những ứng dụng cần bơm hoạt động liên tục trong thời gian dài.

Không nên dùng bơm turbine để xử lý lưu chất ăn mòn hoặc mài



Loại bơm	3BA6			5BA8			7BA12	
Loại động cơ	1 PH 3 dây	1PH-C/S 2 dây	1PH-S/P 2 dây	1 PH 3 dây	1PH-C/S 2 dây	1PH-S/P 2 dây	1 PH 3 dây	1PH-C/S 2 dây
Chiều dài	23	35	32	25	37	33	29	42
Trọng lượng	26	43	40	29	44	41	33	50
Loại bơm	10BA15		15BA20		20BA26		30BA34	
Loại động cơ	1 PH 3 dây	1PH-C/S 2 dây	1 PH 3 dây	3 PH 3 dây	1 PH 3 dây	3 PH 3 dây	1 PH 3 dây	3 PH 3 dây
Chiều dài	33	45	43	41	55	53	68	62
Trọng lượng	37	52	60	60	78	71	103	92

Hình 5-17. Đường cong hiệu suất – kích thước đường kính trong giếng tối thiểu 4".

mòn. Thiết kế turbine không thích hợp cho chất lỏng nhớt hoặc chất lỏng có chứa các hạt thể rắn.

Bơm turbine được chọn ở nơi không yêu cầu cột áp hút. Những bơm này phải đặt ngang hoặc dưới mức chất lỏng được bơm (Hình 5-20).

Hiện có hai loại kích cỡ bơm turbine - nhỏ và lớn. Kích cỡ nhỏ được dùng với động cơ điện 1/2 đến 3/4 mã lực, và bơm lớn được dùng với động cơ 1, 1 1/2 và 2 mã lực.

Bơm turbine còn được gọi là bơm xoáy, bơm chu vi, và bơm tái tạo. Chất lỏng được các cánh gạt trên bánh công tác làm xoáy với vận tốc tương đương một vòng quay trong rãnh vành khăn mà bánh công tác

Bảng 5-1. Bảng chọn lựa (bơm nhúng ngập 10 gallon/phút)

Bơm	Đ.H	Cáp	Độ sâu mực nước (feet) — Dung lượng (gallon/giờ)																												Tọa độ cột 11:
			20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	F1	PSI		
3BA6	1:3	0	900	840	876	720	636	540	420	192																			19C	R2	
		20	828	765	708	606	510	396	290																						
		40	702	588	480	330																									
		60	450	240																											
5BA8	1:2	0	836	882	852	804	756	702	648	582	495	375	126																25C	108	
		20	876	846	798	750	696	630	570	488	360	204																			
		40	768	720	660	600	522	414	288																						
		60	654	594	516	402	270																								
7BA12	3/4	0	930	900	876	846	816	786	750	720	678	624	582	510	444	342													375	162	
		20	924	894	870	834	804	760	744	714	684	642	588	534	444	386															
		40	858	828	798	744	694	660	630	576	534	474	366	210																	
		60	792	758	726	690	654	618	576	522	462	396	228																		
10BA15	1	0	924	906	882	858	834	816	786	756	720	678	624	582	510	444	342												47C	203	
		20	918	900	882	858	828	804	780	756	726	696	654	612	576	510	456	276													
		40	894	870	846	822	798	774	744	714	684	654	618	576	516	474	390	270													
		60	834	810	792	762	738	708	672	654	618	582	534	468	396	300															
15BA20	1 1/2	0	924	906	882	858	834	816	786	756	720	678	624	582	510	444	342												63C	272	
		20	918	900	882	858	828	804	780	756	726	696	654	612	576	510	456	276													
		40	894	870	846	822	798	774	744	714	684	654	618	576	516	474	390	270													
		60	834	810	792	762	738	708	672	654	618	582	534	468	396	300															
20BA26	2	0	924	906	882	858	834	816	786	756	720	678	624	582	510	444	342												815	352	
		20	918	900	882	858	828	804	780	756	726	696	654	612	576	510	456	276													
		40	894	870	846	822	798	774	744	714	684	654	618	576	516	474	390	270													
		60	834	810	792	762	738	708	672	654	618	582	534	468	396	300															
30BA34	3	0	924	906	882	858	834	816	786	756	720	678	624	582	510	444	342												107C	482	
		20	918	900	882	858	828	804	780	756	726	696	654	612	576	510	456	276													
		40	894	870	846	822	798	774	744	714	684	654	618	576	516	474	390	270													
		60	834	810	792	762	738	708	672	654	618	582	534	468	396	300															

quay trong đó. Năng lượng bổ sung cho chất lỏng theo số lượng xung lực; Hình 5-20 minh họa cách thực hiện điều này. Vài loại bơm khuếch tán dùng cho giếng sâu đôi khi được gọi là bơm turbine.

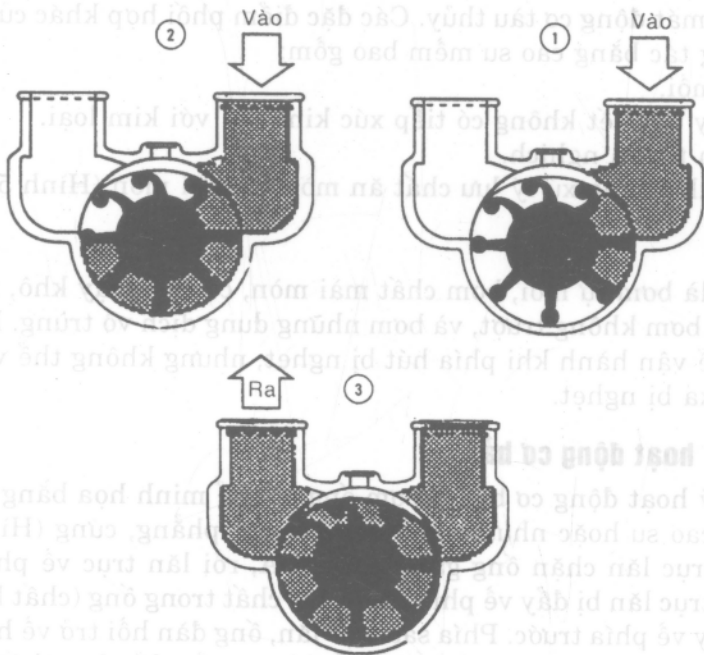
BƠM CÓ BÁNH CÔNG TÁC BẰNG CAO SU

Bơm có bánh công tác bằng cao su được thiết kế để bơm lưu lượng thấp với áp suất thấp. Một chi tiết quay không tiếp xúc kim loại với kim loại làm cho bơm có bánh công tác bằng cao su thích hợp với lưu chất không bôi trơn, mài mòn nhẹ, và chất lỏng chứa những hạt thể rắn nhỏ. Những bơm này tự mỗi nhưng không được phép chạy khô.

Nguyên lý vận hành

Tác động bơm xảy ra thông qua bề mặt dẻo hoặc uốn cong của bánh công tác bằng cao su tựa vào cam lệch tâm (Hình 5-21). Vì mỗi cánh trên bánh công tác bị nén khi quay ra từ cam, chất lỏng được hút vào từ cổng nạp và xả ra bằng cách ép qua cổng xả. Chu kỳ này tạo ra dòng lưu chất đồng nhất và liên tục.

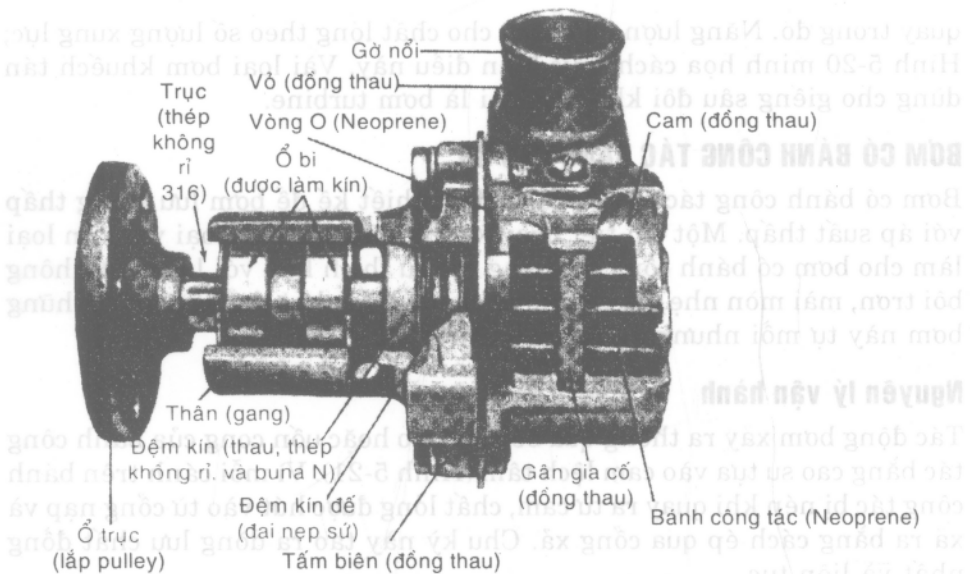
Kích cỡ bánh công tác, chiều dày cam, tốc độ quay, và áp suất đều là các biến số dùng để xác định đặc tính lưu lượng bơm và tuổi thọ của bơm.



Hình 5-21. Hoạt động của bơm bánh công tác bằng cao su.

Ứng dụng hàng hải

Bơm nước thô là trái tim của động cơ tàu thủy, cung cấp dòng nước biển liên tục để duy trì nhiệt độ phù hợp với yêu cầu làm mát động cơ. Bơm có bánh công tác cao su đáp ứng khá tốt các yêu cầu cao trong những ứng



Hình 5-22. Bơm làm mát động cơ tàu thủy, vật liệu đồng thau. Minh họa các đặc điểm thiết kế và vật liệu chi tiết.

dụng làm mát động cơ tàu thủy. Các đặc điểm phối hợp khác của bơm có bánh công tác bằng cao su mềm bao gồm:

- Tự môi.
- Quay chi tiết không có tiếp xúc kim loại với kim loại.
- Tính thuận nghịch.
- Có khả năng xử lý lưu chất ăn mòn và mài mòn (Hình 5-22).

BƠM ỐNG

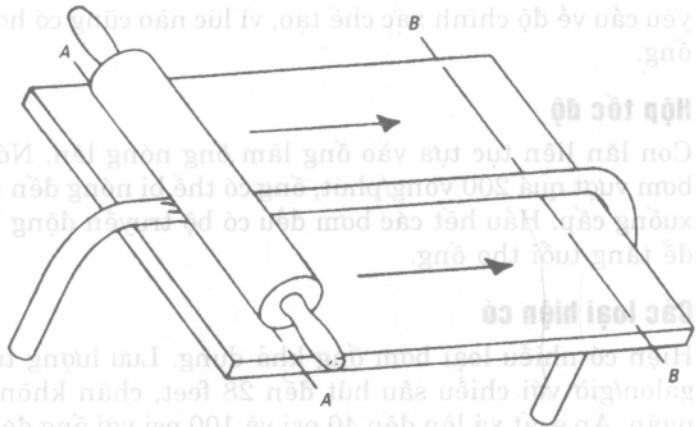
Bơm ống là bơm tự môi, bơm chất mài mòn, có thể chạy khô, xử lý vật liệu nhớt, bơm không trượt, và bơm những dung dịch vô trùng. Loại bơm này có thể vận hành khi phía hút bị nghẹt, nhưng không thể vận hành khi phía xả bị nghẹt.

Nguyên lý hoạt động cơ bản

Nguyên lý hoạt động cơ bản ở bơm ống có thể minh họa bằng cách đặt một ống cao su hoặc nhựa mềm trên bề mặt phẳng, cứng (Hình 5-23). Với một trục lăn chặn ống gần đường A-A, rồi lăn trục về phía đường B-B. Khi trục lăn bị đẩy về phía trước, lưu chất trong ống (chất lỏng hoặc khí) bị đẩy về phía trước. Phía sau trục lăn, ống đàn hồi trở về hình dạng ban đầu, tạo ra chân không. Áp suất khí quyển đẩy lưu chất vào đây phần chân không này. Khi trục lăn tiến đến đường B-B, trục lăn thứ hai bắt đầu lăn từ A-A. Điều này sẽ cho phép tiếp tục bơm khi trục lăn thứ nhất được lấy ra.

Bằng cách đặt ống chữ U hơi lớn hơn 180° , bạn có thể dùng hai trục lăn để làm kín ống trong vỏ cứng đồng tâm hơi lớn hơn 180° (Hình 5-24).

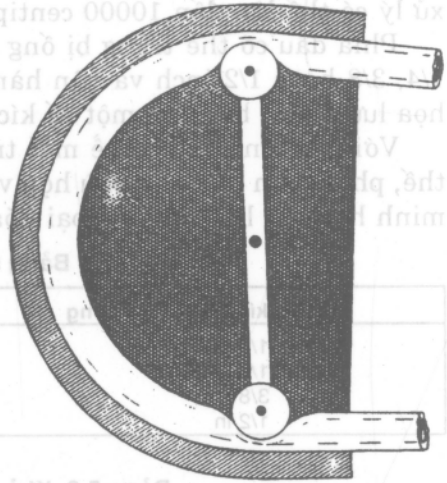
Hình 5-23. Nguyên lý hoạt động cơ bản của bơm ống tương tự như ống được lăn bằng trục lăn.



Khi con lăn thứ nhất quay vòng, lưu chất phía trước bị đẩy tới. Khi ống đàn hồi trở lại, áp suất khí quyển đẩy thêm lưu chất vào ống. Trước khi con lăn thứ nhất chuyển động ra phía ngoài, con lăn thứ hai bắt đầu ép kín ống, tạo thành bơm quay.

Vì bơm là một valve lăn luôn luôn đóng, điều xảy ra trên phần hút của bơm không ảnh hưởng đến điều xảy ra ở phần xả của bơm, và ngược lại. Rõ ràng, bơm ống không thể tốt hơn loại ống được dùng. Nếu ống có giới hạn áp suất tối đa 40 psi, đây cũng là giới hạn áp suất của bơm. Khả năng đàn hồi (khôi phục hình dáng ban đầu) của ống trong các điều kiện khác nhau sẽ xác định chiều sâu hút của bơm.

Ví dụ, nếu ống trở lại hình dạng ban đầu để hút chân không gần như hoàn hảo, bơm sẽ tự mỗi đến 33 feet ở mực nước biển. Ngược lại, nếu ống không thể trở về hình dạng ban đầu ở chiều sâu hút nước đến 15 feet, giá trị này sẽ là giới hạn của bơm.



Hình 5-24. Tác động ép của các con lăn.

Bôi trơn ống

Ống hầu như không bị mòn hoặc trầy xước nếu được bôi trơn với mỡ silicone hoặc vài loại chất bôi trơn khác. Tuổi thọ của ống tùy thuộc vào khả năng đàn hồi của vật liệu chế tạo ống. Vì số con lăn trong bơm xác định số lần uốn trên một vòng quay, tốt nhất nên giữ số con lăn ở mức tối thiểu. Một con lăn là lý tưởng, ngoại trừ cấu hình cơ học làm tăng chi phí và gây khó khăn khi thay ống, vì thế hai con lăn là tối ưu cho tuổi thọ lâu bền của ống. Hơn hai con lăn nghĩa là uốn ống nhiều hơn trên một vòng quay. Ưu điểm duy nhất của bơm nhiều con lăn là có thể giảm

yêu cầu về độ chính xác chế tạo, vì lúc nào cũng có hơn một con lăn để ép ống.

Hộp tốc độ

Con lăn liên tục tựa vào ống làm ống nóng lên. Nói chung, nếu tốc độ bơm vượt quá 200 vòng/phút, ống có thể bị nóng đến mức nhanh chóng bị xuống cấp. Hầu hết các bơm đều có bộ truyền động bánh răng giảm tốc để tăng tuổi thọ ống.

Các loại hiện có

Hiện có nhiều loại bơm ống khả dụng. Lưu lượng từ 1/4 cc đến gần 60 galon/giờ với chiều sâu hút đến 28 feet, chân không đến 30 inch thủy ngân. Áp suất xả lên đến 40 psi và 100 psi với ống đặc biệt. Độ nhớt được xử lý có thể lên đến 10000 centipoises.

Phía đầu có thể trang bị ống nhô ra với đường kính trong (ID) 1/8, 1/4, 3/8 hoặc 1/2 inch và vận hành đến 200 vòng/phút. Bảng 5-2 minh họa lưu tốc cơ bản của một số kích cỡ ống.

Với bơm ống, chỉ có bề mặt trong của ống tiếp xúc với hóa chất. Vì thế, phải chọn loại ống phù hợp với hóa chất được bơm. Bảng 5-3 và 5-4 minh họa vật liệu ống và loại hóa chất có thể bơm theo từng loại ống.

Bảng 5-2. Lưu tốc

Đường kính trong của ống	Cm ³ /vòng quay
1/8 in	1.6
1/4 in	6.0
3/8 in	11.0
1/2 in	18.0

**Bảng 5-3. Khả năng chịu hóa chất
của các loại bơm hóa chất và công nghiệp TAT.**

Hóa chất	Ống
Acetic Acid	Tb, Tr, S, H, Nr
Acetic Anhydride	N, H
Acetone	Nr
Aluminum Sulfate	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Alums	Tb, Tr, N
Ammonia	Tr, S, N, U
Ammonium Chloride	Tb, Tr, N, B, H, V
Ammonium Hydroxide	Tr, S, U, N, H, V, U
Ammonium Sulfate	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Amyl Acetate	V
Aniline	Nr
ASTM Fuels	U, V
Barium Carbonate	Tb, Tr, N, B, U
Barium Hydroxide	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Beet Sugar Liquors	Tb, Tr, N, G, B, H

Hóa chất	Ổng
Black Sulfate Liquors	Tb, Tr, N, B, H
Bleaching Liquors	Tb, Tr, H
Boric Acid	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Bromine, Anhydrous	V, U
Butane	N, B, H, U
Butyl Alcohol	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Cadmium Cyanide	N, H
Calcium Acetate	B
Calcium Chloride	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Calcium Hypochloride	Tb, Tr, H, Nr
Carbon Bisulfide	Nr, V
Carbon Tetrachloride	V
Chlorine Gas, Wet	Tr, V
Chloracetic Acid	N, H
Chlorobenzene	V
Chloroform	V
Chromic Acid	Tb, Tr, H, Nr
Citric Acid	G, H, U
Copper Cyanide	Nr
Copper Chloride	Tb, Tr, N, B, H
Copper Sulfate	Tb, Tr, N, G, B, H
Cottonseed Oil	Tb, Tr, U, N, V
Creosote	B, V
Developer Solution	Tb, Tr, N, B
Dibutyl Phosphate	Tb, Tr, N, B
Diethyl Phthalate	Ts, B
Diesel Fuels	B, U
Diethyl Amine	Nr
Diethylene Glycol	Nr
Ethyl Alcohol	Tb, Tr, S, N, G, H, V
Ethylene Glycol	Tb, Tr, N, B, H, V, U
Ferric Chloride	Tb, Tr, S, B, H, U
Ferric Sulfate	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Fluoboric Acid	Tb, Tr, G, H
Fluosilicic Acid	Tb, Tr, N, G, H
Formaldehyde (70 ⁰)	Tb, Tr, N, B, H, V, U
Formic Acid	Tb, Tr, N, H
Freon 11, 12, 22, 113, 114	H, V
Fuel Oil	Ts, U, B, V
Furfurat	Nr
Gasoline	Ts, B, V, U
Glucose	Tb, Tr, N, G, B, H
Glycerine	Tb, Tr, U, N, G, B, H
Hydraulic Oils	Ts, N, B, H, V, U
Heptane	U, N, B, H
Hydrochloric Acid (Dil)	Tb, Tr, N, H, V, U

Hóa chất	Ổng
Hydrochloric Acid (Con.)	Tr, H, U
Hydrofluoric Acid	Tr, H, V
Hydrogen Peroxide (Dil.)	Tb, Tr, H, Nr, U
Hydrogen Peroxide (Con.)	Nr, V, U
Hydrogen Sulfide	Tb, Tr, N, H
Isopropyl Alcohol	N, H
JP-4, 5, -6 (Jet Fuel)	V
Kerosene	Ts, U, B, V
Lactic Acid	Tr, N, H, U
Lemon Oil	B
Lime Slurry	N
Linseed Oil	Tb, Tr, U, N, B
Lubricating Oils	Ts, U, B, V
Magnesium Chloride	Tb, Tr, N, G, B, H, U
Magnesium Hydroxide	Tr, N, G, B, N, U
Mercuric Chloride	Tr, B, H
Mercury	Tb, Tr, U, N, B, H
Methyl Alcohol	Tb, Tr, S, N, B, H, U
Methyl Ethylketone	Nr
Mineral Oil	U, N, B
Mixed Acids	V
Naptha	U, V
Nickel Acetate 10%	N
Nickel Chloride	Tb, Tr, N, B
Nickel Nitrate	Tb, Tr, N
Nitric Acid 30%	Tb, Tr, H, Nr
Nitric Acid 60%	Tr, Nr
Nitric Acid 70%	V
Nitrobenzene	Nr
Oleic Acid	Ts, V, Nr, U
Oleum, 25%	Nr, V
Olive Oil (80°F)	N
Palmitic Acid	B, Nr
Perchloroethylene	V
Phenol	S, Nr, V
Phosphoric Acid	Tb, Tr, S, N, H, V
Pickling Bath Sulfuric-Nitric	H, V
Pickling Bath Nitric-Hydrofluoric	H, V
Plating Solutions Brass, Cadmium, Copper, Lead, Gold, Tin, Nickel, Silver, Zinc	Tr, N, V
Plating Sol. (Chrome)	Tr, H
Picric Acid	N, B, H
Potassium Dichromate	H, U
Potassium Hydroxide	Tr, N, B, H, U
Propyl Alcohol	Tb, Tr, N, B, H
Pyridine	Nr

Hóa chất	Ống
Skydrol 500	Nr
Soap Solution	Tb, Tr, S, N, B, H
Sodium Carbonate	Tb, Tr, S, N, G, B, U
Sodium Chloride	Tb, Tr, S, N, G, B, U
Sodium Dichromate	Nr, U
Sodium Hydroxide	Tr, S, N, G, U
Sodium Hypochlorite	Tb, Tr, H, Nr, V
Sodium Thiosulfate	N, G, B
Soybean Oil	N, V
Stannic Chloride	G, Nr
Sulfuric Acid to 50%	Tb, Tr, N, H, V
Sulfuric Acid over 50%	H, V
Sulfurous Acid	Tb, Tr, H, Nr
Sulfuric Acid Foaming 20% Oleum	V
Sulfur Trioxide	Nr
Tannic Acid, 10%	Tb, Tr, N, H
Tartaric Acid	Tb, Tr, N, G, H
Trichloroethylene	V
Triethanolamine	N, B, H
Trinitrotoluene	N
Tung Oil	N, B
Ticresyl Phosphate	Nr, V
Turpentine	Tb, Tr, U, B, V
Zinc Chloride	Tb, Tr, H, U
Zinc Sulfate	Tb, Tr, N, G, B, H, U

Ghi chú: Bảng này chỉ liệt kê vật liệu ống mềm và ống đàn hồi nên dùng cho các dung dịch hóa chất chuyên biệt. Thành phần hóa học đặc biệt được phê chuẩn chuyên dùng cho thực phẩm, thức uống, và hóa chất sinh học.

**Bảng 5-4. Khả năng chịu hóa chất
của các loại bơm hóa chất và công nghiệp TAT**

Hóa chất	Bơm công suất lớn	
	Ống cứng	Ống mềm
Acetic Acid	H, Nr	SS, Te
Acetic Anhydride	N, H	SS, Te
Acetone	Nr	SS, Te
Aluminum Sulfate	N, B, H	P, SS, Te
Alums	N	P, SS, Te
Ammonia	N	SS, Te
Ammonium Chloride	N, B, H, V	P, Te
Ammonium Hydroxide	N, H, V	P, SS, Te
Ammonium Sulfate	N, B, H	P, Te
Amyl Acetate	V	Te
Aniline	Nr	SS, Te
ASTM Fuels	V	SS, Te
Barium Carbonate	N, B	SS, P, Te
Barium Hydroxide	N, B, H	P, SS, Te

Hóa chất	Bơm công suất lớn	
	Ống cứng	Ống mềm
Beet Sugar Liquors	N, B, H	P, SS, Te
Black Sulfate Liquors	N, B, H	P, SS, Te
Bleaching Liquors	H	P, Te
Boric Acid	N, B, H	Te
Bromine, Anhydrous	V	
Butane	N, B, H	P, SS, Te
Butyl Alcohol	N, B, H	SS, Te
Cadmium Cyanide	N, H	SS, Te
Calcium Acetate	B	SS, Te
Calcium Chloride	N, B, H	P, Te
Calcium Hypochloride	Nr, H	P, Te
Carbon Bisulfide	Nr, V	SS, Te
Carbon Tetrachloride	V	SS, Te
Chlorine Gas, Wet	V	P, Te
Chloracetic Acid	N, H	P, Te
Chlorobenzene	V	SS, Te
Chloroform	V	SS, Te
Chromic Acid	Nr, H	Te
Citric Acid	H	P, SS
Copper Cyanide	N, B	P, Te
Copper Chloride	N, B, H	P, Te
Copper Sulfate	N, B, H	P, SS, Te
Cottonseed Oil	N, B, V	P, SS, Te
Creosote	B, V	SS, Te
Developer Solution	N, B	P, SS, Te
Dibutyl Phosphate	Nr	Te
Diethyl Phthalate	Nr	Te
Diesel Fuels	N, B	SS, Te
Diethyl Amine	B	SS, Te
Diethylene Glycol	Nr	SS, Te
Ethyl Alcohol	N, H, V	P, SS, Te
Ethylene Glycol	N, B, H, V	P, SS, Te
Ferric Chloride	N, B, H	P, Te
Ferric Sulfate	B, H	P, SS, Te
Fluoboric Acid	H	P, Te
Fluosilicic Acid	N, H	P, Te
Formaldehyde (70%)	N, B, H, V	P, SS, Te
Formic Acid	N, H	P, SS, Te
Freon 11 12, 22, 113, 114	H, V	SS, Te
Fuel Oil	N, B, NV	P, SS, Te
Furfurat	Nr	SS, Te
Gasoline	B, V	P, SS, Te
Glucose	N, B, H	P, SS, Te
Glycerin	N, B, H	P, SS, Te
Hydraulic Oils	N, B, H, V	SS, Te
Heptane	N, B, H	P, SS, Te
Hydrochloric Acid (Dil.)	N, H, V	P, Te
Hydrochloric Acid (Con.)	H	P, Te
Hydrofluoric Acid	H, V	Te
Hydrogen Peroxide (Dil.)	Nr, H	P, SS, Te
Hydrogen Peroxide (Con.)	Nr, V	Te

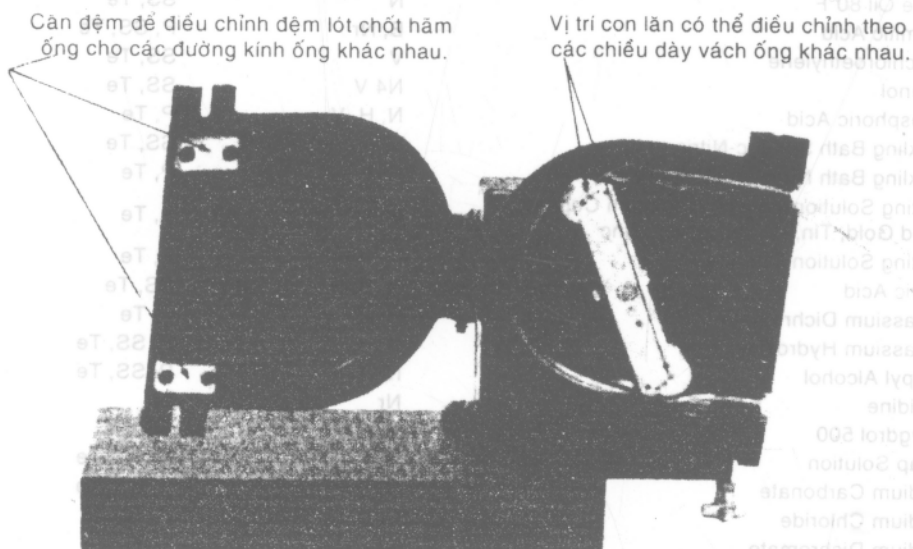
Hóa chất	Bơm công suất lớn	
	Ống cứng	Ống mềm
Hydrogen Sulfide	N, H	P, SS, Te
Isopropyl Alcohol	N, H	SS, Te
JP-4, 5, -6 (Jet Fuel)	V	SS, Te
Kerosene	N, B, V	P, SS, Te
Lactic Acid	N, H	Te
Lemon Oil	B	SS, Te
Lime Slurry	N	Te
Linseed Oil	N, B	P, SS, Te
Lubricating Oils	N, B, V	P, SS, Te
Magnesium Chloride	N, B, H	P, Te
Magnesium Hydroxide	N, B, H	P, SS, Te
Mercuric Chloride	N, B, H	P, SS, Te
Mercury	N, B, H	P, SS, Te
Methyl Alcohol	N, B, H	P, SS, Te
Methyl Ethylketone	Nr	SS, Te
Mineral Oil	N, B	P, SS, Te
Mixed Acids	V	Te
Naphtha	V	P, SS, Te
Nickel Acetate 10%	N (100*)	SS, Te
Nickel Chloride	N, B	P, Te
Nickel Nitrate	N	P, SS, Te
Nitric Acid 30%	Nr, H, V	SS, Te
Nitric Acid 60%	Nr, V	SS, Te
Nitric Acid 70%	V	SS
Nitrobenzene	Nr	Te
Oleic Acid	Nr	P, SS, Te
Oleum, 25%	N4 V	Te
Olive Oil 80°F	N	SS, Te
Palmitic Acid	B, Nr	P, SS, Te
Perchloroethylene	V	SS, Te
Phenol	N4 V	SS, Te
Phosphoric Acid	N, H, V	P, Te
Pickling Bath Sulfuric-Nitric	V	SS, Te
Pickling Bath Nitric-Hydrofluoric	H, V	P, Te
Plating Solutions Brass, Cadmium Copper, Lead Gold, Tin, Nickel, Silver, Zinc	N, V	P, Te
Plating Solution Chrome	H	P, Te
Picric Acid	N, B, H	SS, Te
Potassium Dichromate	H	P, Te
Potassium Hydroxide	N, B	P, SS, Te
Propyl Alcohol	N, B, H	P, SS, Te
Pyridine	Nr	Te
Skygdrol 500	Nr	SS, Te
Soap Solution	N, B, H	P, SS, Te
Sodium Carbonate	N, B	P, SS, Te
Sodium Chloride	N, B, H	P, Te
Sodium Dichromate	Nr	P, Te
Sodium Hydroxide	N, V	P, SS, Te
Sodium Hypochlorite	Nr, H, V	P, Te
Sodium Thiosulfate	N, B	P, SS, Te
Soybean Oil	N, H, V	SS, Te

Hóa chất	Bơm công suất lớn		Bơm công suất lớn	
	Ống cứng	Ống mềm	Ống cứng	Ống mềm
Stannic Chloride	N, H		Nr	P, Te
Sulfuric Acid to 50%	N, H		N, H, V	P, Te
Sulfuric Acid over 50%	V		H, V	P (75%) Te
Sulfurous Acid	N, B, V		Nr, H	P, Te
Sulfuric Acid, Foaming 20% Oleum	N, H		V	Te
Sulfur Trioxide	B		Nr	P
Tannic Acid, 10%	N		N, H	P, SS, Te
Tartaric Acid	N, B		N, H	P, SS, Te
Triethanolamine	N, B, V		N, B, H	P, SS, Te
Trinitrotoluene	N, H		N	SS, Te
Tung Oil	N, B, H		N, B	SS, Te
Tricresyl Phosphate	N, B, H		Nr, V	Te
Turpentine	N, B, H		B, V	P, SS, Te
Xylene	N, B, H		V	SS, Te
Zinc Chloride	Nr		H	P, Te
Zinc Sulfate	N, B		N, B, H	P, SS, Te

Ghi chú: Bảng này liệt kê vật liệu ống cứng và ống đàn hồi nên sử dụng cho các dung dịch hóa chất chuyên biệt.

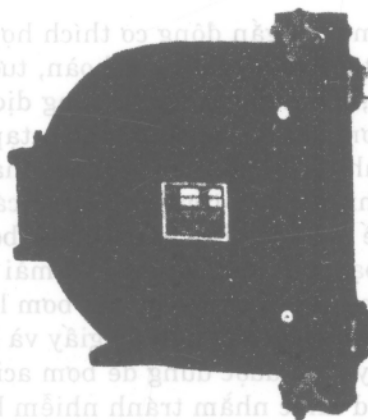
Hình 5-25 và 5-26 minh họa đầu bơm ống chân không cao chịu tải nặng. Với tốc độ 200 vòng/phút, có thể bơm 438.1 galon/giờ với ống đường kính trong 3/4 inch.

Bơm tay quay đảo ngược chiều quay để xả chất lỏng dư hoặc để xả bơm. Bơm tay có thể được lắp trên bộ nối trống nhựa để bơm chất lỏng ăn mòn một cách an toàn và thuận tiện.



Hình 5-25. Đầu bơm hở để dễ dàng thay kích cỡ ống.

Hình 5-26. Đầu bơm chân không cao chịu tải nặng.



Bơm được truyền động bằng không khí

Đầu bơm cũng có thể được truyền động bằng động cơ không khí. Bơm có áp kế không khí, bộ điều áp để điều khiển tốc độ, và công tắc đóng/mở. Dung lượng bơm đến 450 galon/giờ, chiều sâu hút 5 feet với áp suất xấp xỉ 10 psi.

Bơm nhiều ống

Bơm chân không cao có thể gồm nhiều ống (4, 7,...). Các ống này cho phép tăng dung lượng bơm, không cần tăng tốc độ bơm, để bơm đồng thời các lưu chất khác nhau, hoặc bơm dung dịch với tỷ số cố định - tất cả đều chỉ trong một bơm.

Bơm hóa chất

Chất lỏng hoặc chất khí tiếp xúc với bơm giới hạn khả năng vận chuyển của bơm đối với những hóa chất này theo hệ thống ống.

TÓM TẮT

Sự lựa chọn bơm dựa trên kiến thức về đặc tính và nguyên lý của các loại bơm cơ bản (bơm ly tâm, bơm quay, bơm tịnh tiến,...). Nguyên lý vận hành và đặc tính thiết kế là cơ sở để chuyên biệt từng loại bơm theo điều kiện làm việc.

Bơm piston tịnh tiến đơn hoặc đôi rất thích hợp với các yêu cầu trong ngành thuộc da, nhà máy đường, xưởng tẩy trắng,... Chúng được dùng cho những công việc cần áp suất cao trên hệ thống cấp nước ở câu lạc bộ thể thao ngoài trời, trại sản xuất bơ sữa, các nhà máy công nghiệp...

Bơm bánh răng quay đa năng được thiết kế để xử lý chất lỏng sệt hoặc loãng, vận hành êm ở cả hai chiều quay với hiệu suất như nhau. Các bơm này có thể xử lý nguyên liệu nhớt đặc (chẳng hạn dung dịch chống thấm trong xây dựng, mực in), dầu nhiên liệu, xăng, và lưu chất loãng. Bơm bánh răng quay cũng phù hợp với bôi trơn áp lực, thủy lực, cung cấp nhiên liệu, hoặc chuyển tải thông thường (kể cả bơm chất lỏng sạch).

Bơm ly tâm tự mỗi có gắn động cơ thích hợp với nhiều ứng dụng, ví dụ, dùng ở hồ bơi, tưới vườn, tái tuần hoàn, tưới tiêu, hút nước thải và nước bẩn ở đáy tàu, phân bón lỏng và dung dịch hóa chất. Bơm ly tâm cũng phù hợp để bơm chất lỏng chứa nhiều tạp chất rắn (nước thải vệ sinh, chống ngập, nhà máy xử lý nước, chất thải công nghiệp, hút nước thải, xử lý công nghiệp, xử lý thực phẩm, và các nhà máy hóa chất).

Công nghiệp chế biến và hóa chất sử dụng bơm ly tâm một cách rộng rãi để xử lý nhiều loại chất lỏng ăn mòn và mài mòn. Về cơ bản, tuổi thọ của bơm đã tăng lên nhờ sử dụng chi tiết bơm lót cao su để xử lý những chất lỏng khác nhau trong công nghiệp giấy và hóa chất. Bơm thủy tinh chịu nhiệt hoặc thủy tinh được dùng để bơm acid, sữa, nước trái cây, và nhiều dung dịch acid khác nhằm tránh nhiễm bẩn chất lỏng được bơm, do phản ứng hóa học giữa chất lỏng và vật liệu làm chi tiết bơm.

Bơm ly tâm còn được dùng để bơm nước thải chưa xử lý hoặc bùn nhão. Việc xử lý cặn từ nhà máy xử lý nước thải khó hơn xử lý nước thải thô, vì khối lượng lớn nhiều loại tạp chất rắn khác nhau. Bánh công tác được thiết kế riêng cho xử lý nước thải thô và cặn (tùy loại được xử lý).

Bơm magma được thiết kế để xử lý hỗn hợp thô (đặc biệt là các chất hữu cơ ở dạng nhão. Ví dụ, hỗn hợp kẹo mút đặc và các loại lưu chất trong quy trình tinh luyện đường. Những bơm này được thiết kế không có valve nạp. Valve này không cần thiết vì dòng chất lỏng chảy vào bơm nhờ trọng lực và chức năng valve nạp do piston bơm tịnh tiến thực hiện.

Các loại bơm đặc biệt khác gồm bơm nước thải, bơm tưới, bơm màng chắn (có thể là màng chắn kín hoặc hở), bơm giếng cạn và bơm giếng sâu (gồm bơm phun và bơm nhúng ngập). Bơm turbine và bơm bánh công tác bằng cao su cũng được dùng rộng rãi trong công nghiệp và hàng hải.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Những yếu tố nào xác định việc lựa chọn bơm?
2. Các ứng dụng điển hình của bơm piston tịnh tiến?
3. Các ứng dụng điển hình của bơm ly tâm?
4. Loại bơm nào phù hợp với công nghiệp xử lý và hóa chất?
5. Đặc điểm thiết kế nào là quan trọng khi chọn bơm dùng cho nước thải chưa xử lý và cặn?
6. Những yếu tố nào xác định sự lựa chọn bơm giếng sâu hoặc giếng cạn?
7. Loại chất lỏng nào có thể xử lý bằng bơm bánh răng quay?
8. Loại bơm nào được dùng ở hồ bơi?
9. Loại bơm nào được dùng rộng rãi trong công nghiệp giấy?
10. Thuật ngữ magma có ý nghĩa gì?
11. Bơm nước thải vận hành ở đâu?
12. Loại bơm nào được dùng trong hệ thống tưới?
13. Bơm bánh công tác bằng cao su được dùng ở đâu?
14. Ưu điểm của bơm màng chắn là gì?
15. Bơm turbine được dùng ở đâu?

Chương 6 - BỘ TÍCH LŨY THỦY LỰC

Bộ tích lũy là thiết bị tích trữ chất lỏng có áp, vì thế có thể làm việc như một bình dự trữ và bộ điều tiết công suất. Bộ tích lũy đơn giản đôi khi được dùng trong hệ thống nước trong nhà, thường bao gồm ống chữ T với nhánh bên có nắp bít. Không khí trong ống nhánh được nén lại, và có tác dụng như một lò xo nén. Khi mở và đóng nhanh vòi nước, áp suất và lưu lượng sẽ thay đổi đột ngột. Không khí bị giữ lại tác dụng như một bộ giảm chấn để ngăn không cho nước va đập bên trong hệ thống ống.

Trong thủy lực công nghiệp, bộ tích lũy là thiết bị quan trọng trong nhiều hệ thống thủy lực. Bộ tích lũy thủy lực được thiết kế để tích lũy năng lượng được dùng không liên tục, giúp bơm hoạt động với tải đồng đều, đáp ứng yêu cầu công suất không liên tục hoặc dao động thất thường. Ngoài ra, bộ tích lũy còn có một số ứng dụng khác trong công nghiệp.

Bộ tích lũy thủy lực có thể được so sánh với bình ắc quy lưu giữ điện năng cho đến khi cần sử dụng. Bộ tích lũy thủy lực tích trữ năng lượng thủy lực còn ắc quy tích trữ năng lượng điện.

KẾT CẤU VÀ VẬN HÀNH

Dưới đây là những chi tiết chủ yếu của bộ tích lũy tải trọng (Hình 6-1):

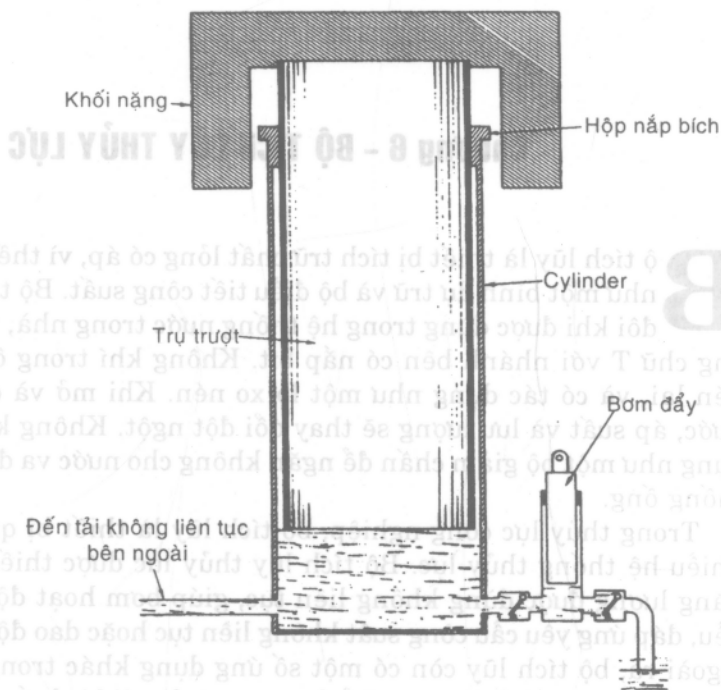
- Piston hoặc trụ trượt.
- Cylinder.
- Trọng lượng (vật nặng).

Trong bộ tích lũy, trụ trượt được đặt trong cylinder thẳng đứng, đầu thấp được gắn kín, đầu phía trên gắn hộp nắp bít. Vật nặng được gắn chặt vào đầu trên của trụ trượt để tạo áp suất theo yêu cầu. Cổng nạp và cổng xả chất lỏng được bố trí ở đầu thấp của cylinder.

Như minh họa trên Hình 6-1, nước bị đẩy vào cylinder nhờ bơm đẩy, làm trụ trượt nặng di lên. Lực hoặc áp lực do trụ trượt nặng tác dụng vào nước truyền cho các máy móc do hệ thống vận hành, cho đến khi trụ trượt chạm đến điểm cuối hành trình của nó.

Trong suốt khoảng thời gian không có yêu cầu công suất, trụ trượt bị chặn, không di lên quá cao và các cỡ chặn làm trụ trượt ngừng chuyển động khi đến điểm trên cùng của hành trình. Nếu có yêu cầu công suất và tải nhỏ, bơm đẩy có thể cung cấp khối lượng nước theo yêu cầu bằng cách tiếp tục hoạt động. Tuy nhiên, nếu tải lớn và yêu cầu công suất lớn hơn khả năng cung cấp của bơm, một phần công suất được cung cấp do sự di xuống chậm của trụ trượt bên trong bộ tích lũy. Khi dỡ bỏ tải hoặc không cần công suất, bơm đẩy tiếp tục hoạt động, dần dần điền đầy

Hình 6-1. Các chi tiết chủ yếu của bộ tích lũy thủy lực tải trọng.



cylinder và làm trụ trượt đi lên điểm trên cùng của hành trình. Do đó, giá trị năng lượng đúng bằng năng lượng cung cấp trong khi trụ trượt đi xuống, hoặc dự trữ trong cylinder.

CÁC LOẠI BỘ TÍCH LŨY

Sau đây là ba loại bộ tích lũy thủy lực thông dụng:

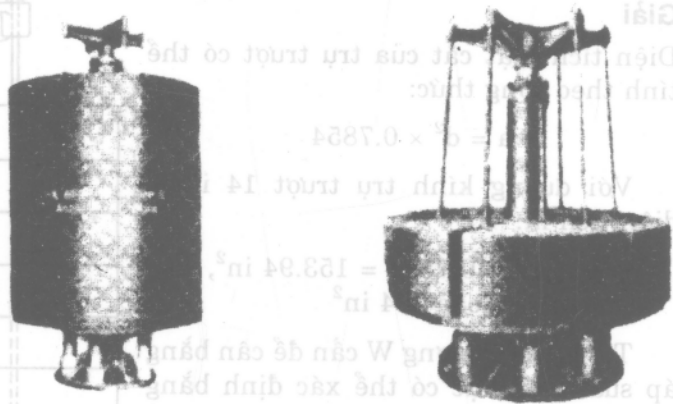
- Loại tải bằng trọng lực.
- Loại tải bằng lò xo.
- Loại khí nén.

Loại tải bằng trọng lực

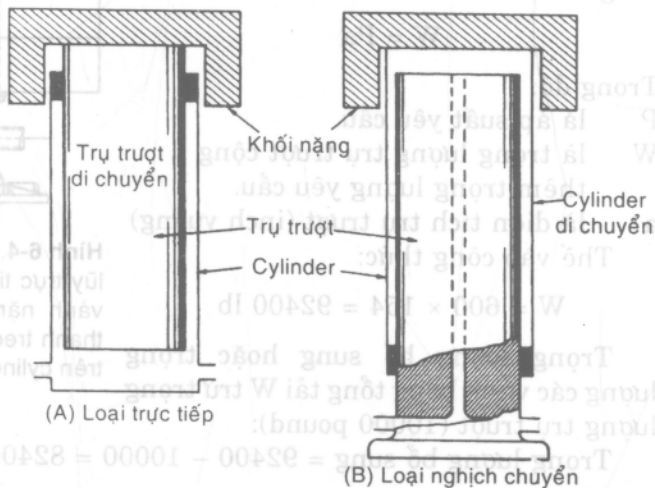
Bộ tích lũy loại tải bằng trọng lực (Hình 6-2), khối trọng lượng cố định trên trụ trượt hoặc piston có thể bằng gang, thép, bê tông, nước, hoặc các loại vật liệu nặng khác. Bộ tích lũy tải bằng trọng lực có thể là loại trực tiếp hoặc loại nghịch chuyển (Hình 6-3). Ở loại bộ tích lũy trực tiếp, trụ trượt di chuyển; ở loại bộ tích lũy nghịch chuyển, cylinder di chuyển.

Trong các bộ tích lũy trực tiếp cỡ lớn, trụ trượt có thể gắn với đòn bẩy ở phía trên. Hai thanh được treo vào các đầu đòn bẩy, và cần một số khối nặng (khối nặng hình vành khăn) được vận ren vào các thanh này (Hình 6-4). Loại bộ tích lũy này có thể có trụ trượt đến 24 inch và có thể tạo ra áp suất đến 600 pound/inch vuông. Bộ tích lũy này là độc lập, không cần khung hoặc trục dẫn hướng. Đặc điểm nổi bật là dễ dàng đặt vòng bít ở đỉnh cylinder. Nhược điểm của bộ tích lũy loại nghịch chuyển là khó điều chỉnh hoặc thay mới vòng bít trong hộp nắp bít ở đầu thấp của cylinder.

Hình 6-2. Bộ tích lũy tải bằng trọng lực. Loại bộ tích lũy có bồn nặng (trái) và loại bộ tích lũy khối nặng bằng gang (phải) tích lũy lưu chất thủy lực với áp suất không đổi trong suốt thời gian nhu cầu tải không cao. Bộ tích lũy chỉ hoạt động khi có nhu cầu tải đỉnh với dung lượng bơm tối thiểu.



Hình 6-3. Bộ tích lũy tải trọng lực loại trực tiếp (a) và loại nghịch chuyển (b). Trụ trượt di chuyển ở bộ tích lũy trực tiếp và cylinder di chuyển ở bộ tích lũy nghịch chuyển.



Các cỡ chặn hoặc nút được dùng để giới hạn hành trình của trụ trượt (Hình 6-5). Hình 6-5 minh họa bốn cỡ chặn ở đầu cylinder phía thấp và bốn cỡ chặn ở phía trong đầu cao của cylinder để ngăn trụ trượt vượt quá hành trình. Vì trụ trượt và cylinder được gắn các cỡ chặn, khi lắp trụ trượt vào cylinder cần xoay trụ trượt cho đến khi các cỡ chặn ở đúng vị trí đi qua. Sau đó xoay trụ trượt (một phần tám vòng) và siết chặt vào vị trí.

Trọng lượng yêu cầu

Có thể sử dụng các vành gang đúc để tạo áp suất thủy lực theo yêu cầu (Hình 6-4). Sự tính toán trọng lượng cần thiết để đạt áp suất thủy lực cho trước được trình bày trong bài toán sau.

Bài toán

Bộ tích lũy trực tiếp, trụ trượt đường kính 14 inch nặng 10000 pound. Cần thêm trọng lượng bao nhiêu để đạt áp suất thủy lực 600 psi?

Giải

Diện tích mặt cắt của trụ trượt có thể tính theo công thức:

$$a = d^2 \times 0.7854$$

Với đường kính trụ trượt 14 inch, diện tích là:

$$a = (14)^2 \times 0.7854 = 153.94 \text{ in}^2, \\ \text{hoặc } 154 \text{ in}^2$$

Tổng trọng lượng W cần để cân bằng áp suất thủy lực có thể xác định bằng công thức:

$$W = Pa$$

Trong đó:

P là áp suất yêu cầu.

W là trọng lượng trụ trượt cộng thêm trọng lượng yêu cầu.

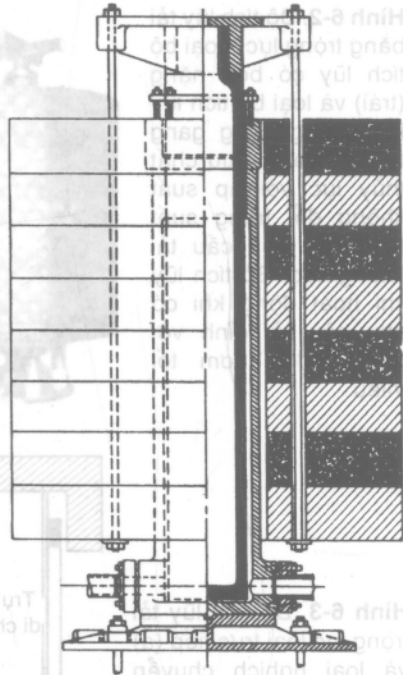
a là diện tích trụ trượt (inch vuông)

Thế vào công thức:

$$W = 600 \times 154 = 92400 \text{ lb}$$

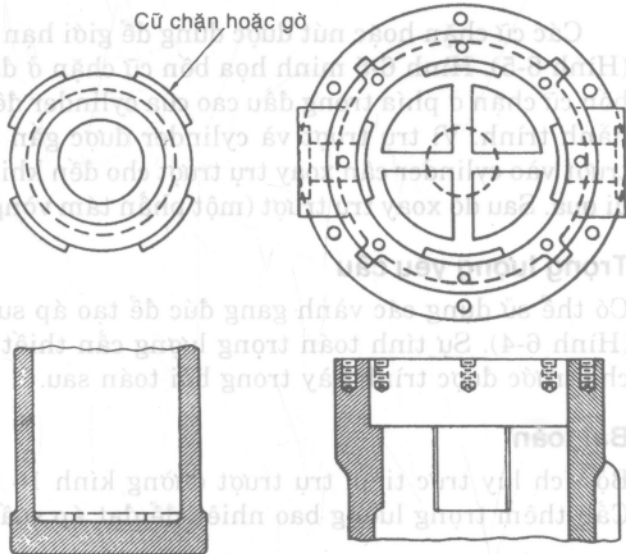
Trọng lượng bổ sung hoặc trọng lượng các vành bằng tổng tải W trừ trọng lượng trụ trượt (10000 pound):

$$\text{Trọng lượng bổ sung} = 92400 - 10000 = 82400 \text{ lb}$$



Hình 6-4. Kết cấu chi tiết của bộ tích lũy trực tiếp tải bằng trọng lực. Các vành nặng được vận ren vào hai thanh treo ở hai đầu đòn bẩy ở đầu trên cylinder thủy lực.

Hình 6-5. Kết cấu chi tiết của bộ tích lũy loại trực tiếp, minh họa các cỡ chặn ở phía thấp của trụ trượt (trái) và phía trên cylinder (phải), giới hạn hành trình của trụ trượt.



Đường kính trụ trượt yêu cầu

Khi thiết kế bộ tích lũy tải bằng trọng lực, cần xác định đường kính trụ trượt hoặc piston theo các điều kiện cho trước. Cần lưu ý, để cân bằng áp suất thủy lực, đường kính trụ trượt càng giảm thì trọng lượng yêu cầu càng thấp. Tương tự, nếu có đủ không gian theo chiều đứng, chiều dài hành trình trụ trượt càng lớn, trọng lượng yêu cầu càng nhỏ.

Nếu cố định kích thước trụ trượt, kích thước khác có thể được xác định theo dung tích làm việc đã biết (thể tích do trụ trượt chiếm chỗ trên một hành trình), như trong bài toán sau đây.

Bài toán

Đường kính trụ trượt 14 inch, chiều dài hành trình trụ trượt là bao nhiêu trong bộ tích lũy có dung tích làm việc 250 galon?

Giải

Vì 1 galon nước tương ứng thể tích 231 inch khối, tổng dung tích làm việc là:

$$\text{Dung tích làm việc} = 250 \times 231 = 57750 \text{ in}^3$$

Diện tích trụ trượt:

$$(14)^2 \times 0.7854 = 154 \text{ in}^2 \text{ (gần đúng)}$$

Công thức xác định chiều dài hành trình:

$$\frac{\text{Dung tích làm việc}}{\text{Diện tích trụ trượt} \times 12(\text{chiều dài hành trình, ft})}$$

Thế vào công thức:

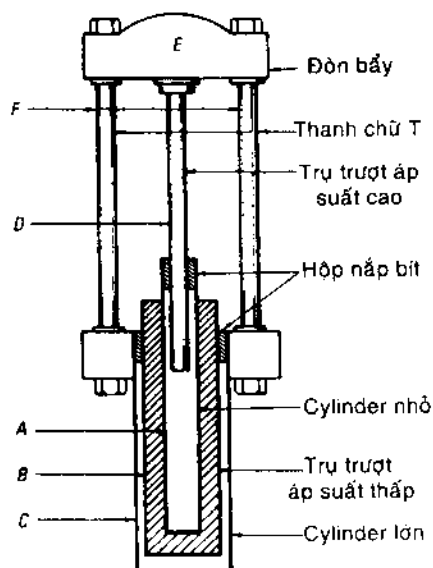
$$\text{Chiều dài hành trình} = \frac{57750}{154 \times 12} = 31.25 \text{ ft}$$

Thiết bị tăng áp suất hoặc bộ tăng cường (Hình 6-6), hoặc bộ tích lũy vi sai là thiết bị thủy lực được dùng để chuyển đổi áp suất thấp thành áp suất cao. Chức năng của loại thiết bị này tương tự như máy biến áp chuyển đổi dòng điện có điện áp thấp thành dòng điện có điện áp cao.

Để vận hành bộ tăng cường, nước áp suất thấp được cung cấp vào piston trong cylinder lớn, sau đó vận hành piston trong cylinder nhỏ. Hình 6-6 cho thấy kết cấu cơ bản của bộ tăng cường gồm một cylinder nhỏ và một cylinder lớn. Cylinder nhỏ A là một phần của trụ trượt B lắp vừa khít vào cylinder lớn C. Trụ trượt D nhỏ có áp suất cao lắp bên trong cylinder nhỏ A. Trụ trượt B áp suất thấp hoạt động như một piston đứng yên của cylinder nhỏ A. Trụ trượt cuối cùng được gắn vào đòn bẩy E, rồi gắn vào cylinder lớn C bằng các thanh chữ T, ký hiệu là F.

Khi vận hành thực tế, bơm đẩy (không minh họa trên Hình 6-6) buộc trụ trượt B áp suất thấp đi lên, do đó tác dụng áp suất vào nước ở cylinder A do trụ trượt nhỏ D tác động. Áp suất này được khuếch đại

Hình 6-6. Kết cấu cơ bản của thiết bị tăng áp suất hoặc bộ tăng cường là loại bộ tích lũy vi sai. Bộ tăng cường là thiết bị thủy lực được dùng để chuyển đổi chất lỏng áp suất thấp thành áp suất cao.



trong cylinder A tỷ lệ với tỷ số các diện tích mặt cắt ngang của hai trụ trượt, như trong bài toán sau.

Bài toán

Đường kính trụ trượt nhỏ là 3 inch và đường kính của trụ trượt lớn là 10 inch, áp suất ở cylinder nhỏ là bao nhiêu, nếu áp suất ở cylinder lớn là 600 psi?

Giải

Tiết diện của cylinder nhỏ và cylinder lớn:

$$\text{Tiết diện của cylinder nhỏ} = (3)^2 \times 0.7854 = 7.07 \text{ in}^2$$

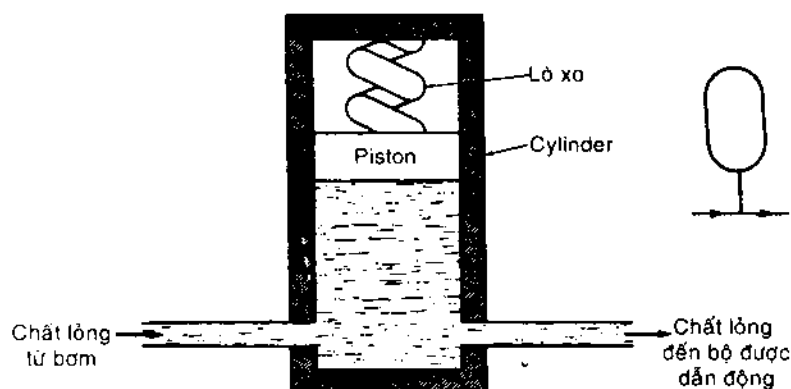
$$\text{Tiết diện của cylinder lớn} = (10)^2 \times 0.7854 = 78.54 \text{ in}^2$$

Tỷ số tiết diện của trụ trượt là 78.54:7.07, và áp suất trong cylinder nhỏ có thể tính bằng phương trình:

$$\text{Áp suất trong cylinder nhỏ} = 600 \times \frac{78.54}{7.07} = 6665 \text{ psi}$$

Bộ tích lũy tải bằng lò xo

Trong bộ tích lũy tải bằng lò xo (Hình 6-7), lò xo (các lò xo) thay cho khối trọng lượng tạo ra áp lực tác dụng vào chất lỏng. Khi chất lỏng thủy lực được bơm vào bộ tích lũy, trụ trượt hoặc piston bị nén. Do đó, năng lượng được tích lũy trong lò xo và được giải phóng theo yêu cầu của hệ thống. Vì lực lò xo tùy thuộc vào khoảng dịch chuyển do co giãn, áp lực trên chất lỏng biến thiên theo vị trí của trụ trượt hoặc piston. Loại bộ tích lũy này thường được dùng để phân phối lượng dầu nhỏ với áp suất thấp.



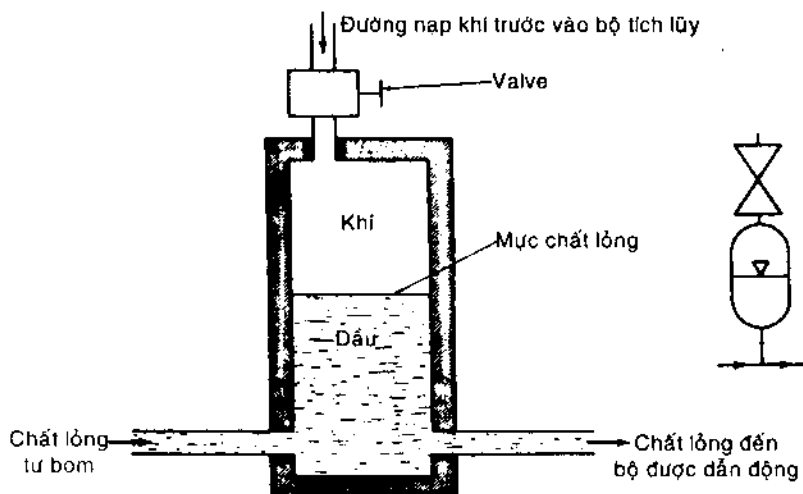
Hình 6-7. Các chi tiết cơ bản của bộ tích lũy tải bằng lò xo.

Bộ tích lũy khí nén

Nước và các chất lỏng khác được dùng trong hệ thống thủy lực hầu như không nén được. Thực tế này có nghĩa là khi áp suất thủy lực tăng, thể tích chất lỏng giảm không đáng kể. Trong khi đó, tăng áp suất khí làm cho thể tích khí giảm rõ rệt. Một cách tương đối, chất lỏng thủy lực đàn hồi (hoặc co giãn) ít hơn không khí hoặc khí, cho thấy chất lỏng tích lũy năng lượng không hiệu quả. Vì thế, loại bộ tích lũy này dùng khí nén (thay vì dùng trọng lượng hoặc lò xo cơ học) để tạo hoạt động đàn hồi. Bộ tích lũy loại khí nén có thể được chia thành hai loại: không có bộ tách và có bộ tách.

Loại không dùng bộ tách

Bộ tích lũy này (Hình 6-8), một bề mặt tự do đặt giữa chất lỏng và chất khí hoặc không khí. Khi bơm thêm chất lỏng vào bộ tích lũy, không khí hoặc khí ở phía trên chất lỏng được nén tương ứng với khối lượng chất lỏng. Năng lượng tích lũy trong khí nén được giải phóng khi cần thiết để đáp ứng các yêu cầu của hệ thống.



Hình 6-8.
Loại bộ tích
lũy không
khí hoặc khí
không dùng
bộ tách.

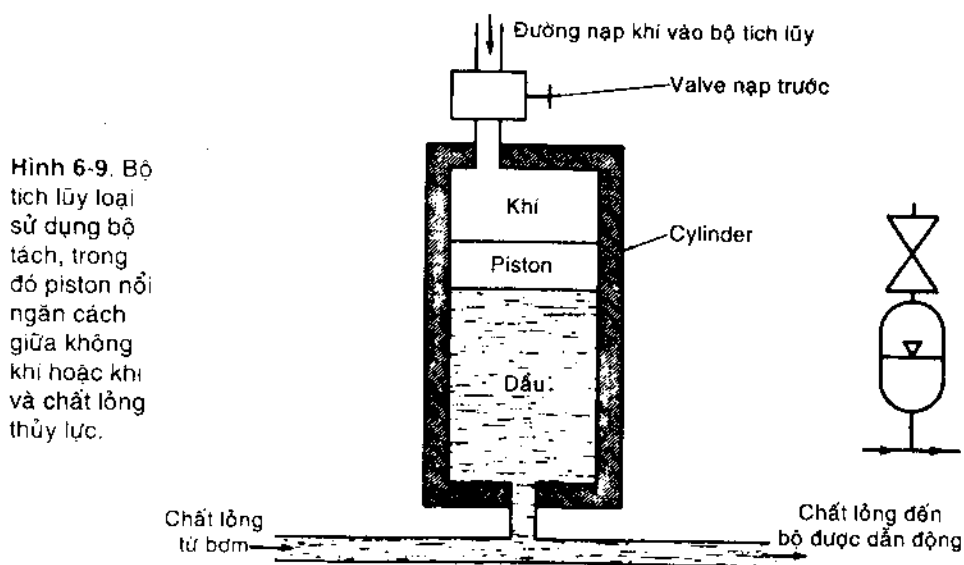
Hình 6-8 cho thấy bộ tích lũy gồm một cylinder kín hoàn toàn, các cổng, và valve nạp. Trước khi có thể đưa bộ tích lũy này vào hoạt động, một phần chất lỏng được giữ trong phía thấp của cylinder. Sau đó, không khí, nitơ, hoặc khí trơ được đưa vào cylinder, nạp bộ tích lũy đến yêu cầu áp suất tối thiểu của hệ thống. Bộ tích lũy được lắp theo vị trí thẳng đứng, do khí phải được giữ lại ở phần trên của cylinder. Thể tích không khí hoặc khí chỉ được phép chiếm khoảng hai phần ba thể tích bộ tích lũy. Thể tích còn lại (khoảng một phần ba) chứa chất lỏng thủy lực, ngăn chặn không khí hoặc khí xả vào hệ thống thủy lực. Bộ tích lũy không sử dụng bộ tách cần có máy nén để nạp trước. Việc nạp bộ tích lũy có thể bị giảm bớt nếu sự thông (trộn lẫn) chất lỏng và không khí hoặc chất khí xảy ra. Nếu chất lỏng hấp thu không khí hoặc khí, bộ tích lũy sẽ không hoạt động đúng chức năng.

Loại sử dụng bộ tách

Piston nổi tự do được dùng làm rào chắn giữa chất lỏng và không khí hoặc khí trong bộ tích lũy loại tách rời (Hình 6-9). Piston và vòng bít ngăn cách chất lỏng và không khí hoặc khí trong cylinder. Bộ tích lũy được nạp trước với không khí hoặc khí áp suất cao ở một phía của piston và chất lỏng thủy lực hoặc lưu chất ở phía đối diện.

Chú ý, các vòng đệm kín được dùng cho áp suất cao. Loại bộ tích lũy này có thể được lắp ở bất cứ vị trí nào thuận tiện, tùy theo yêu cầu lắp đặt. Nếu bộ tích lũy được lắp trên vỏ, không nên kẹp chặt để tránh ngăn cản sự giãn nở nhiệt hoặc làm biến dạng vỏ. Luôn luôn lắp bộ tích lũy sao cho valve khí được sử dụng thuận tiện.

Bảng 6-1 liệt kê các kích cỡ bộ tích lũy dung tích 1 gallon.



Hình 6-9. Bộ tích lũy loại sử dụng bộ tách, trong đó piston nổi ngăn cách giữa không khí hoặc khí và chất lỏng thủy lực.

Chú ý

Sự thay đổi áp suất khí tỷ lệ nghịch với sự thay đổi thể tích. Khi 100 inch khối khí ban đầu ở áp suất 1000 psia (pound trên inch vuông tuyệt đối) được nén thành thể tích 50 inch khối, áp suất sẽ là 2000 psia nếu nhiệt độ khí không đổi. Đây là quá trình đẳng nhiệt.

Sự nén hoặc giãn nở khí làm nóng hoặc nguội, dẫn đến áp suất tăng hoặc giảm, sẽ tác động đến sự thay đổi thể tích. Nếu khí được cách nhiệt hoàn hảo với xung quanh, quá trình sẽ là đoạn nhiệt. Ở đây 100 inch khối khí ở áp suất 1000 psia được nén đến 61.2 inch khối để tạo thành áp suất 2000 psia. Bộ tích lũy Parker có kết cấu bằng kim loại, vách đơn, truyền nhiệt nhanh chóng để giảm bớt hiệu ứng này.

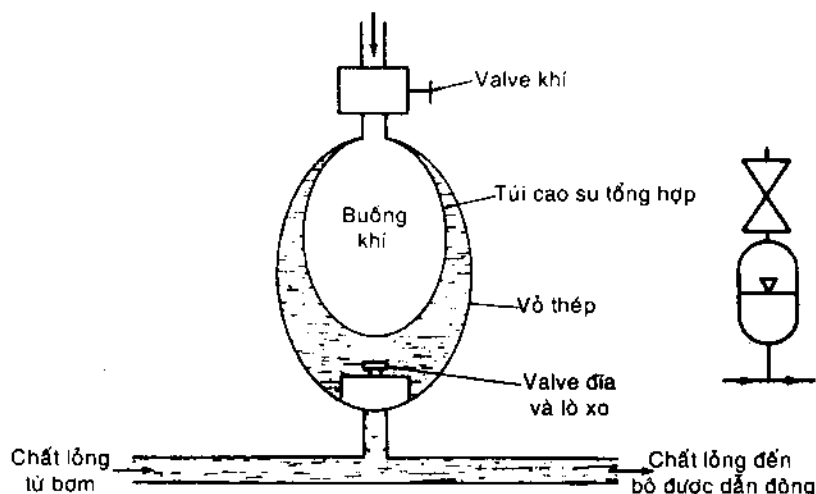
Hiệu suất thực tế thường trung gian giữa đẳng nhiệt và đoạn nhiệt. Vận hành nhanh sẽ dần dần tiếp cận đường đoạn nhiệt; vận hành chậm sẽ đạt đến đường đẳng nhiệt. Nói chung, thường sử dụng dữ liệu tính toán theo quá trình đẳng nhiệt; các sai số được coi là dung tích bù, đủ để bù cho các thay đổi nhiệt độ giữa các trạng thái nén và giãn nở.

Bộ tích lũy cylinder có kết cấu vỏ hai lớp, lớp bên trong cân bằng áp suất gồm piston ở vị trí nổi đồng thời là vách ngăn giữa không khí hoặc khí nạp trước và lưu chất thủy lực. Vỏ ngoài làm việc như một bình chứa khí. Chất làm nguội cho diện tích làm việc của lớp vỏ trong được cung cấp do sự giảm sức ép nhanh của không khí hoặc khí nạp trước, dẫn đến sự xả nhanh lưu chất thủy lực làm việc.

Bộ tích lũy kiểu túi (Hình 6-10) được lắp với phía chứa không khí hoặc khí ở đỉnh, sao cho lưu chất thủy lực không bị giữ lại khi xả. Valve khí thông với vỏ được đặt tại một đầu vỏ. Cụm làm kín có cổng dầu và valve đĩa được lắp ở phía đối diện của vỏ.

Từ Hình 6-10 có thể thấy túi khí có hình quả lê và được làm bằng cao su tổng hợp. Túi khí, kể cả ống khí, được buộc chặt với đầu trên của vỏ thép đúc có dạng hình trụ và chỏm cầu ở cả hai đầu bằng đai ốc hãm.

Hình 6-10.
Kết cấu cơ
bản của bộ
tích lũy
kiểu túi.



Bảng 6-1 Bảng kích cỡ bộ tích lũy.

Áp suất nạp trước - psi	Áp suất vận hành — psi (đồng hồ)														
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
100	95.6	136.0	159.0	174.0	185.0	193.0	200.0	205.0	209.0	212.0	216.0	219.0	221.0	223.0	
	124.0	169.0	192.0	207.0	216.0	223.0	226.0								
200		63.3	99.0	123.0	140.0	152.0	162.0	171.0	178.0	183.0	188.0	192.0	196.0	199.0	
		84.5	128.0	155.0	173.0	186.0	195.0	203.0	209.0	215.0	219.0	222.0	225.0	228.0	
300			47.8	78.6	101.0	116.0	131.0	141.0	150.0	158.0	164.0	170.0	175.0	179.0	
			65.9	104.0	130.0	147.0	163.0	175.0	183.0	191.0	197.0	203.0	207.0	211.0	
400				37.8	64.9	85.4	101.0	114.0	125.0	134.0	142.0	149.0	155.0	160.0	
				51.5	86.6	112.0	131.0	145.0	157.0	167.0	175.0	182.0	188.0	194.0	
500					31.7	55.4	74.0	88.8	101.0	112.0	121.0	129.0	136.0	142.0	
					43.4	74.4	97.9	116.0	131.0	143.0	153.0	162.0	169.0	175.0	
600						27.1	48.1	64.8	79.5	91.6	102.0	111.0	119.0	126.0	
						37.2	65.1	87.0	105.0	119.0	131.0	142.0	150.0	158.0	
700							23.9	42.6	58.5	71.8	83.4	93.5	102.0	110.0	
							33.0	58.0	78.5	97.9	109.0	121.0	131.0	148.0	
800								21.0	38.6	53.0	65.5	76.6	84.6	86.2	
								29.0	52.5	71.3	87.3	101.0	113.0	123.0	
900									19.1	34.8	48.2	60.3	70.5	80.1	
									26.3	47.6	65.4	80.9	94.1	105.0	
1000										17.3	30.6	44.7	56.0	65.6	
										23.6	43.6	60.6	75.4	87.8	
1100											15.7	29.5	41.2	52.2	
											23.5	48.4	58.4	70.5	
1200												14.6	27.4	38.6	
												20.5	37.8	52.6	
1300													13.6	25.5	
													18.9	35.1	
1400															12.8
															17.6
1500															
1600															
1700															
1800															
1900															
2000															
2100															
2200															

Bảng hiệu suất (đẳng nhiệt và đoạn nhiệt) kích cỡ 1 gallon (231 in³)

Dung tích khí tối đa (piston tựa vào nắp thủy lực) - 231 inch khối

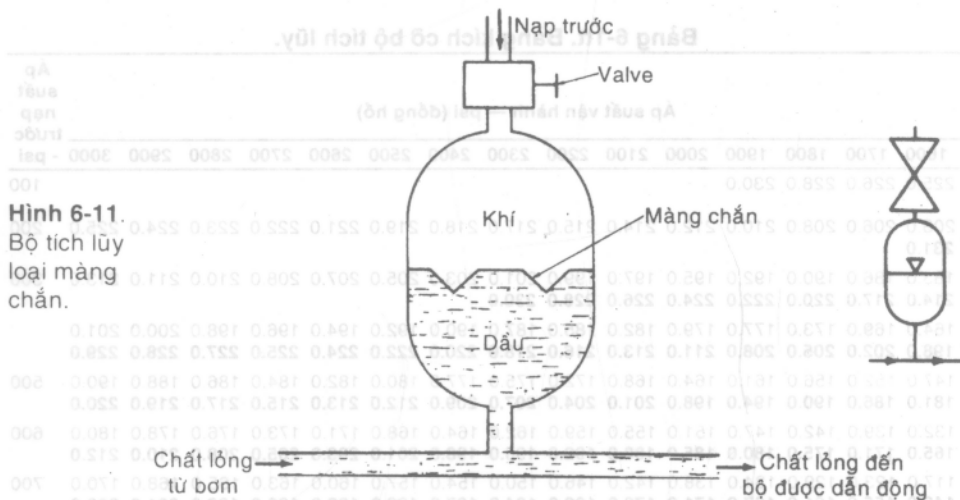
Dung tích dầu tối đa (piston tựa vào nắp khí) - 231 inch khối

Đẳng nhiệt - Chữ nhạt

Đoạn nhiệt - Chữ đậm

Bảng 6-1tt. Bảng kích cỡ bộ tích lũy.

Áp suất vận hành — psi (đồng hồ)																Áp suất nạp trước - psi
1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000		
225.0	226.0	228.0	230.0													100
203.0	206.0	208.0	210.0	212.0	214.0	215.0	217.0	218.0	219.0	221.0	222.0	223.0	224.0	225.0		200
231.0																
183.0	186.0	190.0	192.0	195.0	197.0	199.0	201.0	203.0	205.0	207.0	208.0	210.0	211.0	213.0		300
214.0	217.0	220.0	222.0	224.0	226.0	228.0	230.0									
164.0	169.0	173.0	177.0	179.0	182.0	185.0	187.0	190.0	192.0	194.0	196.0	198.0	200.0	201.0		
198.0	202.0	205.0	208.0	211.0	213.0	216.0	218.0	220.0	222.0	224.0	225.0	227.0	228.0	229.0		
147.0	152.0	156.0	161.0	164.0	168.0	172.0	175.0	177.0	180.0	182.0	184.0	186.0	188.0	190.0		500
181.0	186.0	190.0	194.0	198.0	201.0	204.0	207.0	209.0	212.0	213.0	215.0	217.0	219.0	220.0		
132.0	139.0	142.0	147.0	151.0	155.0	159.0	162.0	164.0	168.0	171.0	173.0	176.0	178.0	180.0		600
165.0	171.0	175.0	180.0	185.0	188.0	192.0	195.0	198.0	201.0	203.0	205.0	208.0	210.0	212.0		
117.0	123.0	129.0	134.0	138.0	142.0	146.0	150.0	154.0	157.0	160.0	163.0	165.0	168.0	170.0		700
148.0	155.0	161.0	167.0	171.0	176.0	180.0	184.0	187.0	190.0	193.0	196.0	198.0	201.0	203.0		
102.0	109.0	115.0	121.0	126.0	131.0	135.0	138.0	142.0	146.0	149.0	152.0	155.0	158.0	160.0		800
131.0	139.0	147.0	153.0	158.0	163.0	168.0	172.0	176.0	180.0	183.0	186.0	189.0	192.0	194.0		
88.3	95.7	102.0	109.0	114.0	119.0	124.0	128.0	132.0	136.0	140.0	143.0	146.0	149.0	153.0		900
115.0	124.0	132.0	139.0	145.0	151.0	156.0	161.0	165.0	169.0	173.0	176.0	179.0	182.0	185.0		
74.7	82.6	89.9	96.5	103.0	108.0	113.0	118.0	122.0	126.0	130.0	134.0	136.0	140.0	143.0		1000
96.9	109.0	117.0	125.0	132.0	138.0	144.0	149.0	154.0	158.0	163.0	167.0	170.0	173.0	176.0		
61.7	70.0	77.6	84.8	91.2	97.4	103.0	108.0	112.0	116.0	120.0	124.0	128.0	131.0	135.0		1100
82.4	93.1	103.0	111.0	119.0	126.0	132.0	138.0	143.0	146.0	152.0	157.0	161.0	164.0	167.0		
48.9	57.5	65.9	73.4	80.3	81.6	92.2	97.8	103.0	107.0	112.0	116.0	120.0	123.0	126.0		1200
66.3	79.5	88.0	97.4	106.0	113.0	120.0	127.0	132.0	138.0	143.0	147.0	152.0	156.0	159.0		
35.9	45.2	54.3	62.2	69.6	76.2	82.1	88.0	93.0	98.0	103.0	107.0	111.0	114.0	118.0		1300
49.2	61.7	73.1	83.2	92.5	101.0	108.0	115.0	121.0	127.0	132.0	137.0	142.0	146.0	150.0		
23.9	34.0	43.1	51.1	59.0	65.9	72.5	78.5	83.6	89.0	93.8	98.0	103.0	107.0	110.0		1400
33.0	46.6	58.5	69.2	79.3	88.3	96.2	103.0	110.0	116.0	122.0	127.0	132.0	136.0	141.0		
11.7	22.4	31.9	40.7	48.9	56.0	62.8	69.2	75.0	80.3	85.6	89.8	94.6	98.5	103.0		1500
16.5	30.9	43.9	55.3	66.0	75.6	81.4	92.0	98.9	105.0	112.0	117.0	123.0	128.0	132.0		
	11.2	21.3	30.3	38.6	46.2	53.2	59.8	66.0	71.5	76.6	82.1	86.7	91.1	95.2		1600
	15.7	29.5	41.7	52.6	62.7	71.8	80.3	88.0	94.9	101.0	108.0	113.0	118.0	124.0		
		10.4	20.0	28.7	36.4	44.2	50.8	57.5	63.4	68.6	73.9	79.0	83.3	87.7		1700
		14.6	27.7	39.6	50.0	60.1	68.6	77.1	84.5	92.2	97.8	104.0	109.0	114.0		
			9.9	19.1	27.4	34.8	42.3	48.9	54.8	60.6	66.0	71.0	75.6	80.3		1800
			13.8	26.6	37.7	47.8	57.7	65.9	73.6	81.2	88.2	94.4	100.0	106.0		
				9.3	18.3	26.3	33.5	40.4	46.6	52.7	58.0	63.3	68.4	72.9		1900
				13.0	25.3	36.2	48.0	55.0	63.4	71.3	78.0	84.9	91.2	96.8		
					9.1	17.5	25.0	32.5	38.8	45.2	50.8	56.0	61.2	66.0		2000
					12.5	24.2	34.6	44.4	52.9	61.2	68.6	75.2	81.9	88.0		
						8.5	16.5	23.9	30.6	37.2	43.1	48.9	54.0	59.1		2100
						12.0	22.9	33.0	42.0	50.6	58.7	66.0	72.8	79.0		
							8.3	16.0	23.2	29.5	35.9	41.8	47.1	52.4		2200
							11.7	22.1	31.9	40.7	49.0	56.6	63.8	70.7		
								8.0	15.4	22.1	28.5	34.1	40.2	45.2		2300
								11.2	21.3	30.6	39.2	47.1	54.7	61.7		
									7.7	14.6	21.3	27.4	33.3	38.8		2400
									10.6	20.5	29.2	37.8	45.8	52.9		
										7.2	14.1	20.5	26.6	32.5		2500
										10.2	19.7	28.5	36.7	44.4		
											6.9	13.6	19.7	25.5		2600
												9.8	18.9	27.2		35.4
													6.7	13.3		2700
														9.6		26.3



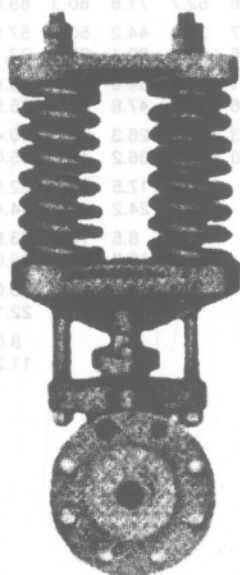
Hình 6-11.
Bộ tích lũy
loại màng
chắn.

Loại bộ tích lũy màng chắn (Hình 6-11), hai bán cầu bằng thép được khóa với nhau và màng chắn bằng cao su được kẹp xung quanh chu vi. Áp suất khí và dầu thủy lực cân bằng, do vách ngăn (cao su) có độ đàn hồi cao. Không khí hoặc khí hoạt động tương tự lò xo được nén lại khi áp suất tăng.

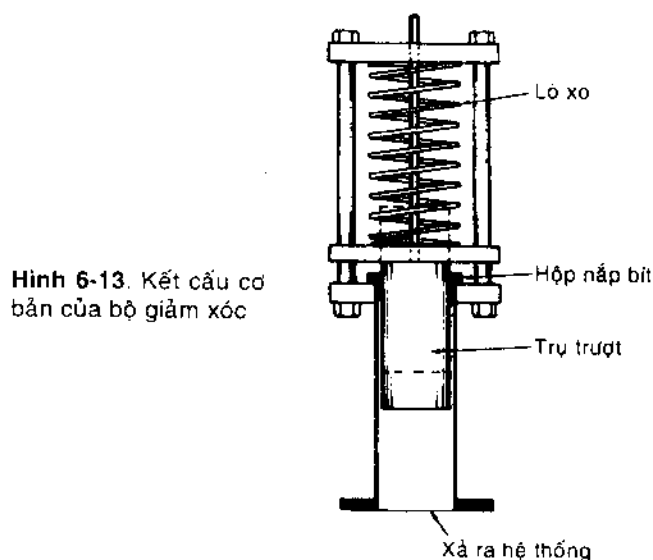
Bộ giảm xóc

Bộ giảm xóc thủy lực (Hình 6-12) được sử dụng kết hợp với hệ thống thủy lực và đường ống để hấp thu lực va đập do sự ngừng đột ngột của dòng chất lỏng. Nếu va đập đột ngột xảy ra trong đường ống thủy lực, chúng có thể được hấp thu một cách an toàn và êm nhờ trụ trượt tải lò xo nâng lên để làm giảm bớt sự tăng áp suất đột ngột.

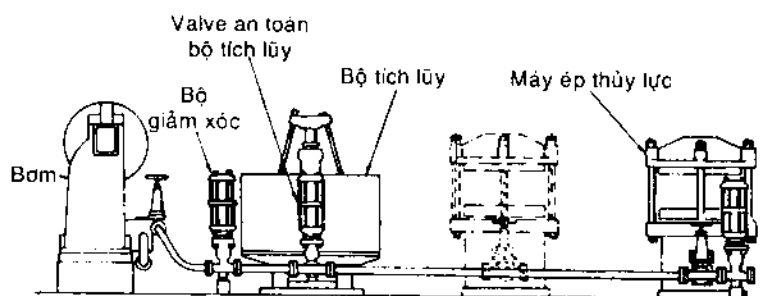
Hình 6-12. Bộ giảm xóc hấp thu
va đập. Va đập trong hệ thống
thủy lực được hấp thu một cách
an toàn và êm nhờ trụ trượt tải
lò xo nâng lên để làm giảm sự
tăng áp suất đột ngột.



Hình 6-13 minh họa kết cấu cơ bản của bộ giảm xóc. Trụ trượt tải lò xo di chuyển bên trong cylinder đủ dài để tạo hành trình đủ để thực hiện chức năng giảm áp theo yêu cầu. Nếu đột ngột xảy ra sóng va đập trong đường ống thủy lực, piston trong cylinder di chuyển đến vị trí A (đường nét đứt trong sơ đồ). Sự di chuyển của piston ngăn cản chất lỏng thoát ra ngoài.



Bộ giảm xóc được lắp trong hệ thống thủy lực ở bơm, bộ tích lũy, và máy ép thủy lực (Hình 6-14). Chúng hấp thu và đập xảy ra do đóng valve đột ngột hoặc dừng đột ngột của khối nặng trong bộ tích lũy kiểu trọng lượng. Tác động va đập mạnh có thể làm hỏng khớp nối và ống. Toàn bộ hệ thống thủy lực phải được bảo vệ chống va đập để tăng hiệu quả vận hành.



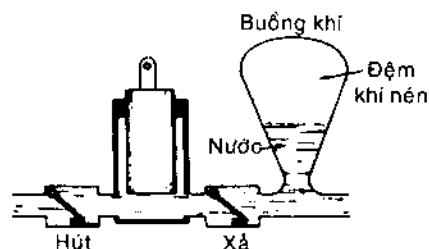
Hình 6-14. Lắp đặt bộ giảm xóc trên bơm, bộ tích lũy và máy ép thủy lực trong hệ thống thủy lực.

BUỒNG KHÔNG KHÍ VÀ CHÂN KHÔNG

Như đã đề cập, nước gần như không nén được. Vì thế, bơm (đặc biệt là bơm tĩnh tiến tốc độ cao) được làm bằng vật liệu vững chắc để chịu va đập thủy lực, và có thể được thiết kế với các khoang (đệm) giảm chấn để làm dịu những va đập này. Va đập thủy lực thường được gọi là hiện tượng nước va. Buồng không khí thường được sử dụng để khử hiện tượng nước va. Ngoài ra, buồng chân không đôi khi cũng được dùng trong hệ thống để khử vấn đề này.

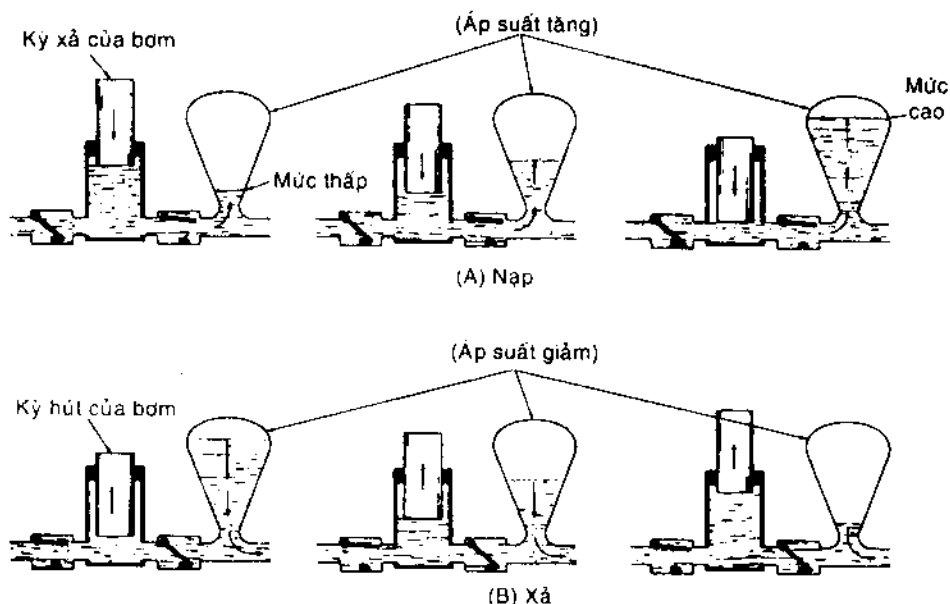
Buồng không khí

Buồng không khí, có dạng côn, thường được lắp ở phía xả của valve xả và nổi thẳng đứng với cổ hoặc đầu nhỏ (đầu mở thông) hướng xuống để làm giảm diện tích mặt nước tiếp xúc với không khí trong buồng. Diện tích tiếp xúc giảm sẽ làm giảm lượng không khí do nước hấp thu. Nếu sự hấp thu xảy ra, nước trong buồng không khí sẽ tăng dần cho đến khi không thể giảm xóc một cách hiệu quả.

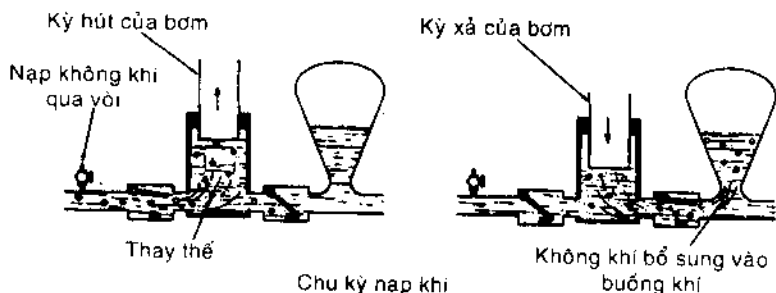


Hình 6-15. Tương quan vị trí giữa buồng không khí và bơm trong hệ thống nước.

Hình 6-15 minh họa vị trí của buồng khí với bơm. Vì nước trong buồng xả có áp suất, không khí trong buồng khí được nén trong suốt mỗi kỳ xả của piston bơm. Khi piston ngưng di chuyển, một cách tạm thời, ở



Hình 6-16. Các bước nạp buồng khí trong kỳ xả của bơm (trên) và xả khí từ buồng khí trong kỳ hút của bơm (dưới).



Hình 6-17. Phương pháp cung cấp thêm không khí để bù cho phần khí bị nước hấp thu.

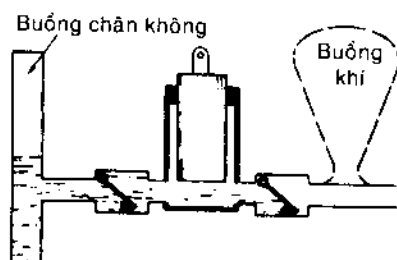
cuối kỳ xả và trong suốt kỳ trở về, không khí trong buồng giãn nở nhẹ, do đó có thể cản trở dòng nước. Từ đó, các valve sẽ đóng/mở nhẹ nhàng, không gây ra sự va đập đột ngột (Hình 6-16).

Buồng khí sẽ trở nên vô dụng nếu không có bộ phận duy trì cung cấp không khí. Ở áp suất trên 300 psi, nước hấp thu không khí quá nhanh, do đó không thể thiếu thiết bị nạp khí. Có thể lắp vòi nhỏ gắn bơm trên đường nạp. Bằng cách mở vòi từ từ, lượng không khí nhỏ và nước được nạp vào bơm; do đó, buồng khí được cung cấp đủ khí nạp để bù cho phần khí bị tổn thất do nước hấp thu. Trong suốt kỳ hút, khí bổ sung bị hút vào đường ống qua vòi này. Trong suốt kỳ xả, không khí được xả ra khỏi cylinder và đi vào buồng khí (Hình 6-17).

Kích cỡ buồng khí thay đổi đáng kể theo loại công việc. Với bơm cấp lò hơi và nhiều loại bơm khác, thể tích buồng khí bằng hai hoặc ba lần dung tích làm việc của bơm đơn, và bằng một đến hai lần dung tích làm việc của bơm đôi. Nếu tốc độ piston cao (ví dụ, bơm chữa cháy), thể tích buồng khí nên bằng khoảng sáu lần dung tích làm việc của piston.

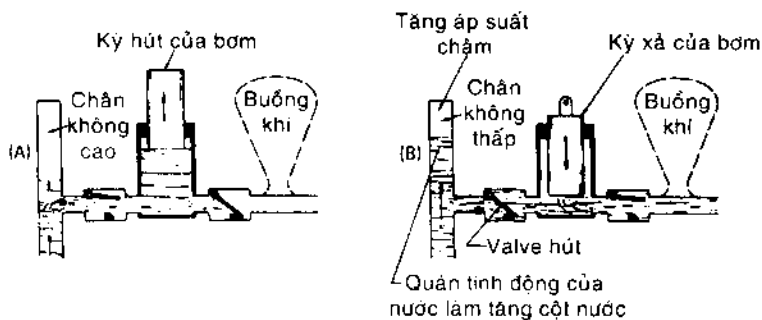
Buồng chân không

Buồng chân không (Hình 6-18) thỉnh thoảng được lắp ở đường hút của bơm, đặc biệt nếu đường ống dài và trở lực cao đối với dòng nước chảy. Khi cột nước trong đường hút chuyển động, điều quan trọng (đặc biệt với tốc độ cao và kỳ hút dài) là duy trì sự lưu động toàn phần và dừng lưu động dần dần cho đến khi dòng nước ngừng chảy. Điều này thực hiện hoàn toàn bằng buồng chân không đặt trên phía đường nạp đến bơm.



Hình 6-18. Vị trí buồng chân không trong đường nạp đến bơm.

Nguyên tắc vận hành buồng chân không gần như ngược lại với buồng khí – cho phép dễ dàng thay đổi dòng liên tục thành dòng gián đoạn. Cột nước chảy nên không khí trong buồng chân không ở cuối hành trình bơm. Khi piston bắt đầu di chuyển, không khí giãn nở (do đó tạo ra một phần chân không) giúp piston đưa cột nước trở lại dòng lưu động toàn phần.



Hình 6-19. Vận hành cơ bản của buồng chân không ở cuối kỳ hút của bơm (piston lên tới đỉnh) và ở cuối kỳ xả (piston xuống tới đáy).

Hình 6-19 minh họa nguyên lý vận hành cơ bản của buồng chân không. Vì nước bị hút vào cylinder ở kỳ đi lên của cylinder, thể tích nước ít nhất (hoặc chân không cao nhất) trong buồng chân không, cột nước lui lại đạt đến điểm thấp A. Khi piston bắt đầu hành trình đi xuống, valve nạp đóng lại. Do không thể dùng lưu lượng cột nước một cách tức thời, nước trong ống nạp tiếp tục di chuyển vào buồng chân không cho đến khi đạt đến điểm B cao nhất. Thể tích nước cao nhất (hoặc chân không thấp nhất) trong buồng chân không tại điểm này. Áp suất tuyệt đối trong buồng chân không tăng từ áp suất thấp nhất ở điểm A đến áp suất cao nhất (có lẽ trên áp suất khí quyển) khi cột nước đứng yên ở điểm B cao nhất.

MẠCH BỘ TÍCH LŨY

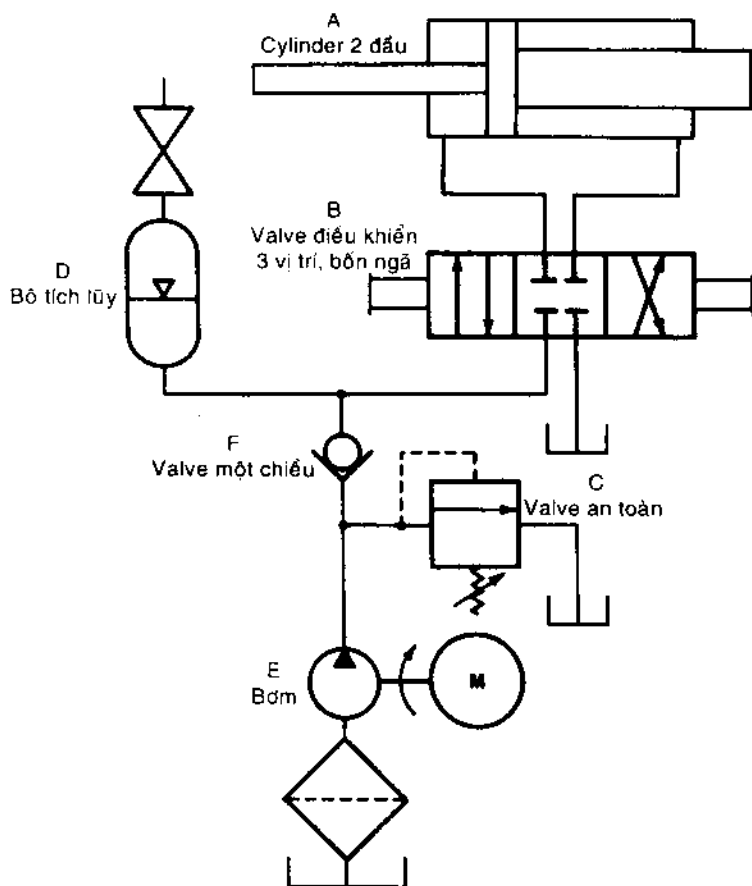
Nhiều mạch thủy lực có thể được thiết kế để sử dụng bộ tích lũy một cách hiệu quả.

Hình 6-20 minh họa bộ tích lũy D được dùng làm bộ giảm xóc.

Trong hệ thống áp suất cao, thể tích lớn (Hình 6-20), sự dịch chuyển đột ngột của valve điều khiển B ba-vị trí, bốn-ngã, đến vị trí chính giữa có thể gây sóng và đập mạnh của dầu thủy lực hoặc hiệu ứng va đập. Tác động va đập mạnh có thể làm hư khớp nối và ống, đôi khi dẫn đến rò rỉ. Rò rỉ ở khớp nối có thể xảy ra, tạo nên tình trạng hỗn loạn. Va đập mạnh làm hư hại những thiết bị khác của hệ thống như bơm E và valve an toàn C. Bộ tích lũy có thể hấp thụ lực va đập nhằm bảo vệ hệ thống.

Hình 6-21 minh họa bộ tích lũy D được dùng làm bộ tiết kiệm năng lượng. Cylinder A cung cấp lực tải, chẳng hạn cho máy cán nhôm, lực chỉ di chuyển một khoảng ngắn. Khi áp suất dầu tăng dần trên bề mặt piston, bộ tích lũy có thể cung cấp lực tải trong một thời gian. Trong thời gian này, không cần duy trì bơm E phân phối ở áp suất cao. Valve an toàn đỡ tải B được cung cấp để trả dầu thủy lực về bình chứa áp suất thấp. Trong quá trình đó, áp suất xả bơm ở mức thấp, trong khi áp suất trong bộ tích lũy là ở mức cao để cung cấp lực tải. Do đó, bộ tích lũy hoạt động như một thiết bị điều tiết năng lượng.

Hình 6-22 minh họa sơ đồ mạch, trong đó bộ tích lũy (E) được dùng

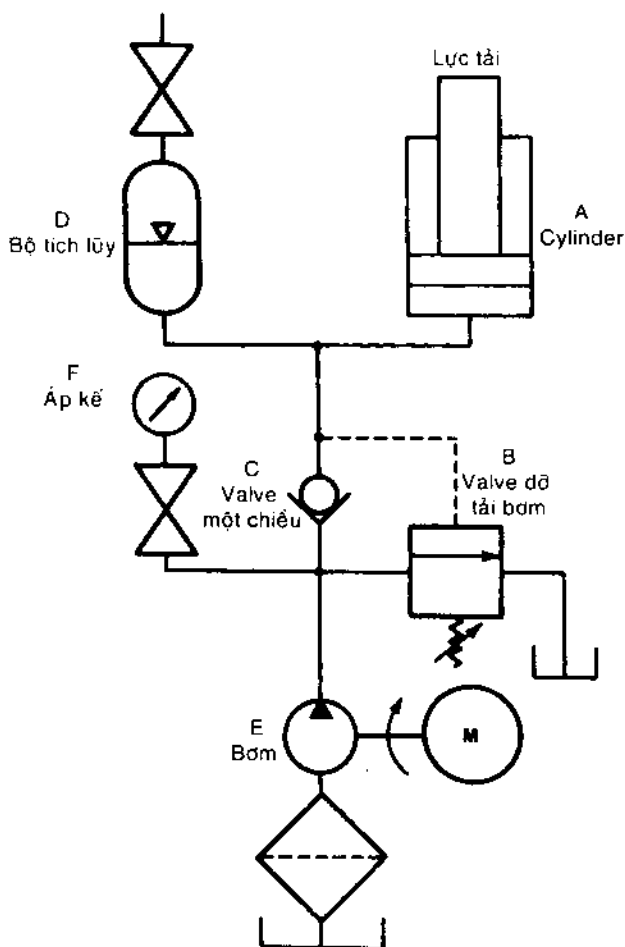


Hình 6-20. Mạch hệ thống sử dụng bộ tích lũy làm bộ giảm xóc.

để cung cấp công suất dự trữ trong trường hợp nguồn điện bị sự cố. Trong vài ứng dụng, sự di chuyển phải được thực hiện, ngay cả khi nguồn điện bị mất hoàn toàn. Ví dụ, sự đóng hoặc mở các cổng lớn trên đập thủy điện, khởi động valve cổng lớn hoặc vận hành các cửa và cơ cấu tiếp liệu trong lò nhiệt sử dụng nhiên liệu khí.

Trong mạch này, khi vận hành bình thường, ly hợp nối với động cơ điện và bơm H phân phối cố định được tác động bằng động cơ điện để phân phối dầu đến hệ thống. Nếu nguồn điện bị sự cố, ly hợp trên phía động cơ điện bị ngắt, và ly hợp phía động cơ xăng ấn khớp ngay sau khi động cơ này khởi động. Sau đó bơm được khởi động và bơm dầu vào hệ thống. Bộ tích lũy E được đặt trong hệ thống như nguồn dự trữ dầu có áp suất.

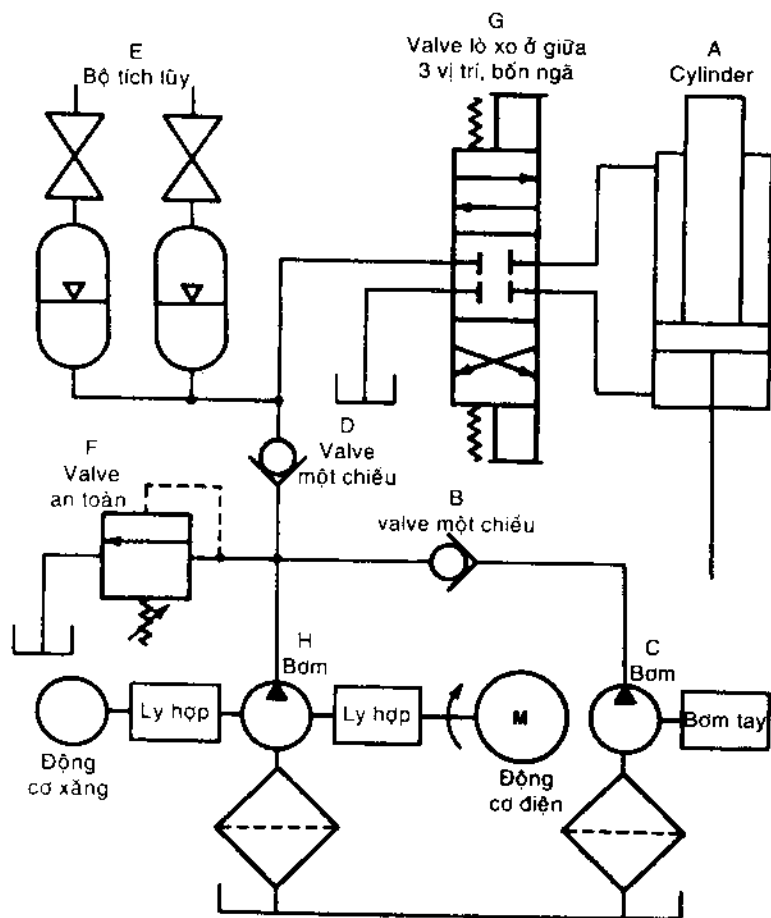
Nếu cả động cơ điện và động cơ xăng đều bị hư, có thể dùng bơm tay C để cung cấp dầu có áp suất cho hệ thống. Mặc dù bơm tay là phương pháp cung cấp năng lượng chậm, nhưng có thể tin cậy. Valve an toàn B và D được dùng để dầu có áp không thoát ra khi động cơ ngừng.



Hình 6-21. Sơ đồ mạch của hệ thống có bộ tích lũy tiết kiệm năng lượng.

Hình 6-23 minh họa ứng dụng bộ tích lũy kiểu túi E làm thiết bị bù rò rỉ. Trong mạch này, bơm chỉ hoạt động trong thời gian áp suất giảm xuống đến mức hoạt động không an toàn. Với hệ thống này, nguồn điện được duy trì và nhiệt giảm trong hệ thống.

Loại mạch này đặc biệt có giá trị trong những ứng dụng yêu cầu khoảng thời gian kẹp giữ dài hoặc áp suất cao (máy ép giữ lâu, thiết bị kiểm tra,...). Hệ thống có thể rò rỉ bên ngoài, nhưng rò rỉ bên trong là tối thiểu để làm bảo đảm hiệu suất cao. Khi áp suất đạt đến mức tối đa sau khi bộ tích lũy được điền đầy, tiếp điểm trên công tắc áp suất mở ra, động cơ điện dừng, và valve an toàn đóng lại, giữ dầu áp suất cao ở phần trên hệ thống.



Hình 6-22. Mạch được thiết kế để tạo một công suất dự trữ trong trường hợp nguồn điện hỏng.

TÓM TẮT

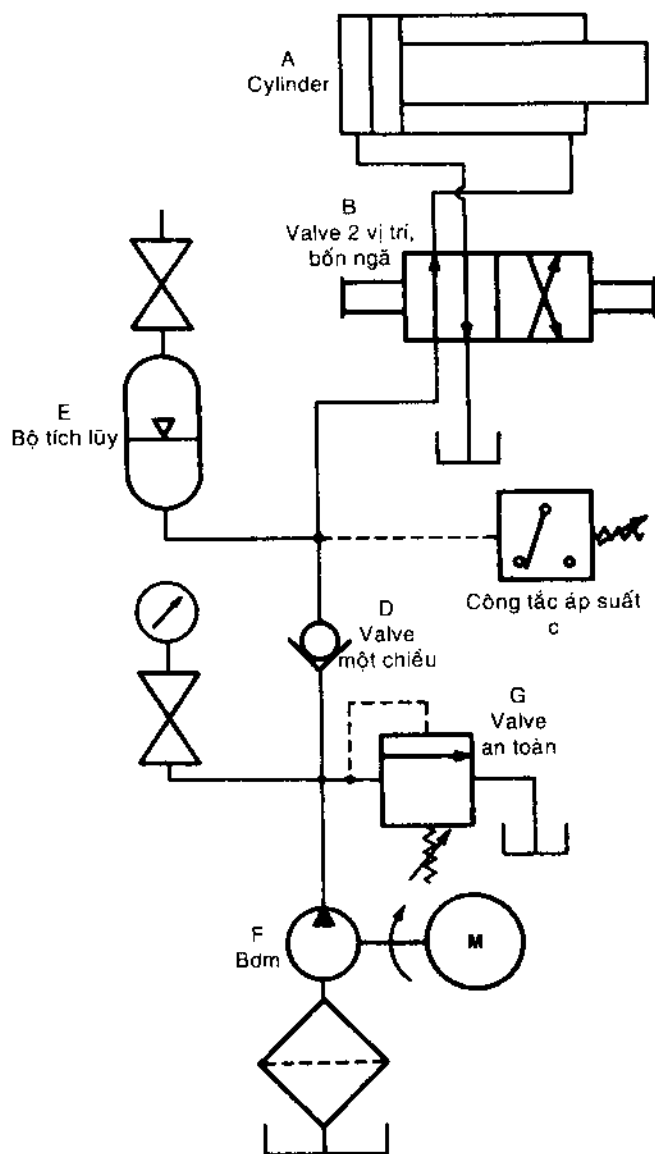
Bộ tích lũy là cylinder tích trữ chất lỏng có áp suất, đóng vai trò bình chứa và bộ điều chỉnh công suất; điều này cho phép bơm hoạt động với tải đồng nhất để đáp ứng yêu cầu công suất bất thường hoặc gián đoạn. Bộ tích lũy thủy lực được thiết kế để tích lũy năng lượng thủy lực và sử dụng không liên tục.

Ba loại bộ tích lũy thông dụng:

- Loại tải bằng trọng lực.
- Loại tải bằng lò xo
- Loại khí nén

Thiết bị bù áp suất hoặc bộ tăng cường là loại bộ tích lũy được dùng để chuyển đổi áp suất thấp thành áp suất cao. Bộ giảm xóc thủy lực cũng được dùng kết hợp với hệ thống thủy lực và đường ống để hấp thu va đập đột ngột do sự ngừng đột ngột của dòng chất lỏng.

Buồng khí thường được lắp trong hệ thống thủy lực để đệm hoặc làm



Hình 6-23. Bộ tích lũy kiểu túi được dùng để bù rò rỉ.

diện tích và đập thủy lực hoặc nước va. Khi được dùng trong hệ thống, buồng khí thường được lắp ở phía xả của valve xả.

Ngoài buồng khí, buồng chân không đôi khi được lắp ở đường hút của bơm, đặc biệt là với đường ống dài và trở lực cao đối với dòng nước chảy. Công dụng của buồng chân không là duy trì sự lưu động toàn phần và giảm dần dần cho đến khi dòng dừng hẳn. Điều này cho phép dễ dàng chuyển đổi dòng nước liên tục thành dòng gián đoạn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Công dụng của bộ tích lũy thủy lực là gì?
2. Công dụng của thiết bị bù áp suất hoặc bộ tăng cường trong hệ thống thủy lực là gì?
3. Công dụng của bộ giảm xóc trong hệ thống thủy lực là gì?
4. Hãy trình bày sự vận hành cơ bản của buồng khí trong hệ thống thủy lực.
5. Hãy trình bày sự vận hành cơ bản của buồng chân không trong hệ thống thủy lực.
6. Hãy nêu các chi tiết chính của bộ tích lũy tải trọng?
7. Liệt kê ba loại bộ tích lũy thủy lực.
8. Công dụng của bộ chuyển đổi áp suất là gì?
9. Hãy vẽ ký hiệu của bộ tích lũy khí hoặc không khí.
10. Dung tích làm việc tính theo inch khối của một gallon là bao nhiêu?
11. Mô tả bộ tích lũy loại túi hoặc bong bóng.
12. Tên gọi khác của bộ giảm xóc là gì?

Chương 7 - CƠ CẤU TRUYỀN NĂNG LƯỢNG

Động cơ đốt trong thời kỳ đầu hầu như không có tính linh hoạt về truyền công suất và moment khi so sánh với động cơ hơi nước thời đó. Với phương tiện truyền động nối kết cơ học, động cơ đốt trong không thể đạt được tính êm dịu và linh hoạt như động cơ hơi nước, bởi vì động cơ đốt trong phụ thuộc vào một loạt các kỳ nổ nhanh liên tiếp trong cylinder để tạo ra công suất và moment, và dựa vào xung lượng tích lũy trong bánh đà nặng để duy trì sự vận hành giữa các kỳ nổ. Tương tự, động cơ hơi nước có thể tạo gia tốc tái nhanh, êm đến tốc độ tối đa trong phạm vi công suất của nó, mà không ngừng hoặc bị chậm lại khi sang số, như đối với động cơ đốt trong. Tất cả những yếu tố này góp phần phát triển dẫn động thủy lực ở động cơ đốt trong.

Hình 7-1 minh họa các cơ cấu truyền năng lượng khác nhau và hiệu suất tổng thể của chúng.

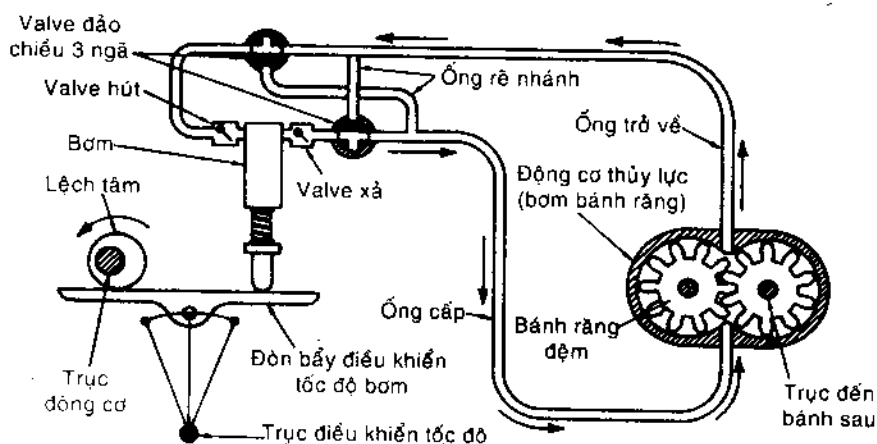
		Các bộ phận	Trọng lượng/ công suất	Hiệu suất tổng thể
Cơ cấu truyền công suất	Cơ khí	Trực tiếp	Trục Li hợp Bánh răng trụ Thẳng	3.0-9.4 -2% PER MESH -2% PER U-JOINT
		Hành tinh	Trục Li hợp Bánh răng hành tinh Thẳng	6.9-14.0 -2% PER MESH -2% PER U-JOINT
	Điện	AC	Máy phát Động cơ Bộ điều khiển	47.4-148.0 65%-85%
		DC	Máy phát Động cơ Bộ điều khiển	44.0-420.0 70%-90%
	Khí nén	Khí nóng	Khí xả Động cơ khí Valve	
		Khí nén	Máy nén Động cơ khí Valve	20.0-240.0 36%-70%
	Thủy lực	Thủy động	Bánh công tác Lò phản ứng	
		Thủy tĩnh	Mặt phân tách bơm, có thể thay đổi, cố định Động cơ (lưu chất), có thể thay đổi, cố định Valve điều khiển	3.0-11.2 Bơm 90%-96% Động cơ 87%-92%

Hình 7-1. Các giá trị hiệu suất của cơ cấu truyền công suất.

DẪN ĐỘNG THỦY LỰC

Dẫn động thủy lực (cũng gọi là dẫn động bằng chất lưu hoặc dẫn động bằng chất lỏng) là khớp nối thủy lực linh hoạt. Đây là phương tiện phân phối công suất từ năng lượng nguồn đến bộ phận được truyền động nhờ môi chất lỏng – không dùng khớp nối cơ khí. Loại dẫn động thủy lực tiên phong (Hình 7-2) được H.E.Raabe sáng chế và chế tạo năm 1900. Kết cấu có động cơ thủy lực riêng biệt (tương tự bơm bánh răng thông thường) được gắn vào mỗi bánh xe sau, do đó cho phép có số vòng quay vi sai trên các đường cong.

Hình 7-2 minh họa một trong các động cơ, ống nối, valve đảo chiều, bơm và bộ dẫn động bơm. Với hệ thống hoạt động thực tế, bánh lệch tâm trên trục động cơ tạo ra dao động cho cần bẩy để vận hành bơm, buộc dầu qua hệ thống theo mũi tên trên sơ đồ. Nếu hai valve đảo chiều cùng xoay 90° , dòng dầu và chuyển động của xe sẽ đảo chiều. Có thể đạt được tốc độ biến thiên bằng cách dịch chuyển vị trí điểm tựa của cần bẩy để làm thay đổi hành trình của bơm. Bơm nhiều cylinder được dùng để giảm xung và chuyển động xóc nảy của xe.



Hình 7-2. Loại dẫn động thủy lực tiên phong được H.E.Raabe phát minh và chế tạo năm 1900.

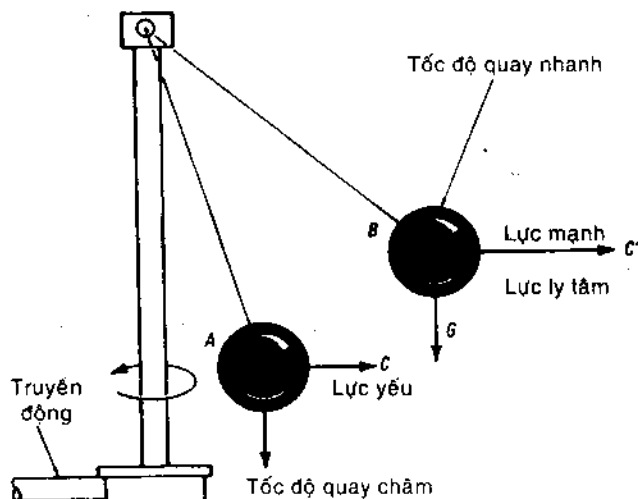
Nguyên lý vận hành cơ bản

Cơ cấu dẫn động thủy lực gồm ba chi tiết chủ yếu:

- Bộ dẫn động.
- Bộ phận bị dẫn (đôi khi gọi là bộ chấp hành).
- Vỏ hoặc hộp máy.

Công suất từ động cơ được phân phối đến bộ dẫn động, truyền (linh hoạt) đến bộ phận bị dẫn qua môi chất thủy lực.

Trong vận hành thực tế của bộ dẫn động thủy lực, công suất được truyền từ bộ dẫn động đến bộ phận bị dẫn do tác dụng của sự tuần hoàn môi chất thủy lực hoặc dầu. Sự tuần hoàn của dầu thủy lực do chênh lệch



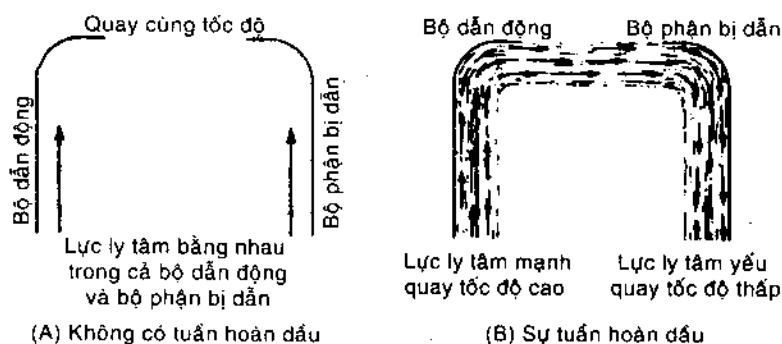
Hình 7-3. Lực ly tâm, nguyên lý vận hành cơ bản của bộ điều tốc động cơ loại bi văng thông dụng. Ở tốc độ thấp, viên bi bị đẩy về phía vị trí A trên đường tròn. Nếu tải giảm, tốc độ động cơ tăng, và lực ly tâm tăng sẽ đẩy viên bi đến vị trí B trên quỹ đạo tròn. Lực ly tâm được biểu thị bằng chiều dài của các vectơ C và C'. Trong mỗi trường hợp, sự kéo của trọng lực G hướng xuống luôn luôn không đổi và được khắc phục bằng lực ly tâm. Tương tự, trong bộ dẫn động thủy lực, lực ly tâm trong bộ dẫn động tốc độ cao sẽ lớn hơn trong bộ phận bị dẫn quay ở tốc độ thấp. Sự chênh lệch lực ly tâm này làm cho dầu thủy lực tuần hoàn.

giữa lực ly tâm được xác lập ở bộ dẫn động và lực ly tâm được xác lập ở bộ phận bị dẫn.

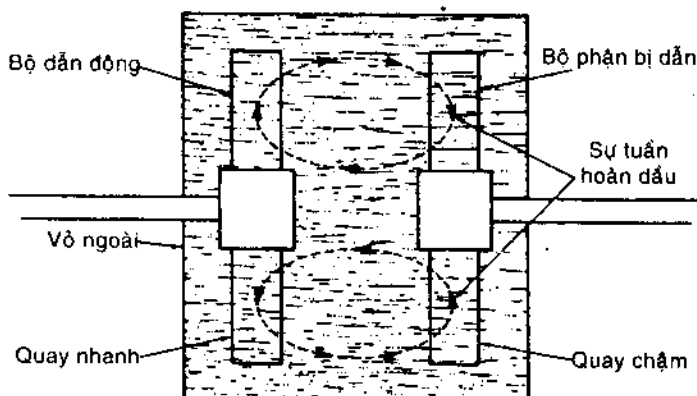
Lực ly tâm (Hình 7-3) là lực tác dụng lên vật thể chuyển động theo quỹ đạo tròn, có khuynh hướng buộc vật thể đi ra xa trục quay. Dầu thủy lực không tuần hoàn nếu cả bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn quay cùng tốc độ, vì lực ly tâm trong bộ dẫn động bằng lực ly tâm xác lập ở bộ phận bị dẫn. Do đó, dầu không có khuynh hướng tuần hoàn, do các lực cân bằng với nhau. Điều này cũng cho thấy dầu thủy lực chỉ tuần hoàn khi lực ly tâm được xác lập ở bộ dẫn động lớn hơn lực ly tâm được xác lập ở bộ phận bị dẫn (Hình 7-4). Để đạt được điều kiện này, bộ dẫn động phải quay với tốc độ cao hơn bộ phận bị dẫn, vì cường độ lực ly tâm phụ thuộc vào tốc độ quay.

Về cơ bản, bộ dẫn động trong truyền động thủy lực là bơm ly tâm và dầu thủy lực tuần hoàn theo quỹ đạo tròn (Hình 7-5). Khi dầu tuần hoàn theo đường tròn, các hạt dầu thủy lực bị lực ly tâm buộc hướng ra ngoài. Chiều dài quỹ đạo tròn tăng theo mỗi vòng quay, nghĩa là những hạt dầu được gia tốc theo phương tiếp tuyến (gia tốc tiếp tuyến) như minh họa trên Hình 7-6. Điều này được minh họa bằng các vị trí liên tục A, B, C và D của hạt dầu khi bị buộc đi ra xa trục đến vành cánh gạt gần kề của bộ dẫn động. Khoảng cách di chuyển của hạt dầu trong một vòng quay tăng khi hạt dầu di chuyển ra phía ngoài đến vị trí C và D. Tương tự, vận tốc

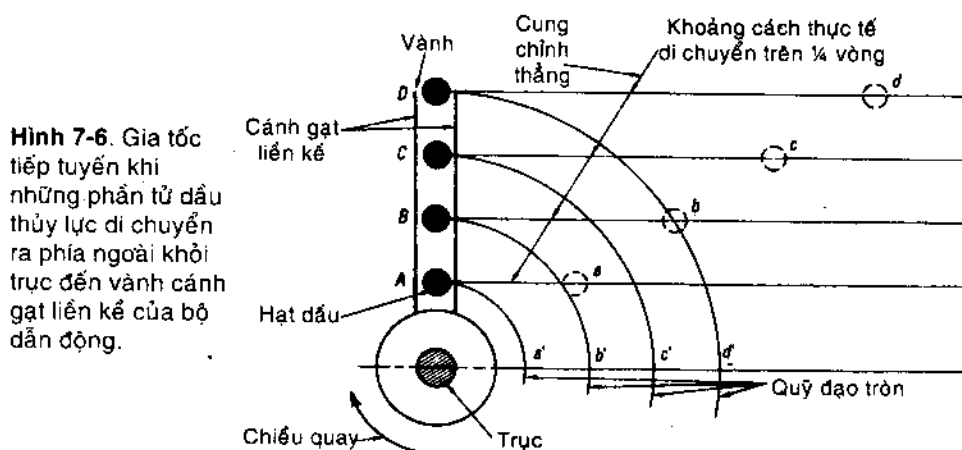
tiếp tuyến tăng. Điều này có nghĩa là có gia tốc tiếp tuyến, do tăng khoảng cách Aa, Bb, Cc và Dd từ trục quay.



Hình 7-4. Nguyên nhân cơ bản của sự tuần hoàn dầu trong bộ dẫn động thủy lực. Lực ly tâm trong bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn ngược nhau, dầu thủy lực không tuần hoàn trừ khi lực ly tâm của một trong các bộ phận này lớn hơn, do tăng tốc độ quay.



Hình 7-5. Quỹ đạo tròn của các hạt dầu thủy lực khi tuần hoàn từ bộ dẫn động đến bộ phận bị dẫn. Lực ly tâm buộc các hạt dầu hướng ra ngoài từ ổ trục đến vành và quay trở lại trục.



Hình 7-6. Gia tốc tiếp tuyến khi những phần tử dầu thủy lực di chuyển ra phía ngoài khỏi trục đến vành cánh gạt liên kế của bộ dẫn động.

Gia tốc tiếp tuyến

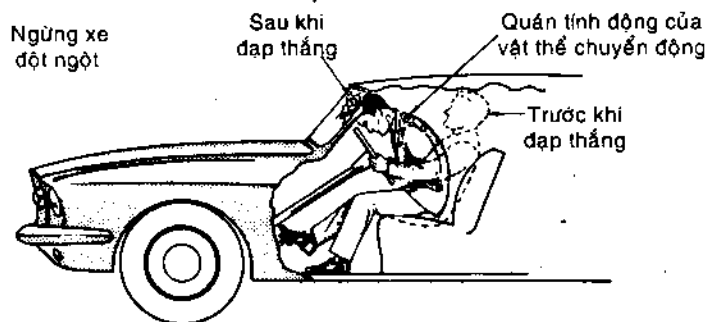
Cả gia tốc và giảm tốc tiếp tuyến đều yêu cầu tiêu thụ năng lượng (do động cơ cung cấp). Hầu hết dầu được gia tốc tiếp tuyến trong bộ dẫn động được chuyển đổi ở bộ phận bị dẫn thành moment trong quá trình giảm tốc. Sự tiêu thụ năng lượng là cần thiết để gia tốc tiếp tuyến dầu, bởi vì các hạt dầu ép vào các cánh gạt của bộ dẫn động khi chúng di chuyển ra ngoài. Nói đúng ra, cánh gạt ép các hạt dầu để vượt qua quán tính động do gia tốc của vận tốc tiếp tuyến khi dầu di chuyển ra phía ngoài từ ổ trục đến vành cánh gạt. Quán tính động làm vật thể di chuyển để duy trì trạng thái chuyển động ổn định, trừ khi có lực tác dụng đủ lớn từ bên ngoài để thay đổi trạng thái (Hình 7-7).

Quán tính động làm dầu thủy lực dẫn động bộ phận bị dẫn. Dầu thủy lực đi vào đường dẫn hình thành do cánh gạt bộ phận bị dẫn có cả chuyển động về phía trước (hướng trục) và chuyển động ngang (tiếp tuyến). Chuyển động tiếp tuyến của dầu làm dầu thủy lực ép vào cánh gạt dẫn động, do đó dẫn động bộ phận bị dẫn theo hướng tiếp tuyến, trong đó dầu có khuynh hướng tiếp tục di chuyển do quán tính động của nó.

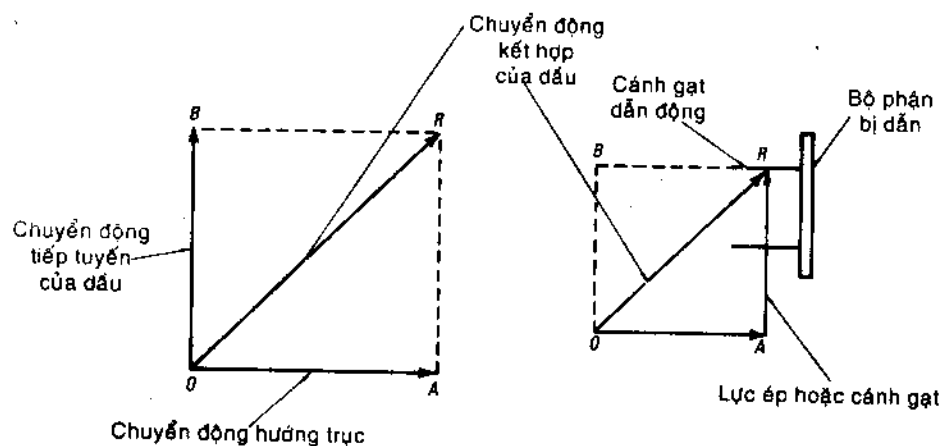
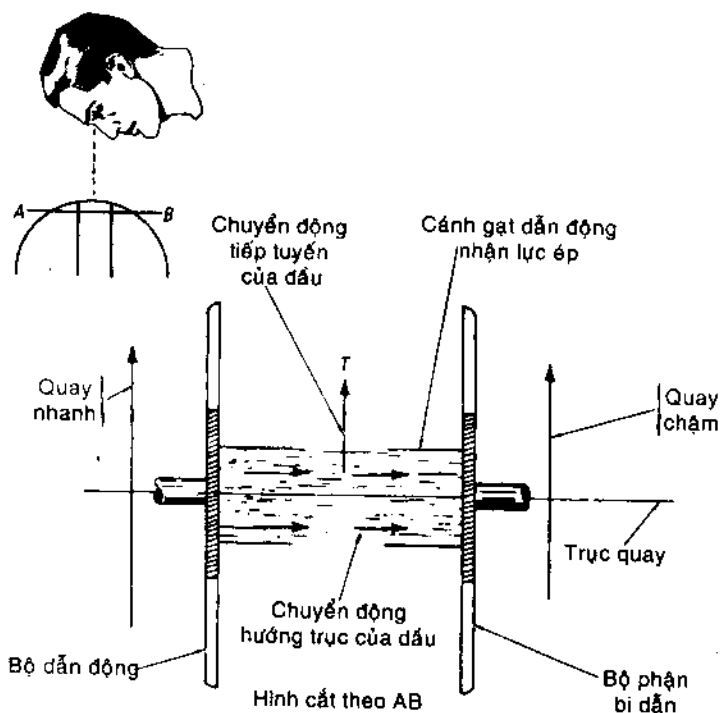
Hình 7-8 minh họa sơ đồ hai cánh gạt liền kề mô tả dòng dầu từ bộ dẫn động đến bộ phận bị dẫn. Sự chuyển động hướng trục A của dòng dầu và chuyển động tiếp tuyến T được minh họa trong sơ đồ. Chuyển động ngang (từ bộ dẫn động đến bộ phận bị dẫn) là do bộ dẫn động quay nhanh hơn bộ phận bị dẫn.

Hình 7-9 minh họa dòng dầu thủy lực tổng hợp từ chuyển động hướng trục và chuyển động tiếp tuyến. Trong sơ đồ, chiều và vận tốc của chuyển động hướng trục OA, và chiều và vận tốc của chuyển động tiếp tuyến OB là các cạnh hình bình hành OABR, đường chéo OR biểu diễn chiều và vận tốc của dòng dầu thực tế từ hai chuyển động thành phần. Do đó đường chéo OR của hình bình hành minh họa chiều thực tế của dòng dầu, dầu đập vào cánh gạt dẫn hướng của bộ phận bị dẫn theo góc AOR. Sức ép thông thường AR trên cánh gạt dẫn động của bộ phận bị dẫn tạo ra moment có khuynh hướng quay cánh gạt. Vì chiều tiếp tuyến và vận tốc dầu OB tương đương với lực ép AR trên cánh gạt của bộ phận bị dẫn, gia tốc tiếp tuyến tạo ra moment có khuynh hướng quay bộ phận bị dẫn.

Hình 7-7.
Quán tính động



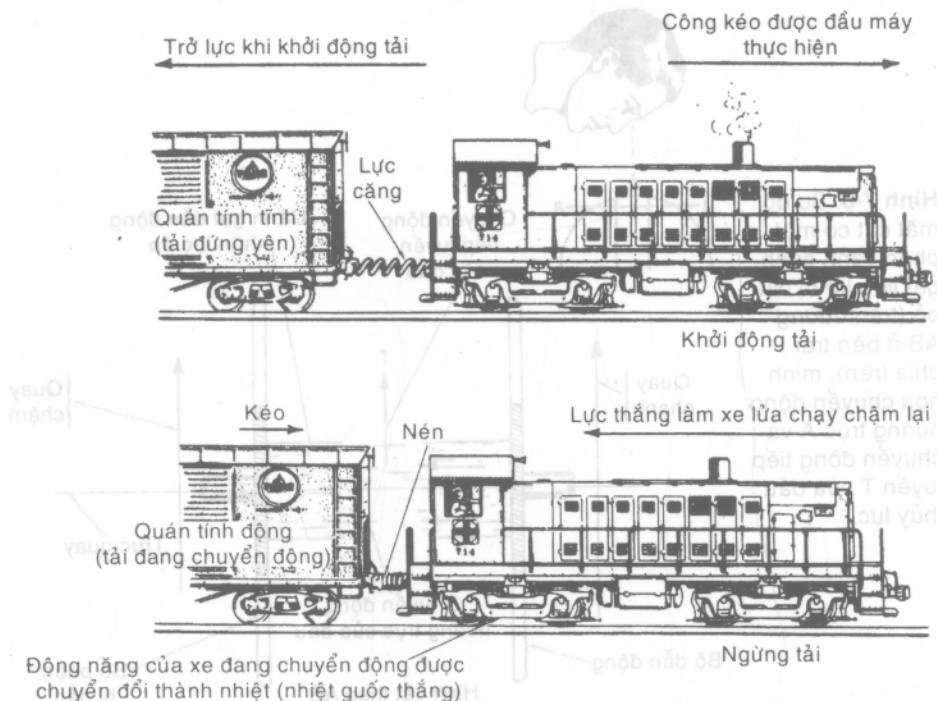
Hình 7-8. Sơ đồ mặt cắt có một phần vành cánh gạt liên kế bị cắt bỏ (trên đường AB ở bên trái phía trên), minh họa chuyển động hướng trục A và chuyển động tiếp tuyến T của dầu thủy lực.



Hình 7-9. Động dầu thủy lực tổng hợp từ chuyển động tiếp tuyến và hướng trục (trái); gia tốc tiếp tuyến tạo moment có khuynh hướng quay cánh gạt bộ phận bị dẫn (phải).

Giảm tốc tiếp tuyến

Như đã đề cập, sự tiêu thụ năng lượng là cần thiết để tăng hoặc giảm vận tốc của vật thể chuyển động (Hình 7-10). Ví dụ, công do đầu máy xe lửa yêu cầu để làm tăng tốc độ xe lửa đến giá trị đỉnh. Động năng đạt được (tích lũy công suất từ động lượng của vật thể chuyển động) do đó sẽ bị tiêu thụ do tác dụng thẳng để giảm tốc độ xe lửa. Trong trường hợp này, năng lượng biến đổi thành nhiệt trên bề mặt các guốc thắng.



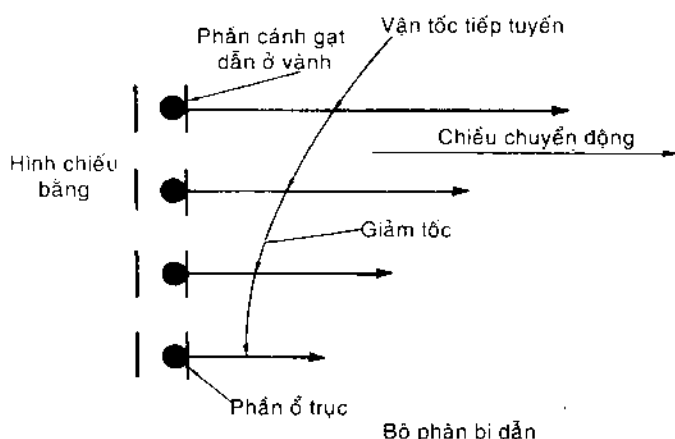
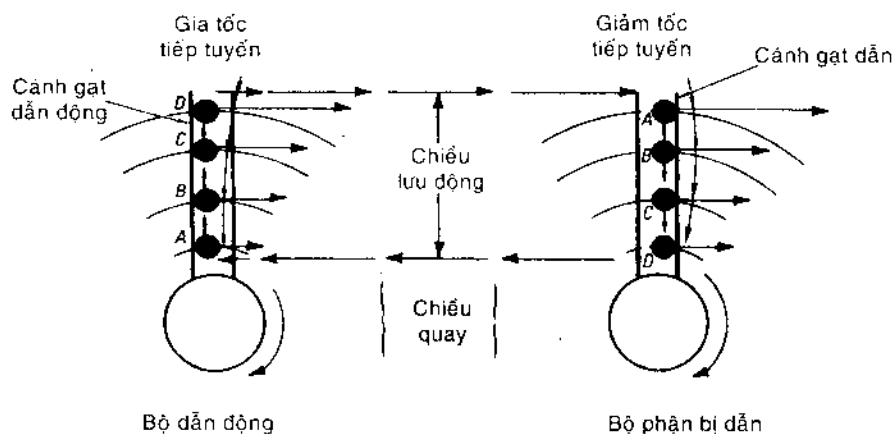
Hình 7-10. Động năng. Đầu máy cần công để bắt đầu kéo tải (trên) và công cần thiết để xe đang di chuyển dừng tải, có khuynh hướng duy trì chuyển động (dưới). Chú ý, công cần để dừng tải được biến đổi thành nhiệt quoc thẳng.

Giảm tốc tiếp tuyến cũng tạo ra moment có khuynh hướng quay bộ phận bị dẫn. Khi đi vào bộ phận bị dẫn, dầu thủy lực bị buộc (do lực ly tâm) chảy từ vành vào phía ổ trục, làm giảm vận tốc tiếp tuyến của nó. Trong khi đó, thành phần tiếp tuyến (AR trên Hình 7-9) của động năng ban đầu có được do dầu thủy lực đi vào bộ phận bị dẫn được dùng để ép vào cánh gạt dẫn động để tạo moment có khuynh hướng quay bộ phận bị dẫn. Động năng, trong trường hợp này, là phần công cần thiết để thay đổi vật thể từ vận tốc thực hoặc trạng thái chuyển động đến trạng thái đứng yên.

Hình 7-11 minh họa ảnh hưởng của giảm tốc tiếp tuyến. Chú ý, trong các vị trí A, B, C và D của bộ phận bị dẫn, các hạt dầu đang di chuyển về phía trục, và những vị trí này là cũng khoảng cách từ ổ trục trong giảm tốc tiếp tuyến và gia tốc tiếp tuyến. Điều này cho thấy giảm tốc tiếp tuyến dầu thủy lực sẽ tạo ra lực dẫn động hoặc sức ép trên cánh gạt dẫn động của bộ phận bị dẫn.

CÁC LOẠI BỘ DẪN ĐỘNG THỦY LỰC

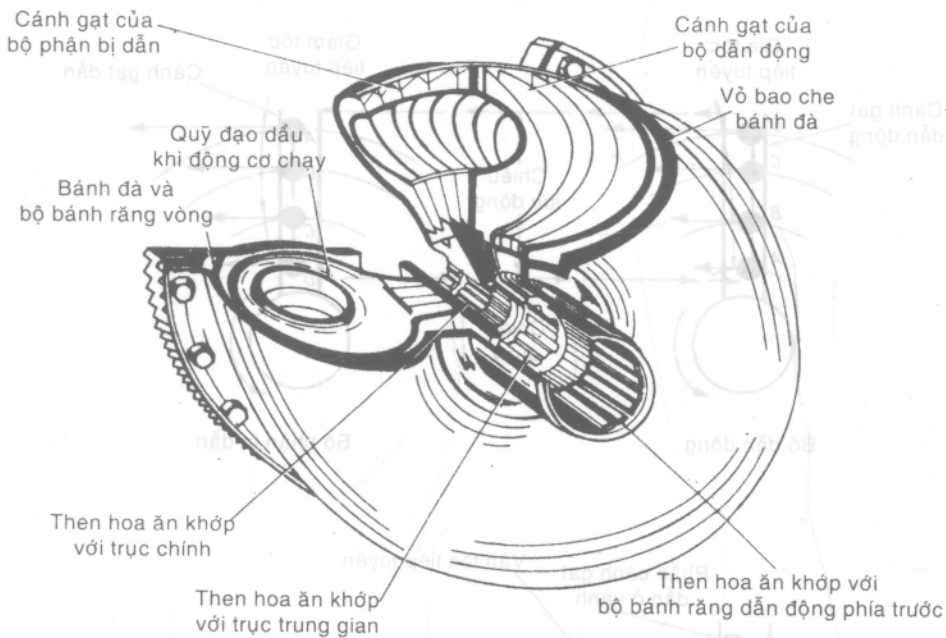
Nguyên lý vận hành cơ bản của dẫn động thủy lực được áp dụng trong nhiều loại truyền động khác nhau. Trong các bộ dẫn động này, hai thành phần quay là bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn (hoặc bộ phận chấp hành).



Hình 7-11. Tác dụng lực vào bộ dẫn động để đạt được gia tốc tiếp tuyến của dầu thủy lực (phía trên bên trái); và giảm tốc tiếp tuyến tạo ra moment hoặc có khuynh hướng quay bộ phận bị dẫn (phía trên bên phải).

Dẫn động bằng chất lỏng

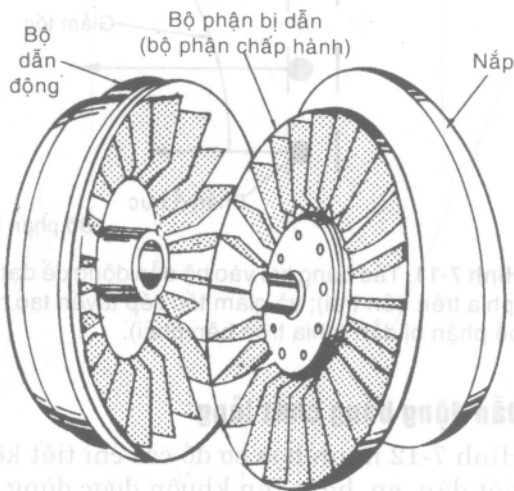
Hình 7-12 minh họa sơ đồ các chi tiết kết cấu dẫn động thủy lực. Các chi tiết dập, ép, hoặc rèn khuôn được dùng trong kết cấu dẫn động thủy lực. Phần ổ trục cho vỏ bánh công tác và bộ phận bị dẫn (bộ phận chấp hành) được dập khuôn. Vỏ ngoài và đĩa bộ phận bị dẫn được chế tạo bằng cách dập ép thép cán nguội, và cánh gạt (22 ở bánh công tác và 24 ở bộ phận bị dẫn) được chế tạo bằng cách dập khuôn thép cán nguội (Hình 7-13). Các cánh gạt được lắp vào bánh công tác và đĩa bộ phận bị dẫn bằng cách hàn điểm. Đĩa bộ phận bị dẫn được hàn cố định vào trục bộ phận bị dẫn. Bộ phận bị dẫn lắp trong bánh công tác trên ổ bi và định vị ở phần phía trước cụm lắp ráp. Bộ phận bị dẫn được đỡ trong cụm lắp ráp nhờ



Hình 7-12. Kết cấu chi tiết của bộ dẫn động thủy lực

trục bánh răng dẫn động. Dầu khoáng độ nhớt thấp được dùng trong khớp nối thủy lực, cung cấp dầu bôi trơn cho ổ bi bên trong khớp nối này.

Như minh họa trên Hình 7-12, hai chi tiết quay là bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn (bộ phận chấp hành). Sai lệch hoặc trượt tốc độ quay của hai chi tiết này là khoảng một phần trăm ở điều kiện dẫn động trung bình ở tốc độ bình thường trên đường bằng phẳng. Với chế độ kéo khó và dài, phần trăm trượt sẽ lớn hơn, và bằng một trăm phần trăm khi xe ngừng và gài số với động cơ chạy không tải.



Hình 7-13. Các chi tiết dẫn động thủy lực.

Các ưu điểm chính của bộ dẫn động thủy lực:

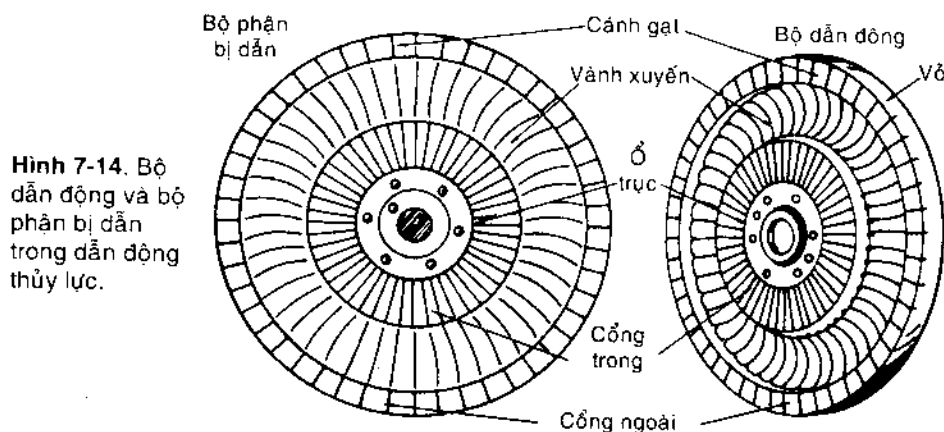
- Xe có thể cài đặt ở số cao khi mật độ lưu thông bình thường, không cần nhả ly hợp hoặc đổi số.
- Bộ gạt tăng tốc cùng với dẫn động chất lỏng cung cấp truyền động hai tốc độ tự động ở số cao.

- Vì động cơ không tắt máy khi xe ngừng lại, nhả ly hợp là không cần thiết.
- Bộ dẫn động thủy lực làm giảm rung và dao động trên động cơ.
- Không cần sang số hoặc vận hành bàn đạp ly hợp khi các điều kiện giao thông là bình thường.
- Không cần nhả số hoặc đổi tốc độ khi khởi động động cơ.
- Động cơ có thể được dùng như thiết bị thắng.

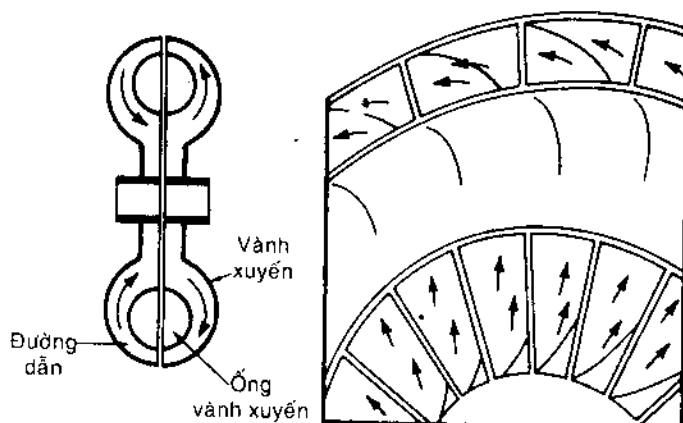
Dẫn động thủy lực

Loại dẫn động thủy lực (nhà sản xuất gọi là hydramatic) kết hợp với truyền động bốn tốc độ tự động hoàn toàn, không cần bộ ly hợp truyền thống. Xe ô tô là một bộ chuyển động chỉ cần nhấn bàn đạp gia tốc, và bộ dẫn động thủy lực truyền công suất êm và vững chắc. Chuyển động khởi động ở số thấp, tăng dần tốc độ lần lượt ở số hai, ba và bốn. Đổi số tùy thuộc vào khoảng mở cánh tiết lưu.

Hai chi tiết quay là bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn (Hình 7-14). Theo kết cấu, hai chi tiết này được làm từ thép dập và mỗi cái gồm 48 phần nửa vòng tròn được gọi là đường vành xuyên. Hình 7-15 minh họa sự



Hình 7-15. Sơ đồ minh họa sự tuần hoàn dầu thủy lực trong bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn (trái); Sự tuần hoàn dầu trong rotor được minh họa thêm (phải).



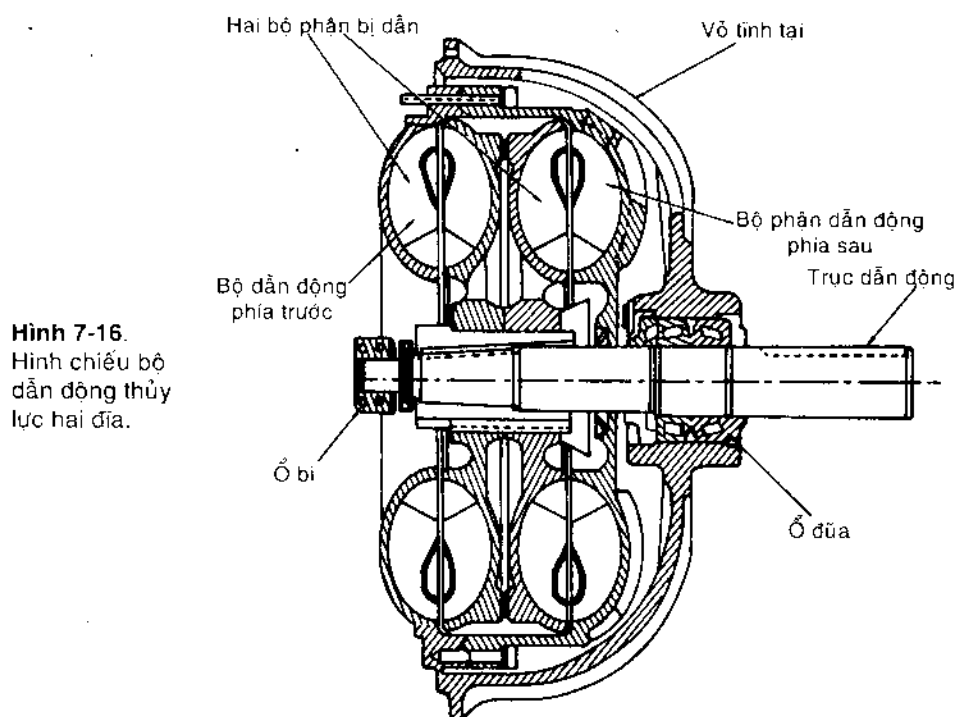
tuần hoàn dầu thủy lực quanh đường này. Khi bộ dẫn động và bộ phận bị dẫn quay cùng tốc độ, dầu thủy lực không tuần hoàn. Vì thế, không tạo ra moment. Dầu chỉ tuần hoàn khi một bộ quay ở tốc độ nhanh hơn. Bộ phận quay nhanh trở thành bộ dẫn động và bộ kia là bộ bị dẫn. Do đó, xe ô tô có thể dẫn động động cơ hoặc động cơ có thể dẫn động xe ô tô. Nếu cần nhiều công suất hơn, người vận hành nhấn chân ga để cung cấp thêm xăng cho động cơ. Điều này làm tăng tốc độ bộ dẫn động; tuần hoàn nhiều dầu thủy lực hơn để đáp ứng tải tăng. Tốc độ bộ dẫn động tương ứng với tốc độ bộ phận bị dẫn được làm tăng, phân phối nhiều công suất hơn đến những bánh sau. Xe ô tô không thể bắt đầu chuyển động trong khi động cơ chạy cầm chừng, bởi vì bộ dẫn động không quay ở tốc độ đủ nhanh để thắng quán tính tĩnh của xe.

Dẫn động thủy lực hai đĩa

Ở dẫn động thủy lực hai đĩa (Hình 7-16), hai bộ song song phân phối công suất đến cùng một trục dẫn động. Những chi tiết cơ bản: (1) bộ dẫn động phía trước; (2) bộ phận bị dẫn đôi (hai bộ phận bị dẫn); và (3) bộ phận dẫn động phía sau. Bộ dẫn động này đôi khi được gọi là ly hợp thủy lực và bộ tách công suất thủy lực.

Bộ chuyển đổi moment thủy lực

Bộ chuyển đổi moment vận hành với cùng nguyên lý cơ bản (tuần hoàn chất lỏng để truyền công suất) như bộ dẫn động thủy lực hai đĩa. Tuy



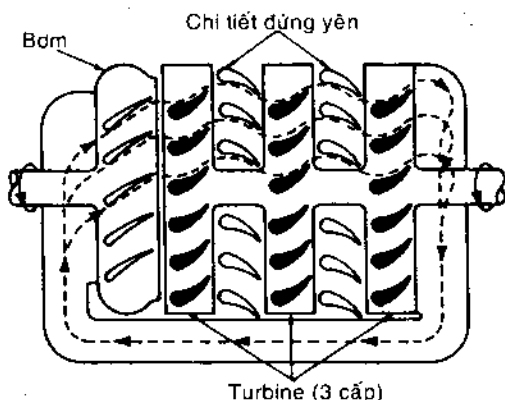
Hình 7-16.
Hình chiếu bộ
dẫn động thủy
lực hai đĩa.

nhiên, ở bộ chuyển đổi moment, bộ phận tĩnh được đặt giữa bơm và turbine để thay đổi chiều lưu động. Bơm được nối với động cơ để luân chuyển lưu chất. Bơm ly tâm truyền vận tốc đến lưu chất, trở thành môi trường trung gian để động cơ phân phối công suất.

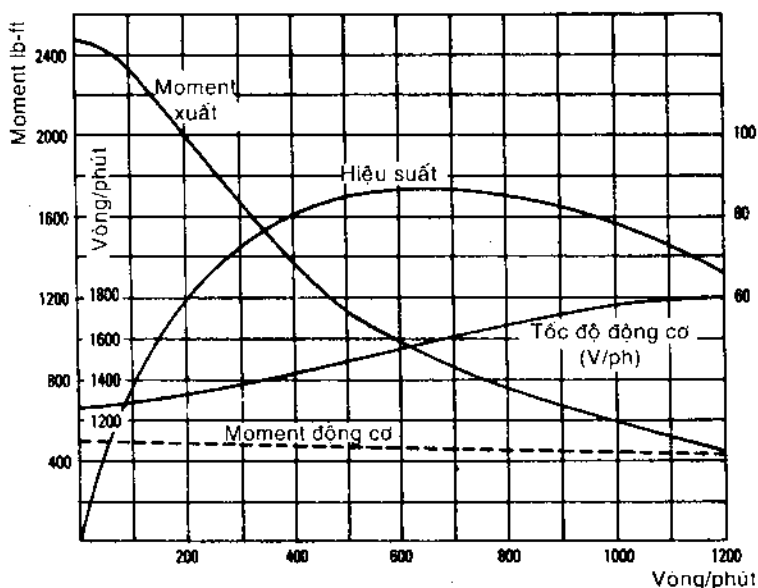
Khi lưu chất bị ép vào cánh turbine và cánh được lắp trên vỏ tĩnh tại, năng lượng được biểu thị dưới dạng moment và tốc độ. Do tác dụng của lưu chất trên các cánh turbine và các cánh tĩnh tại, moment động cơ tăng khi giảm tốc độ trục ra. Động cơ không bị tắt máy, do không có kết nối cơ học giữa động cơ và turbine.

Trong kết cấu bộ chuyển đổi moment thủy lực (Hình 7-17), hai bộ cánh tĩnh được đặt xen giữa ba cấp turbine. Những cánh đứng yên này, điều khiển chiều chuyển động của lưu chất, được lắp trên vỏ tĩnh tại. Vỏ này được lắp vào động cơ hoặc phần đế cứng. Các cánh này không di chuyển khi chất lỏng ép vào chúng. Vì thế, dòng lưu chất được tái định hướng và dòng lưu chất cản trở sự thay đổi này. Kết quả là moment tăng qua từng cấp turbine.

Như minh họa trên Hình 7-18, đường cong cho thấy moment ngõ ra đạt được khi động cơ phân phối moment 500 lb-ft ở 1800 vòng/phút, là đường cong rộng, gần như thẳng, với đỉnh ở khoảng 85%. Vì tốc độ trục



Hình 7-17. Nguyên lý vận hành cơ bản của bộ chuyển đổi moment thủy lực.



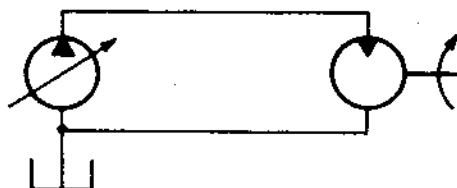
Hình 7-18.
Đặc tính hiệu suất của bộ chuyển đổi moment thủy lực cơ bản.

ra, đạt đến khoảng hai phần ba tốc độ động cơ (tùy theo tổn thất trong hệ thống), moment động cơ và moment chuyển đổi trở nên bằng nhau.

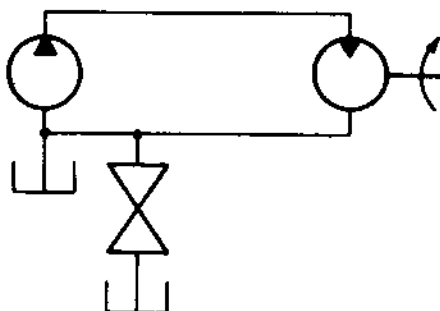
Hệ thống truyền thủy tĩnh

Truyền động thủy tĩnh (hoặc truyền dung tích làm việc thủy lực) là tổ hợp nối ghép hai bộ dịch chuyển dương: bơm và động cơ. Loại này ngược lại với kiểu truyền động thủy động.

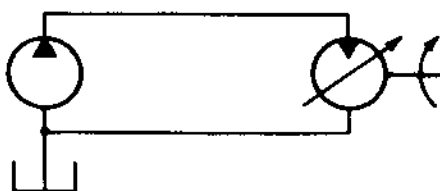
Bơm có thể được bố trí ở khoảng cách khá xa động cơ, hoặc hai bộ (bơm và động cơ) có thể kết hợp trong cùng một vỏ hộp. Bơm thủy lực



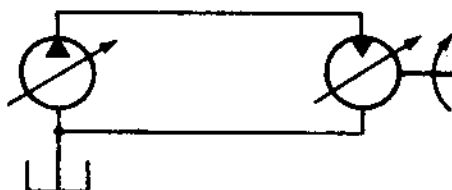
(A) Sơ đồ bơm tĩnh tiến hành trình biến thiên nối với động cơ hành trình cố định.



(B) Sơ đồ bơm tĩnh tiến hành trình cố định và động cơ hành trình cố định.



(C) Sơ đồ bơm tĩnh tiến hành trình cố định và động cơ hành trình biến thiên.



(D) Sơ đồ bơm tĩnh tiến hành trình biến thiên và động cơ hành trình biến thiên.

Hình 7-19. Các mạch cơ bản truyền động thủy lực tiêu chuẩn

quay biến năng lượng cơ học thành năng lượng áp suất thủy lực. Dầu áp suất cao được phân phối vào động cơ thủy lực quay. Trong động cơ này, năng lượng áp suất lưu chất được biến đổi thành năng lượng cơ học. Dầu chảy từ bơm đến động cơ, sau đó chảy từ động cơ đến bơm.

Loại truyền động này có các ưu điểm sau:

- Tốc độ trục ra có thể duy trì không đổi trong khoảng ngõ vào có tốc độ thay đổi.
- Tốc độ và chiều quay của trục ra có thể được điều khiển chính xác và từ xa.
- Có thể duy trì công suất ngõ ra không đổi trong khoảng tốc độ rộng.
- Có thể duy trì điều khiển moment tự động ở trục ra.
- Tốc độ trục ra có thể thay đổi bằng những bước ngắn
- Trục ra có thể được đảo chiều nhanh chóng và không bị va đập.
- Tiêu thụ công suất có thể giữ ở mức thấp.
- Có thể duy trì bảo vệ quá tải tự động.

Hình 7-19 minh họa các mạch cơ bản truyền động thủy lực tiêu chuẩn. Trên Hình 7-19 (a), bơm tĩnh tiến hành trình biến thiên có thể nối với động cơ hành trình cố định. Nếu tải làm việc không đổi, sự biến thiên tốc độ trục ngõ ra sẽ cung cấp moment ngõ ra hầu như không đổi và công suất thay đổi. Truyền động moment không đổi được dùng để cấp phối trên máy công cụ và băng tải.

Trên Hình 7-19(b), bơm tĩnh tiến hành trình cố định có thể nối với động cơ hành trình cố định. Nếu bộ điều khiển lưu lượng được đặt trên đường ống để thay đổi lưu tốc dầu đến động cơ, và nếu tải trên trục ngõ ra không đổi, moment không đổi và công suất có thể thay đổi theo tốc độ.

Trên Hình 7-19 (c), bơm tĩnh tiến hành trình cố định nối với động cơ hành trình biến thiên. Nếu muốn duy trì công suất ngõ ra không đổi khi tốc độ ngõ ra thay đổi (ví dụ, máy quấn dây, dẫn động trục chính máy công cụ), dung tích làm việc của động cơ có thể thay đổi, moment ngõ ra giảm khi tốc độ tăng.

Trên Hình 7-19 (d), bơm tĩnh tiến hành trình biến thiên nối với động cơ hành trình biến thiên. Sự kết hợp này có thể tạo ra sự thay đổi tốc độ, moment, và đặc tính công suất truyền động thủy lực ở trục ngõ ra.

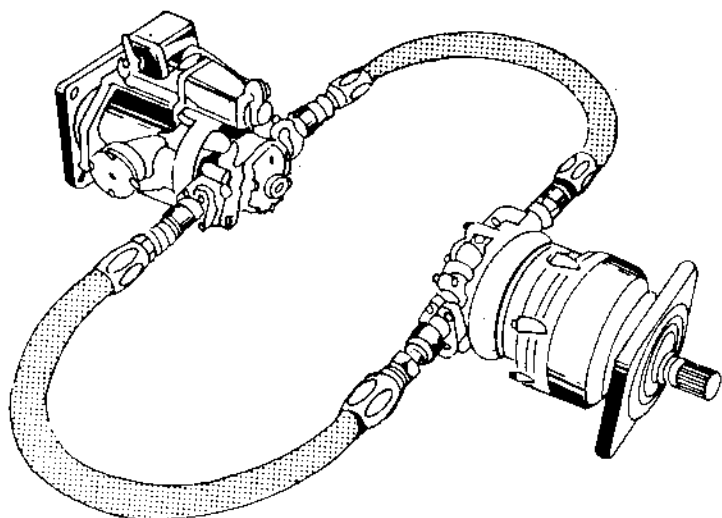
Bảng 7-1 minh họa tóm tắt đặc tính truyền động thủy lực.

Bảng 7-1. Tóm tắt đặc tính truyền động thủy lực.

Dung tích làm việc			Ngõ ra	
Bơm	Động cơ	Moment	Tốc độ	Công suất
Cố định	Cố định	Không đổi	Không đổi	Không đổi
Biến thiên	Cố định	Không đổi	Biến thiên	Không đổi
Cố định	Biến thiên	Biến thiên	Biến thiên	Biến thiên
Biến thiên	Biến thiên	Biến thiên	Biến thiên	Biến thiên

Hệ thống truyền động Dynapower (Hình 7-20), do Hydreco chế tạo, bộ General Signal, được thiết kế để cung cấp công suất không đổi,

Hình 7-20. Hệ thống truyền động thủy tĩnh Dynapower. Dynapower là hệ thống thủy lực khép kín.



moment không đổi, và tốc độ không đổi trong phạm vi dung sai hẹp. Tính thuận nghịch, đáp ứng tức thời, thay đổi tốc độ vô cấp, hãm động và bảo vệ quá tải, làm cho bộ truyền động này trở nên rất linh hoạt và đa dụng.

Truyền động thủy tĩnh Dynapower sử dụng hệ thống thủy lực khép kín. Cổng nạp và xả của bơm piston hướng trục hành trình biến thiên được nối với cổng nạp và xả của động cơ piston hướng trục (cố định hoặc biến thiên) bằng ống mềm hoặc ống cứng.

Bộ lọc, bình chứa, bơm nạp và các valve cũng là những chi tiết truyền động. Các valve bơm nạp và valve an toàn được định vị ở vỏ bơm, các valve khác được lắp ở vỏ động cơ. Kết cấu này giảm thiểu đường ống và phần cứng trong hệ thống.

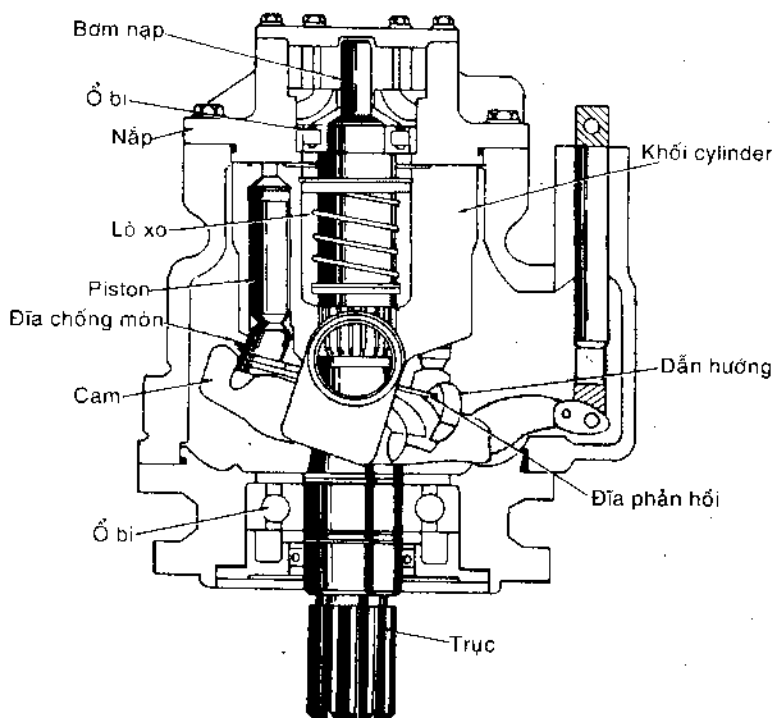
Khi vận hành, dầu thủy lực chảy từ bơm (Hình 7-21) đến động cơ qua hệ thống đường ống chính và làm động cơ quay khi cam trong bơm di chuyển khỏi vị trí số không. Dầu xả khỏi động cơ trở về trực tiếp đến cổng nạp của bơm. Động cơ này đảo chiều khi cam trong bơm di chuyển qua vị trí số không đến hướng đối nghịch.

Dầu được cung cấp vào bơm nạp qua đường ống trực tiếp từ bình chứa và xả qua một trong hai valve một chiều đến phía áp suất thấp của hệ thống. Điều này cung cấp dầu bổ sung và sự điều áp ngõ nạp cho hệ thống kín. Sự điều áp được duy trì bởi valve an toàn áp suất thấp, xả lượng dầu dư từ bơm nạp trở về bình chứa.

Hệ thống được bảo vệ quá áp hoặc áp suất khởi động cao bằng valve an toàn áp suất cao vận hành nhờ valve dẫn hướng. Valve này xả vào phía áp suất thấp của hệ thống để ngăn sự cạn dầu trong hệ thống kín.

Valve tịnh tiến đảo chiều kích hoạt bằng áp suất, điều khiển cả áp suất cao và áp suất thấp đến các valve an toàn tương ứng. Valve tịnh tiến đảo chiều di chuyển về phía áp suất thấp khi một đường ống có áp suất cao. Cổng áp suất cao đến valve an toàn áp suất cao và phía áp suất thấp

Hình 7-21.
Hình chiếu
minh họa các
chi tiết cơ bản
của bơm
trong hệ
thống truyền
động thủy tĩnh
Dynapower.



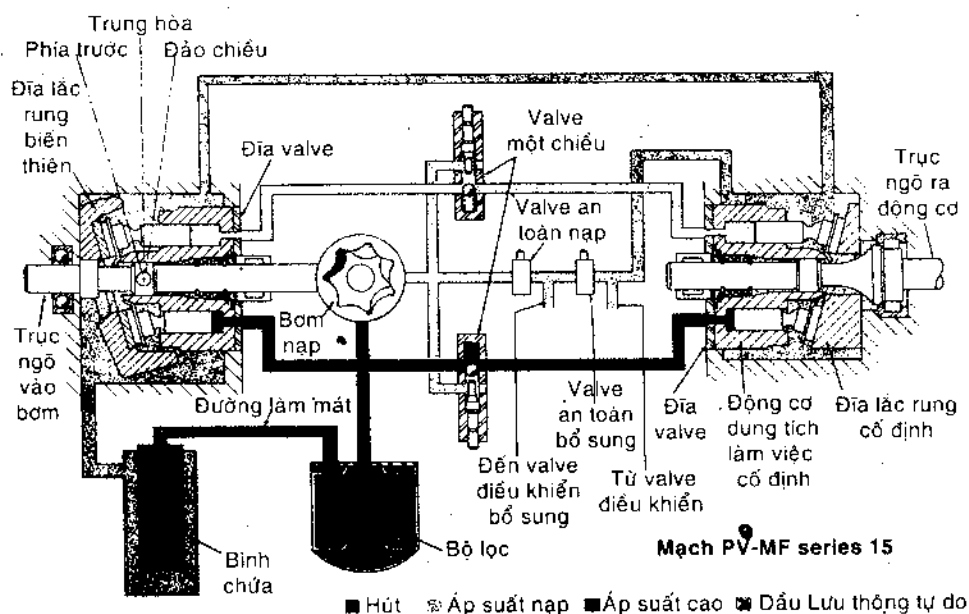
đến valve an toàn tương ứng. Valve tịnh tiến đảo chiều cũng được dùng để điều khiển valve an toàn áp suất cao xả vào phía áp suất thấp của hệ thống.

Công suất của các máy sản xuất tiêu chuẩn có thể được điều chỉnh phù hợp với nhu cầu chuyên biệt bằng cách chọn bộ điều khiển chính xác. Hiện có nhiều loại bộ điều khiển đa dụng hoặc chuyên dùng. Sau đây là một số bộ điều khiển được dùng trên hệ thống truyền động thủy tĩnh Dynapower:

- *Bằng tay* – góc cam được xác định bằng vị trí thanh điều khiển đơn giản nối trực tiếp với bơm hoặc cam động cơ. Vô lăng trên cần có ren được gắn với vị trí tinh chỉnh của bơm hoặc cam động cơ.
- *Điều khiển thủy lực áp suất thấp* – áp suất bơm nạp (khoảng 100 psi) được bộ điều khiển sử dụng để xác định vị trí cam và cung cấp hành trình đi qua tâm. Cần tác động của bộ điều khiển cần 2 đến 4 pound lực để vận hành.
- *Điều khiển giới hạn moment ngõ vào* – ngăn ngừa dừng động cơ ở mọi điều kiện.
- *Điều khiển tốc độ không đổi* – tốc độ ngõ vào có thể thay đổi trong khi duy trì tốc độ ngõ ra không đổi. Ngõ ra thay đổi theo yêu cầu.
- *Điều khiển động cơ bù áp suất* – tốc độ động cơ tăng tự động bằng cách giảm góc cam trong động cơ, do áp suất giảm. Ngược lại, bằng cách tăng góc cam trong động cơ khi áp suất tăng sẽ đạt được tốc độ thấp hơn và moment ngõ ra cao hơn.

- *Điều khiển bơm bù áp suất* – điều khiển này chuyên dùng cho truyền động thủy tĩnh, mặc dù không phải là bộ phận bên trong hệ thống. Lưu lượng toàn phần (góc cam tối đa) được duy trì cho đến khi đạt được áp suất hệ thống xác định trước. Sau đó, sự lưu động dừng lại trong khi vẫn duy trì áp suất. Dòng hồi phục lại để bù cho rò rỉ hệ thống (hoặc do yêu cầu hệ thống). Cắt dòng và áp suất bằng tay có thể được dùng để giảm mòn và yêu cầu công suất trên hệ thống.

Truyền động, minh họa trên Hình 7-22, được thiết kế để hoạt động ở tốc độ đến 4200 vòng/phút và áp suất đến 4500 psi. Truyền động này cung cấp khả năng điều khiển tốc độ, chiều, và hãm động, bằng cách đẩy cần điều khiển đơn. Loại truyền động này được sử dụng nhiều trên các máy kéo, xe gạt tuyết và băng, thiết bị xử lý nguyên liệu và trên những ứng dụng yêu cầu thay đổi tốc độ.



Sơ đồ mạch minh họa bộ truyền động series 15 theo hướng tiến về phía trước; ở vị trí đảo chiều mạch thủy lực là tương tự, ngoại trừ áp suất cao lúc này là phía đối nghịch truyền động. Với đĩa lặc rung ở vị trí trung hòa, không bơm dòng chính và truyền động ở vị trí duy trì.

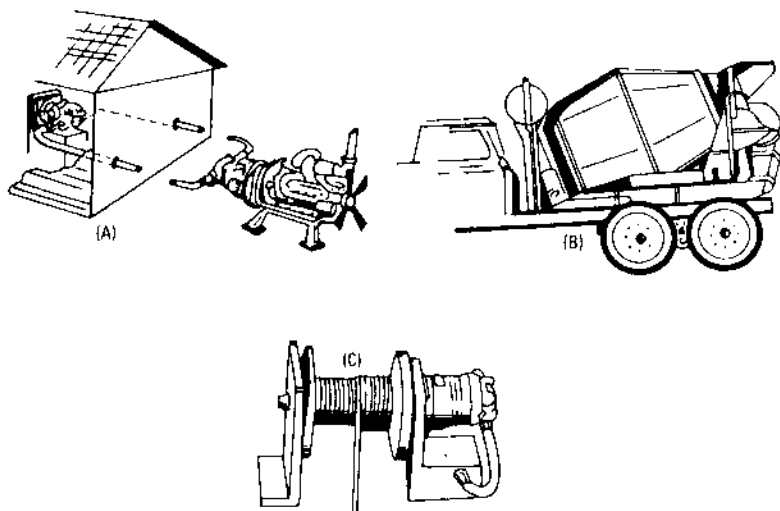
Hình 7-22. Truyền động thủy lực Sundstrand.

Dẫn động thủy lực thủy tĩnh được triển khai trên nhiều ứng dụng di động và công nghiệp (Hình 7-23). Các dẫn động này được dùng trên máy công cụ, bơm ly tâm, máy sản xuất, tời, máy dệt và máy xeo giấy, bề mặt và tâm của ổ, băng tải, thiết bị cán láng, máy in, quạt và quạt thổi, máy khuấy, máy trộn, máy nghiền, máy xử lý nguyên liệu, máy ép đùn nhựa, và động lực kế.

Hình 7-23.

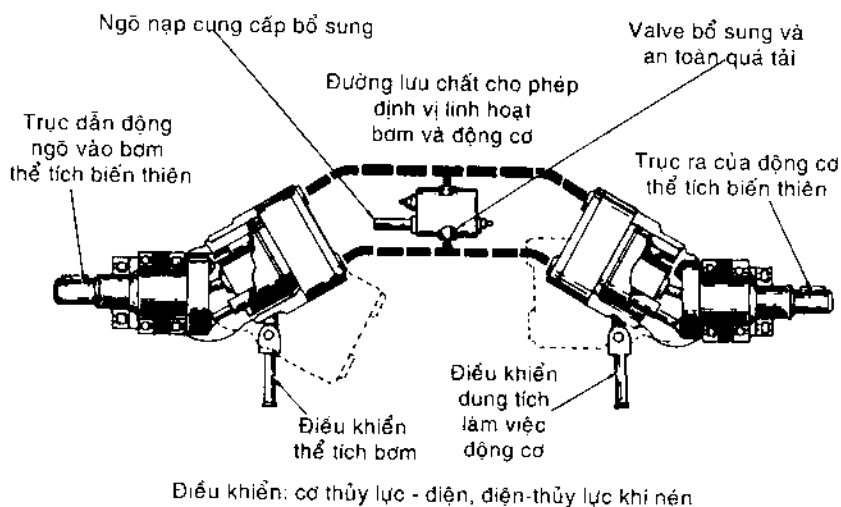
Ứng dụng truyền động thủy tĩnh:

- (a) điều khiển từ xa;
- (b) điều khiển thùng trộn quay;
- (c) điều khiển tời.



Dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ

Bộ dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ của hãng Vickers cũng dựa trên nguyên lý thủy tĩnh. Công suất được truyền bằng bơm tĩnh tiến hành trình biến thiên dẫn động bằng điện, cung cấp áp suất và dòng được chuyển đổi thành công suất khả dụng nhờ động cơ thủy lực (Hình 7-24). Lưu chất thủy lực trở về bơm, hoàn tất chu kỳ mà không đi vào bồn chứa hoặc bình hứng dầu. Trong sơ đồ này, bơm và động cơ được lắp cố định với bộ điều khiển hành trình. Điều khiển bơm có thể được điều chỉnh để đạt được khoảng tốc độ ngõ ra từ tốc độ tối thiểu đến trung bình, có moment không đổi suốt phạm vi này. Động cơ thủy lực có thể được điều chỉnh để đạt được tốc độ cao hơn khoảng này (nhưng sẽ giảm moment).



Điều khiển: cơ thủy lực - điện, điện-thủy lực khí nén

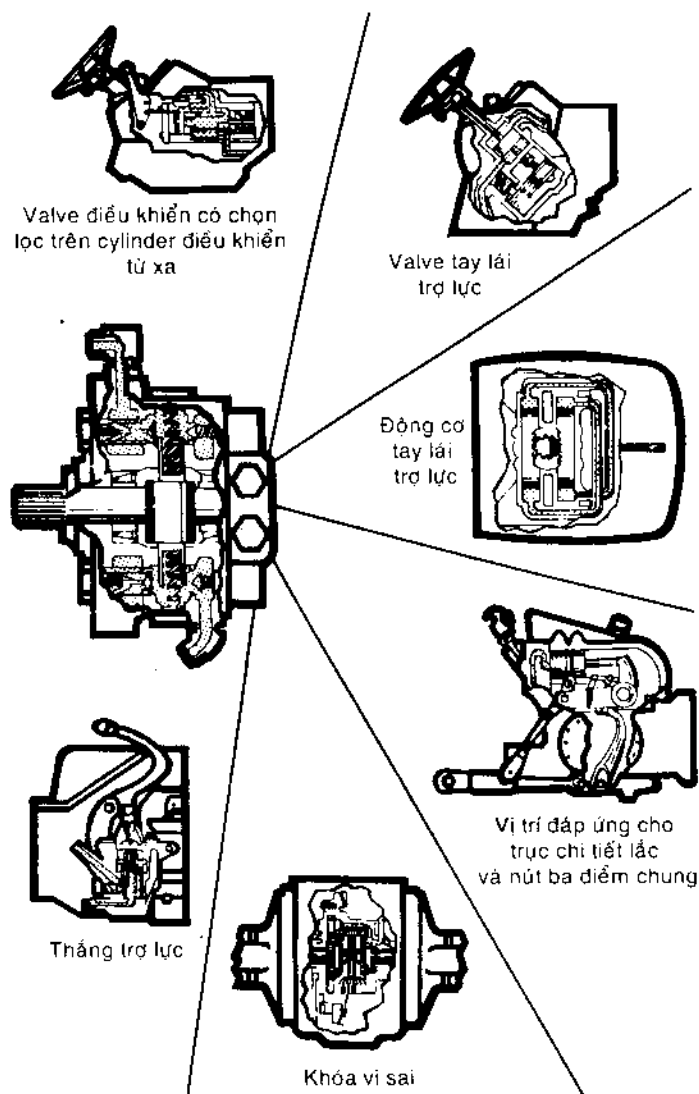
Hình 7-24. Sơ đồ dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ. Cả bơm và động cơ đều lắp cố định với bộ điều khiển hành trình.

Dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ cung cấp chế độ truyền động trực tiếp hoặc gián tiếp cho nhiều ứng dụng công nghiệp, bao gồm tời, thiết bị thực phẩm, và thiết bị xử lý. Truyền động điều chỉnh tốc độ được dùng trên nhiều bộ dẫn động máy công suất nhỏ; với đặc tính moment ngõ ra không đổi, có thể được khởi động ở moment tải toàn phần từ 0 vòng/phút theo chiều quay bất kỳ. Bảo vệ quá tải cho phép dừng máy mà không gây hư hỏng, tốc độ ngõ ra êm và liên tục trên toàn bộ khoảng vận hành.

Ứng dụng máy kéo nông nghiệp

Truyền động thủy lực được dùng rộng rãi trên các máy kéo nông nghiệp. Bơm tĩnh tiến hành trình biến thiên công suất lớn được sử dụng để cung cấp sự điều khiển thiết bị từ xa (Hình 7-25). Bơm cũng được dùng để cung

Hình 7-25. Hệ thống thủy lực bơm đơn được dùng cho máy kéo nông nghiệp để trợ lực hệ thống lái, thắng, điều khiển vị trí cho nút ba điểm và khóa vi sai.



cấp lực cho tay lái và thắng trợ lực, trở thành những thiết bị tiêu chuẩn cho nhiều máy kéo nông nghiệp. Hơn nữa, cylinder điều khiển từ xa, nút ba điểm, và khóa vi sai đều là các chi tiết của hệ thống thủy lực.

Khi làm đất canh tác, sự sang số (không dừng xe) cho phép duy trì tốc độ cày đất. Tải không đổi trên động cơ được duy trì, và tốc độ (v/ph) của động cơ vẫn trong khoảng vận hành (tính kinh tế và hiệu suất cao hơn). Thiết bị tách công suất có thể duy trì công suất toàn phần khi thu hoạch nông sản bằng cách di chuyển cần sang số để duy trì tốc độ thích hợp (kể cả vị trí số không).

Hoạt động yêu cầu đảo chiều có thể được cung cấp không cần ly hợp và không cần dừng. Đây là điều kiện vận hành lý tưởng khi cần thay đổi chiều (đánh rơm thành đồng, chất hàng...).

Máy kéo nông nghiệp lớn thường dùng nhiều hệ thống thủy lực, bao gồm tay lái trợ lực thủy tĩnh, thắng đĩa ướ trợ lực thủy tĩnh, ly hợp trợ động thủy lực, và ghế điều chỉnh bằng thủy lực.

Máy xúc được dùng nhiều trong các ứng dụng trong công nghiệp. Máy này có dẫn động bốn bánh thủy tĩnh với sự thay đổi tốc độ từ 0 đến 8 dặm/giờ. Bộ này có thể giảm tốc độ đến rất thấp, đảo chiều hoặc gia tốc đến tốc độ tối đa theo cả hai chiều mà không thay đổi số vòng quay/phút của động cơ và không thay đổi số.

Trên mỗi phía của máy xúc là bơm dẫn động thủy tĩnh cho phép xe chạy ổn định ở các tốc độ thấp.

Máy ủi đất sử dụng nhiều thiết bị thủy lực.

Bơm dùng cho người máy

Công nghiệp sử dụng robot ngày càng rộng rãi, bơm với độ tin cậy cao là thiết bị cơ bản bảo đảm sự thành công của robot công nghiệp. Khi robot, ví dụ, cần 10 gallon dầu, bơm phải có khả năng cung cấp lượng dầu này một cách tức thời để bảo đảm hiệu suất vận hành.

Robot

Robot cần vài loại năng lượng để thực hiện chức năng. Để tay máy hoặc bộ phận bất kỳ của hệ thống có thể chuyển động, năng lượng phải được cung cấp ở dạng hiệu dụng.

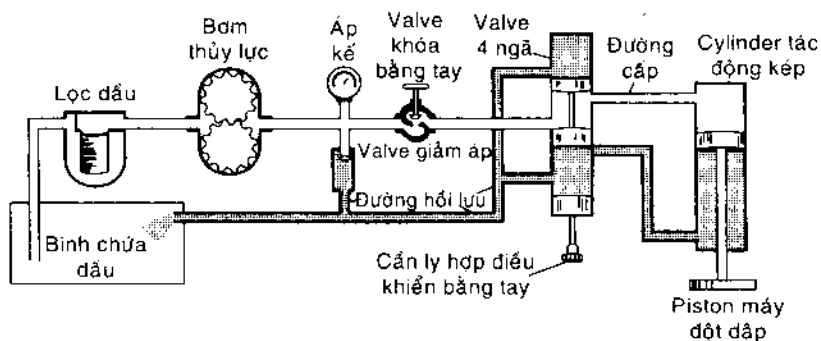
Ba phương pháp cung cấp năng lượng cho robot và cơ cấu chấp hành:

- Hệ thống thủy lực.
- Hệ thống khí nén.
- Hệ thống điện.

Dĩ nhiên, điện được dùng để vận hành hệ thống thủy lực và khí nén. Tuy nhiên, cũng có loại dẫn động hoàn toàn bằng điện, động cơ điện nối trực tiếp với cơ cấu chấp hành hoặc các bộ phận chuyển động của robot.

Thủy lực

Là một trong ba loại hệ thống dẫn động của robot, hệ thống thủy lực (Hình 7-26) có thể nâng hoặc di chuyển tải nặng. Robot vận hành bằng



Hình 7-26. Hệ thống thủy lực.

thủy lực thường được dùng trong hệ thống phun sơn, nơi hệ thống điện có thể nguy hiểm.

Xe ô tô dùng hệ thống thủy lực để thắng. Khi nhấn bàn đạp thắng sẽ tác dụng áp suất lên bình chứa, đẩy chất lỏng có áp đến cylinder thắng. Sau đó, cylinder thắng tác dụng áp lực vào má phanh tiếp xúc trực tiếp với rotor gắn vào bốn bánh xe. Bằng cách tác dụng áp suất vào má phanh với các giá trị khác nhau, chuyển động về phía trước của xe cũng dừng lại hoặc được làm chậm theo yêu cầu. Hệ thống thủy lực dùng cho robot tương tự với hệ thống thắng trên xe ô tô.

Hydra trong tiếng Hy Lạp có nghĩa là nước. Tuy nhiên, dầu, thay vì nước, được dùng trong hệ thống dẫn động robot. (Vài lưu chất thủy lực trên cơ sở nước được dùng trong xưởng đúc và gia công áp lực). Loại dầu này đưa áp suất đến đúng nơi vào đúng thời điểm để tay máy chuyển động hoặc nắm giữ. Áp suất thủy lực trong hệ thống thủy lực tác dụng lực vào chất lỏng có thể tích cho trước. Lực tác dụng vào dầu càng lớn, áp suất chất lỏng trong bình chứa càng cao.

Áp suất

Lực tác dụng lên diện tích được gọi là áp suất. Áp suất được đo theo pound/inch vuông. Đơn vị áp suất có thể viết tắt là lb/in^2 hoặc psi.

Đơn vị áp suất theo hệ SI là pascal. Một pascal bằng một newton/mét vuông (newton là đơn vị lực). Pascal là đơn vị quá nhỏ, do đó thực tế thường sử dụng kilopascal (kPa) và megapascal (MPa). Ví dụ, áp suất lốp xe ô tô thường không quá 35 psi.

Có nhiều cách để thực hiện áp suất trong robot. Áp suất trong mạch thủy lực dưới dạng lực tác dụng lên một đơn vị diện tích (Hình 7-27). Kết quả sẽ là áp lực do tải trên ngõ ra mạch thủy lực hoặc do trở lực đối với dòng chảy. Bơm được dùng để tạo dòng chảy qua ống đến điểm có thể tạo chuyển động cho cơ cấu chấp hành của robot. Khối nặng cũng có thể được dùng để tạo ra áp suất.

Một trong những nhược điểm của việc dùng hệ thống thủy lực là vấn đề rò rỉ. Khi có áp, chất lỏng sẽ có khuynh hướng tìm điểm yếu nhất

trong hệ thống để chảy ra ngoài. Điều này có nghĩa là mọi khớp nối dọc theo ống phải có khả năng chịu áp suất cao mà không rò rỉ. Điều này cũng có nghĩa là chi tiết chuyển động của robot (tay máy) phải có khả năng chứa chất lỏng trong khi có áp. Trong nhiều trường hợp, vòng đệm kín chữ O không thể chặn lưu chất lại và rò rỉ xảy ra. Vòng đệm kín chữ O là rất quan trọng trong việc làm kín đầu chuyển động của tay máy hoặc đầu kết thúc của đường lưu chất. Đây là một trong những vấn đề bảo dưỡng chính với các robot được dùng để nâng vật nặng. Hệ thống thủy lực được dùng để nâng khối nặng. Tùy thuộc vào đường ống áp suất khí nén công nghiệp, ít nhất bằng 700 kPa. Một lb/in^2 bằng 6.896 kPa, và 1 kPa bằng 1.45 lb/in^2 .

Áp suất tác dụng vào hệ thống thủy lực dưới dạng lực tác dụng vào bình chứa dầu (Hình 7-27). Có nhiều cách để cung cấp áp suất cho robot.

Áp suất trong mạch thủy lực dưới dạng lực tác dụng trên một đơn vị diện tích. Áp suất là do tải trên ngõ ra mạch thủy lực hoặc do sự cản trở dòng chảy.

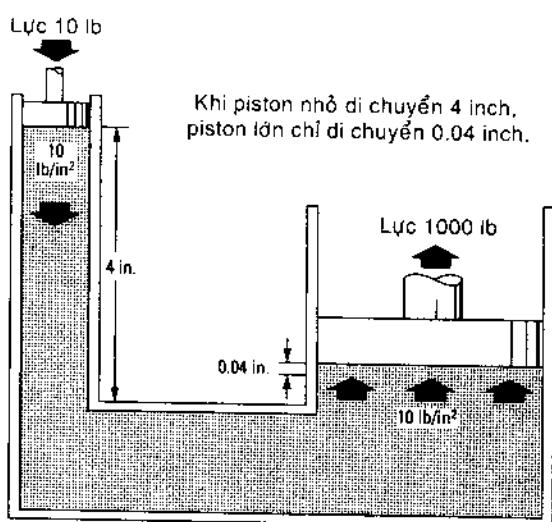
Áp suất tích lũy trong hệ thống thủy lực có thể gây ra sự cố. Ở nơi đó valve an toàn rất quan trọng. Valve an toàn được dùng như lỗ xả khi áp suất trong hệ thống vượt quá giới hạn an toàn của hệ

thống. Valve đóng khi áp suất thấp hơn giá trị thiết kế. Mỗi khi áp suất đạt đến điểm thiết kế của valve an toàn, valve sẽ mở. Sau đó chất lỏng dư phải được đưa trở về thùng chứa. Điều này có nghĩa là valve an toàn và đường lưu chất trở về phải là bộ phận của hệ thống.

Hệ thống thủy lực cần bộ lọc để giữ lưu chất sạch. Ngay cả một lượng nhỏ chất bẩn cũng có thể gây mòn nhanh chóng. Bộ lọc phải có khả năng tách các tạp chất có kích cỡ chỉ khoảng vài micron. Phải thay bộ lọc định kỳ để giữ lưu chất và hệ thống trong trạng thái vận hành tốt.

Áp suất cỡ hàng ngàn psi là bình thường trong vận hành robot. Điều này có nghĩa rò rỉ nhỏ như lỗ kim cũng có thể nguy hiểm. Nếu bạn đặt tay gần nơi rò rỉ, chất lỏng thoát ra khỏi lỗ có thể cắt tay bạn trước khi bạn cảm thấy. Tuy nhiên, điều này không xảy ra với áp suất dưới 2000 psi. Áp suất cao là rất nguy hiểm.

Thể tích bổ sung để vận hành robot có thể đạt được bằng cách tăng áp cho bồn tràn với khí. Bộ tích lũy chỉ có thể được nạp đến áp suất hệ

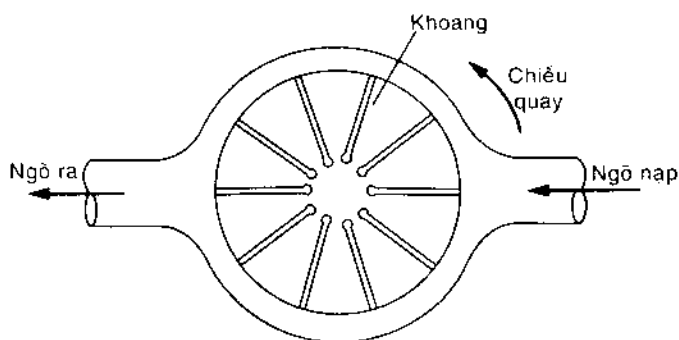


Hình 7-27. Áp suất thủy lực thay đổi. Lực 20 pound có thể nâng 1000 pound, nhưng chú ý khoảng cách di chuyển của cả hai lực và đối tượng chuyển động.

thống chính. Trong nhiều trường hợp, để chuyển động nhanh, robot yêu cầu lượng chất lỏng lớn hơn so với khả năng bơm cung cấp. Trong trường hợp khác, bồn tràn ở phía áp suất cao của đường ống được nạp với chất khí trong thùng chứa linh hoạt. Thùng chứa linh hoạt này nằm bên trong bồn và giãn nở. Áp suất cao của chất lỏng nén khí này khi có áp suất dư. Sau đó, khi hệ thống cần chất lỏng để chuyển động nhanh, áp suất sụt nhẹ và khí trong bồn giãn nở để ép thêm chất lỏng đi vào hệ thống.

Động cơ thủy lực lắp trên tay máy được vận hành bằng tín hiệu từ bộ chuyển đổi. Tín hiệu này mở valve theo thời gian định sẵn, hoặc giữ valve đóng lại. Hệ thống điều khiển là cần thiết để thực hiện điều này. Động cơ thủy lực và cylinder tạo ra lực và công suất cao, có thể tạo ra chuyển động chính xác rất nhanh (Hình 7-28).

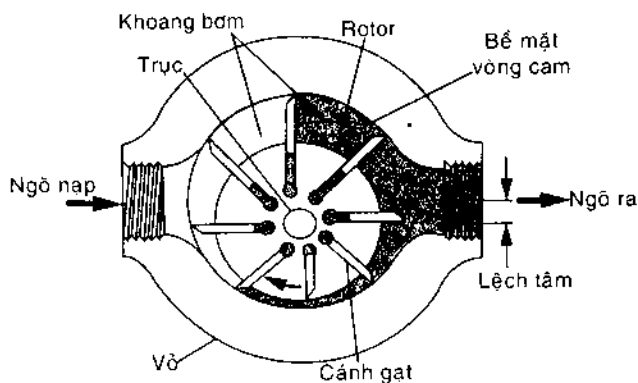
Hình 7-28. Động cơ thủy lực. Áp suất trên chất lỏng thủy lực làm động cơ quay theo hướng ngược chiều kim đồng hồ. Đảo hướng dòng chất lỏng làm đảo chiều quay của động cơ.



Bơm

Hệ thống thủy lực phải có bơm để hoạt động. Bơm biến đổi năng lượng cơ học, thường do động cơ điện cung cấp. Bơm thủy tĩnh được phân loại thành bơm bánh răng và bơm cánh gạt. Các bơm này phân phối dòng lưu chất không đổi đến tay máy. Bơm bánh răng vận hành bằng cách tạo phân chân không khi các răng gần cổng nạp ra khỏi khớp, lưu chất chảy vào bơm để điền đầy phần chân không này. Khi các bánh răng quay, lưu chất hoặc dầu di chuyển xung quanh bên ngoài răng đến cổng xả ở đỉnh. Sự ăn khớp của các răng ở đầu cổng xả tạo lực đẩy, ép dầu ra ngoài và đi vào hệ thống.

Trong bơm cánh gạt, các cánh gạt lùa

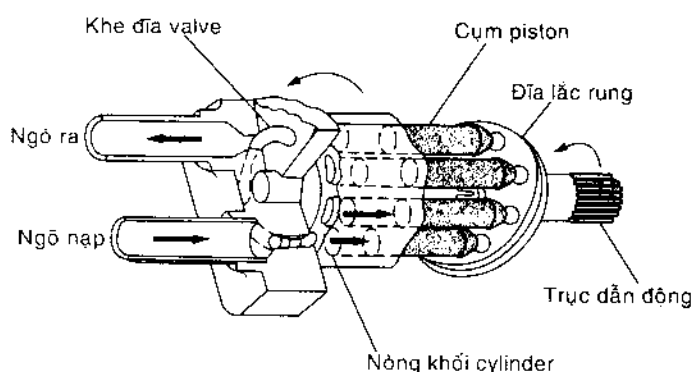


Hình 7-29. Bơm/động cơ cánh gạt. Chú ý bơm thủy lực này có thể dùng như động cơ khi được dẫn động bằng lưu chất thủy lực có áp.

lưu chất đi từ khu vực có thể tích lớn đến vùng có thể tích nhỏ. Bằng cách đẩy lưu chất đến khu vực nhỏ hơn, áp suất trên lưu chất tăng vì lưu chất không nén được (Hình 7-29).

Bơm cánh gạt có thể cung cấp áp suất, công suất, và tốc độ từ thấp đến trung bình. Chúng được dùng để cung cấp năng lượng cho tay máy nâng tải lớn. Áp suất có thể đến 2000 psi với khoảng 25 galon lưu chất/phút (gpm) trong hệ thống.

Thiết bị quay loại piston cũng được dùng để tăng áp suất trong hệ thống thủy lực. Piston thu lại để hút thể tích lưu chất lớn rồi đưa ra để đẩy lưu chất vào cổng xả áp suất cao. Thường có bảy hoặc chín cylinder. Các cylinder này thay đổi tùy theo cấu hình máy. Bơm piston đồng tuyến rất phù hợp với các ứng dụng robot. Chúng có công suất rất cao, và tốc độ từ trung bình đến cao. Áp suất có thể đạt đến trên 5000 psi (Hình 7-30).



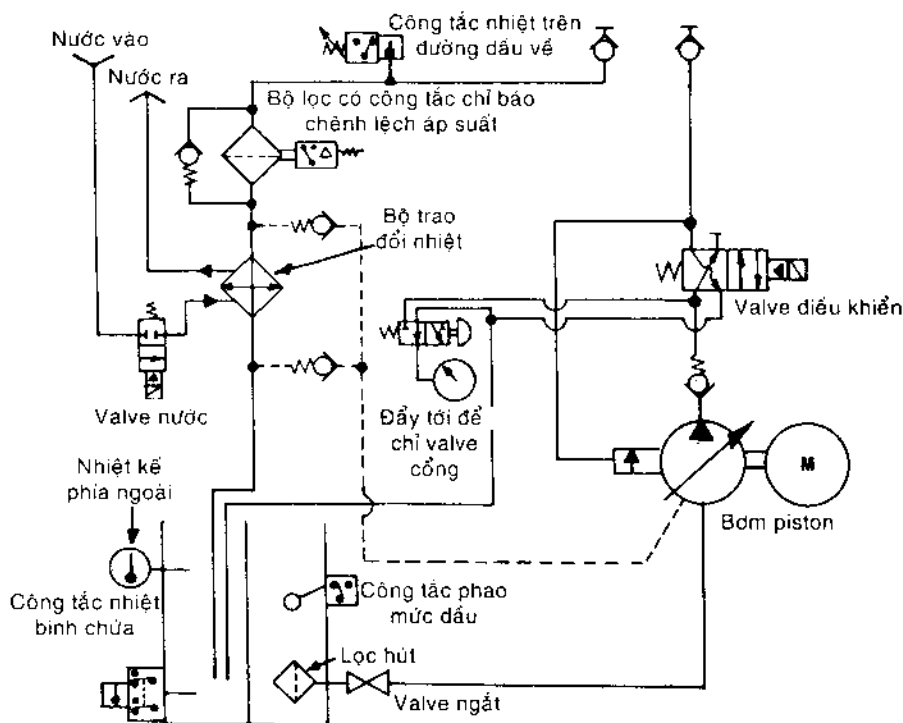
Hình 7-30. Bơm quay loại piston.

Bơm piston hành trình biến thiên được dùng tốt trong nhiều ứng dụng robot. Bộ này, còn được gọi là bơm piston áp suất khí quyển công nạp, có những kiểu thiết kế và công suất khác nhau, nhưng về cơ bản chúng làm việc theo cùng nguyên lý. Cảm biến trong bơm cảm nhận thời điểm cần dầu hoặc chất lỏng khác và được xác lập để phân phối hầu như tức thời. Mặt khác, bơm cảm biến độ sụt áp suất và đáp ứng.

Loại bơm có tính năng giảm tiếng ồn là Quietpak, do Hydreco (một bộ phận của General Signal) sản xuất, sử dụng động cơ điện tiêu chuẩn C-face 1780; bơm thay đổi lưu lượng đến 30 gpm với nhiều kiểu điều khiển, gồm bộ bù áp suất, cảm biến tải, và điều khiển công suất. Trong hệ thống thể tích nhiên liệu, lưu lượng đến 50 gpm với áp suất 3000 psi. Valve điều khiển lưu lượng có thể đáp ứng các yêu cầu ứng dụng (Hình 7-31).

Hệ thống CCS

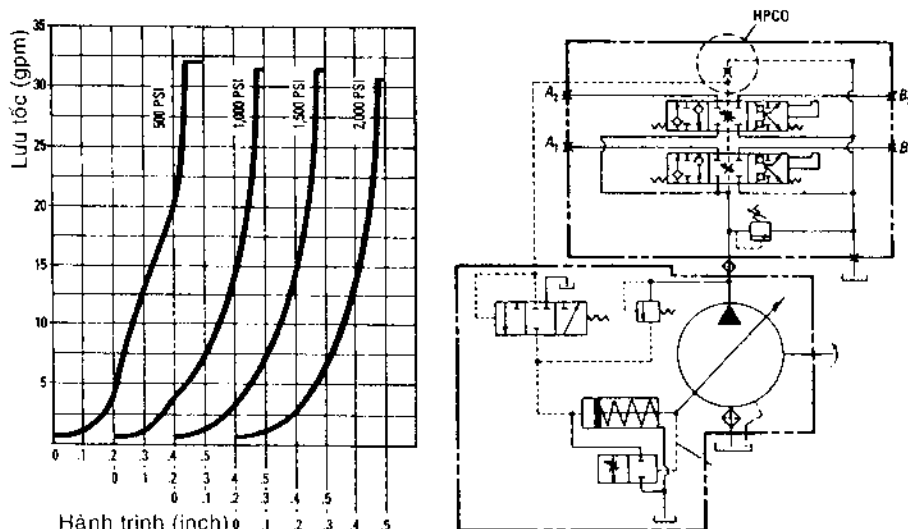
Hydreco còn chế tạo hệ thống CCS, lai (kết hợp) giữa hệ thống yêu cầu lưu lượng và trung tâm khép kín. CCS có cả hai ưu điểm này, có một mạch cơ bản (Hình 7-32), valve điều khiển song song và bơm hành trình



Hình 7-31. Mạch Quietpak do Hydrex sản xuất.

thay đổi áp suất khi quyền cổng nạp có bộ điều khiển lắp trên đó. Áp suất lưu chất trên bộ điều khiển bơm làm giảm sự phân phối lưu chất của bơm.

Hệ CCS làm việc đơn giản. Ví dụ, hệ thống thủy lực xe chất hàng/xẻ đào đất/máy kéo sẽ có valve cho máy bốc xếp và gầu xúc. Hai valve điều



Hình 7-32. Mạch và lưu tốc của hệ thống CCS.

khuyến (song song hoặc nối tiếp) có thể nối ống song song nhưng vẫn duy trì tính nối tiếp cho mạch tín hiệu. Bất kể số valve, chỉ có một đường tín hiệu cho mỗi bơm (valve phụ cũng có thể được thêm vào). Ví dụ, núm điều khiển lái có thể được cung cấp từ valve ưu tiên, có thể gồm khả năng giới hạn hành trình bơm nếu chỉ dùng để lái. Điều này được thực hiện bằng cách cho phép một phần dòng tín hiệu tiếp tục qua hệ thống trong khi lái. Sự cân bằng dòng tín hiệu có thể bị hạn chế bởi một valve bổ sung xuôi dòng, thúc đẩy bơm tăng lưu lượng.

Theo Hydreco, hệ thống này làm việc rất tốt trong những máy không yêu cầu tiếp xúc dòng. Thay vào đó, khoảng thời gian càng dài giữa dòng toàn phần, đặc tính CCS càng phù hợp. Những thiết bị như máy đào, gàu xúc, và cần trục, phù hợp tốt với hệ thống này.

TÓM TẮT

Dẫn động thủy lực (cũng gọi là dẫn động bằng lưu chất hoặc dẫn động bằng chất lỏng) là sự nối ghép thủy lực linh hoạt, là phương tiện phân phối công suất từ năng lượng nguồn đến bộ phận bị dẫn nhờ môi chất lỏng – không có khớp nối cơ khí.

Cơ cấu dẫn động thủy lực gồm ba bộ phận chính: bộ dẫn động, bộ phận bị dẫn, và vỏ (hoặc hộp máy). Công suất từ động cơ được phân phối đến bộ dẫn động, được truyền (linh hoạt) đến bộ phận bị dẫn qua môi chất thủy lực.

Lực ly tâm tác dụng lên vật thể chuyển động theo quỹ đạo tròn, có khuynh hướng đẩy vật thể đi ra xa trục quay của nó. Để dầu thủy lực tuần hoàn, bộ dẫn động phải quay với tốc độ cao hơn bộ phận bị dẫn, bởi vì cường độ lực ly tâm phụ thuộc vào tốc độ quay.

Cả gia tốc và giảm tốc tiếp tuyến đều yêu cầu tiêu thụ năng lượng (do động cơ cung cấp). Hầu hết dầu được gia tốc tiếp tuyến trong bộ dẫn động được chuyển đổi ở bộ phận bị dẫn thành moment trong quá trình giảm tốc. Cần phải tiêu thụ năng lượng để gia tốc dầu theo phương tiếp tuyến, do các hạt dầu ép vào các cánh gạt của bộ dẫn động khi chúng di chuyển ra ngoài.

Hệ thống truyền động thủy tĩnh Dynapower được thiết kế để cung cấp công suất không đổi, moment không đổi, và tốc độ không đổi trong phạm vi dung sai hẹp. Tính thuận nghịch, đáp ứng tức thời, thay đổi tốc độ vô cấp, hãm động, và bảo vệ quá tải là những đặc tính cơ bản của bộ dẫn động này.

Dẫn động thủy lực thủy tĩnh được triển khai trên nhiều ứng dụng di động và công nghiệp. Kiểu dẫn động này được dùng trên các máy công cụ, bơm ly tâm, máy sản xuất, tời, máy dẹt và xeo giấy, bề mặt và tâm cửa sổ, băng tải, tang, thiết bị cán láng, máy in, quạt và bộ thổi, máy khuấy, máy trộn, máy nghiền, máy xử lý nguyên liệu, máy ép dùn nhựa, và động lực kế.

Những bộ dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ cũng dựa trên nguyên

lý thủy tĩnh. Dẫn động trực tiếp hoặc gián tiếp được cung cấp cho nhiều ứng dụng công nghiệp (gồm tời, thiết bị thực phẩm, và thiết bị xử lý).

Truyền động thủy lực được dùng rộng rãi trên các máy kéo nông nghiệp. Hệ thống thủy lực dùng để cung cấp sự điều khiển thiết bị từ xa, tay lái và thắng trợ lực. Hoạt động cần đảo chiều có thể được cung cấp không cần ly hợp – và không cần dừng. Đây là điều kiện vận hành lý tưởng khi cần thay đổi chiều liên tục (đánh rơm thành đồng và chất hàng).

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nguyên lý hoạt động cơ bản của dẫn động thủy lực là gì?
2. Các bộ phận chủ yếu của cơ cấu dẫn động thủy lực là gì?
3. Điều kiện cần thiết để dầu thủy lực tuần hoàn trong bộ dẫn động thủy lực?
4. Tại sao moment là kết quả của cả gia tốc tiếp tuyến và giảm tốc tiếp tuyến của dầu thủy lực?
5. Liệt kê các ưu điểm của dẫn động thủy lực.
6. Kết cấu bộ chuyển đổi moment khác với kết cấu ở những bộ dẫn động thủy lực khác như thế nào?
7. Liệt kê các ưu điểm của truyền động thủy tĩnh.
8. Liệt kê sáu ứng dụng tiêu biểu của truyền động thủy tĩnh.
9. Liệt kê các ưu điểm của truyền động thủy tĩnh cho ứng dụng máy kéo nông nghiệp.
10. Tên gọi khác của dẫn động thủy lực là gì?
11. Quán tính động là gì?
12. Động năng là gì?
13. Hai bộ phận quay trong dẫn động thủy lực là gì?
14. Nhà số có nghĩa là gì?
15. Bộ chuyển đổi moment là gì?
16. Hai bộ tịnh tiến nối với nhau trong truyền động thủy tĩnh là gì?
17. Vẽ sơ đồ bơm hành trình không đổi và động cơ hành trình biến thiên.
18. Loại truyền động nào dùng cho hệ thống thủy lực kín?
19. Loại truyền động nào được áp dụng cho bộ dẫn động trống trộn xi măng?
20. Bộ dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ được dùng ở đâu?

Chương 8 - THỦY LỰC TRÊN MÁY CÔNG CỤ

Phương pháp truyền công suất thủy lực đã góp phần thay thế bánh đai và dây đai cho bộ dẫn động động cơ điện. Trong nhiều trường hợp, mạch và hệ thống điều khiển thủy lực sẽ vận hành và điều khiển máy công cụ và các máy móc nối chung trong công nghiệp. Mạch thủy lực gồm bơm thủy lực, các valve điều khiển cần thiết, và bộ tác động thủy lực với cylinder, động cơ, hoặc bộ tác động quay.

Cơ cấu nạp phôi - lấy sản phẩm vận hành thủy lực được trang bị trên máy công cụ hiện đại trong nhà máy sản xuất cao cấp.

Máy ép thủy lực 28 tấn. Người vận hành cần giữ hai tay trên các nút khởi động - chu kỳ để khởi động và duy trì chu kỳ. Nếu người vận hành buông một tay, máy ép dừng vận hành. Nếu buông cả hai tay, không chỉ chu kỳ dừng, con thoi sẽ trở về vị trí ban đầu. Đây là kết cấu an toàn mong muốn trên máy ép.

MẠCH THỦY LỰC

Động cơ thủy lực trong mạch thủy lực vận hành nhờ áp suất dầu thủy lực. Chức năng của động cơ thủy lực tương tự cơ cấu truyền năng lượng (động cơ điện hoặc động cơ hơi nước). Bơm thủy lực được dùng để cung cấp dầu thủy lực có áp suất đến động cơ thủy lực. Tương tự hơi nước có áp suất qua hệ thống đi vào động cơ hơi nước. Bơm thủy lực có thể được bố trí gần động cơ, kết hợp với động cơ thành một bộ, hoặc lắp cách xa động cơ.

Động cơ thủy lực được lắp vào đế thủy lực. Điều này cho phép giảm bớt các ống, tạo thành một cụm gọn, ngăn nắp. Chú ý, động cơ điện và bơm thủy lực được lắp theo vị trí thẳng đứng.

Động cơ thủy lực

Trong bơm thủy lực, năng lượng cơ học biến đổi thành năng lượng áp suất lưu chất. Trong động cơ thủy lực, năng lượng áp suất lưu chất biến đổi thành năng lượng cơ học.

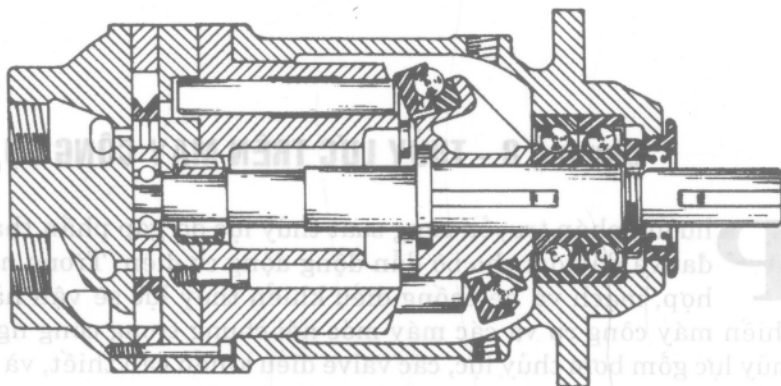
Động cơ thủy lực có thể được phân loại thành động cơ có hành trình không đổi hoặc có hành trình thay đổi. Trong động cơ có hành trình không đổi, sự thay đổi tốc độ được thực hiện bằng cách thay đổi thể tích dầu chảy qua động cơ. Sự thay đổi tốc độ trong động cơ có hành trình thay đổi được thực hiện nhờ thay đổi hành trình, bổ sung cho sự điều khiển nguồn cung cấp dầu thủy lực từ bơm. Loại động cơ hành trình thay đổi có thể cung cấp khoảng tốc độ tương đối rộng.

Động cơ có hành trình không đổi

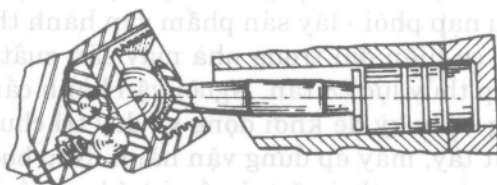
Hình 8-1 minh họa kết cấu cơ bản của động cơ có hành trình không đổi.

Hình 8-1.

Kết cấu cơ bản của động cơ thủy lực có hành trình không đổi.



Hình 8-2. Kết cấu chi tiết của piston và thanh truyền trong động cơ thủy lực.

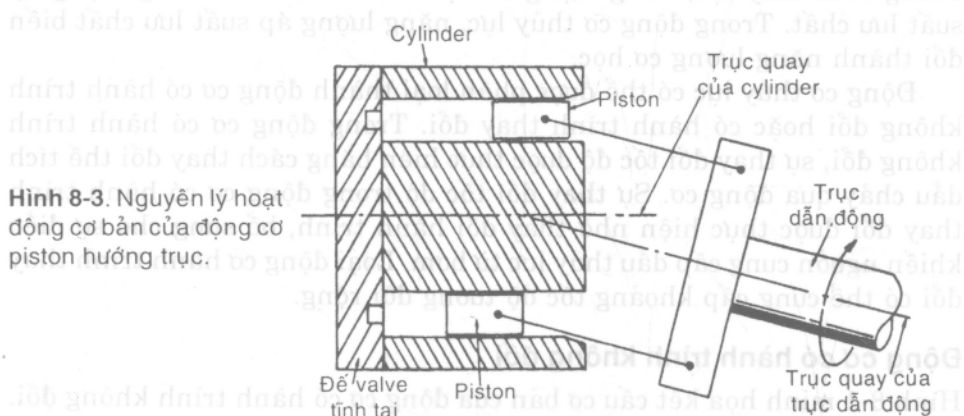


Dầu thủy lực có áp suất đi vào phần đầu ổ trục, bị ép vào cylinder qua lỗ thông thích hợp trên tấm cổng. Một valve vòng lắp trên vít cấy lệch tâm trên đầu trục điều khiển đường dầu qua các cổng. Valve không quay, nhưng sẽ nhận chuyển động hồi chuyển khi trục quay.

Áp suất dầu thủy lực buộc piston (Hình 8-2) tựa vào cam lệch tâm không quay. Lực ép của piston có tính tiếp tuyến và pháp tuyến, bởi vì cam lệch tâm nghiêng một góc. Lực tổng hợp được truyền qua ổ bi đến đĩa lệch tâm trên trục, do đó truyền chuyển động quay đến đĩa. Ở kỳ trở về, dầu trong cylinder sẽ xả qua các cổng trên tấm cổng.

Động cơ có hành trình thay đổi

Trong loại động cơ thủy lực hành trình biến thiên, có thể thay đổi hành trình piston bằng cách thay đổi góc nghiêng của cam lệch tâm. Động cơ loại piston hướng trục có thể là động cơ hành trình biến thiên hoặc động



Hình 8-3. Nguyên lý hoạt động cơ bản của động cơ piston hướng trục.

cơ có hành trình không đổi, tùy theo góc giữa trục cylinder và trục ngõ ra. Nếu góc này có thể thay đổi (bằng tay hoặc tự động), động cơ là loại có hành trình biến thiên.

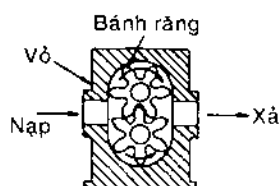
Hình 8-3 minh họa hoạt động cơ bản của động cơ piston hướng trục. Dầu thủy lực có áp suất cao đi vào đĩa valve tĩnh tại. Dầu này buộc piston hướng ra bên ngoài, do đó quay trục ngõ ra.

Các loại động cơ thủy lực

Động cơ thủy lực quay được dùng trong nhiều ứng dụng. Động cơ thủy lực có thể là loại bánh răng, loại cánh gạt, hoặc động cơ piston. Những động cơ này có kết cấu tương tự bơm bánh răng, cánh gạt, hoặc bơm piston.

Loại bánh răng

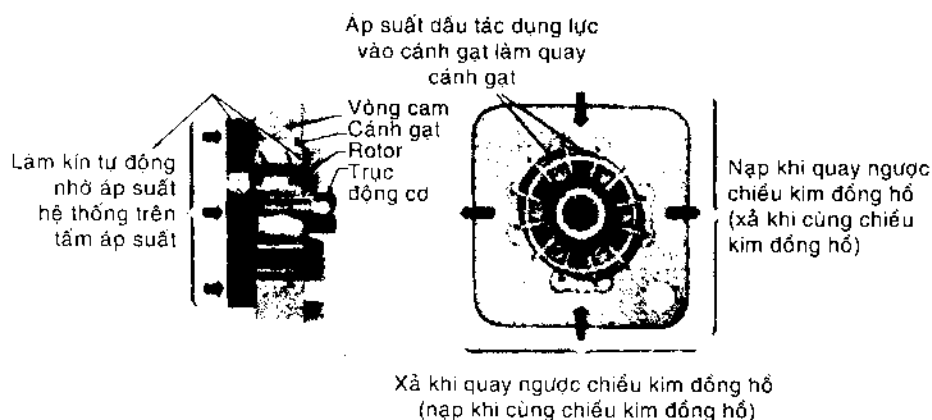
Nguyên lý vận hành cơ bản của động cơ bánh răng (Hình 8-4) gần như ngược lại với bơm bánh răng. Dầu thủy lực có áp suất cao vào cổng nạp, đẩy từng bánh răng, rồi chảy ra ngoài. Tái thường chỉ nối với một bánh răng. Trong nhiều trường hợp, bánh răng là loại răng trụ thẳng. Tuy nhiên, trong một số động cơ, chúng có thể là bánh răng xoắn hoặc bánh răng chữ V. Động cơ bánh răng là loại có hành trình không đổi.



Hình 8-4. Nguyên lý vận hành cơ bản của động cơ bánh răng thủy lực.

Loại cánh gạt

Hình 8-5 minh họa hoạt động vận hành cơ bản của động cơ cánh gạt quay. Dầu áp suất cao đi vào cổng nạp, tác dụng áp suất vào cánh gạt để quay rotor, và đi qua cổng xả. Áp suất chất lỏng hoặc lực lò xo được sử dụng để duy trì các cánh gạt tựa vào bề mặt trong của vỏ lúc bắt đầu quay. Lực ly tâm giữ các cánh gạt tựa vào vỏ. Động cơ cánh gạt là loại có hành trình không đổi.

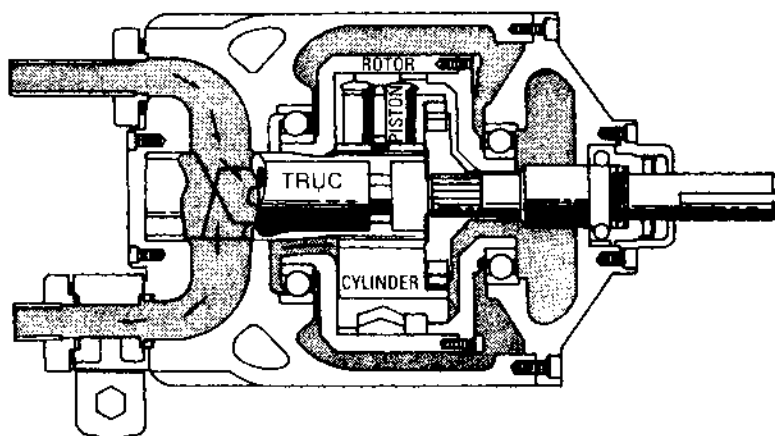


Hình 8-5. Nguyên lý vận hành cơ bản của động cơ thủy lực cánh gạt quay.

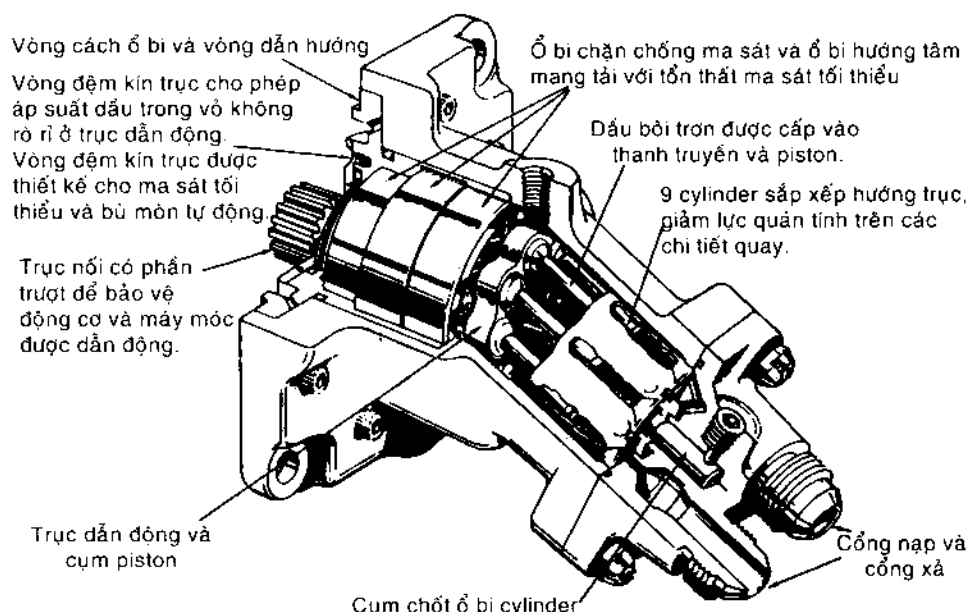
Loại piston

Động cơ piston có cả hai kiểu thiết kế hướng kính và hướng trục. Hình 8-6 minh họa động cơ thủy lực loại piston hướng kính có hành trình không đổi. Cylinder quay xung quanh trục cố định. Dầu thủy lực áp suất cao đi vào các cổng phía trên trục; dầu này buộc piston di chuyển ra ngoài, làm cho cylinder và trục ngò ra quay theo chiều kim đồng hồ.

Hình 8-7 minh họa động cơ thủy lực loại piston hướng trục có hành trình không đổi. Những động cơ này được dùng trong mạch thủy lực để chuyển đổi áp suất thủy lực thành chuyển động quay cơ học. Chiều quay được xác định bằng quỹ đạo của dòng dầu. Điều khiển tốc độ và đảo chiều



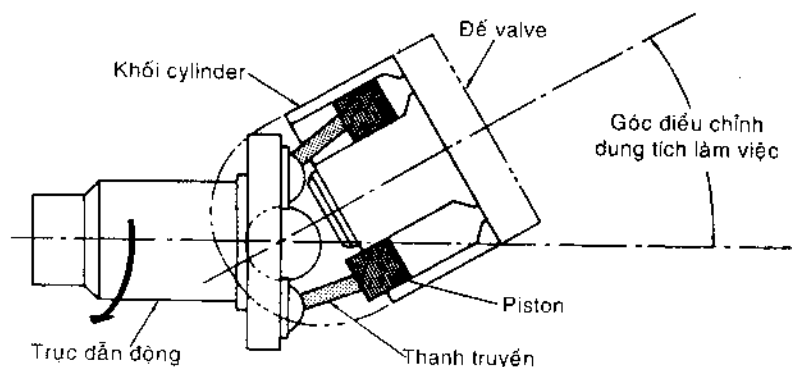
Hình 8-6. Kết cấu động cơ thủy lực loại piston hướng kính có hành trình không đổi.



Hình 8-7. Động cơ thủy lực piston hướng trục loại hành trình không đổi.

quay được thực hiện dễ dàng và đơn giản. Việc dừng do quá tải không gây hư hỏng cho loại động cơ này và có thể được dùng để hãm động. Nếu thực hiện các xác lập valve an toàn bảo vệ quá tải thích hợp trong hệ thống, sự vận hành có thể theo chế độ liên tục, gián đoạn, đảo chiều liên tục hoặc ngừng mà không gây nguy hiểm cho động cơ. Vị trí lắp không bị giới hạn, ngoại trừ đường xả phải nối với bình chứa, sao cho vỏ động cơ điền đầy dầu thủy lực trong suốt quá trình vận hành. Những chi tiết bên trong động cơ tùy thuộc vào dầu thủy lực để bôi trơn.

Trong động cơ thủy lực loại hành trình không đổi Vickers (Hình 8-8), dòng dầu thủy lực liên tục có áp được biến đổi thành chuyển động quay cơ học. Khối cylinder được đặt lệch tâm với trục dẫn động, làm cho các piston di chuyển tương ứng với vòng cylinder. Khi mỗi piston di chuyển ra khỏi đĩa valve có áp suất, piston ở đáy đối diện di chuyển về phía đĩa valve, xả dầu thủy lực đã dùng. Do chín piston thực hiện cùng hoạt động này theo thứ tự liên tiếp, sự thu dầu thủy lực có áp xảy ra liên tục, và sự đảo chiều chuyển động quay trở nên rất êm dịu.



Hình 8-8. Nguyên lý vận hành cơ bản của động cơ thủy lực piston loại hành trình không đổi.

Trong động cơ piston hướng trục có hành trình thay đổi Vickers, dầu thủy lực áp suất cao đi vào cổng nạp, đi qua trục, qua chạc, khối valve, và cổng nạp của đĩa valve, rồi đi vào cylinder. Dầu có áp suất cao đẩy piston đi khỏi đĩa valve, làm cho cylinder và trục ngò ra quay. Dầu thủy lực đi qua cổng xả đĩa valve, qua chạc, trục ngò ra và phía ngoài qua mặt bích xả. Góc giữa trục cylinder và trục ngò ra có thể thay đổi từ $7\frac{1}{2}$ đến 30° . Vì thế, dung tích làm việc có thể thay đổi từ khối lượng tối thiểu đến bốn lần khối lượng đó.

Động cơ loại piston có áp suất dầu cao khoảng 5000 pound/inch vuông, hoặc hơn. Khoảng công suất đến trên 150 mã lực.

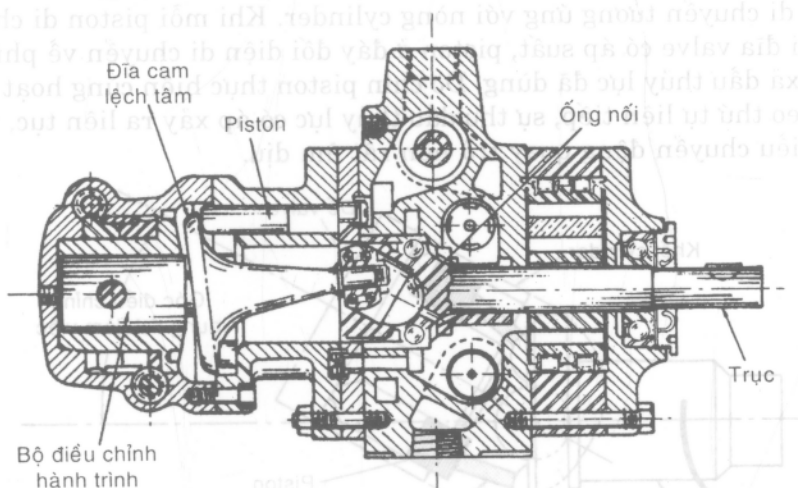
MẠCH ĐIỀU KHIỂN THỦY LỰC

Mạch thủy lực gồm cụm bơm và các valve điều khiển cần thiết được nối kết hợp lý để phân phối dầu ở áp suất và thể tích yêu cầu đến các bộ tác động. Nhiều loại bơm được dùng để cung cấp công suất.

Trong vài kiểu thiết kế, cụm bơm chỉ có bơm và một bộ điều khiển riêng biệt. Bơm hành trình thay đổi để cấp phôi và bơm hành trình không đổi để dịch chuyển nhanh có thể lắp chung trên một trục và trong một vỏ.

Kết hợp bơm và cụm valve điều khiển

Hình 8-9 minh họa bơm thủy lực có valve điều khiển trong cùng một vỏ. Một trục được lắp với hai ổ bi chống ma sát lớn. Bơm hành trình không đổi lắp trên một đầu trục. Một trục lăn được tôi cứng và mài, lắp với then vào trục quay tiếp xúc dương với rotor hoặc vành. Vành này quay trong vỏ của nó hoặc trong ổ đĩa.



Hình 8-9. Kết cấu cơ bản của động cơ thủy lực có các valve điều khiển chính trong cùng một vỏ.

Trục kéo dài qua phía valve điều khiển chính. Một ổ bi (với trục nghiêng một góc so với tâm trục chính) ở đầu trục. Đầu ổ bi của chuỗi đĩa cam lệch tâm được đặt ống nối. Piston tiếp xúc với đĩa cam lệch tâm gần biên phía ngoài.

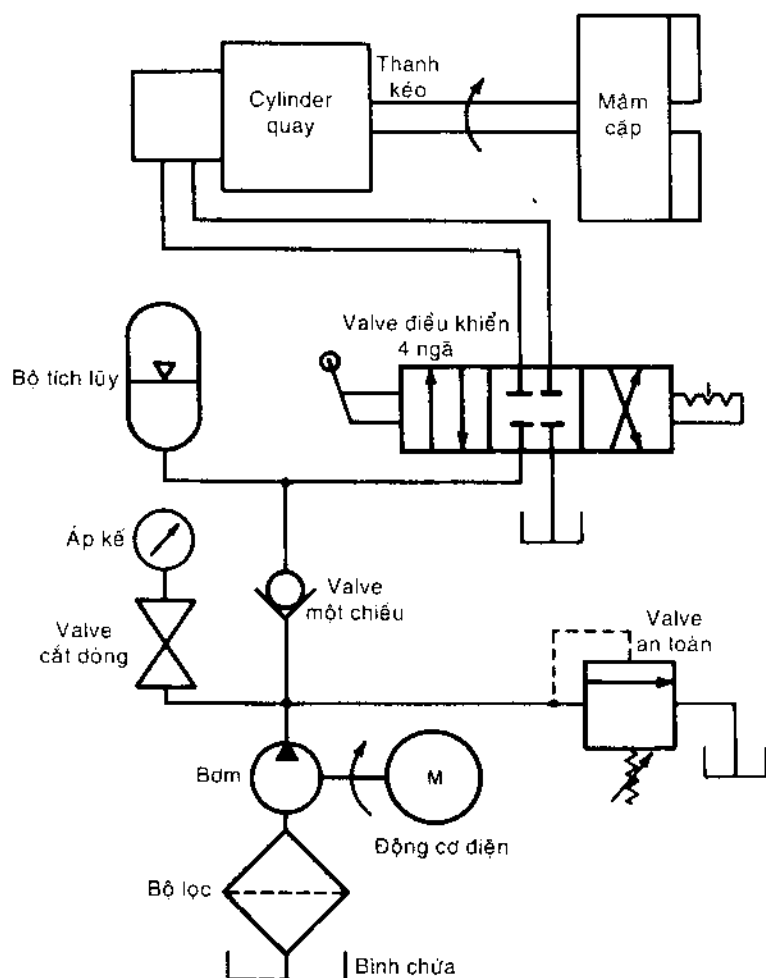
Khi trục quay, sự lắc (không quay) truyền đến đĩa cam lệch tâm. Hành trình piston thay đổi do sự di chuyển về phía trước của bộ điều chỉnh hành trình, gần như thẳng hàng với tâm trục của chuỗi đĩa cam lệch tâm và trục, để giảm lắc. Hành trình của piston có thể thay đổi bằng tay hoặc tự động.

Valve điều khiển hướng từ xa

Mạch điều khiển thủy lực thường bao gồm bộ bơm, các valve điều khiển hướng, valve điều khiển chức năng, và cylinder để tạo ra chu kỳ vận hành hoàn chỉnh. Bộ bơm và valve điều khiển chính có thể được vận hành dẫn hướng hoặc vận hành điều khiển điện từ xa. Hình 8-10 minh họa mạch, với biểu tượng đồ họa ANS, sử dụng cả hai loại valve điều

bằng cam E. Khi trục cam được nhấn, dòng dầu chảy ra bị ngắt, và dầu xả định lượng qua phần điều khiển tốc độ ở tốc độ xác định do xác lập trụ kim. Khi trục lăn rời khỏi cam, cylinder vận hành với tốc độ toàn phần. Khi cần piston của cylinder D đạt đến cuối hành trình, tiếp xúc với công tắc giới hạn B, kích cuộn solenoid Y, nâng ống cuộn valve H đến vị trí ban đầu và hướng dầu đến dẫn hướng B. Ống cuộn valve G nâng lên để hướng dầu đến đầu thanh cylinder D, piston và thanh rớt vào ở tốc độ nhanh. Người vận hành lấy chi tiết ra, đặt chi tiết mới vào, và bắt đầu chu kỳ kế tiếp.

Valve điều khiển dẫn hướng H điều khiển hoạt động của valve G. Trên thiết bị có trạm trung tâm cho người vận hành, nút nhấn có thể được dùng để tiết kiệm chi phí lắp đặt. Các valve bỏ qua chế độ cấp phối được dùng trên máy phay và những máy công cụ lớn khác, ở đó có thể có khoảng trống đáng kể giữa khu vực gia công và khu vực chạy dao nhanh. Trên một số ứng dụng, có thể có vài khu vực gia công.



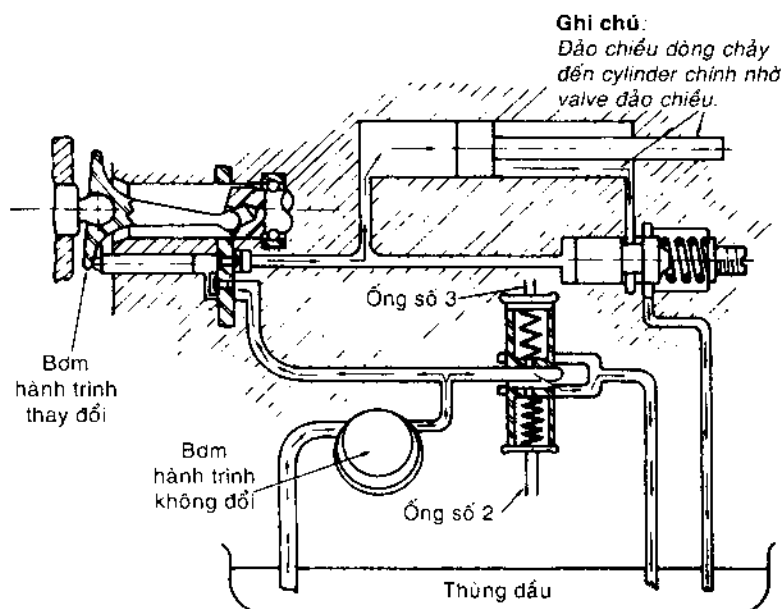
Hình 8-11. Hệ thống thủy lực để kẹp chặt chi tiết gia công.

Bằng cách lắp đặt thêm các bộ điều khiển, khoảng thời gian dừng có thể được xác lập ở các nơi khác nhau trong suốt hành trình của cylinder.

Bộ tích lũy công suất được dùng kết hợp với valve điều khiển hướng ba vị trí, bốn ngã, vận hành bằng tay để tác động cylinder kẹp chặt trên máy công cụ (Hình 8-11).

Vận hành cylinder trên máy công cụ

Hình 8-12 minh họa mạch thủy lực để vận hành cylinder trên máy công cụ. Mạch này được điều khiển bằng cách thay đổi áp suất dầu từ bơm hành trình không đổi.



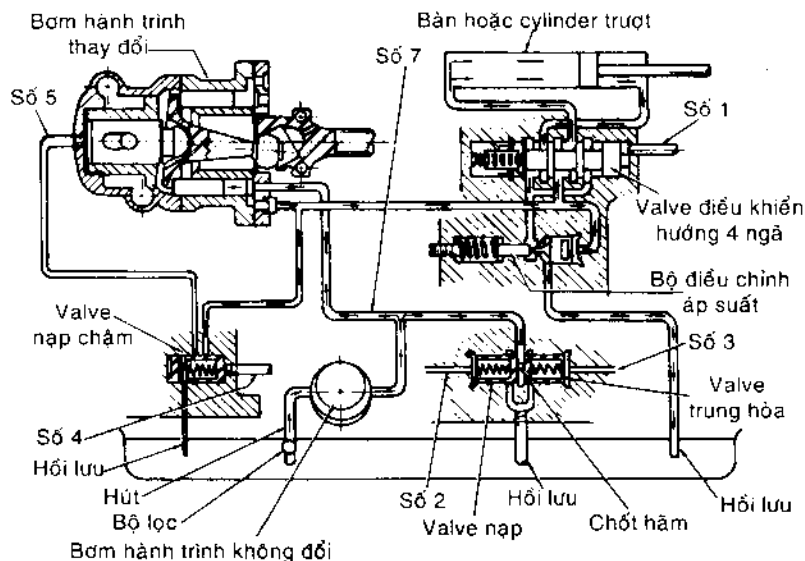
Hình 8-12. Mạch thủy lực được dùng để vận hành cylinder trên máy công cụ.

Các bộ phận chính trong mạch

Các valve và đường ống có thể được thêm vào mạch thủy lực để đạt được những đặc tính mong muốn (Hình 8-13). Trong mạch này, valve điều khiển chính được đặt trong vỏ bơm. Chúng được điều khiển bằng valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng hoặc solenoid.

Hình 8-13, bơm điều khiển cấp phôi (bơm hành trình thay đổi) gồm năm piston, mỗi piston đều có valve một chiều nạp và xả. Khi buồng piston điền đầy dầu, piston đẩy dầu ra ngoài qua valve một chiều xả để cấp vào cylinder chính. Valve nạp đóng tự động. Do đó, toàn bộ dầu thủy lực bị giữ lại được dùng để cấp vào cylinder chính. Hệ thống này có thể cung cấp đến hai tốc độ (điều chỉnh từ 0 đến max). Một số bơm có thể có đến ba tốc độ cấp phôi.

Điều chỉnh cấp phôi với hai tốc độ được thực hiện từ bên ngoài vỏ bơm bằng hai núm (một cho nạp nhanh và núm kia cho nạp chậm).



Hình 8-13. Mạch thủy lực với các bộ điều khiển bổ sung dùng để vận hành cylinder trên máy công cụ.

Bơm hành trình không đổi (Hình 8-13) tạo hành trình nhanh, loại bơm quay tự mỗi gồm rotor bên ngoài, rotor bên trong, và vành hình lưỡi liềm. Bơm này cũng cung cấp dầu để nạp vào bơm hành trình thay đổi.

Valve điều khiển chính ở vỏ bơm được điều khiển bằng valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng hoặc valve điều khiển hướng vận hành bằng solenoid. Những valve phụ này được nối với valve điều khiển chính nhờ đường ống và chúng được kích hoạt nhờ các chốt đặt trên bộ phận chuyển động của máy. Những chốt này đóng/mở valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng, hoặc đóng/mở công tắc giới hạn, để vận hành valve điều khiển hướng vận hành bằng solenoid. Các valve điều khiển chính bao gồm:

- *Valve điều chỉnh áp suất* – Valve này được dùng trên phía trở về của cylinder chính. Áp suất ngược nhẹ được tạo ra, đủ để cung cấp sự nạp đều đặn khi không có tải. Valve này cũng khóa đường dầu thủy lực trở về bồn chứa khi có sự cố gia công cắt hoặc mũi khoan gãy trong lỗ gia công. Valve mở do áp suất làm việc và đóng do lò xo. Lò xo xác định áp suất làm việc tối thiểu (nhưng không tối đa). Vì thế, luôn luôn có áp suất làm việc tối thiểu cố định. Lò xo cũng điều khiển yêu cầu mở valve trong khi gia công cắt để giữ cho piston trong cylinder chính không di chuyển nhanh hơn tốc độ xác định trước của bơm hành trình thay đổi. Bơm không cần áp suất tăng trong khi gia công cắt (như trên máy phay), bởi vì dao phay kéo chi tiết, buộc dầu ra khỏi cylinder chính.

- *Valve điều khiển hướng bốn ngã* - Valve điều khiển hướng bốn ngã lò xo phản hồi được đặt trong mạch giữa cylinder chính và valve điều khiển áp suất. Valve được định vị ở một trong các ống valve nhờ lò xo, do đó tạo sự di chuyển cylinder về phía trước nhờ điều khiển dầu đến cổng xả. Đảo chiều chuyển động xảy ra khi áp suất dầu thủy lực tác dụng vào đầu trụ trượt đối diện với đầu lò xo, hướng dầu đến cổng xả khác.
- *Valve điều khiển trung hòa* - Nếu valve này mở, toàn bộ lượng dầu từ ngõ ra của bơm hành trình không đổi sẽ trở về bồn chứa. Khi mạch ở vị trí “ăn dao” và “chuyển động chạy dao nhanh”, valve điều khiển trung hòa đóng và duy trì trạng thái đóng trong toàn bộ chu kỳ. Một lỗ nhỏ trong bơm valve cho phép dầu trở về bồn chứa qua đường dẫn hướng đến valve vận hành nhờ valve dẫn hướng. Khi valve vận hành nhờ valve dẫn hướng ngăn cản dầu thoát qua lỗ này, valve điều khiển trung hòa đóng.
- *Valve nạp* – Khi mở, valve này sẽ tạo áp suất yêu cầu để nạp vào bơm piston hành trình thay đổi với dầu từ bơm piston hành trình không đổi, và cho phép dầu dư trở về thùng chứa ở áp suất nạp. Khi valve này đóng lại, toàn bộ ngõ ra của bơm hành trình không đổi bị buộc qua valve một chiều trên bơm hành trình thay đổi đến bộ tác động, tạo ra chuyển động nhanh. Một lỗ nhỏ trên trụ trượt valve cho phép dầu trở về bồn chứa qua đường dẫn hướng đến valve dẫn hướng. Valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng ngăn cản dầu thoát ra khỏi lỗ nhỏ này để đóng valve nạp.
- *Valve nạp chậm* - Với loại valve này, có thể đạt được hai tốc độ nạp định trước. Khi valve mở, sẽ có chế độ nạp nhanh. Khi valve đóng lại sẽ chuyển sang chế độ nạp chậm. Có thể đạt được chế độ nạp trung gian trong khi valve mở cho tốc độ nạp thứ ba.
- *Valve giảm áp* – Khi một bộ phận máy bị tác động tựa vào cữ chặn hành trình hoặc trong khi quá tải, valve này làm việc như valve an toàn. Xác lập áp suất định trước được dùng cho valve này.

Đường ống (Hình 8-13) được dùng cho nhiều mục đích. Đường ống từ valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng đến bồn chứa, không được đánh số trên hình minh họa, đưa lượng dầu dư trở về bồn chứa.

Một đường ống (Số 1, Hình 8-13) nối với mỗi đầu valve điều khiển hướng bốn ngã lò xo phản hồi để điều khiển vị trí ống cuộn valve. Sự tác động của valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng hoặc solenoid cho phép áp suất đến một trong các đường ống, đồng thời mở đường ống khác đến bồn chứa. Điều này làm cho ống cuộn valve bốn ngã đi đến vị trí mong muốn.

Ở vài valve điều khiển hướng bốn ngã, ống cuộn được giữ ở vị trí bằng lò xo đối với hành trình về phía trước, chỉ cần đường ống số 1. Áp suất dầu trong đường ống số 1 vượt qua lực cản lò xo và nâng ống cuộn valve

đến vị trí “trở về nhanh”. Khi đường ống số 1 mở thông với bồn chứa, lò xo trả ống cuộn valve về vị trí cũ.

Đầu lò xo của buồng valve nạp nối với valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng bằng đường ống số 2. Khi valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng đóng đường ống này, trụ trượt trong valve nạp tụt vào vị trí. Điều này được thực thi bằng cách ngăn chặn dầu đi qua đường ống số 2 và trở về bồn chứa. Khi đường ống số 2 mở, valve nạp mở, và hoạt động nạp xảy ra. Hoạt động di chuyển nhanh xảy ra khi đường ống số 2 đóng và valve nạp đóng.

Đầu lò xo buồng valve điều khiển trung hòa nối với valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng qua đường ống số 3. Khi valve điều khiển đóng đường ống này, trụ trượt trong valve trung hòa vào vị trí. Điều này được thực hiện nhờ ngăn đường thoát dầu đến valve điều khiển và trở về bồn chứa. Khi đường ống số 3 đóng lại, valve trung hòa đóng và hoạt động nạp hoặc di chuyển nhanh cũng xảy ra. Khi đường ống số 3 mở, valve trung hòa mở và mạch trung hòa.

Đường ống số 4 nối valve nạp chậm đến valve nạp, và đường ống số 5 nối buồng valve điều khiển nạp chậm với vỏ điều chỉnh nạp.

Đường ống số 6 chỉ được sử dụng kết hợp với valve điều khiển hướng vận hành bằng solenoid để khởi động nút nhấn điều khiển từ xa và để trả về khẩn cấp. Áp suất nạp từ bơm hành trình không đổi được dẫn qua đường ống số 7 đến valve điều khiển hướng điều khiển từ xa, phân phối áp suất để thực hiện các chức năng khác nhau.

SỰ VẬN HÀNH CỦA MẠCH THỦY LỰC

Trong mạch thủy lực (Hình 8-13), sự đóng/mở valve trung hòa và valve nạp điều khiển cả bơm hành trình không đổi và bơm hành trình thay đổi. Bơm hành trình không đổi (tự mỗi) bơm dầu thủy lực đến buồng được mở thông đến phía valve của cả valve trung hòa và valve nạp.

Trong hoạt động nhanh, toàn bộ dầu từ bơm hành trình không đổi, phải đi qua các buồng piston trong bơm hành trình thay đổi và hướng tới cylinder chính. Điều này được thực hiện nhờ tác động vào valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng đóng đường ống số 2 và số 3, do đó đóng cả valve trung hòa và valve nạp. Chiều dịch chuyển nhanh được xác định bởi vị trí của ống cuộn valve điều khiển hướng bốn ngã. Trên một số loại máy, valve điều khiển hướng bốn ngã được chế tạo sao cho đường ống số 2 bị khóa tự động, để khử việc nạp ngược khi ống cuộn valve ở vị trí trả về nhanh đảo ngược.

Hoạt động nạp (nhanh hoặc chậm) đạt được nhờ mở valve nạp. Điều này sẽ xác lập áp suất đủ để giữ piston trong bơm hành trình thay đổi tụt vào đĩa lệch tâm, do đó nạp bơm piston, không tự mỗi. Dầu dư trở về bồn qua valve nạp. Ở vị trí “nạp nhanh”, các đường ống số 2 và số 4 mở thông với bồn chứa, và đường ống số 3 đóng. Ở vị trí “nạp chậm”, đường ống số 2 mở thông với bồn chứa, đường ống số 3 đóng và đường ống số 4 mở thông áp suất nạp. Áp suất nạp nâng trụ trượt valve “nạp chậm” để

đưa áp suất trong đường ống số 5 đến cam lệch tâm - trụ trượt trong bơm hành trình thay đổi, ép trụ trượt về phía trước để tạo tốc độ nạp chậm bằng cách giảm hành trình piston.

Tốc độ nạp trung gian có thể đạt được bằng vô điều chỉnh nạp đặc biệt chứa trụ trượt cam lệch tâm phụ, vít điều chỉnh nạp, và cam điều chỉnh nạp được dùng với valve điều khiển hướng vận hành nhờ solenoid. Valve điều khiển hướng bổ sung được nối với cổng áp suất cao trong vô bơm và với cổng trong vô điều chỉnh nạp. Khi valve điều khiển hướng vận hành nhờ solenoid được kích hoạt, áp suất từ cổng áp suất cao trong bơm được đưa vào vô điều chỉnh nạp và tác động lên trụ trượt cam lệch tâm phụ. Ngắt dòng điện valve điều khiển hướng vận hành nhờ solenoid sẽ khóa cổng áp suất cao và mở cổng vô điều chỉnh nạp đến bốn chứa. Sau đó cơ cấu điều chỉnh nạp được tự do chuyển sang tốc độ nạp khác.

TÓM TẮT

Mạch thủy lực (gồm cụm bơm thủy lực và các bộ điều khiển cần thiết) có thể được dùng để vận hành và điều khiển máy công cụ trong công nghiệp. Động cơ điện, cùng với bánh đai và dây đai, trong nhiều trường hợp đã được thay thế bằng cụm truyền động công suất thủy lực.

Trong bơm thủy lực, cơ năng được biến đổi thành năng lượng áp suất chất lỏng. Trong động cơ thủy lực, năng lượng áp suất chất lỏng được chuyển thành năng lượng cơ học.

Động cơ thủy lực có thể được phân loại thành động cơ có hành trình không đổi và động cơ có hành trình thay đổi. Để thay đổi tốc độ ở động cơ có hành trình không đổi, phải thay đổi thể tích dầu chảy qua động cơ. Sự thay đổi tốc độ trong động cơ có hành trình thay đổi được thực hiện nhờ thay đổi dung tích làm việc của động cơ, bổ sung cho sự điều khiển nguồn cung cấp dầu thủy lực từ bơm. Có thể đạt được khoảng tốc độ rộng từ loại động cơ có hành trình thay đổi. Động cơ thủy lực quay được phân loại theo kiểu bánh răng, cánh gạt, và động cơ piston. Những động cơ này có kết cấu tương tự bơm thủy lực.

Mạch thủy lực được dùng để điều khiển máy công cụ, bộ bơm và valve điều khiển hướng, là cần thiết để thực hiện chu kỳ vận hành hoàn chỉnh.

Chu kỳ này có thể được điều khiển bằng cách đặt các chốt trên thanh trượt máy để phát động valve điều khiển hướng. Valve điều khiển chính có thể được phát động nhờ valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng hoặc valve điều khiển hướng vận hành bằng solenoid.

Tốc độ nạp bổ sung có thể đạt được bằng cách lắp thêm các valve điều khiển cần thiết để thực hiện các chức năng máy khác nhau.

CÂU HỎI ÔN TẬP

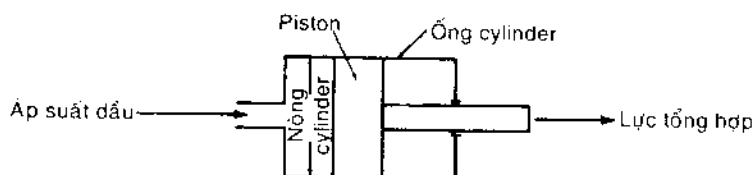
1. Giải thích nguyên lý vận hành cơ bản của động cơ thủy lực trong mạch thủy lực.
2. Cụm vận hành cơ bản trong mạch thủy lực điển hình để vận hành cylinder trên máy công cụ là gì?

3. Giải thích sự khác biệt cơ bản giữa động cơ có hành trình không đổi và động cơ có hành trình thay đổi.
4. Liệt kê các loại động cơ thủy lực.
5. Hãy nêu năm ứng dụng của động cơ thủy lực.
6. Hãy nêu vài ưu điểm của động cơ thủy lực so với động cơ điện.
7. Vẽ phác một mạch minh họa động cơ có hành trình không đổi được sử dụng kết hợp với cylinder thủy lực.
8. Điều gì làm cho động cơ thủy lực bị tổn thất công suất?
9. Công dụng của cam lệch tâm?
10. Vẽ ký hiệu của valve điều khiển bốn ngã.
11. Vẽ ký hiệu của áp kế.
12. Vẽ ký hiệu của bộ tích lũy.

Chương 9 - CYLINDER THỦY LỰC

Cylinder thủy lực là bộ phận của hệ thống thủy lực nhận lưu chất (có áp suất) từ đường ống cung cấp. Dầu thủy lực trong cylinder tác động vào piston để thực hiện công theo hướng tuyến tính. Công thực hiện là tích số giữa áp suất lưu chất và diện tích nòng cylinder (Hình 9-1). Khối lượng lưu chất phân phối vào cylinder xác định tốc độ thực hiện công. Loại cylinder thủy lực chủ yếu là:

- Không quay.
- Quay.



Hình 9-1. Sơ đồ cylinder thủy lực.

CYLINDER KHÔNG QUAY

Những ứng dụng của cylinder không quay phổ biến hơn (Hình 9-2) cylinder quay. Có ba loại cylinder không quay (Hình 9-3):

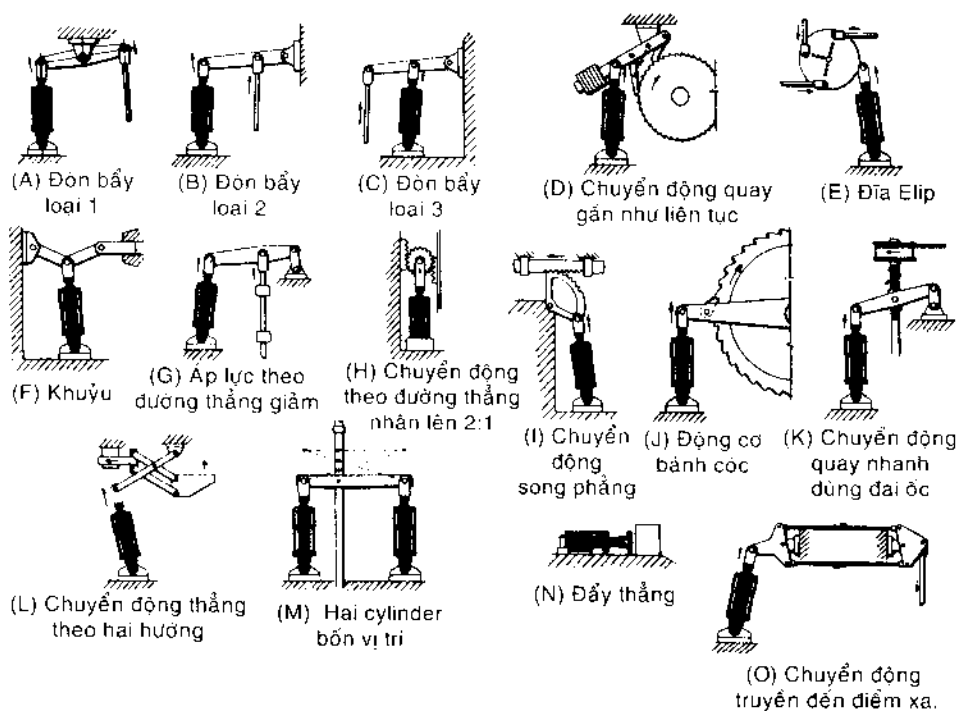
- Tác động kép.
- Tác động đơn.
- Trụ trượt hoặc piston.

Trong cylinder không quay tác động kép, áp suất lưu chất có thể tác động vào cả hai phía của piston. Vì thế, công có thể được thực hiện theo cả hai hướng (Hình 9-3a). Với loại cylinder không quay tác động đơn, áp suất lưu chất chỉ tác động vào một phía của piston. Piston trở về vị trí ban đầu nhờ tác động của lò xo phản hồi trong cylinder tác động đơn (Hình 9-3b) sau khi áp suất được giải phóng khỏi piston. Trụ trượt hoặc piston trong cylinder không quay là loại cylinder tác động đơn, không có piston (Hình 9-3c). Trọng lực hoặc cơ cấu có thể được dùng để trả piston hoặc trụ trượt về, nếu không sử dụng lò xo phản hồi trong cylinder tác động đơn.

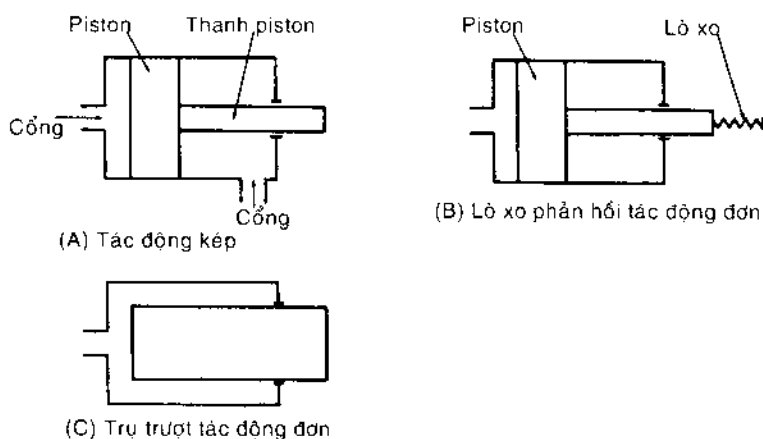
Tên các chi tiết

Cylinder thủy lực tác động kép chịu tải lớn có kết cấu cứng vững và đệm giảm chấn trên mỗi phía piston. Hình 9-4 minh họa mặt cắt của cylinder có áp suất thủy lực đến 2000 psi. Chú ý, các mặt bích thép được hàn vào ống cylinder. Những mặt bích này dùng để giữ nắp cylinder được lắp

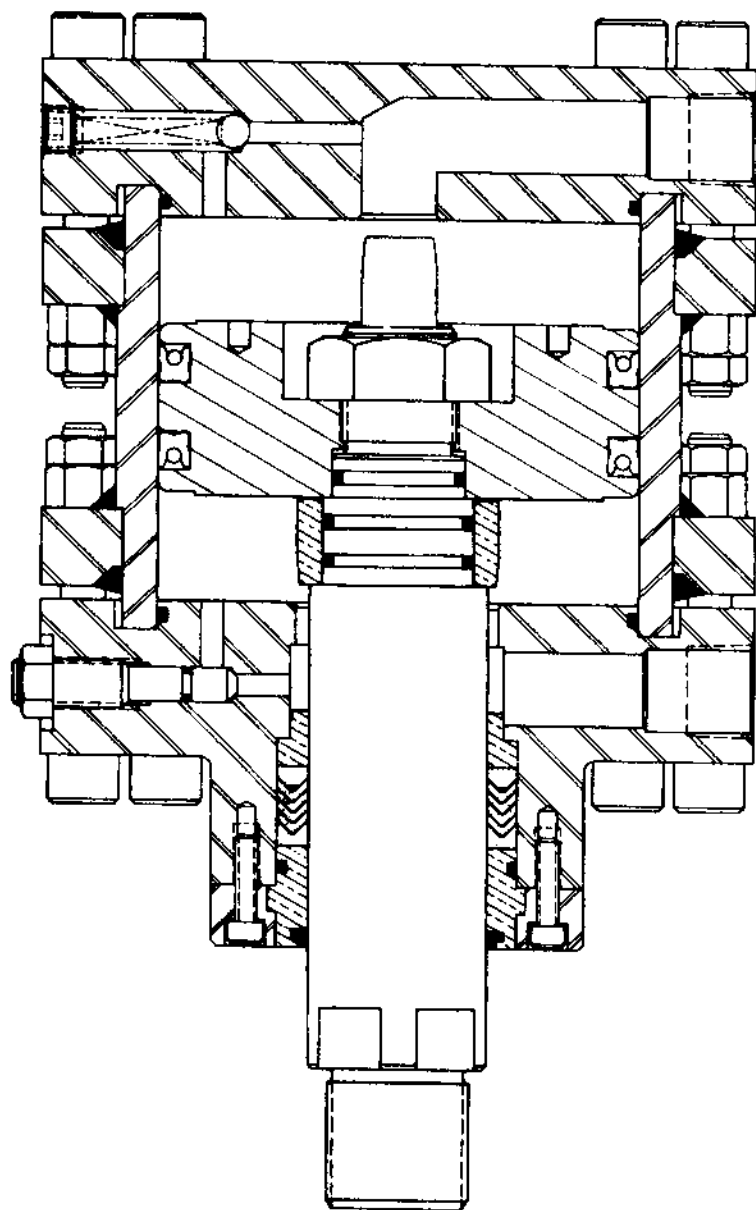
bằng các bulông để dễ dàng bảo dưỡng mà không tháo rời toàn bộ cylinder. Để hiểu cơ chế vận hành của cylinder, cần tìm hiểu tên các chi tiết và chức năng của chúng (Hình 9-5).



Hình 9-2. Các ứng dụng của cylinder thủy lực loại không quay.



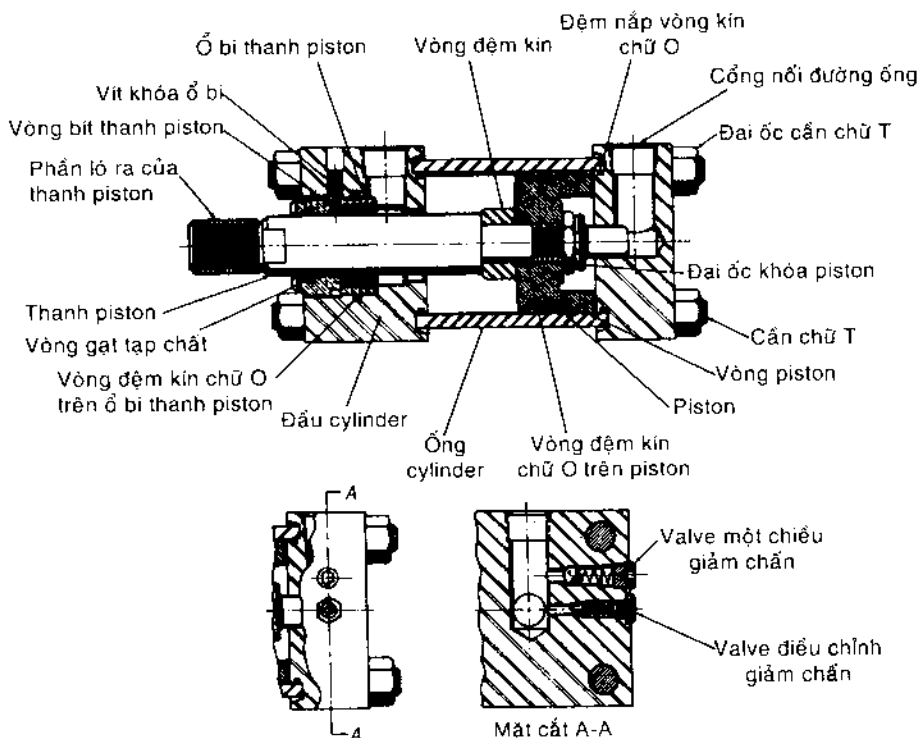
Hình 9-3. Sơ đồ của cylinder không quay; (A) Tác động kép; (B) Lò xo phản hồi tác động đơn; (C) Trượt trượt tác động đơn.



Hình 9-4. Cylinder thủy lực chịu tải lớn.

Thanh piston

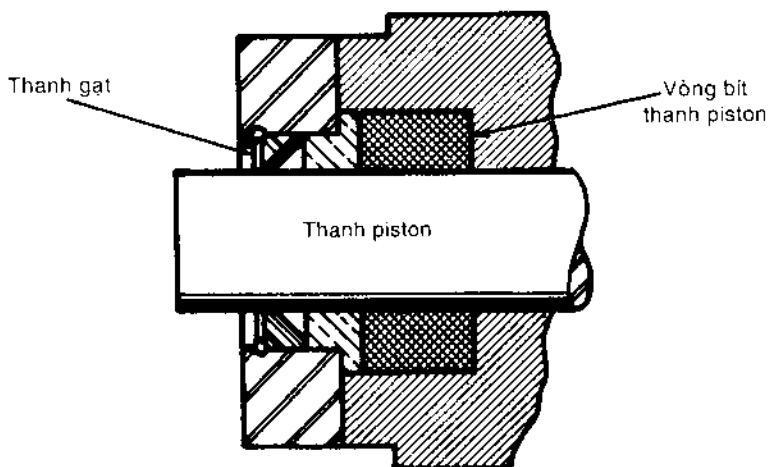
Một đầu của thanh piston được nối với piston và đầu kia được nối với thiết bị làm việc tùy theo yêu cầu công việc. Thanh piston thường được chế tạo từ thép tốt và mài đến độ bóng rất cao. Chúng có thể được tôi cứng và mạ crôm để chống mài mòn. Vật liệu thép không gỉ thường được dùng để chống ăn mòn.



Hình 9-5. Các chi tiết của cylinder thủy lực chịu tải nặng.

Vòng gặt

Vòng gạt dầu được dùng để gạt bỏ tạp chất trên thanh piston khi chúng được kéo ngược vào trong vòng bít. Vòng gạt thường được làm bằng vật liệu tổng hợp rất bền. Thanh gạt bằng kim loại (Hình 9-6) đôi khi được sử dụng để gạt bỏ các cặn cứng.



Hình 9-6. Thanh gạt bằng kim loại dùng để gạt các căn cứng trên thanh piston.

Nắp cylinder

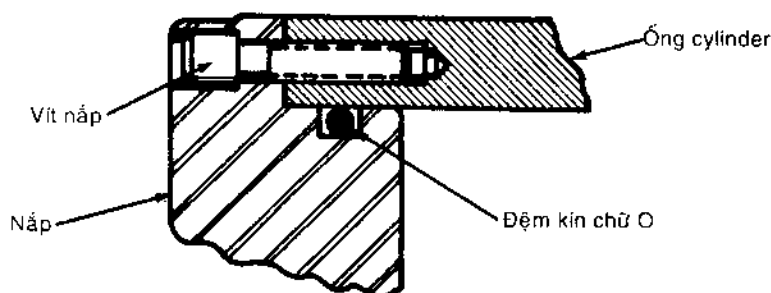
Mỗi cylinder có hai nắp: phía trước (đầu thanh piston) và nắp kín (đầu bít). Nắp kín đôi khi là chi tiết ống hoặc thân cylinder. Những nắp này được dùng cho nhiều mục đích:

- Làm kín đầu ống cylinder.
- Làm bộ lắp ráp.
- Làm vỏ chứa vòng đệm kín, ổ bi thanh piston, và miếng đệm thanh piston (nắp phía trước).
- Làm cổng nạp chất lỏng.
- Hấp thu lực va đập của piston.
- Tạo không gian để bố trí giảm chấn.

Nắp cylinder có thể được chế tạo bằng gang, thép, đồng, hoặc nhôm và kích thước của chúng được chuẩn hóa.

Ống cylinder

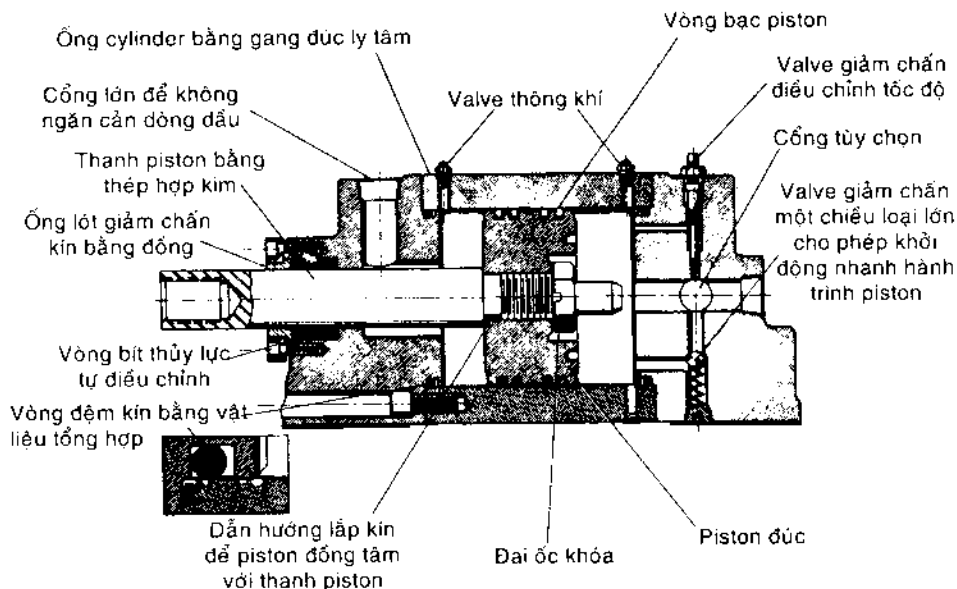
Ống cylinder có thể được chế tạo bằng thép cán nguội, đồng, hoặc ống nhôm, với dung sai rất nhỏ và được mài tinh với độ bóng rất cao. Tác dụng làm kín tùy thuộc phần lớn vào độ bóng bề mặt của ống cylinder. Nắp thường được siết chặt vào ống cylinder bằng các vít nắp (Hình 9-7).



Hình 9-7. Vít nắp được dùng để siết chặt nắp vào ống cylinder.

Cụm piston

Chức năng của cụm piston trong cylinder thủy lực tương tự chức năng của piston trong xe ô tô. Piston phải lắp kín khít với vách cylinder tạo thành mặt tựa phù hợp và loại trừ khả năng giãn nở vòng đệm kín tổng hợp. Vì chức năng của piston như mặt tựa, nó phải được kết cấu bằng những vật liệu không làm trầy xước vách ống cylinder. Gang với độ bền kéo cao là vật liệu tương đối thích hợp. Hình 9-8 minh họa loại piston thông dụng trong hệ thống thủy lực. Piston dùng vòng bạc loại ô tô có thể được chế tạo từ gang hoặc đồng. Piston được thiết kế với một miếng gạt ở mỗi đầu, để những hạt bụi nhỏ lọt vào hệ thống không làm hư hại miếng giảm chấn ở đầu và các vòng bạc piston. Miếng giảm chấn khía chữ V, vòng bít hình chén, và vòng đệm kín chữ O là những loại làm kín thông dụng.



Hình 9-8. Piston có vòng bạc loại xe ô tô dùng trong cylinder thủy lực.

Đai ốc chặn piston

Đai ốc chặn giữ chặt piston với thanh piston. Điều này loại bỏ nhu cầu sử dụng vít cấy, chốt và các chi tiết khóa khác; do các chi tiết này khi làm việc thường bị lỏng dần và rơi vào cylinder, gây hư hỏng nghiêm trọng.

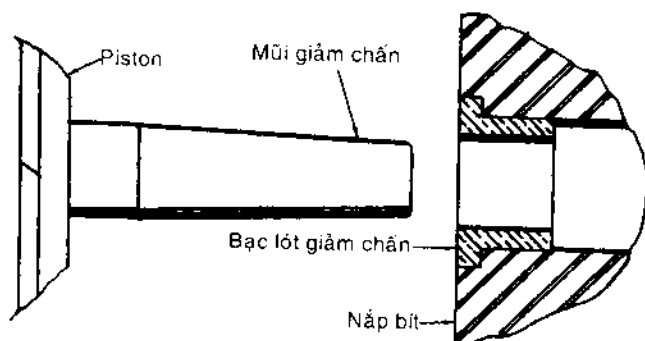
Thanh liên kết chữ T

Cylinder được giữ liên kết bằng các thanh chữ T. Chúng phải đủ cứng để hấp thu tải và đập xảy ra khi piston tiếp xúc với nắp cylinder.

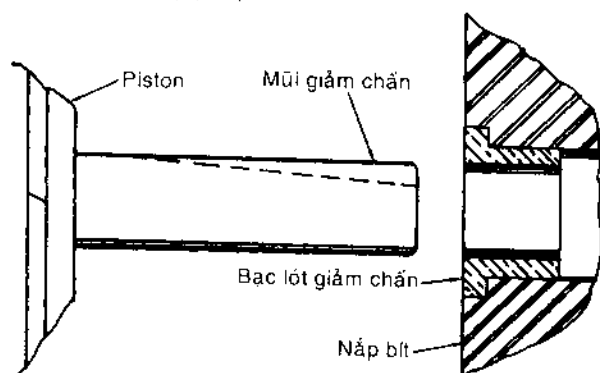
Vai giảm chấn và miệng ống

Chức năng của vai giảm chấn và miệng ống là giảm va đập khi piston tiến đến nắp cylinder. Nó không chỉ làm giảm va đập giữa piston và nắp, mà còn loại trừ khả năng dừng lại đột ngột của chi tiết được nối với đầu thanh piston. Thiết bị giảm chấn trên phía cylinder có thanh đẩy piston được gọi là vai giảm chấn, và thiết bị ở phía kín được gọi là mũi giảm chấn. Trong nhiều ứng dụng, các bộ giảm chấn có chiều dài chuẩn (thiết bị giảm chấn có chiều dài hiệu dụng khoảng 1 inch) thường không đủ dài. Trong các trường hợp đó, cần lắp các bộ giảm chấn dài hơn. Chiều dài bổ sung vào bộ giảm chấn trên phía kín của cylinder thường không có bất cứ vấn đề gì, vì nắp phía đầu kín của cylinder thường được khoan suốt và tiện ren. Phía cylinder chứa cần đẩy piston có nhiều vấn đề khó hơn, vì cần sử dụng một số loại vòng đệm kín bên trong ống cylinder để giữ chiều dài phần giảm chấn thêm vào. Điều này rút ngắn hành trình của cylinder, hoặc nếu cần có hành trình tương tự, chiều dài tổng thể của cylinder trở nên lớn hơn.

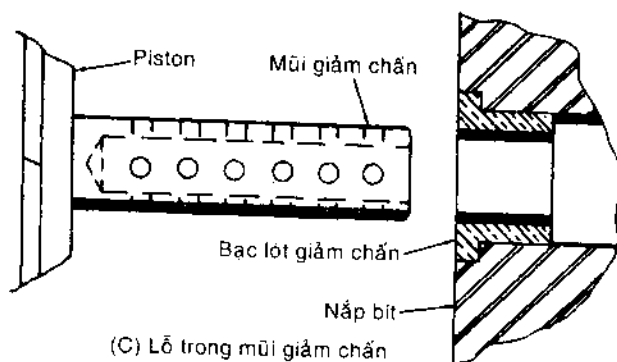
Chiều dài giảm chấn dài, thường được yêu cầu trên các cylinder di chuyển khối lượng lớn trên các bánh xe, bạc đạn hoặc những chi tiết di chuyển tự do khác ở tốc độ cao. Hình 9-9 minh họa vài thiết kế giảm chấn cải tiến rất hữu ích. Cái giảm chấn dài khoảng 6 đến 8 inch. Hình 9-9a minh họa đoạn côn trên mũi giảm chấn, khi lắp vào bạc lót giảm chấn, sẽ làm kín dần dần và giữ lưu chất lại. Lưu chất này sẽ chảy qua lỗ tiết lưu định trước. Ở Hình 9-9b, mũi giảm chấn (đường kính chỉ nhỏ hơn đường kính bạc lót giảm chấn vài chục phần ngàn inch) đi vào bạc lót,



(A) Loại côn



(B) Rãnh chữ V



(C) Lỗ trong mũi giảm chấn

Hình 9-9. Các loại mũi giảm chấn khác nhau.

nhưng rãnh V trong mũi cho phép chất lỏng thoát ra, cho đến khi rãnh dần dần bị bít kín. Sau đó chất lỏng thoát ra lỗ tiết lưu định trước. Trên Hình 9-9c, lỗ bị bít kín khi mũi giảm chấn đi sâu vào bạc lót cho đến khi tất cả các lỗ đều đóng kín. Sau đó, lưu chất thoát qua ống tiết lưu định trước. Ưu điểm của loại giảm chấn này là tốc độ giảm dần dần, thay vì giảm đột ngột.

Valve điều chỉnh giảm chấn

Valve này làm việc với mũi và vai giảm chấn, và là một phần của toàn bộ cụm giảm chấn. Khi dầu thủy lực bị giữ lại (xảy ra sau khi giảm chấn gần bạc lót) chảy ra, nó phải đi qua kim valve điều chỉnh giảm chấn, xác định kích thước ống tiết lưu xả. Dầu bị giữ lại không thể chảy qua valve bị, bởi vì nó bị khóa theo hướng đó. Vài kiểu thiết kế được chế tạo với ống tiết lưu cố định. Ưu điểm chính của lỗ tiết lưu điều chỉnh được là có thể thay đổi theo tải và áp suất vận hành khác nhau.

Ổ bi thanh piston

Ổ bi thanh piston không chỉ làm vỏ vòng bít thanh piston, mà còn hoạt động như một ổ bi và dẫn hướng thanh piston. Ổ bi thanh piston được làm bằng gang hoặc đồng thiếc chất lượng tốt.

Vòng bít thanh piston

Vòng bít làm kín thanh piston để ngăn không cho dầu rỉ ra xung quanh thanh piston. Những kiểu thiết kế vòng bít thanh piston khác nhau gồm kiểu chữ V, vòng đệm kín chữ O... Vòng bít được làm bằng nhiều loại vật liệu khác nhau (cao su tổng hợp, da, teflon và nylon), tùy theo ứng dụng.

Miếng đệm nắp

Những miếng đệm này làm việc như một vòng đệm kín giữa nắp cylinder và ống cylinder. Khi vòng đệm kín chữ O được lắp (Hình 9-5), sự làm kín gần như hoàn hảo và rất bền. Vòng đệm kín chặt hơn khi áp suất tăng.

Lực phát sinh trong cylinder không quay

Nhiều lực rất lớn có thể phát sinh trong cylinder không quay (Bảng 9-1). Cần biết rõ các yêu cầu của chúng trước khi lắp đặt những cylinder này. Bảng 9-1 dựa theo những công thức sau:

$$F = PA$$

và

$$F = P(A - A_1)$$

Trong đó:

F lực phát sinh (lực lý thuyết, không kể ma sát).

P áp suất cung cấp (psi).

A diện tích nòng cylinder (inch vuông).

A₁ diện tích mặt cắt ngang của thanh piston (inch vuông)

Để xác định lực phát sinh khi áp suất chất lỏng tác dụng vào đầu kín cylinder (đầu đối diện với thanh piston), công thức $F = PA$ được sử dụng, và công thức $F = P(A - A_1)$ được dùng để xác định lực tạo ra khi áp suất chất lỏng tác dụng vào phía có thanh piston. Khi cùng một lực tác dụng vào phía có lưu chất hoặc phía có thanh piston, lực lớn hơn luôn luôn tác dụng vào phía kín, vì phía này có diện tích lớn hơn.

Bảng 9-1. Bảng dữ liệu lực “đẩy và kéo” của cylinder thủy lực.

Ø. kính lòng cylinder	Ø. kính thanh piston	Téc động lực	Diện tích làm việc (in ²)	Áp suất vận hành (psi)									
				250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3333
1½	1	Đẩy	1.767	442	884	1326	1767	2209	2650	3092	3534	4418	5301
		Kéo	1.460	365	730	1095	1460	1825	2190	2550	2920	3650	4380
		Kéo	0.982	246	491	737	982	1218	1473	1719	1964	2455	2946
2	1½	Đẩy	3.141	785	1571	2356	3141	3926	4712	5497	6282	7853	9423
		Kéo	2.356	589	1178	1767	2356	2945	3534	4123	4712	5890	7068
		Kéo	1.656	414	828	1242	1656	2070	2484	2898	3312	4140	4968
2½	1¾	Đẩy	4.908	1227	2454	3681	4908	6135	7362	8579	9816	12270	14724
		Kéo	4.123	1031	2062	3093	4123	5154	6185	7215	8246	10308	12369
		Kéo	2.503	626	1252	1877	2503	3129	3755	4380	5006	6258	7509
3¼	2	Đẩy	8.295	2074	4148	6221	8295	10369	12443	14516	16590	20738	24885
		Kéo	6.810	1703	3405	5108	6810	8513	10215	11918	13620	17025	20430
		Kéo	5.154	1289	2577	3866	5154	6443	7731	9020	10308	12885	15462
4	2½	Đẩy	12.566	3142	6283	9425	12566	15708	18849	21991	25132	31415	37698
		Kéo	10.161	2540	5081	7621	10161	12701	15242	17782	20322	25403	30483
		Kéo	7.658	1915	3829	5744	7658	9573	11487	13402	15316	19145	22974
5	3½	Đẩy	19.356	4909	9818	14726	19635	24544	29453	34361	39270	49088	58905
		Kéo	16.494	4124	8247	12371	16494	20618	24741	28865	32988	41235	49482
		Kéo	10.014	2504	5007	7511	10014	12518	15021	17525	20028	25035	30042
6	4	Đẩy	28.274	7069	14137	21206	28274	35343	42411	49480	56548	70685	84822
		Kéo	23.366	5842	11683	17525	23366	29208	35049	40891	46732	58415	70098
		Kéo	14.088	3522	7044	10566	14088	17610	21132	24654	28176	35220	42264
7	5	Đẩy	38.485	9621	19243	28864	38485	48106	57728	67349	76970	96213	115455
		Kéo	31.416	7854	15708	23562	31416	39270	47124	54978	62832	78540	94248
		Kéo	18.850	4713	9425	14138	18850	23563	28275	33688	37700	47125	56550
8	5¾	Đẩy	50.265	12566	25133	37689	50265	62831	75398	87964	100530	125663	150795
		Kéo	40.644	10161	20322	30483	40644	50805	60966	71127	81288	101610	121932
		Kéo	24.298	6074	12149	18224	24298	30373	36447	42522	48596	60745	72894
10	5¾	Đẩy	78.540	19635	39270	58905	78540	98175	117810	137445	157080	196350	235620
		Kéo	62.636	15659	31318	46977	62636	78295	93954	109613	125272	156590	187908
		Kéo	52.573	13143	26287	39430	52573	65716	78860	92003	105146	131433	157719
12	7	Đẩy	113.10	28275	56550	84825	113100	141375	169650	197925	226200	282750	339300
		Kéo	89.34	22335	44670	67005	89340	111675	134010	156345	178680	223350	268020
		Kéo	74.61	19653	37305	55958	74610	93263	111915	130568	149220	196525	223830
14	10	Đẩy	153.94	38485	76970	115455	153940	192425	230910	269395	307880	384850	461820
		Kéo	115.45	28863	57725	86593	115450	144313	173175	202038	230900	288625	346350
		Kéo	75.40	18850	37700	56550	75400	94250	113100	131950	150800	188500	226200

Bảng này liệt kê những giá trị lý thuyết do áp suất làm việc tạo ra, không xét tổn thất ma sát.

Cylinder không quay có thể được thiết kế đặc biệt để hoạt động ở áp suất cao đến 10000 psi. Tuy nhiên, các ứng dụng này tương đối ít. Cylinder thủy lực không quay tiêu chuẩn được thiết kế cho các khoảng áp suất khác nhau và chúng được dùng cho các ứng dụng trong phạm vi đó. Các khoảng vận hành này được quy định rõ (pound/inch vuông áp suất

vận hành cho dầu thủy lực), chẳng hạn 0-150, 0-750, 0-1500, 0-2000, 0-3000 và 0-5000.

Lắp đặt

Do lắp đặt là yếu tố quan trọng đối với hiệu suất của cylinder, cần nghiên cứu các kiểu lắp đặt khác nhau để có kết quả tốt nhất.

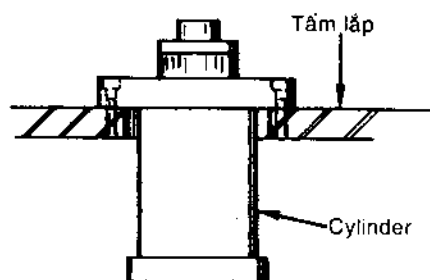
Kết cấu ống có ren

Ống có ren trong, và phần dẫn hướng của nắp được tiện ren. Hai chi tiết này kết hợp với nhau thành cụm cylinder. Các loại vòng đệm kín khác nhau được lắp giữa nắp và ống cylinder.

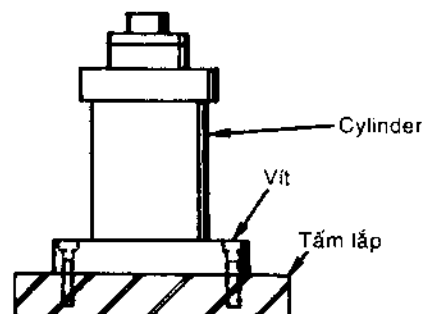
Các thiết kế giảm chấn khác nhau đáng kể. Mục đích chính của giảm chấn là loại bỏ hoặc giảm va đập ở cuối hành trình piston. Giảm chấn cũng có thể điều chỉnh hoặc không điều chỉnh, nhưng loại giảm chấn có thể điều chỉnh phổ biến hơn. Giảm chấn được thiết kế với mỗi lắp kín giữa mũi giảm chấn kim loại và ống tiết lưu giảm chấn kim loại. Chú ý, phần đầu mũi giảm chấn được làm hơi côn. Trên vài thiết kế giảm chấn, mũi giảm chấn đi vào vòng đệm kín tổng hợp để tạo khóa dương trong ống tiết lưu giảm chấn.

Lắp mặt bích

Cylinder thủy lực lắp mặt bích phía trước thích hợp với các ứng dụng kéo. Nắp phía trước tựa vào tấm lắp ráp làm giảm áp lực trên các vít lắp ráp. Lắp mặt bích đảo ngược (Hình 9-10) thích hợp cho các ứng dụng kiểu nén ép, do giảm ứng suất trên các vít lắp ráp. Lắp mặt bích đầu kín (Hình 9-11) thường được áp dụng ở nơi cần lắp cylinder trên bộ máy. Đây là loại lắp đặt duy nhất có thể được dùng trên vài máy.



Hình 9-10. Lắp mặt bích đảo ngược của cylinder thủy lực cho những ứng dụng ép.

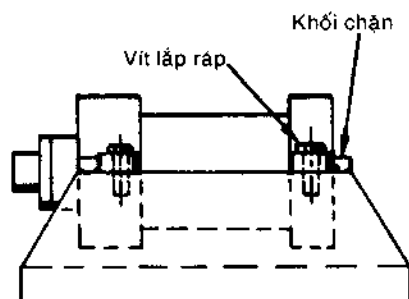


Hình 9-11. Lắp mặt bích đầu kín thường dùng ở nơi cần lắp cylinder trên bộ máy.

Lắp theo đường tâm

Ưu điểm chính của cylinder lắp theo đường tâm (Hình 9-12) là chân lắp hoặc giá đỡ trên đường thẳng với đường tâm của lực đẩy. Nếu bulông lắp ghép bị khóa, toàn bộ lực đẩy trên bulông lắp được loại bỏ.

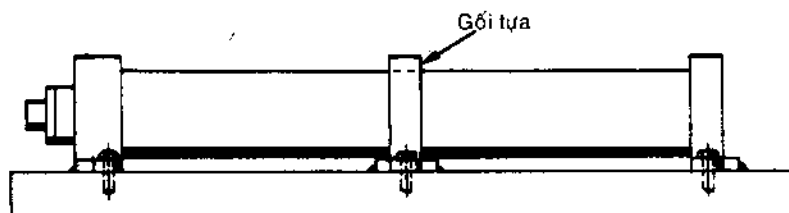
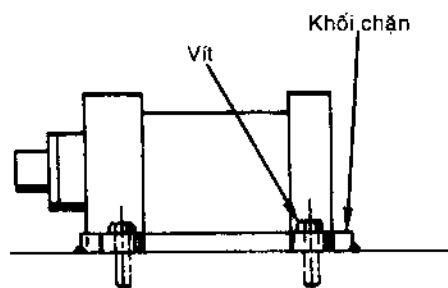
Hình 9-12. Cylinder thủy lực có giá đỡ ở đường tâm.



Lắp chân đế

Phương pháp lắp chân đế (Hình 9-13) thường được dùng để lắp cylinder không quay. Moment có thể phát sinh do giá đỡ lắp trên mặt phẳng khác với đường tâm lực đẩy. Vì thế, giá đỡ lắp cần được khóa để giảm lực đẩy trên bulông lắp. Nên tạo chống đỡ thêm cho thanh piston trên loại cylinder này, đặc biệt trên cylinder có hành trình dài. Nên cung cấp loại dẫn hướng cho đầu thanh piston để giảm mòn ổ bi thanh piston hoặc hư hỏng piston và vách cylinder. Nên thêm gối tựa ở giữa (Hình 9-14) với cylinder dài để giảm độ võng ống cylinder. Gối tựa này nên lắp thẳng hàng chính xác với mỗi lắp phía trước và phía sau máy.

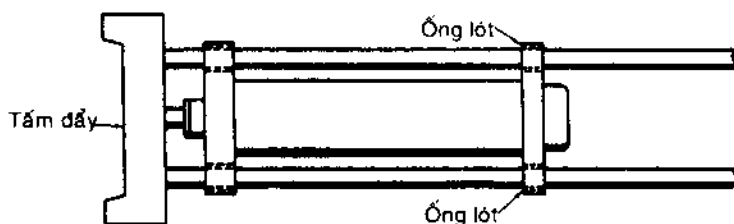
Hình 9-13. Một kiểu lắp chân đế phổ biến.



Hình 9-14. Nên thêm gối tựa ở giữa cho cylinder hành trình dài lắp trên chân đế.

Tải lệch tâm

Vấn đề tải luôn luôn xảy ra trong cylinder không quay. Nếu có thể, nên đặt tải đồng tâm trên cylinder. Nếu không thể thực hiện điều này, nên dự liệu cho tải lệch tâm. Việc sử dụng thanh dẫn hướng nặng và ổ bi (Hình 9-15) là một giải pháp bù tải lệch tâm.



Hình 9-15. Phương pháp bù tải lệch tâm.

Nguyên nhân hỏng hóc

Nhiều nguyên nhân gây hỏng hóc cho cylinder không quay. Sau đây là các nguyên nhân chính:

- **Bụi bẩn** — Bụi bẩn gây ra nhiều hư hỏng hơn so với các nguyên nhân khác. Bụi có thể kẹt giữa piston và ống cylinder, cạo xước ống, làm hư hỏng vòng đệm kín piston dẫn đến rò rỉ. Piston có thể bị kẹt cứng vào ống nếu vết xước đủ sâu. Bụi trên thanh piston có thể làm trầy xước thanh này khi rút vào trong nắp và rò rỉ sẽ xảy ra.
- **Nhiệt** — Nóng quá mức có thể làm hỏng vòng bít, làm vòng bít và miếng đệm rò rỉ. Nhiệt độ ở cylinder không nên quá 140°F . Nên dùng tấm chắn chịu nhiệt, nếu cylinder chịu nhiệt bên ngoài quá nóng. Vòng bít chịu nhiệt hiện nay có thể chịu được nhiệt độ đến 500°F .
- **Áp dụng sai** — Yếu tố này (hơn là lỗi thiết kế) gây ra khả năng hỏng cylinder cao. Ví dụ, cylinder có nắp bằng gang đúc không nên dùng cho những tải lệch tâm và va đập cao. Cylinder có thể bị hỏng sau vài ngày chịu tải nặng, nhưng cylinder tương tự có thể làm việc với tải trung bình trong nhiều năm.
- **Không thẳng hàng, chịu sức ép biên và chống đỡ tải lệch tâm không đúng cách** — Khi một bên piston quá mòn, rò rỉ trong vòng bít thanh piston và mòn một phía ổ bi là những yếu tố cho thấy sự hỏng hóc của cylinder. Thanh piston bị uốn, miếng giảm chấn vòng bít bị bể, vết xước trên ống cylinder, nắp cylinder hoặc piston bị bể có thể gây hư hỏng nghiêm trọng.
- **Lắp ráp sai** — Nếu lắp ráp không chắc chắn (hoặc không đủ cứng vững để chịu tải do cylinder tạo ra), cylinder có thể bị vỡ và hư hỏng mỗi lần lắp hoặc những thiết bị nối kết.

Sửa chữa và bảo dưỡng

Các gợi ý về tháo, sửa chữa, và lắp ráp cylinder không quay bao gồm:

- Xả hết dầu khỏi cylinder và tháo rời ở nơi sạch sẽ. Không tháo khi cylinder đang có áp suất.
- Tháo và làm sạch từng chi tiết. Bôi dầu bảo quản và đặt các chi tiết bằng kim loại được dùng lại ở nơi an toàn, nếu cylinder chưa được lắp lại.

- Kiểm tra thanh piston xem có thẳng không. Nếu thanh bị cong, có thể nắn thẳng bằng cách ép trên khối V. Kiểm tra xem thanh piston có trầy xước, sứt mẻ hay có đường rạch không. Nếu vết trầy không quá sâu, có thể dùng vải nhám mịn để chà sạch. Tuy nhiên, nếu cần mài lại, có thể mạ crôm để khôi phục đường kính ban đầu của nó.
- Nắp và ống lót giảm chấn, nên kiểm tra độ mòn và bề mặt tinh, thay thế khi chúng không còn ở tình trạng tốt nhất.
- Nên sửa chữa hoặc thay thế ống cylinder bị hỏng. Vết trầy sâu rất khó sửa chữa và có thể cần mạ crôm ống cylinder.
- Nên thay thế tất cả các vòng đệm kín và miếng đệm trong khi tháo lắp cylinder. Nếu dùng vòng piston bằng kim loại, nên kiểm tra những đặc tính kỹ thuật của nhà sản xuất. Nếu dùng vòng đệm kín bằng da hoặc vật liệu tổng hợp trên piston, cần cẩn thận khi đặt piston vào ống để không làm hư bề mặt vòng đệm kín. Khi lắp vòng bít, bôi dầu mỡ để lắp ráp nhẹ hơn.
- Nếu piston có vòng được thay thế, mài piston đồng tâm với thanh piston sau khi lắp ráp. Mài piston vừa khít với ống.
- Cylinder với vỏ lắp chân đế nên lắp trên một mặt phẳng. Đệm lót lắp ráp của cả hai nên tiếp xúc hoàn toàn với mặt phẳng. Nếu không, tác động uốn có thể xảy ra sau khi lắp hoặc chân lắp có thể bị gãy.
- Siết chặt và đều các bulông nắp. Nếu sử dụng vòng O hoặc miếng đệm để làm kín ống và vỏ, lực căng trên vít giảm đến mức tối thiểu.

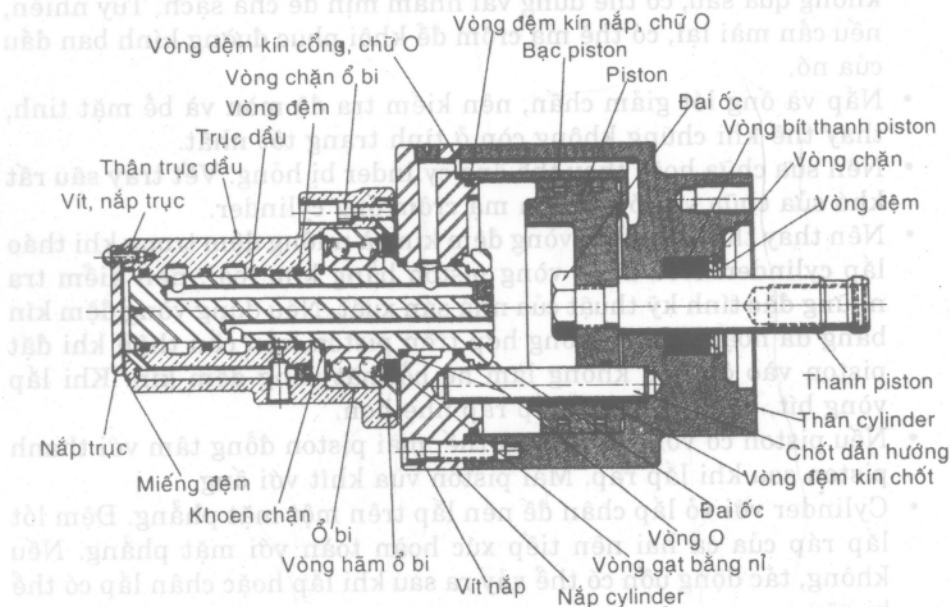
Sau khi lắp ráp cylinder hoàn tất, nên kiểm tra với áp suất vận hành thấp về khả năng di chuyển của piston, bảo đảm chúng không bị cào xước hoặc bị nhảy. Sau đó nên tăng áp suất đến giá trị vận hành toàn phần và kiểm tra rò rỉ cylinder, cả bên trong lẫn bên ngoài.

Để kiểm tra rò rỉ bên trong, tác dụng áp suất chất lỏng vào cổng ở đầu kín của cylinder để đẩy piston đến đầu cylinder chứa thanh piston; kiểm tra lượng lưu chất đến từ đầu chứa thanh piston và cổng nắp. Cố gắng đưa áp suất lưu chất vào cổng ở đầu chứa thanh piston để di chuyển piston đến nắp đầu kín, và kiểm tra rò rỉ ở vị trí này. Nếu rò rỉ được kiểm tra ở vị trí khác, dùng thiết bị bên ngoài để khóa các cổng ở vị trí này và kiểm tra như đã mô tả trên đây. Khi xảy ra rò rỉ quá mức, cần tháo cylinder và hiệu chỉnh lại. Nếu bạc piston bằng kim loại được dùng trong cylinder thủy lực, mức rò rỉ thay đổi theo áp suất vận hành, lòng cylinder, nhiệt độ và độ nhớt của dầu. Nếu piston được làm kín bằng vòng đệm kín da hoặc tổng hợp, rò rỉ phải gần như không xảy ra.

Cylinder nên được lắp chắc chắn khi gắn lại vào máy hoặc chân đế. Luôn luôn nhớ rằng những cylinder này có thể tạo lực đáng kể. Nòng cylinder có đường kính từ 1 inch đến 30 inch. Khoảng hành trình có thể dưới 1 inch đến hơn 30 feet.

CYLINDER QUAY

Việc nghiên cứu chức năng của các chi tiết là rất cần thiết để hiểu cơ chế vận hành của cylinder quay. Hình 9-16 minh họa cylinder thủy lực quay.



Hình 9-16. Các chi tiết của cylinder thủy lực quay.

Các chi tiết

Các chi tiết quan trọng của cylinder quay bao gồm:

Thân

Thân cylinder thường bằng gang hoặc nhôm và kín với áp suất cao. Thân có các đường dẫn để hướng dòng lưu chất đến phía trước piston. Ngoài ra, thân còn là vỏ để chứa thanh piston. Một số lỗ ren ở phía đầu mở để lắp các bulông nắp. Đầu kín của thân được thiết kế theo các tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia hoặc quốc tế.

Nếu cylinder được thiết kế có hành trình dài hơn hành trình tiêu chuẩn, thân thường gồm hai phần: ống cylinder và nắp đầu thanh piston. Thiết kế này giúp giảm rỗ xốp, thường là vấn đề của cylinder quay hành trình dài với thân liền.

Nắp cylinder

Nắp được bắt chặt vào thân bằng các vít nắp và làm kín cylinder. Nắp cylinder mang cụm trục dầu và có thể neo chặt một đầu với chốt dẫn hướng. Nắp mang đường dẫn lưu chất nối với đường lưu chất trong thân cylinder.

Thanh piston

Thanh piston được làm bằng thép hợp kim mài nhẵn và đánh bóng, nối piston với bộ phận bị dẫn. Đầu piston thường có ren trong nhưng vài ứng dụng có thể dùng ren ngoài.

Cụm piston

Bạc piston loại của xe ô tô được dùng trong cụm piston của cylinder thủy lực được minh họa trên Hình 9-16. Những thiết kế khác dùng loại vòng đệm kín khác, chẳng hạn, vòng đệm kín chữ V. Piston có thể làm bằng gang hoặc nhôm. Piston có ba chức năng chính:

- Tạo diện tích để chuyển áp suất chất lỏng thành lực tác dụng, do đó tăng lực tác dụng vào tải.
- Tạo vòng đệm kín để chống rò rỉ hoặc thoát lưu chất ra phía xả.
- Hoạt động dẫn hướng.

Chốt dẫn động

Những chốt này ngăn không cho piston quay với thân cylinder. Chốt dẫn động là cần thiết do các bộ thắng được lắp trên nhiều máy với trục chính quay. Không có chốt dẫn động, sự ngừng đột ngột của trục có thể làm piston quay trong thân cylinder, làm thanh piston lỏng hoặc rời khỏi những chi tiết liên kết. Điều này thường gây sự cố đáng kể và mất thời gian để sửa chữa.

Miếng đệm thanh piston

Do công thường được thực hiện trong thì nén và áp suất chất lỏng tác dụng lên miếng đệm thanh piston trong toàn bộ thời gian đó, miếng đệm thanh piston cực kỳ quan trọng trong cylinder quay. Hiệu suất bị giảm phần lớn do rò rỉ qua miếng đệm. Ở cylinder quay, rất khó thay miếng đệm. Vì thế, miếng đệm phải có độ bền cao. Cao su tổng hợp, da tấm, teflon và nhiều vật liệu khác được dùng để làm kín. Nhiều thiết kế được dùng để bít kín.

Miếng đệm nắp

Miếng đệm này làm kín thân và nắp cylinder, có các lỗ để lắp vít nắp và dẫn chất lỏng giữa thân và nắp. Mặc dù miếng đệm nắp có thể được làm bằng tấm vật liệu đệm kín mỏng, nhưng phải đủ bền để ngăn chất lỏng rò rỉ.

Thân trục dầu

Đây là chi tiết quan trọng trong hoạt động của cylinder quay. Thân trục phải đủ vững để đỡ phần còn lại của cụm trục dầu và chịu lực bên ngoài do trọng lượng của các ống mềm và khớp nối ống. Trục dầu được chế tạo từ thép hợp kim nhiệt luyện và mài tinh đến độ bóng bề mặt cao. Cụm trục dầu còn được gọi là bộ phân phối dầu.

Thân bộ phân phối

Thân bộ phân phối có chức năng như vỏ để làm kín trục, bôi trơn, cung cấp các cổng vào và để giữ ổ bi. Thân có thể được làm từ những vật liệu như gang, nhôm đúc, hoặc đồng đúc, có khả năng giải nhiệt trên miếng đệm và trục, và thân phải đủ bền để chịu sức căng của ống và khớp nối. Các thân bộ phân phối có nước làm nguội, chứa các đường dẫn lớn, phải bảo đảm làm nguội tốt, nếu sử dụng các trục rỗng dẫn dầu.

Đệm kín trục

Đệm kín trục phải có ma sát càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, đệm này phải tạo vòng kín hiệu quả khi trục quay với tốc độ đến 5000 vòng/phút và cao hơn. Chì, than chì, amiăng, và những vật liệu khác được dùng để chịu nhiệt. Hình dạng các đệm kín thay đổi theo yêu cầu sử dụng.

Ổ trục

Ổ trục được dùng để đỡ giữa thân trục và trục. Tùy theo thiết kế trục, có thể sử dụng những loại ổ khác nhau, như ổ bi, bạc lót, và bạc chặn. Những ổ trục này phải có khả năng chịu nhiệt đáng kể, và bôi trơn ổ trục là cực kỳ quan trọng.

Những chi tiết khác

Một số chi tiết nhỏ nhưng rất quan trọng trong vận hành cylinder quay. Vài chi tiết này là: vòng hãm, miếng đệm, miếng đệm kín O, và vít. Lắp ráp không đúng những chi tiết nhỏ này hoặc thay thế sai vòng đệm kín, miếng đệm hư hỏng hoặc mòn... có thể làm cho cylinder hoạt động sai chức năng hoặc không vận hành hoàn hảo, hậu quả là tăng chi phí bảo dưỡng và sửa chữa.

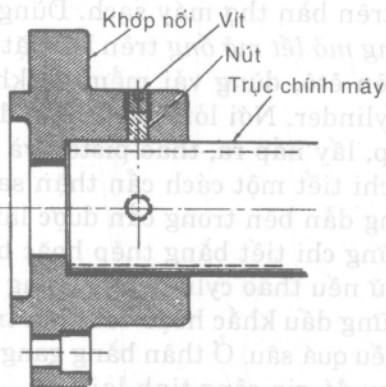
Lắp đặt

Nên nghiên cứu các giá trị áp suất được nêu trong Bảng 9-1 trước khi lắp đặt cylinder quay, nếu bạn muốn có lực lớn do các cylinder này cung cấp. Cylinder quay khí nén có áp suất hoạt động không quá 90 pound, cylinder quay thủy lực có thể hoạt động ở áp suất cao đến 1000 psi.

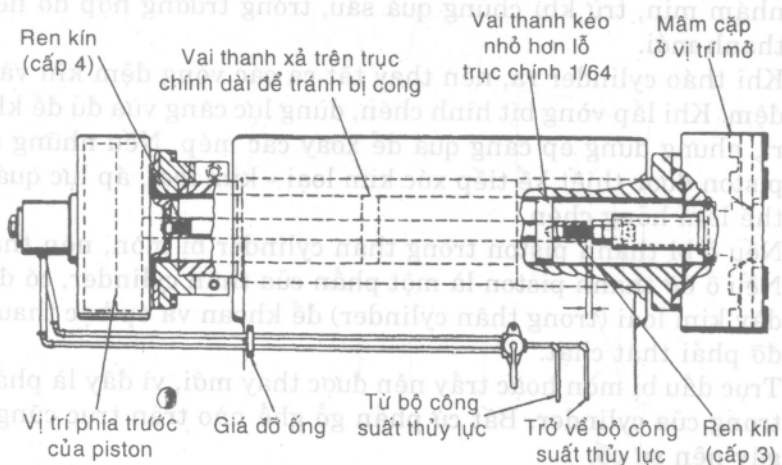
Vì cylinder quay có thể chịu tốc độ vòng quay cao, lắp đặt là yếu tố cực kỳ quan trọng. Như đã đề cập, cylinder quay được kết cấu với bộ phận lắp đặt là một phần của thân cylinder. Với cylinder đường kính nhỏ, lắp ráp thường bằng ren. Nhiều lỗ ren cho mục đích lắp đặt được dùng trên cylinder lớn.

Cylinder quay không được lắp trực tiếp trên trục chính của máy. Chúng được lắp qua một khớp nối đã được lắp trước vào trục máy. Cần sử dụng khớp nối vì các nhà sản xuất máy thiết kế trục chính với đầu khác nhau. Nếu nhà sản xuất chế tạo ra mười hai (hoặc hơn) kích thước đầu trục chính khác nhau (tùy theo kích thước máy), mỗi đầu trục chính sẽ có kích thước khác nhau. Khớp nối thường được chế tạo bằng vật liệu như thân cylinder quay. Vì thế, khớp nối bằng nhôm dùng cho cylinder nhôm.

Trước khi lắp đặt cylinder, điều quan trọng là lắp khớp nối đúng cách. Phần đáy khớp nối nên tựa vào đầu trục chính và được khóa chắc chắn. Việc khóa được thực hiện bằng cách siết chặt vít khóa trên khớp nối loại tách rời. Trên khớp nối loại có ren, nút đồng được ép vào bên trong tựa vào ren trên trục chính và khóa định vị bằng vít cấy. Hai nút định vị theo góc 90° (Hình 9-17). Sau khi khớp nối được khóa chắc chắn, nên kiểm tra phần dẫn hướng trên đầu cylinder bằng đồng hồ so. Nếu độ lệch đến 0.002 inch, khớp nối cần được điều chỉnh. Vì mọi cylinder quay đều cần thanh kéo để nối cơ khí, thanh kéo được vặn ren vào đầu thanh piston của cylinder (Hình 9-18). Cylinder được lắp trên khớp nối, sử dụng các vít lắp ráp. Bề mặt ghép nối trên cylinder phải sạch và không có gờ sắc, vì chúng có thể làm hỏng hóc. Hơn nữa vít lắp nên đủ dài theo lỗ lắp ráp trên cylinder. Nếu không, cylinder sẽ không được lắp chặt trên khớp nối. Sau khi lắp cylinder, nên dùng đồng hồ so kiểm tra đường kính ngoài của cylinder. Nếu độ lệch hơn 0.003 inch, mỗi lần lắp cylinder phải được điều chỉnh.



Hình 9-17. Khớp nối cho cylinder quay.



Hình 9-18. Lắp đặt thiết bị măm cặp trên máy.

Hỏng hóc

Sau đây là những nguyên nhân chính gây hỏng hóc trong cylinder quay:

- *Thiếu dầu bôi trơn* – Bôi trơn ổ bi không phù hợp làm cho cylinder quay thủy lực bị sự cố. Việc tăng ma sát do thiếu dầu làm piston và đệm thanh piston hư hỏng trong cylinder khí.
- *Bụi* – Bụi bên trong cylinder làm đệm kín và ổ bi bị mòn, trầy xước thanh piston, trục và thân cylinder, và làm tắc nghẽn đường dầu trong cylinder.
- *Sử dụng sai* – Nếu cylinder quay được dùng với tốc độ cao quá tốc độ thiết kế, vòng đệm kín và ổ bi sẽ nhanh chóng bị sự cố.
- *Lắp đặt không đạt* – Nếu cylinder được lắp đặt không chắc chắn hoặc không đồng tâm với trục chính, lực rung động ở đầu sau cylinder có thể sớm gây rò rỉ đệm kín trục và làm hỏng ổ bi.

Sửa chữa và bảo dưỡng

Sau đây là vài gợi ý quan trọng có thể áp dụng khi tháo cylinder quay:

- Tháo cylinder trên bàn thợ máy sạch. Dùng các bộ dụng cụ thích hợp. *Không dùng mỏ lết mở ống* trên bề mặt đã gia công tinh. Nếu đặt cylinder trên êtô, dùng vải mềm và không dùng lực ép quá mạnh để kẹp cylinder. Nới lỏng chốt hãm đệm thanh piston. Sau đó, tháo vít nắp, lấy nắp ra, tháo piston và thanh piston ra.
- Lau chùi từng chi tiết một cách cẩn thận sau khi tháo ra. Những chi tiết có đường dẫn bên trong cần được làm sạch bằng khí nén. Sơn bảo vệ những chi tiết bằng thép hoặc bằng sắt và những chi tiết được cất giữ nếu tháo cylinder ra trong thời gian dài.
- Nện loại bỏ những dấu khắc hoặc vết khía trên cylinder hoặc trên thân cylinder nếu quá sâu. Ở thân bằng gang, có thể hàn đồng thau các vết khía, sau đó gia công tinh lại.
- Nếu thanh piston bị cào xước, có thể loại bỏ vết xước bằng giấy nhám mịn, trừ khi chúng quá sâu, trong trường hợp đó nên thay thanh mới.
- Khi tháo cylinder ra, nên thay tất cả các vòng đệm kín và miếng đệm. Khi lắp vòng bít hình chén, dùng lực căng vừa đủ để không rò rỉ, nhưng đừng ép căng quá để xoay các mép. Nếu những chi tiết piston được thiết kế tiếp xúc kim loại - kim loại, áp lực quá lớn có thể làm hỏng chén.
- Nếu ổ bi thanh piston trong thân cylinder bị mòn, nên thay mới. Nếu ổ đỡ thanh piston là một phần của thân cylinder, có đủ chiều dày kim loại (trong thân cylinder) để khoan và ép bạc thau vào. Ổ đỡ phải thật chặt.
- Trục dầu bị mòn hoặc trầy nên được thay mới, vì đây là phần quan trọng của cylinder. Bất cứ phần gồ ghề nào trên trục cũng có thể gây nên sự cố.
- Khi lắp lại, cần siết chặt tất cả các vít. Siết chặt vít nắp một cách

đồng đều. Cần thận để tránh cắt các vòng bit và miếng đệm khi chúng được thay thế.

- Sau khi lắp lại cylinder và trước khi tác dụng áp suất, bôi trơn và quay thân bộ phân phối để bảo đảm chi tiết này quay tự do, không bị kẹt.
- Tác dụng áp suất vào một cổng của thân bộ phân phối và kiểm tra chuyển động của piston. Đặt một ngón tay trên cổng ống để kiểm tra rò rỉ. Sau đó nâng khớp nối áp suất đến cổng thứ hai, để piston di chuyển đến cuối hành trình, và đặt ngón tay trên cổng đầu tiên để kiểm tra rò rỉ. Rò rỉ vòng bit nhẹ do hơi thổi nhẹ của trục thường có thể được điều chỉnh sau khi cylinder chạy vào, bằng cách kéo vòng bit trục lên phía trên. Nếu xảy ra rò rỉ quá mức, nên tháo cylinder ra.

TÓM TẮT

Cylinder thủy lực là một bộ phận của hệ thống thủy lực thu nhận lưu chất (có áp suất) từ đường ống cung cấp. Dầu trong cylinder tác động vào piston để thực hiện công theo hướng tuyến tính. Công thực hiện được là tích số giữa áp suất lưu chất và diện tích nòng cylinder. Hai loại cylinder thủy lực chính là *không quay* và *quay*.

Ba loại cylinder không quay gồm: tác động kép, tác động đơn, và trụ trượt hoặc piston. Ở cylinder tác động kép, áp suất lưu chất có thể tác động vào cả hai phía của piston. Vì thế, công có thể được thực hiện theo cả hai chiều. Với loại cylinder tác động đơn, áp suất lưu chất chỉ tác động vào một phía của piston. Piston trở về vị trí ban đầu nhờ tác động của lò xo trong cylinder tác động đơn. Trụ trượt hoặc piston trong cylinder không quay cũng là loại cylinder tác động đơn.

Những lực rất lớn có thể phát sinh trong cylinder không quay. Để xác định lực phát sinh khi áp suất chất lỏng tác dụng vào phía đầu kín của cylinder (đầu đối diện với thanh piston), sử dụng công thức $F = PA$. Công thức $F = P(A - A_1)$ được dùng để xác định lực phát sinh khi áp suất chất lỏng tác dụng vào đầu cylinder chứa thanh piston.

Các cylinder thủy lực không quay tiêu chuẩn được thiết kế với các khoảng áp suất khác nhau và chúng được dùng cho những ứng dụng trong phạm vi đó. Các khoảng áp suất vận hành này được nêu rõ (pound/inch vuông, áp suất vận hành dầu thủy lực), chẳng hạn 0-150, 0-750, 0-1500, 0-2000, 0-3000 và 0-5000.

Lắp đặt là yếu tố rất quan trọng đối với hiệu suất của cylinder không quay. Các kiểu lắp khác nhau trên những cylinder này là lắp mặt bích, lắp theo đường trục, và lắp chân đế.

Lắp đặt cylinder quay là cực kỳ quan trọng, vì các cylinder này thường quay ở tốc độ cao. Những cylinder này không được lắp vào trục chính của máy. Chúng được lắp qua khớp nối đã được lắp trước vào trục máy. Vì thế, lắp đặt khớp nối và cylinder chính xác là rất quan trọng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Sự khác nhau chính của cylinder thủy lực tác động đơn và cylinder thủy lực tác động kép là gì?
2. Ứng dụng của cylinder không quay là gì?
3. Mục đích của vai và mũi giảm chấn là gì?
4. Liệt kê những nguyên nhân dẫn đến cylinder không quay bị sự cố.
5. Kể tên ít nhất năm loại vòng đệm kín được dùng trên piston.
6. Liệt kê bốn nguyên nhân dẫn đến cylinder quay bị sự cố.
7. Kể tên bốn loại vòng đệm kín thanh piston.
8. Cylinder không quay có thể dùng với cylinder quay như thế nào?
9. Kể tên hai loại vòng đệm kín nắp cylinder.
10. Vật liệu gì thường được dùng trong nắp cylinder?
11. Vẽ sơ đồ cylinder thủy lực và liệt kê tên các chi tiết.
12. Mục đích của valve điều chỉnh giảm chấn là gì?
13. Vẽ ký hiệu cylinder thủy lực có kết cấu ống có ren.
14. Phương pháp thường dùng để lắp cylinder không quay là gì?
15. Trình bày cách giảm rò rỉ đến giá trị tối thiểu trong cylinder thủy lực.
16. Nhận biết sáu chi tiết quan trọng của cylinder thủy lực quay?
17. Nguyên nhân chính gây hỏng hóc cho cylinder quay là gì?
18. Bụi bẩn có thể gây hỏng hóc cho cylinder quay như thế nào?
19. Ba kiểu lắp cylinder khác nhau là gì?
20. Cylinder thủy lực không quay được thiết kế thế nào với các khoảng áp suất?
21. Ứng dụng của cylinder quay là gì?

Chương 10 - VALVE ĐIỀU KHIỂN

Valve điều khiển được dùng trong hệ thống thủy lực có thể được chia thành ba loại như sau:

- Điều khiển áp suất.
- Điều khiển lưu lượng.
- Điều khiển hướng.

Điều khiển áp suất để điều chỉnh cường độ áp suất trong các phần khác nhau của hệ thống. Điều khiển lưu lượng để điều chỉnh tốc độ lưu chất được phép lưu động. Điều này sẽ điều khiển tốc độ piston trong cylinder, chuyển động của ống cuộn valve, tốc độ quay trục động cơ thủy lực, và tốc độ phát động của các thiết bị khác. Điều khiển hướng được dùng để điều khiển lưu chất đến những đường dẫn khác nhau trong hệ thống. Hiện có nhiều loại valve điều khiển hướng - từ loại valve khóa đơn giản (tương tự valve nước trong nhà) đến các loại valve điều khiển sáu và tám ngã được dùng để điều khiển máy móc tự động.

Kích cỡ các lỗ bên ngoài sẽ xác định kích thước valve điều khiển (hoặc lượng chất lỏng có thể đi qua lỗ với áp suất ngược tối thiểu). Ví dụ, valve điều khiển có lỗ bên ngoài hoặc cổng ống có ren lắp ống $\frac{1}{2}$ inch có thể cho cùng lượng chất lỏng qua ống $\frac{1}{2}$ inch. Thông thường, dòng lưu chất thủy lực không vượt quá 15 feet/giây. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, vận tốc dầu có thể gấp hai lần vận tốc này. Vận tốc lưu chất thủy lực quá cao sẽ phát sinh nhiệt trong hệ thống, góp phần gây ra các vấn đề điều khiển do việc sụt áp không mong muốn.

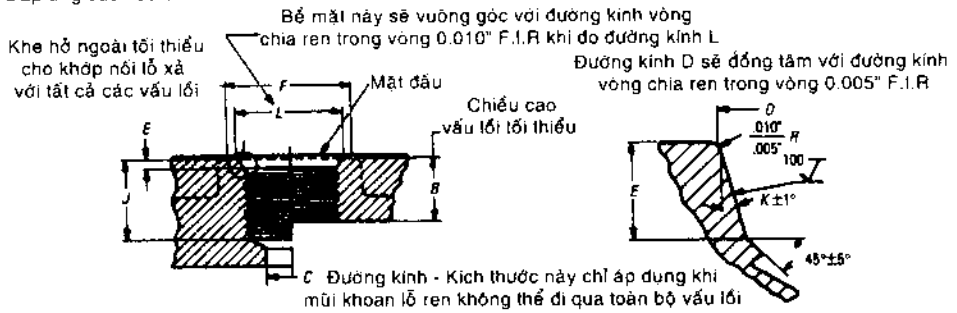
Các bộ gá lắp kiểu tám hoặc kiểu bộ góp thường được dùng cho valve điều khiển, cho phép thay valve điều khiển mà không ảnh hưởng đến đường ống.

Khớp nối loại mặt bích được dùng trên nhiều loại valve điều khiển lớn. Những khớp nối này thường được dùng cho những cổng lớn hơn 2 inch trong hệ thống thủy lực với những ứng dụng di động hoặc trong quân đội (Hình 10-1).

Vật liệu chế tạo valve điều khiển tùy thuộc phần lớn vào môi chất thủy lực, áp suất vận hành, và nhiệt độ xung quanh. Thân valve thủy lực được chế tạo từ gang độ bền cao, thép đúc hoặc thép tấm, và thép hợp kim được dùng cho những chi tiết bên trong.

Nhiều chi tiết bên trong được nhiệt luyện một cách đặc biệt. Đồng thiếc hoặc hợp kim gang được dùng cho thân valve nước áp suất cao, và thép nhiệt luyện hoặc thép không gỉ được dùng cho những chi tiết bên trong. Hãy cẩn thận khi chọn valve cho hệ thống nước áp suất cao, vì nước vận tốc cao sẽ ăn mòn vài loại vật liệu. Hậu quả của sự ăn mòn này

Đáp ứng các tiêu chuẩn MS 16142



Đường kính hoàn tất "A" và "D" phải không có các vết dụng cụ xoắn ốc và theo chiều dọc. Vết dụng cụ hình khuyên đến 100 micro-inches sẽ được chấp nhận.

Đ. kính ngoài của ống	Ren thẳng T				B	C	D +0.005 -0.000	E +0.015 -0.008	F	J MIN.	K ±1°	L	
	Cỡ ren UNF-28	Đ. kính bước		Đ. kính chân ren									
		MIN.	MAX.	MIN.									MAX.
1/8	3/16-24	.2854	.2902	.267	.277	.390	.062	.358	.074	.672	.468	12°	.438
1/8	3/16-24	.3479	.3528	.330	.340	.390	.125	.421	.074	.750	.468	12°	.500
1/4	7/16-20	.4050	.4104	.383	.395	.454	.172	.487	.093	.828	.547	12°	.563
1/4	7/16-20	.4875	.4731	.446	.457	.454	.234	.550	.093	.906	.547	12°	.625
3/8	7/16-18	.5264	.5323	.502	.515	.500	.297	.616	.097	.969	.609	12°	.688
1/2	3/4-16	.7094	.7159	.682	.696	.562	.391	.811	.100	1.188	.888	15°	.875
1/2	3/4-16	.8286	.8356	.798	.814	.656	.484	.942	.100	1.344	.781	15°	1.000
3/4	1 1/16-12	1.0084	1.0158	.972	.990	.750	.609	1.148	.130	1.625	.906	15°	1.250
3/4	1 1/16-12	1.1334	1.1409	1.087	1.115	.750	.719	1.273	.130	1.765	.906	15°	1.375
1	1 1/8-12	1.2584	1.2659	1.222	1.240	.750	.844	1.398	.130	1.910	.906	15°	1.500
1 1/4	1 1/2-12	1.5709	1.5785	1.535	1.553	.750	1.078	1.713	.132	2.270	.906	15°	1.875
1 1/2	1 7/8-12	1.8209	1.8287	1.785	1.803	.750	1.312	1.962	.132	2.560	.906	15°	2.125
2	2 1/2-12	2.4459	2.4540	2.410	2.428	.750	1.781	2.587	.132	3.480	.906	15°	2.750

Hình 10-1. Valve điều khiển thủy lực có ren ống thẳng, được dùng trong ứng dụng di động hoặc trong quân đội.

được gọi là "ăn mòn theo vết dài", có thể làm cho valve hoàn toàn không thể vận hành chỉ trong thời gian tương đối ngắn.

Vòng đệm dùng cho valve điều khiển được làm từ nhiều vật liệu và có cấu hình rất khác nhau. Một số cấu hình bao gồm: vòng đệm kín chữ O, vòng bít chữ V, vòng bít chữ U,... Vật liệu thông dụng là Teflon, Viton, Buna N, và da đã xử lý.

ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT

Valve điều khiển thủy lực được thiết kế cho áp suất 1000, 2000, 3000, 5000 và thậm chí cao hơn. Sau đây là một số loại valve điều khiển áp suất thủy lực:

- Giảm áp an toàn.
- Thứ tự.
- Giảm áp.
- Đối trọng.
- Dỡ tải.

Giảm áp an toàn

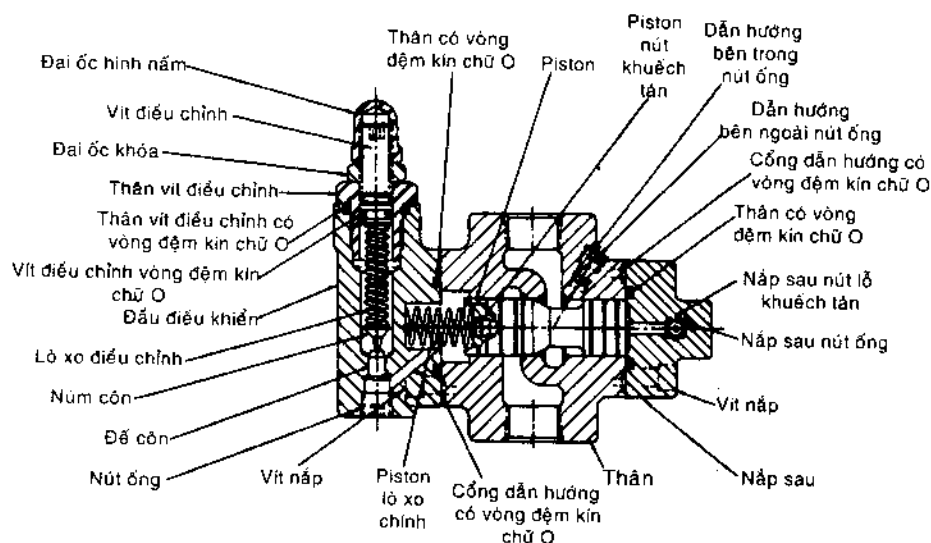
Valve giảm áp an toàn bảo vệ an toàn cho hệ thống thủy lực, giữ cho bơm và phương tiện truyền động bơm không bị quá tải. Những thiết bị khác của hệ thống thủy lực cũng được bảo vệ, tránh áp suất quá cao. Khi đạt được áp suất vận hành cho trước, cơ cấu vận hành trong valve an toàn làm dầu chảy qua cổng xả, do đó làm giảm áp suất.

Các loại valve giảm áp an toàn:

- Loại *tác động trực tiếp*, với ống cuộn hoặc piston tác dụng vào lò xo cứng.
- Loại *dẫn hướng vận hành trực tiếp*, được vận hành dẫn hướng với piston tác động vào lò xo mảnh.
- Loại *dẫn hướng tác động từ xa*, được điều khiển qua một valve từ xa. Ở loại valve mới nhất, valve từ xa có thể đặt ở khoảng cách xa valve an toàn và nối với valve an toàn bằng đường ống.

Chuỗi thứ tự

Valve thứ tự thủy lực được dùng để xác lập chuỗi thứ tự vận hành. Trong nhiều trường hợp, valve điều khiển hướng bốn ngã thứ hai có thể được loại bỏ bằng cách dùng một hoặc hai valve thứ tự. Valve thứ tự có thể là loại tác động trực tiếp hoặc loại valve dẫn hướng vận hành trực tiếp. Valve tác động trực tiếp có thể được dùng cho trạm thủy lực áp suất thấp, nhưng valve dẫn hướng vận hành trực tiếp (Hình 10-2) chỉ dùng cho thiết bị thủy lực áp suất cao. Bằng cách lắp valve một chiều vào thân valve thứ tự để tạo dòng dầu trở về tự do, có thể loại bỏ ống và khớp nối.

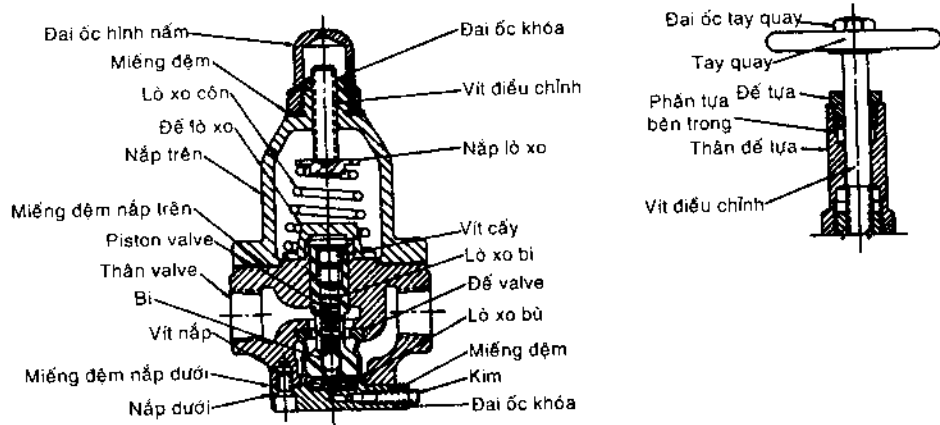


Hình 10-2. Valve thứ tự kiểu dẫn hướng vận hành trực tiếp.

Giảm áp

Valve giảm áp thường dùng trong hệ thống thủy lực ở nơi có các yêu cầu hệ thống phức tạp hơn so với chỉ có một áp suất vận hành. Việc giảm áp suất từ phía trước valve đến phần phía sau valve có thể đạt đến tỷ số 10:1. Nếu áp suất phía trước valve là 1000 psi, áp suất phía sau valve có thể giảm đến 100 psi. Valve giảm áp suất thủy lực có hai loại:

- Valve tác động trực tiếp (Hình 10-3).
- Valve loại dẫn hướng vận hành trực tiếp.



Hình 10-3. Valve giảm áp tác động trực tiếp dùng cho dịch vụ thủy lực.

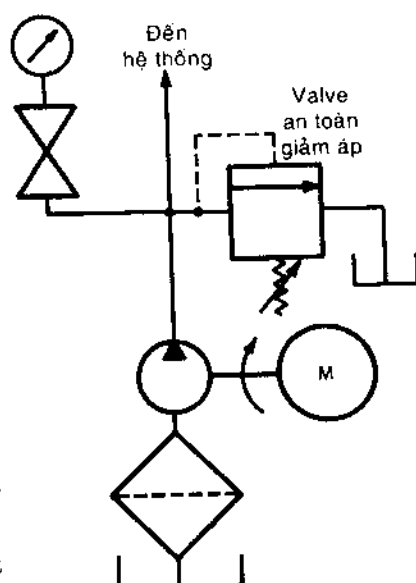
Cân bằng đối trọng và tải

Valve thủy lực, loại valve cân bằng và valve đỡ tải, có ít ứng dụng hơn những valve đã nêu ở phần trên.

Valve cân bằng có thể được dùng để giới hạn chuyển động hoặc để cân bằng tải đang được cylinder duy trì trong vị trí, động cơ, hoặc bộ dẫn động. Valve đỡ tải được dùng để đỡ tải cho bơm hoặc bộ dẫn động; được tác động từ tín hiệu bên ngoài.

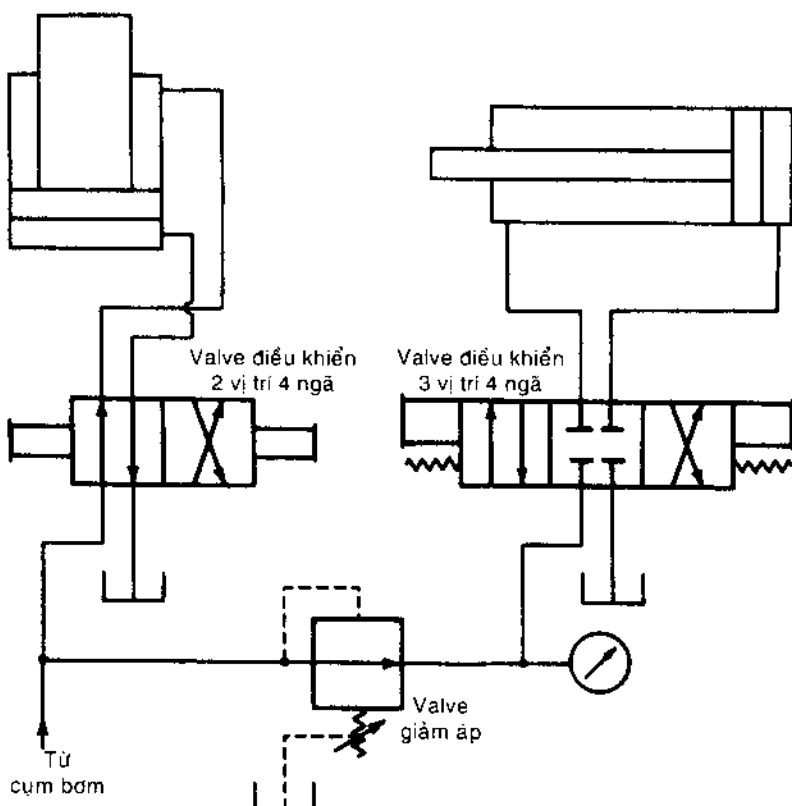
Tín hiệu vận hành

Valve điều khiển áp suất nhận tín hiệu vận hành từ phía trước là valve giảm áp an toàn (Hình 10-4), valve chuỗi thứ tự (Hình 10-5) và valve cân bằng. Valve điều chỉnh áp suất và valve giảm áp suất (Hình 10-6) nhận tín hiệu vận hành từ nguồn phía sau. Nguồn tín hiệu vận hành chủ yếu chỉ có ý nghĩa nhận biết



Hình 10-4. Valve giảm áp trong hệ thống thủy lực.

Hình 10-6.
Valve giảm áp được dùng trong hai hệ thống áp suất.



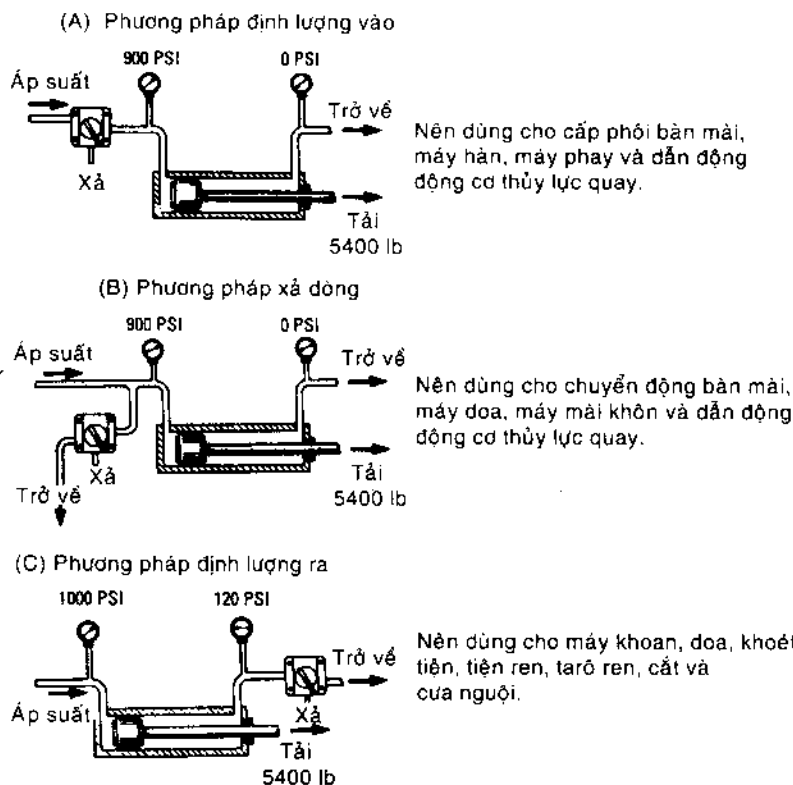
Trong phương pháp định lượng vào, lưu chất được tiết lưu trước khi đến thiết bị được điều khiển. Trong phương pháp định lượng ra, lưu chất được tiết lưu sau khi rời khỏi thiết bị. Ở đây chất lỏng xả ra được tiết lưu. Trong phương pháp xả dòng, một phần lưu chất thủy lực bị xả ra trước khi đến thiết bị. Thiết bị có thể là cylinder, động cơ thủy lực, bộ tác động, hoặc bộ điều khiển lớn.

Kim

Valve kim được dùng trong cả hệ thống thủy lực và khí nén để định lượng lưu chất. Thiết kế kim là rất quan trọng khi cần định lượng chính xác. Sai số về độ chính xác có thể do lưu chất bẩn có mặt ở nơi cần thực hiện định lượng chính xác.

Không bù

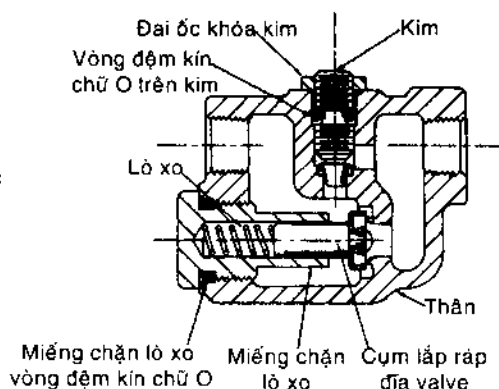
Điều khiển lưu lượng loại không bù được dùng phổ biến do giá thấp và tính khả dụng cao. Mặc dù điều khiển lưu lượng loại không bù không thể cung cấp đủ độ chính xác để cấp phôi trên máy công cụ cực kỳ tinh vi, nhưng vẫn có thể đáp ứng yêu cầu của nhiều loại thiết bị. Hình 10-8 minh họa valve điều khiển tốc độ có thể dùng cho cả thiết bị khí nén và



Hình 10-7.

Ba phương pháp điều khiển dòng trong cylinder thủy lực là:
(a) định lượng vào;
(b) xả dòng;
và (c) định lượng ra.

Hình 10-8. Valve điều khiển tốc độ dùng cho thiết bị khí nén và thiết bị thủy lực áp suất thấp.

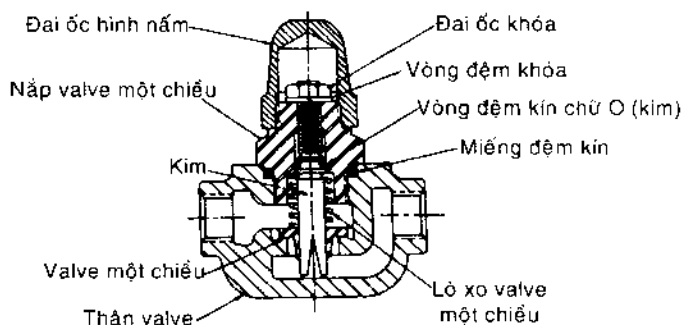


thiết bị dầu áp suất thấp. Hình 10-9 minh họa valve điều khiển dòng lưu chất có thể dùng cho dầu áp suất cao.

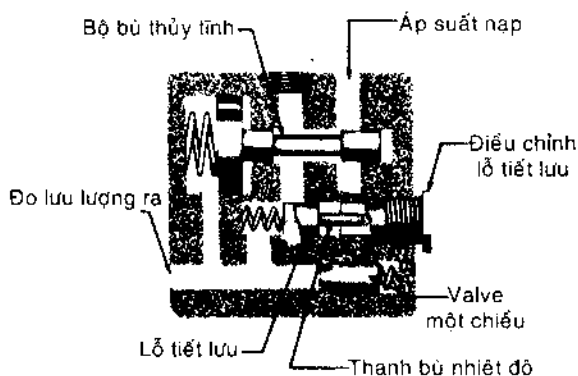
Bù

Điều khiển dòng bù áp suất và nhiệt độ thường thấy trên các máy công cụ yêu cầu tốc độ cấp phối chính xác. Tốc độ cấp phối không đổi được cung cấp đối với xác lập nhiệt độ bất kỳ bằng valve tiết lưu bù nhiệt độ tự động, kể cả khi có các thay đổi nhiệt độ trong dầu thủy lực. Thiết bị bù áp suất là loại thủy tinh bù tự động đối với các thay đổi tải bất kỳ.

Hình 10-9. Valve điều khiển lưu lượng thủy lực.



Hình 10-10. Valve điều khiển lưu lượng bù áp suất và nhiệt độ có valve một chiều.

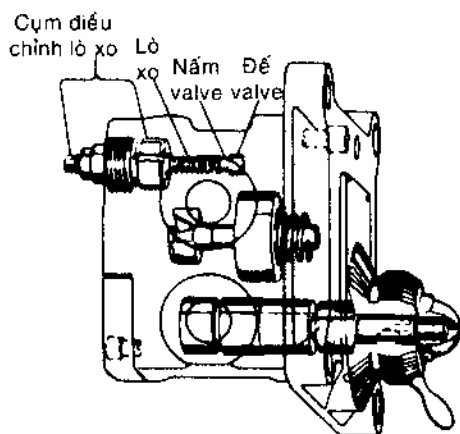


Trong từng trường hợp, việc bù đạt được bằng cách tự động thay đổi kích thước ống khuếch tán để đáp ứng những yêu cầu thay đổi tải hoặc điều kiện (Hình 10-10). Ở loại valve này, có sự đảo nghịch dòng tự do từ cổng xả đến cổng nạp.

Hiện có các điều khiển lưu lượng bù áp suất mà không bù nhiệt độ, chúng được lắp valve an toàn bảo vệ quá tải (Hình 10-11). Bằng cách dùng valve an toàn bảo vệ quá tải, tải duy nhất tác dụng lên bơm là tải cần thiết để thắng lực cản công việc. Điều này làm giảm công suất ngõ vào và tổn thất nhiệt trong những ứng dụng có sự thay đổi tải đáng kể.

Bằng cách quay đồng hồ trên mặt điều khiển đến xác lập "0", bơm có thể khử tải hoàn toàn.

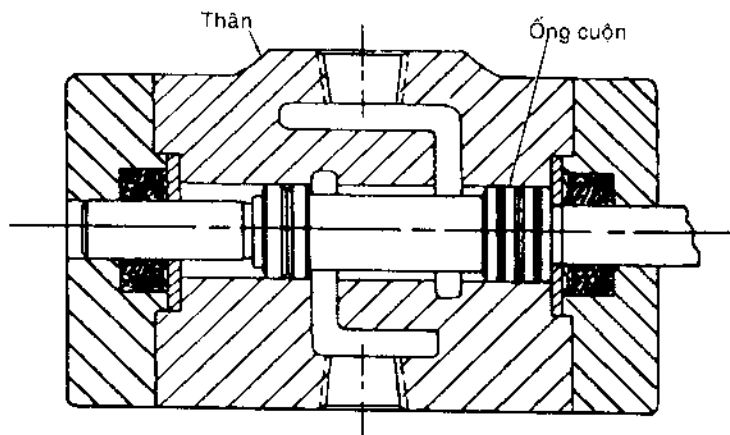
Điều khiển lưu lượng bù áp suất bảo đảm dòng chính xác dù tải có thể thay đổi. Những valve này hiện có với các bộ gá lắp trên tấm đế hoặc kiểu cổng trên thân valve.



Hình 10-11. Valve điều khiển lưu lượng và bảo vệ quá tải.

ĐIỀU KHIỂN HƯỚNG

Valve điều khiển hướng có thể là loại ống cuộn, piston, hình nấm, loại đĩa hoặc loại nút chặn. Valve điều khiển hướng hai ngã là một trong các valve điều khiển hướng phổ biến nhất trong hệ thống thủy lực. Valve này có thể được dùng để đóng hoặc mở một phần hệ thống, đóng hoặc mở toàn bộ hệ thống, đóng hoặc mở đường dẫn đến một thiết bị (chẳng hạn động hồ áp suất). Có hai cổng trong một valve hai ngã. Ở vị trí bình thường của bộ dẫn động valve, hai cổng này có thể được nối kết, hoặc đóng kín với nhau. Nếu hai cổng được nối, valve được gọi là valve thường mở. Nếu hai cổng đóng kín với nhau, valve được gọi là valve thường đóng (Hình 10-12).



Hình 10-12. Valve điều khiển hướng thường mở hai ngã.

Ba mối nối cổng trong valve điều khiển hướng ba ngã, chúng có thể là “thường mở” hoặc “thường đóng” khi bộ tác động valve ở vị trí bình thường, hoặc vị trí “nghỉ”. Ở valve ba ngã “thường mở”, cổng nạp được nối với cổng cylinder và cổng xả bị khóa. Khi bộ tác động được di chuyển đến vị trí thứ hai, cổng nạp bị khóa, và cổng cylinder được nối với cổng xả.

Trong valve thường đóng, cổng nạp bị khóa và cổng cylinder nối với cổng xả khi bộ tác động ở vị trí bình thường. Khi bộ tác động di chuyển đến vị trí thứ hai, cổng nạp nối với cổng cylinder và cổng xả bị khóa.

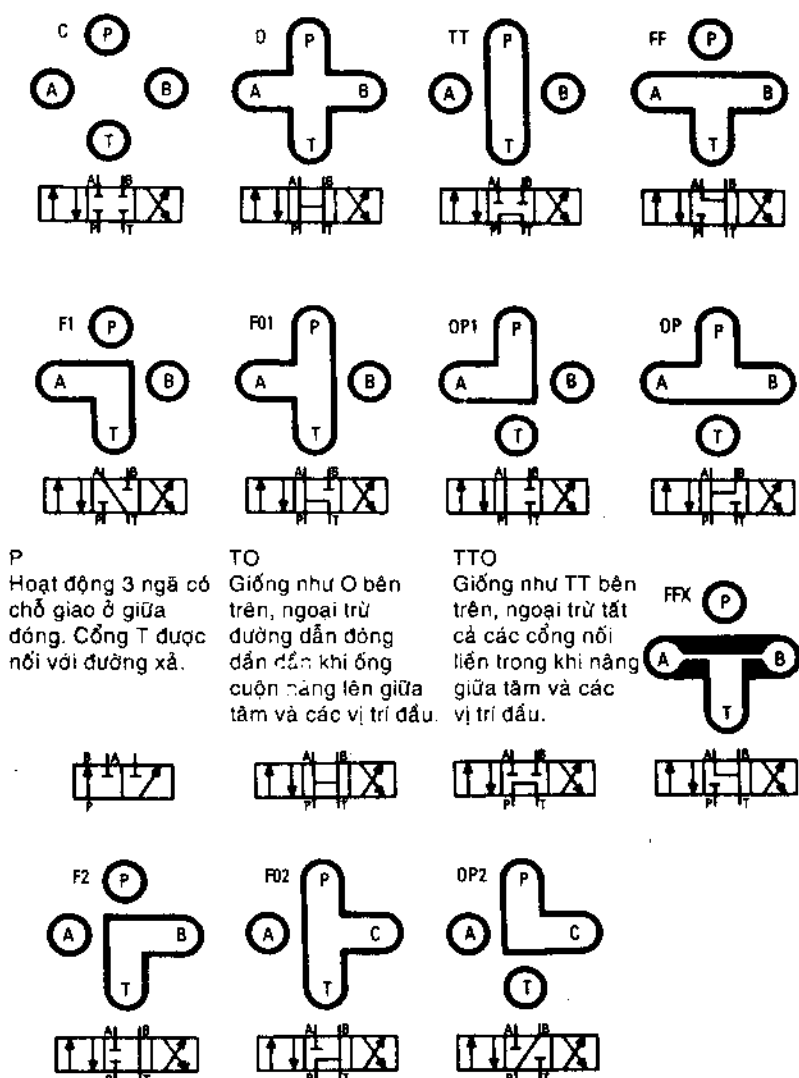
Vài loại valve ba ngã, có ba vị trí vận hành. Kiểu valve này được gọi là valve điều khiển hướng ba ngã ba vị trí. Ở vị trí chính giữa, cả ba cổng có thể bị khóa. Điều khiển này thường dùng để khởi động cylinder tác động đơn (trả về bằng lò xo hoặc bằng trọng lực). Vị trí giữa là vị trí “duy trì”, sao cho piston cylinder có thể định vị và ngừng tại một điểm trong khoảng hành trình. Valve ba ngã được dùng để tác động cylinder tác động đơn, valve điều khiển lớn, động cơ thủy lực, bộ tác động thủy lực và hệ thống phục hồi. Hai valve ba ngã có thể được dùng để tác động cylinder tác động kép.

Valve điều khiển hướng bốn ngã có bốn mối nối cổng: một cổng nạp, hai cổng cylinder, và một cổng xả.

Valve thủy lực điều khiển hướng bốn ngã có thể là valve ba vị trí hoặc valve hai vị trí. Ở valve điều khiển hướng bốn ngã hai vị trí, có hai vị trí cho bộ tác động, còn valve điều khiển hướng bốn ngã ba vị trí có ba vị trí cho bộ tác động. Thiết bị dẫn hướng (như ống cuộn, piston v.v...) trong các valve này có thể đặt lò xo ở giữa, lệch tâm, hoặc không có lò xo.

Hình 10-13 minh họa vài cấu hình ống cuộn thông dụng trong các valve thủy lực.

Valve điều khiển bốn ngã được dùng để tác động vào cylinder tác động kép, bộ tác động thủy lực, bộ tăng cường, valve điều khiển lớn v.v...



Hình 10-13. Cấu hình ống cuộn của valve thủy lực.

Valve điều khiển hướng nằm ngã được chế tạo với hai cổng nạp, hai cổng cylinder, và một cổng xả.

Loại valve đặc biệt trong các valve điều khiển, như là valve điều khiển hướng sáu và tám ngã. Valve điều khiển hướng sáu ngã được chế tạo với một cổng nạp, bốn cổng cylinder, và một cổng xả. Valve điều khiển hướng tám ngã được chế tạo với hai cổng nạp, hai cổng xả, và bốn cổng cylinder, cùng với bộ tác động kiểu cần điều khiển. Loại valve này có thể dùng để điều khiển hai cylinder cùng một lúc.

Các khoảng điều khiển thủy lực ngày càng được mở rộng. Những người thiết kế và bảo trì, sửa chữa có thể tận dụng tính chọn lựa rộng rãi, thuận tiện của chúng để chọn những valve đáp ứng yêu cầu hiệu suất và ứng dụng điều khiển.

TÓM TẮT

Valve điều khiển được dùng trong hệ thống công suất thủy lực có thể được chia thành ba loại: điều khiển áp suất, điều khiển lưu lượng, và điều khiển hướng. Điều khiển áp suất điều chỉnh cường độ áp suất trong các phần khác nhau của hệ thống. Điều khiển lưu lượng điều chỉnh tốc độ chảy của lưu chất, cho phép điều khiển tốc độ piston trong cylinder, chuyển động của ống cuộn valve, tốc độ quay trục động cơ thủy lực, và tốc độ phát động của các thiết bị khác. Điều khiển hướng được dùng để điều khiển lưu chất đến những đường dẫn khác nhau trong hệ thống.

Vòng bít dùng cho valve điều khiển được chế tạo với các cấu hình và vật liệu khác nhau. Các cấu hình phổ biến bao gồm: vòng đệm kín chữ O, vòng bít chữ V, vòng bít chữ U,... Vật liệu thông dụng là Teflon, Viton, Buna N, và da thuộc.

Valve điều khiển thủy lực được thiết kế cho áp suất 1000, 2000, 3000, 5000 psi, thậm chí cao hơn.

Valve điều khiển áp suất thủy lực gồm các loại valve an toàn, thứ tự, giảm áp, cân bằng, và giảm tải.

Valve điều khiển lưu lượng lưu chất trong hệ thống thủy lực được gọi là valve điều khiển lưu lượng. Có ba phương pháp điều khiển lưu lượng từ nguồn chất lỏng tương đối ổn định là định lượng vào, định lượng ra, và xả dòng.

Valve điều khiển hướng có thể là loại ống cuộn, piston, hình nấm, đĩa hoặc loại nút chặn. Valve điều khiển hướng hai ngã là một trong các loại valve điều khiển hướng phổ biến nhất trong hệ thống thủy lực hoặc khí nén. Hiện có nhiều loại valve điều khiển hướng - từ valve đóng ngắt đơn giản đến valve điều khiển hướng sáu hoặc tám ngã dùng để điều khiển máy móc tự động.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Liệt kê ba loại valve điều khiển được dùng trong hệ thống công suất thủy lực.
2. Liệt kê các cấu hình vòng bít valve thông dụng.
3. Liệt kê các valve điều khiển áp suất thủy lực.
4. Liệt kê ba công dụng của valve điều khiển hướng hai ngã.
5. Mô tả hoạt động cơ bản của valve điều khiển hướng hai ngã.
6. Valve điều khiển hướng ba ngã được dùng để vận hành cylinder tác động đơn như thế nào?
7. Liệt kê vài ứng dụng của valve điều khiển hướng bốn ngã.
8. Valve ba ngã được dùng để vận hành valve điều khiển hướng lò xo lệch tâm bốn ngã như thế nào?
9. Sự khác nhau giữa valve điều khiển hướng ba ngã thường mở và thường đóng là gì?
10. Điều gì xác định kích cỡ valve điều khiển?
11. Thuật ngữ cụm đế lắp là gì?
12. Điều gì xác định vật liệu được dùng trong kết cấu valve điều khiển?
13. Valve điều khiển được thiết kế để xử lý loại áp suất gì?
14. Ba loại valve an toàn áp suất là gì?
15. Sử dụng valve thứ tự thủy lực như thế nào?
16. Valve giảm áp được dùng trong hệ thống thủy lực như thế nào?
17. Valve điều khiển lưu lượng chất trong hệ thống thủy lực được gọi là gì?
18. Valve kim được dùng trong cả hai hệ thống thủy lực hoặc khí nén như thế nào?
19. Liệt kê bốn loại valve điều khiển hướng.
20. Các loại valve thông dụng nhất trong hệ thống thủy lực hoặc khí nén?

Chương 11 – BỘ VẬN HÀNH VALVE ĐIỀU KHIỂN THỦY LỰC

Cương 10 đã trình bày các loại valve điều khiển khác nhau được dùng trong hệ thống thủy lực. Các valve điều khiển này cần có phương tiện vận hành để chúng có thể hoạt động đúng chức năng. Trong nhiều trường hợp, valve điều khiển áp suất và điều khiển lưu lượng có bộ vận hành valve khác với những bộ vận hành valve điều khiển hướng. Nói chung, nhiều loại vận hành valve khả dụng dưới dạng thiết bị tiêu chuẩn cho valve điều khiển hướng. Điều quan trọng là chọn bộ vận hành valve phù hợp, vì sự lựa chọn không chính xác có thể dẫn đến nhiều vấn đề trong việc tạo và duy trì hiệu suất mong muốn, và khả năng điều khiển trong hệ thống lưu chất đã cho.

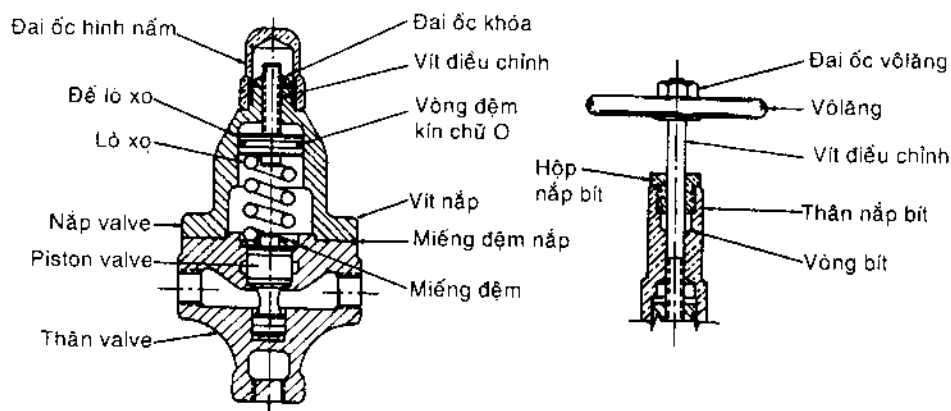
BỘ VẬN HÀNH VALVE ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT

Bộ vận hành điều khiển áp suất được chế tạo gồm những loại sau:

- Vít tác động trực tiếp.
- Con lăn cam tác động trực tiếp.
- Con lăn cam lệch tâm.
- Solenoid.
- Loại dẫn hướng.

Hầu như tất cả các loại valve điều khiển áp suất thủy lực đều sử dụng bộ vận hành kiểu vít để xác lập lực căng lò xo để valve thực hiện chức năng. Khi vít tiến tới, lò xo đĩa bị nén, cho phép điều khiển chính xác khoảng lưu lượng khá rộng.

Hình 11-1 minh họa valve an toàn thủy lực vận hành bằng lò xo tác động trực tiếp. Khi vít tiến tới, lực căng lò xo đặt trên một mặt tựa để tăng áp suất vận hành của hệ thống.



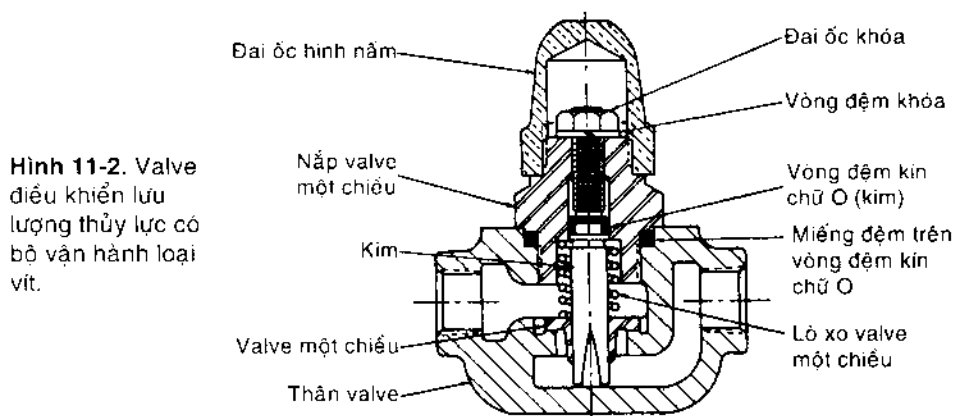
Hình 11-1. Valve giảm áp thủy lực có bộ vận hành kiểu vít.

Bộ vận hành loại cam lệch tâm hoặc cam trực tiếp thường dùng trên valve cho những ứng dụng đặc biệt. Ví dụ, loại bộ vận hành này trên valve an toàn có thể thuận lợi nếu có sự tăng đáng kể áp suất xảy ra ở điểm đã biết trong hành trình piston trong cylinder. Tại điểm đó, cam có thể đặt trên bàn máy hoặc chi tiết chuyển động khác. Ở vị trí chính xác, cam ép bộ vận hành trực cam trên valve an toàn, làm tăng áp suất vận hành.

Bộ vận hành loại cam cũng được dùng trong valve an toàn áp suất thủy lực cho những ứng dụng kiểm tra ở nơi cam có góc nhỏ. Trục cam được ép dần dần và số đo áp suất được ghi lại. Bộ vận hành solenoid đôi khi cũng được dùng trên valve an toàn.

BỘ VẬN HÀNH VALVE ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG

Trong hầu hết mọi trường hợp, bộ vận hành valve điều khiển lưu lượng (trong hệ thống thủy lực) dùng cơ cấu ren hoặc loại vít để mở và đóng lỗ tiết lưu trong valve điều khiển lưu lượng. Cơ cấu loại vít có thể là dạng kim có khe (Hình 11-2) được dùng để tăng áp đến 3000 pound/inch vuông. Sau khi đạt được lưu lượng chính xác, kim được khóa cố định bằng đai ốc khóa.



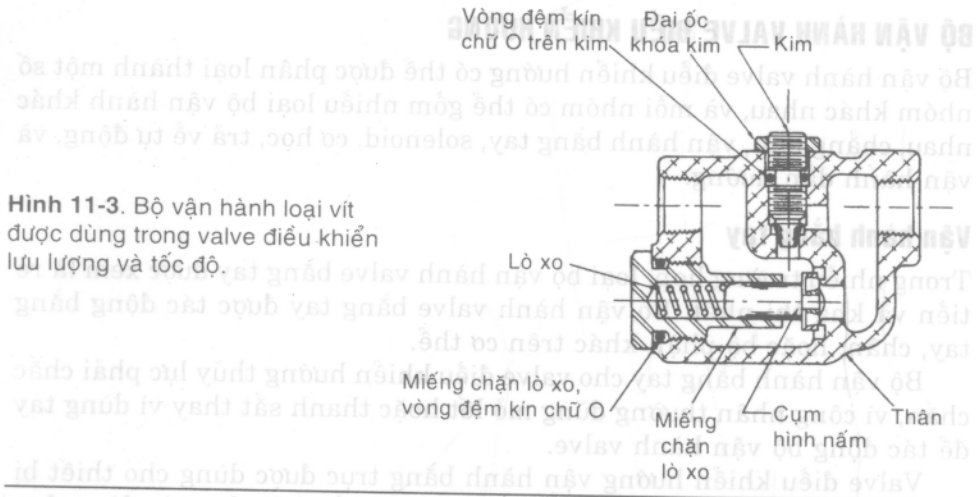
Hình 11-2. Valve điều khiển lưu lượng thủy lực có bộ vận hành loại vít.

Cơ cấu vít dạng kim được dùng trong valve điều khiển lưu lượng lưu chất áp suất thấp (Hình 11-3). Kim trong valve được lắp sao cho đường kính chính không thể bật ra khỏi chốt hãm (cơ cấu an toàn).

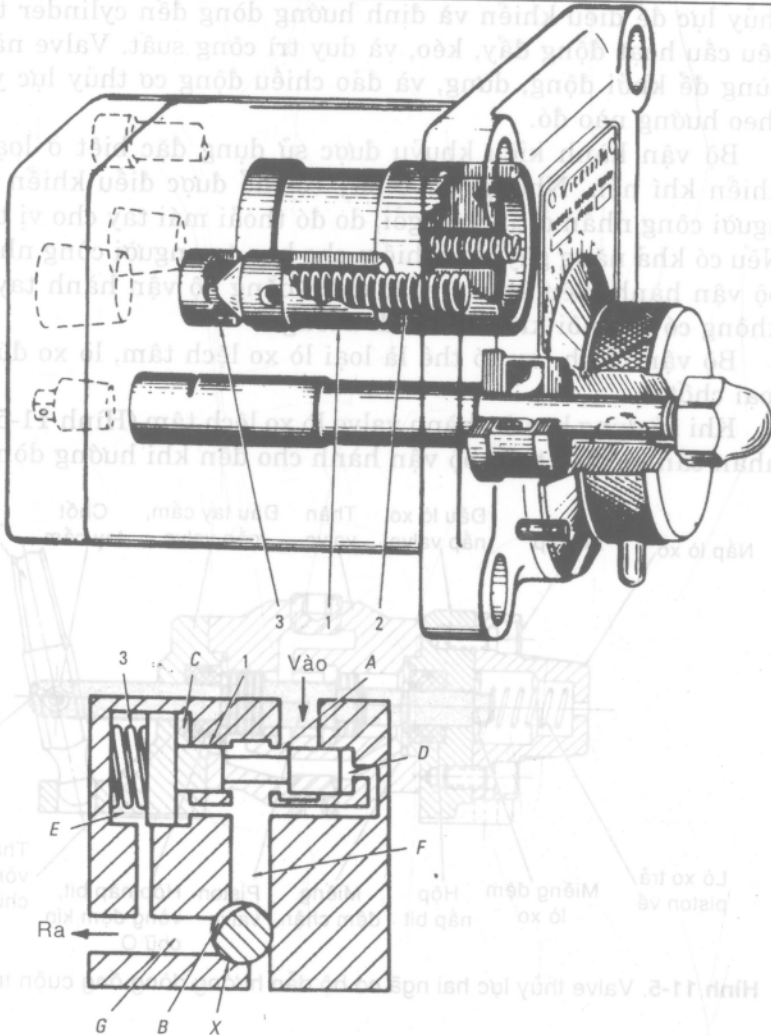
Cơ cấu ren hoặc vít có thể được trang bị một vô lăng, một núm loại vi kế, một thiết bị khóa, hoặc vài thiết bị khác để điều khiển.

Trên Hình 11-4, bộ vận hành valve gồm cơ cấu tiết lưu được gia công để quay theo hướng giảm kích thước ống tiết lưu B và quay theo hướng ngược lại để tăng kích thước ống tiết lưu B. Kích thước ống tiết lưu B xác định lượng lưu chất đi qua valve. Để điều chỉnh tốc độ bộ dẫn động, valve tiết lưu được quay bằng tay.

Hình 11-3. Bộ vận hành loại vít được dùng trong valve điều khiển lưu lượng và tốc độ.



Hình 11-4. Valve một chiều và điều khiển lưu lượng. Loại này kết hợp với cụm valve một chiều gồm núm (1), lò xo (2), và đế (3). Valve kiểm tra cho phép đảo chiều dòng tự do từ cổng xả valve đến cổng nạp, dẫn vòng qua bộ điều khiển lưu lượng.



BỘ VẬN HÀNH VALVE ĐIỀU KHIỂN HƯỚNG

Bộ vận hành valve điều khiển hướng có thể được phân loại thành một số nhóm khác nhau, và mỗi nhóm có thể gồm nhiều loại bộ vận hành khác nhau, chẳng hạn, vận hành bằng tay, solenoid, cơ học, trả về tự động, và vận hành dẫn hướng.

Vận hành bằng tay

Trong nhiều trường hợp, loại bộ vận hành valve bằng tay được xem là rẻ tiền và khả thi nhất. Bộ vận hành valve bằng tay được tác động bằng tay, chân, hoặc bộ phận khác trên cơ thể.

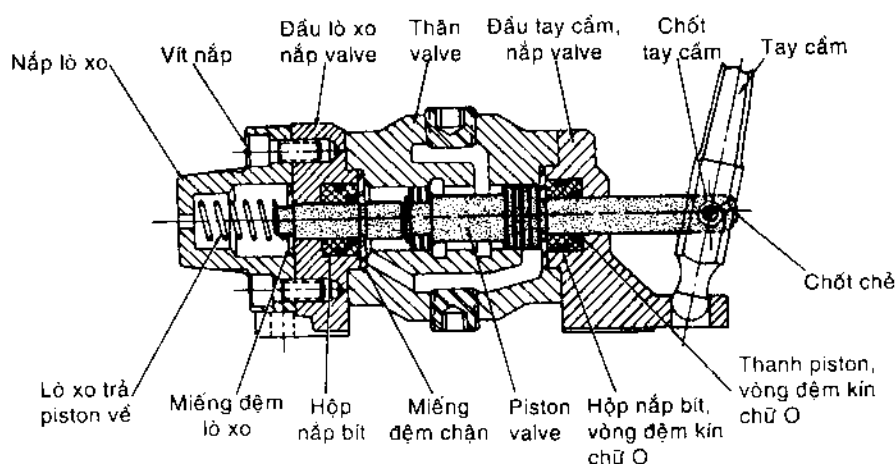
Bộ vận hành bằng tay cho valve điều khiển hướng thủy lực phải chắc chắn, vì công nhân thường dùng mỏ lết hoặc thanh sắt thay vì dùng tay để tác động bộ vận hành valve.

Valve điều khiển hướng vận hành bằng trục được dùng cho thiết bị thủy lực để điều khiển và định hướng dòng đến cylinder tác động đơn yêu cầu hoạt động đẩy, kéo, và duy trì công suất. Valve này cũng được dùng để khởi động, dừng, và đảo chiều động cơ thủy lực yêu cầu quay theo hướng nào đó.

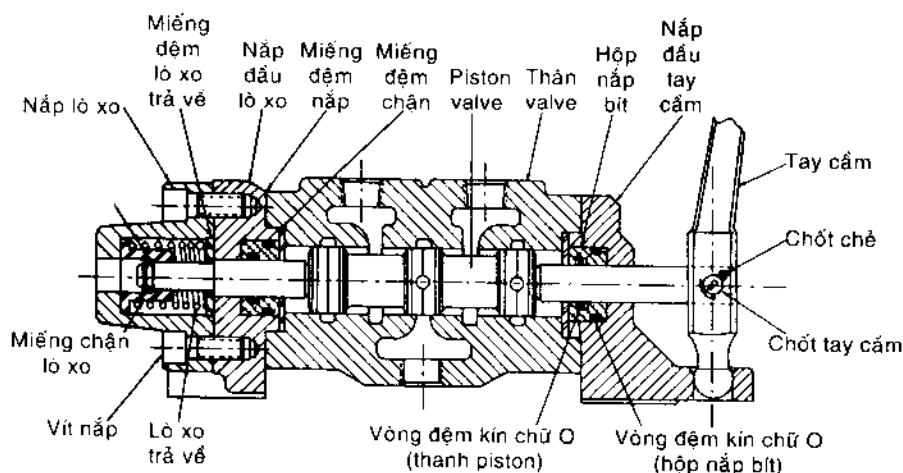
Bộ vận hành kiểu khuỷu được sử dụng đặc biệt ở loại valve điều khiển khí nén. Những valve này có thể được điều khiển dễ dàng khi người công nhân ở tư thế ngồi, do đó thoải mái tay cho vị trí làm việc... Nếu có khả năng gây nguy hiểm cho bàn tay người công nhân, nên thay bộ vận hành kiểu khuỷu hoặc chân bằng bộ vận hành tay trong mạch không có kết nối kiểu chữ T đi xuống.

Bộ vận hành tay có thể là loại lò xo lệch tâm, lò xo đúng tâm hoặc loại chốt.

Khi sử dụng bộ vận hành valve lò xo lệch tâm (Hình 11-5), người công nhân cần giữ tay trên bộ vận hành cho đến khi hướng dòng chảy trong



Hình 11-5. Valve thủy lực hai ngã có bộ dẫn hướng dòng ống cuộn trượt.



Hình 11-6. Bộ vận hành valve lò xo đúng tâm bằng tay được dùng trên bộ valve điều khiển hướng thủy lực.

valve thay đổi. Khi người vận hành buông tay ra, valve tự động trở về vị trí ban đầu.

Khi sử dụng bộ vận hành valve lò xo đúng tâm (Hình 11-6), người công nhân phải tác dụng lực lên tay quay về phía trước để tay quay không trả về vị trí trung hòa. Khi sử dụng chốt trên bộ vận hành valve để định vị và duy trì vị trí ống cuộn, người công nhân chỉ cần di chuyển tay quay cho đến khi chốt tiếp xúc (Hình 11-7). Tay quay vẫn giữ ở vị trí đó cho đến khi được di chuyển đến vị trí khác. Chốt thường được dùng trong valve điều khiển hướng hai và ba vị trí.

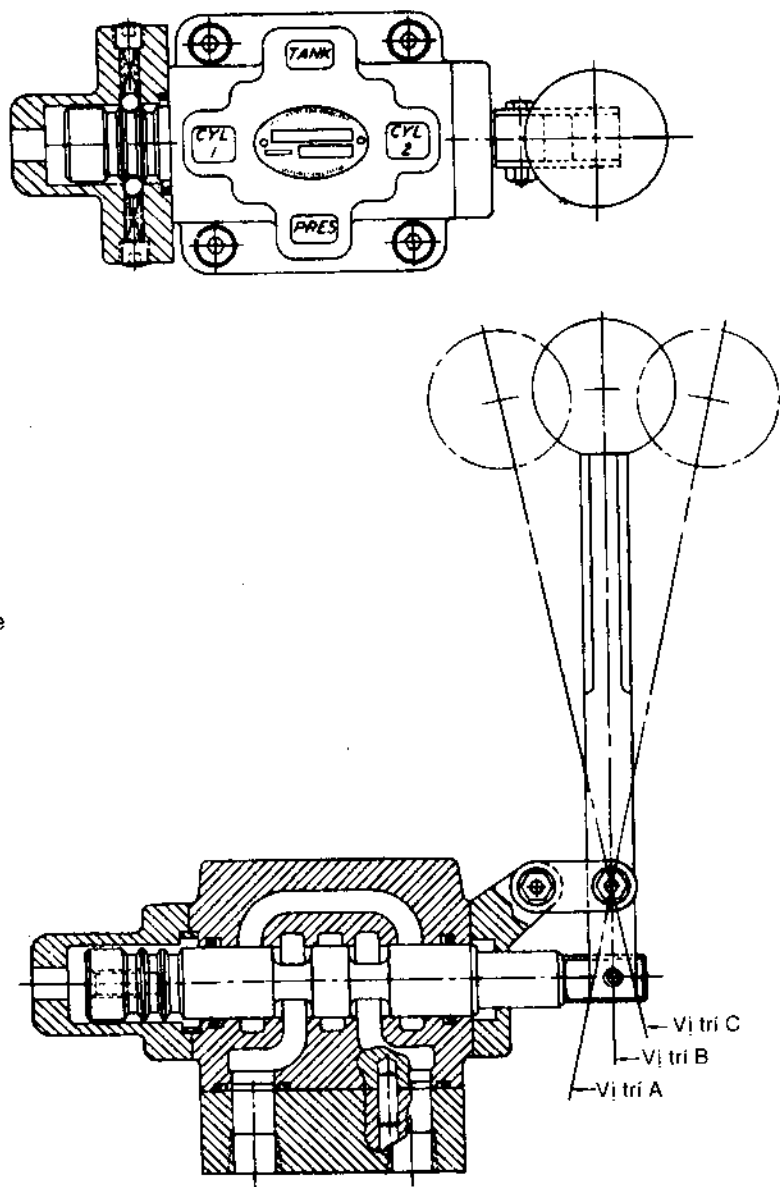
Valve điều khiển hướng đôi khi đòi hỏi hai bộ vận hành valve; một dùng để nâng ống cuộn valve bằng tay theo một hướng, và một dùng để đảo chiều ống cuộn valve nhờ solenoid hoặc cơ cấu khác. Với bố trí này, người công nhân có thể di chuyển vài khoảng cách từ valve điều khiển hướng và thực hiện nhiệm vụ khác trong khi thiết bị công suất thủy lực vẫn thực hiện chu kỳ vận hành bình thường. Nhiều valve điều khiển hướng bốn ngã thủy lực, trong đó ống cuộn được đảo chiều bằng phương tiện cơ khí.

Vận hành solenoid

Bộ vận hành solenoid gồm solenoid tác động trực tiếp và vận hành dẫn hướng solenoid. Khi sử dụng solenoid tác động trực tiếp, piston solenoid tác động trực tiếp vào đầu ống cuộn valve để nâng valve lên.

Bộ vận hành solenoid tác động trực tiếp cỡ lớn thường gây tiếng ồn đáng kể khi được kích hoạt, do trọng lượng của piston solenoid. Những bộ vận hành cỡ lớn không được dùng trên vận hành chu kỳ cao, do công kênh và va đập nghiêm trọng.

Bộ vận hành solenoid khả dụng với các mức điện áp khác nhau (115 volt, 230 volt...) với dòng điện xoay chiều (AC). Trong nhiều trường hợp,



Hình 11-7.
Hình cắt bộ
vận hành valve
tay có chốt.

chúng phù hợp với tải liên tục. Điều này có nghĩa là cuộn solenoid có thể được kích thích với độ dài thời gian không xác định. Loại solenoid này cũng khả dụng cho những ứng dụng điện một chiều (DC), và thường được trang bị cơ cấu ngắt mạch, thường như một valve mở. Solenoid điện một chiều thường không được dùng cho tải liên tục.

Valve điều khiển hướng hai vị trí, sử dụng bộ vận hành solenoid tác động trực tiếp lên một phía valve và bộ vận hành lò xo phản hồi trên phía đối diện của valve, được ứng dụng rộng rãi trong thiết bị thủy lực. Điều này loại bỏ bớt một solenoid, do đó giảm chi phí valve điều khiển.

Kết hợp này thường được dùng trong thiết kế mạch an toàn khi hư hỏng. Nhược điểm là piston solenoid làm việc dựa vào lò xo và phải duy trì kích thích để giữ ống cuộn ở vị trí tựa vào lò xo. Khi sử dụng hai bộ vận hành solenoid tác động trực tiếp (ngoại trừ trên valve lò xo đúng tam ba vị trí), cuộn solenoid chỉ cần được kích trong khoảng thời gian rất ngắn để nâng ống cuộn valve. Bộ vận hành solenoid dùng liên kết cơ khí cũng có thể sử dụng bộ vận hành lò xo phản hồi. Ở đây, một lần nữa, khi ống cuộn làm việc tựa vào lò xo, solenoid phải được duy trì kích thích.

Khi cuộn solenoid được kích thích, piston phải được định vị hầu như tức thời. Nếu không, dòng điện sẽ nhanh chóng đốt cháy cuộn dây. Nếu bụi làm nghẹt đầu piston và đế, có thể gây vận hành sai. Trong valve hai cuộn solenoid, nếu cả hai solenoid được kích thích đồng thời, ít nhất một cuộn có thể bị cháy.

Trong hầu hết các trường hợp, bộ vận hành dẫn hướng solenoid hoàn toàn không đắt tiền. Chúng gọn và chiếm ít không gian. Dòng điện duy trì và dòng điện kích từ khá thấp (ví dụ, dòng kích từ 0.290 ampere và dòng duy trì 0.210, 115 V, 60 hertz). Những bộ vận hành này có sẵn cho loại AC hoặc DC.

Bộ vận hành dẫn hướng solenoid khả dụng cho valve ba ngã hoặc hai ngã hoàn chỉnh được dùng để điều khiển valve vận hành dẫn hướng. Bộ vận hành dẫn hướng solenoid có vỏ chống cháy nổ để dùng trong những vị trí nguy hiểm.

Bộ vận hành cơ khí

Bộ vận hành cơ khí trên valve điều khiển hướng đóng vai trò quan trọng trong các thiết bị tự động. Hầu hết các bộ vận hành cơ khí đều là loại trực cam tác động trực tiếp (Hình 11-8), loại đòn khuỷu (Hình 11-9), và loại chốt (có ren hoặc không).

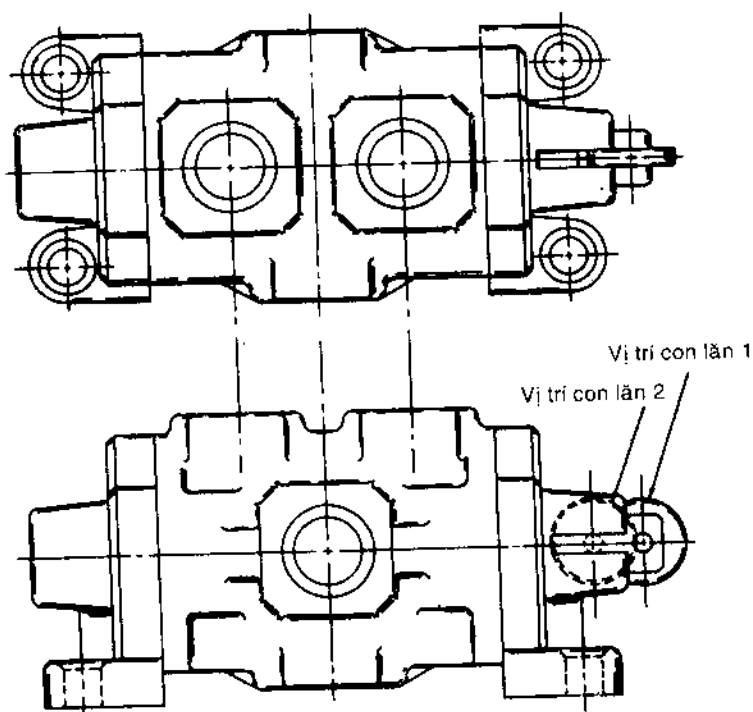
Trong bộ vận hành loại trực cam tác động trực tiếp, cần dùng lực lớn để nhấn trực lần, vì nó tác động tựa vào lò xo. Góc trên cam không nên quá dốc, để tránh tải quá cao trên con lăn cam và ổ bi trong vỏ valve.

Bộ vận hành loại trực cam tác động trực tiếp được dùng trên vài loại valve điều khiển hướng cỡ nhỏ, và trên các valve lớn trong thiết bị thủy lực. Loại bộ vận hành này cần hành trình ngắn để hoàn tất dẫn động. Trực cam không nên vượt quá hành trình, mặc dù vài loại valve này có thể vượt quá hành trình. Cam thường được gắn vào bàn máy hoặc thanh piston của cylinder. Nếu cam được gắn vào thanh piston của cylinder, cần chống đỡ thanh piston gần điểm tiếp xúc để giảm sự lệch hướng. Cam quay thường được dùng để phát động trực cam.

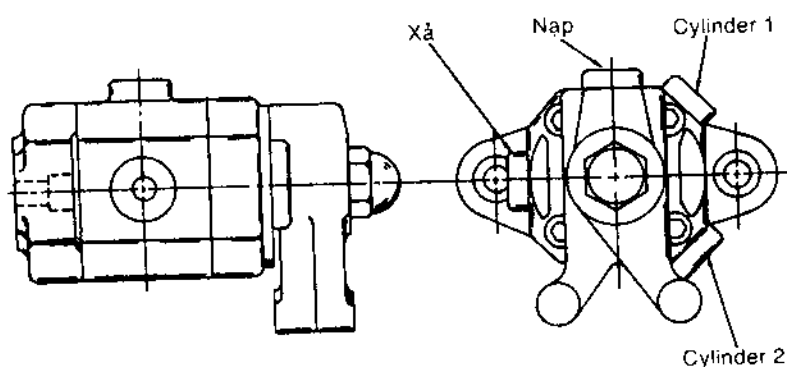
Bộ vận hành kiểu đòn khuỷu chỉ cần lực nhỏ để tác động. Có thể sử dụng loại cơ cấu hành trình không đắt tiền. Cơ cấu này được gắn vào bàn trượt của máy đến cơ cấu cấp phôi, đến thanh piston của cylinder, hoặc đến vài cơ cấu chuyển động khác. Chi tiết di chuyển xuống bằng tải có thể được dùng để phát động cơ cấu đòn khuỷu.

Bộ vận hành loại phản hồi trong các điều khiển hướng có thể là loại

lò xo. Lò xo đưa ống cuộn hoặc điều khiển dòng trở về vị trí trung hòa, như trong valve điều khiển hướng ba vị trí, cũng có thể đưa ống cuộn hoặc điều khiển dòng đến đầu đối diện lò xo, như ở valve điều khiển hướng hai vị trí. Hình 11-6 minh họa valve có lò xo trả về vị trí trung hòa khi lò xo được nhả ra. Bộ vận hành loại lò xo phản hồi được dùng chung với loại bộ dẫn động dẫn hướng, cơ học, solenoid, hoặc bằng tay.



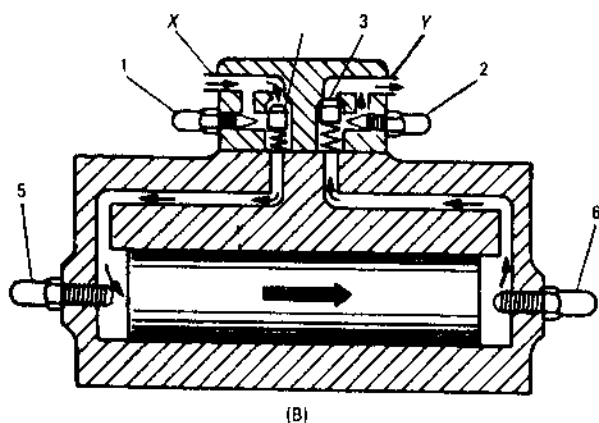
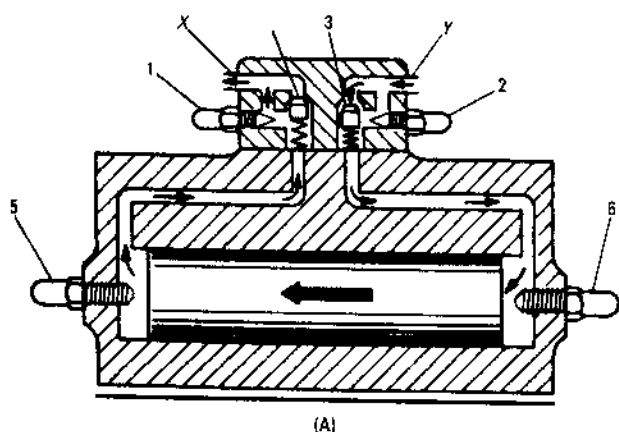
Hình 11-8. Valve điều khiển hướng vận hành bằng trục cam.



Hình 11-9. Valve điều khiển thủy lực vận hành bằng đòn bẩy.

Bộ vận hành dẫn hướng

Bộ vận hành dẫn hướng gồm loại tác động trực tiếp, loại thông, hoặc loại vi sai và chúng được dùng trên những valve cần có chu kỳ cao, khóa liên động an toàn và trình tự tự động, như minh họa trên các Hình 11-10 và 11-11. Bộ vận hành dẫn hướng tác động trực tiếp được dùng trên valve điều khiển thủy lực bốn ngã (Hình 11-10). Môi chất tác động bộ vận hành dẫn hướng là lưu chất thủy lực. Để tạo điều khiển tốt hơn trên ống cuộn thường sử dụng các nêm giữa bộ vận hành dẫn hướng và ống cuộn. Nếu dùng hai bộ vận hành dẫn hướng tác động trực tiếp (một ở mỗi đầu cụm ống cuộn), có thể dùng hai nêm (Hình 11-11). Ống tiết lưu có thể điều chỉnh trong các nêm này được điều khiển bằng kim, và trong vài trường hợp, có thể xác lập nêm này khác nêm kia để ống cuộn nâng nhanh hơn theo một hướng hành trình.



Hình 11-10. Hai nêm điều chỉnh được dùng trên valve thủy lực vận hành dẫn hướng.

LOẠI	KHÔNG CÓ ÁP SUẤT TẠI X	CÓ ÁP SUẤT TẠI X
Lò xo lệch tâm	Áp suất (P) → Cylinder A Cylinder B → Thùng chứa (T)	Áp suất (P) → Cylinder B Cylinder A → Thùng chứa (T)
Không dùng lò xo	Áp suất (P) → Cylinder A Cylinder B → Thùng chứa (T)	Áp suất (P) → Cylinder B Cylinder A → Thùng chứa (T)

Hình 11-11. Valve điều khiển thủy lực vận hành dẫn hướng.

Mặc dù hầu hết valve điều khiển hướng thủy lực đều sử dụng bộ vận hành dẫn hướng tác động trực tiếp dùng chất lỏng thủy lực làm môi chất để nâng ống cuộn valve chính, hiện nay nhiều ứng dụng sử dụng khí nén làm môi chất để nâng ống cuộn. Có nhiều thuận lợi để dùng khí nén làm môi chất. Điều khiển trực tiếp lưu chất với bộ vận hành dẫn hướng tác động trực tiếp rẻ tiền hơn, gọn hơn, và được chế tạo với nhiều biến thể.

Khí nén cung cấp sự dịch chuyển ống cuộn nhanh hơn. Khóa liên động có thể được lắp đặt giữa hệ thống khí nén và hệ thống thủy lực, cho phép dùng áp suất khí để kẹp và dùng áp suất chất lỏng cho chu kỳ làm việc nặng. Ngoài ra, hệ thống ống cần thiết giữa điều khiển hướng và bộ vận hành rẻ hơn so với dùng toàn bộ hệ thống thủy lực.

Bộ vận hành dẫn hướng tác động trực tiếp bằng khí nén ngày nay được chế tạo sao cho đường kính bộ vận hành đủ để cho phép áp suất khí 3 đến 5 psi có thể nâng ống cuộn trong valve điều khiển hướng, mặc dù valve này chịu áp suất dầu đến 3000 psi.

TÓM TẮT

Bộ vận hành valve điều khiển là phương tiện vận hành valve điều khiển. Trong nhiều trường hợp, bộ vận hành valve dùng cho valve điều khiển áp suất và điều khiển lưu lượng khác với những bộ vận hành dùng cho valve điều khiển hướng.

Gần như tất cả các loại valve điều khiển áp suất thủy lực đều dùng bộ vận hành loại vít để xác lập lực căng lò xo chính xác, tại đó valve thực hiện chức năng. Bộ vận hành valve thường được dùng trên valve điều khiển áp suất là loại vít tác động trực tiếp, trực cam tác động trực tiếp, trực cam lệch tâm, và loại dẫn hướng.

Trong nhiều trường hợp, bộ vận hành valve điều khiển lưu lượng (trong hệ thống thủy lực) sử dụng cơ cấu ren hoặc vít để mở và đóng lỗ tiết lưu trong valve. Cơ cấu ren hoặc vít có thể được trang bị tay quay, núm kiểu vít, thiết bị khóa, hoặc vài thiết bị điều khiển khác.

Nhiều bộ vận hành khác nhau được dùng cho valve điều khiển hướng. Chúng có thể được phân loại theo kiểu vận hành bằng tay, solenoid, cơ khí, trả về tự động, và vận hành dẫn hướng. Tổ hợp các loại bộ vận hành valve này cũng khá dụng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Công dụng của bộ vận hành valve là gì?
2. Liệt kê ba loại bộ vận hành valve điều khiển áp suất.
3. Loại bộ vận hành nào được dùng cho valve điều khiển lưu lượng?
4. Liệt kê bốn loại valve điều khiển hướng.
5. Ứng dụng nào phù hợp nhất cho valve điều khiển hướng vận hành nhờ valve dẫn hướng?
6. Liệt kê hai ứng dụng valve an toàn vận hành bằng solenoid.
7. Liệt kê ba ứng dụng valve an toàn vận hành bằng cam.
8. Nên dùng loại bộ tác động nào trên bộ điều khiển hướng cho các hoạt động chu kỳ cao?
9. Sự khác nhau giữa solenoid AC và DC là gì?
10. Loại bộ vận hành valve điều khiển áp suất nào thường được sử dụng nhất để xác lập lực căng lò xo?
11. Loại bộ vận hành valve nào được xem là khả thi nhất và rẻ nhất?
12. Ba loại bộ vận hành bằng tay là gì?
13. Loại bộ vận hành khuỷu được dùng ở đâu?
14. Nên sử dụng loại solenoid nào cho tái liên tục?
15. Sự khác nhau giữa dòng điện kích từ và dòng điện duy trì trong solenoid là gì?
16. Bộ vận hành cơ khí thông dụng nhất là gì?
17. Liệt kê hai loại bộ vận hành dẫn hướng.
18. Loại bộ vận hành nào được dùng cho hầu hết các valve điều khiển áp suất thủy lực?
19. Bộ vận hành cho valve dẫn hướng được phân loại như thế nào?

Chương 12 – LƯU CHẤT THỦY LỰC

Trong thủy lực học, lưu chất thủy lực thường được chia thành ba loại: lưu chất có nguồn gốc dầu mỏ, lưu chất tổng hợp, và nước. Hai lưu chất đầu được dùng trong những thiết bị được gọi là thiết bị công suất nguyên cùm. Nói chung, nước được dùng làm lưu chất thủy lực trong hệ thống thủy lực trung tâm.

Chức năng của lưu chất thủy lực tốt gồm ba phần:

- Truyền công suất thủy lực.
- Bôi trơn các bộ phận của hệ công suất thủy lực.
- Có tác dụng làm kín.

Sự lựa chọn lưu chất thủy lực thích hợp là rất quan trọng, do lưu chất ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất hệ thống thủy lực, chi phí bảo dưỡng, và thời gian làm việc của các bộ phận trong hệ thống.

LƯU CHẤT CÓ NGUỒN GỐC DẦU MỎ

Ba loại dầu khoáng cơ bản được sử dụng:

- Dầu paraffin.
- Dầu gốc naphthenic và dầu gốc asphaltic
- Dầu hỗn hợp.

Những dầu này chứa cả hợp chất naphthenic và paraffin.

Để đạt được các đặc tính xác định, nhiều hóa chất được bổ sung vào dầu. Những hóa chất này được gọi là phụ gia. Phụ gia không thể làm dầu chất lượng thấp hoạt động tốt như dầu tốt, nhưng chúng có thể làm dầu tốt hoạt động tốt hơn. Phụ gia có thể ở dưới dạng chất chống bọt, chất chống rỉ, chất tăng sức căng bề mặt, hoặc chất ổn định oxy hóa.

Bạn không nên thử cho phụ gia vào dầu thủy lực, đó là công việc của nhà sản xuất hoặc tinh chế dầu thủy lực.

LƯU CHẤT TỔNG HỢP

Do nguy cơ hỏa hoạn thường ở gần các loại máy vận hành bằng thủy lực (đặc biệt ở nơi có ngọn lửa trần), nhiều nghiên cứu được thực hiện để phát triển lưu chất thủy lực chống cháy. Những lưu chất này được phân thành hai loại: hỗn hợp trên cơ sở tổng hợp và lưu chất với dung môi là nước. Không phải mọi lưu chất tổng hợp đều có khả năng chống cháy.

Lưu chất tổng hợp gồm các hợp chất hóa học (chẳng hạn, chlorinate biphenyls, phosphate esters, hoặc hỗn hợp của chúng). Những lưu chất thủy lực này có tính chống cháy bởi vì có các hợp chất với số phần trăm phốt pho cao và chứa clo.

Lưu chất trên cơ sở nước dựa trên phần trăm nước cao để tăng tính chống cháy tự nhiên của lưu chất. Cùng với nước, những hỗn hợp này còn

chứa tác nhân chống đông (chẳng hạn, hợp chất glycol, chất ức chế, và phụ gia).

Lưu chất tổng hợp có cả ưu điểm và nhược điểm. Đây là vài ưu điểm:

- Phần lớn đều có khả năng chống cháy.
- Ít tạo ra cặn dầu hoặc dạng gồm dầu mỡ.
- Nhiệt độ ít ảnh hưởng đến độ nhớt của lưu chất.

Khuyết điểm của nhiều lưu chất tổng hợp là làm xuống cấp một số vật liệu (chẳng hạn, miếng đệm, sơn, và vài kim loại trong bộ lọc ngõ nạp).

YÊU CẦU CHẤT LƯỢNG

Dầu thủy lực phải đáp ứng các yêu cầu chất lượng xác định, không bị xuống cấp, và phù hợp yêu cầu sử dụng. Dầu thủy lực chất lượng cao có các tính chất như sau:

- Ngăn ngừa rỉ sét các chi tiết bên trong valve, bơm, và cylinder.
- Ngăn ngừa hình thành cặn dầu hoặc gồm làm nghẹt những đường dẫn nhỏ trong valve và màng lọc.
- Giảm sự tạo bọt có thể gây hoạt hóa trong bơm.
- Có tuổi thọ phục vụ lâu.
- Duy trì các tính chất ban đầu của chúng qua quá trình sử dụng (không xuống cấp về mặt hóa học).
- Ít thay đổi khả năng chảy hoặc độ nhớt khi nhiệt độ thay đổi.
- Hình thành màng bảo vệ chống sự mài mòn các chi tiết làm việc.
- Ngăn chặn sự mài mòn cục bộ trên bề mặt các chi tiết bơm, valve, và cylinder.
- Không tạo thành nhũ khi có nước. Nước thường có mặt trong hệ thống do nguồn bên ngoài hoặc do ngưng tụ.
- Không làm xuống cấp các miếng đệm và vòng bít.

BẢO DƯỠNG

Dầu thủy lực thường không được bảo dưỡng đúng quy trình, thay vào đó, chúng thường được xử lý theo cách thức đơn giản. Sau đây là vài qui tắc đơn giản về bảo dưỡng:

- Lưu trữ dầu trong thùng sạch. Thùng chứa không được có xơ vãi hoặc bụi.
- Vặn chặt nắp hoặc nút dây trên thùng chứa để ngăn bụi hoặc chất bẩn. Không chứa đựng dầu trong thùng chứa hở.
- Bảo quản dầu ở nơi khô ráo. Không để phơi mưa hoặc tuyết.
- Không trộn các loại dầu thủy lực khác nhau. Các loại dầu có tính chất khác nhau có thể gây rắc rối khi trộn lẫn.
- Dùng dầu thủy lực phù hợp với loại bơm.
- Dùng thùng hoặc can sạch để chuyển dầu từ thùng chứa đến bình dầu.
- Bảo đảm hệ thống sạch sẽ trước khi thay dầu mới. Không nên châm dầu sạch vào dầu dơ.

- Định kỳ kiểm tra chất lượng và mực dầu trong thiết bị. Nhờ nhà cung cấp dầu kiểm tra mẫu dầu trong thiết bị ở phòng thí nghiệm. Các chất gây ô nhiễm thường gây rắc rối. Sự kiểm tra thường xuyên có thể phát hiện những chất này, và giúp xác định nguồn ô nhiễm. Trên các máy có sử dụng chất làm nguội hoặc dầu cắt gọt cần chú ý đặc biệt, không để những chất lỏng này lọt vào hệ thống và làm nhiễm bẩn dầu.
- Xả dầu trong hệ thống theo định kỳ. Trong nhiều trường hợp, chỉ cần xả dầu hai năm một lần. Tuy nhiên, trong những điều kiện vận hành khác, có thể phải xả dầu mỗi tháng một lần. Điều này phụ thuộc vào điều kiện vận hành và chất lượng dầu thủy lực ban đầu. Do đó, cần xem xét nhiều yếu tố để xác định khoảng thời gian thay dầu.

Trước khi châm dầu mới vào hệ thống thủy lực, cần làm sạch hệ thống với chất rửa dầu thủy lực. Chất rửa dầu thủy lực được đưa vào hệ thống sau khi xả bỏ dầu cũ. Cho hệ thống thủy lực vận hành để tăng hiệu quả làm sạch hệ thống, và thường cần 50 đến 100 giờ để rửa sạch hệ thống. Sau đó, xả bỏ chất rửa; lúc này bộ lọc tinh, lọc thô, và bình chứa dầu đã sạch sẽ; châm dầu thủy lực mới vào hệ thống đến mức quy định.

Cần lau sạch dầu thủy lực tràn đổ lên sàn trong khi thay hoặc châm dầu vào hệ thống. Giữ nhà xưởng sạch sẽ là điều quan trọng để hạn chế hỏa hoạn và các mối nguy hiểm khác.

THAY DẦU TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC

Nếu thay lưu chất có nguồn gốc dầu mỡ trong hệ thống thủy lực bằng chất lỏng chống cháy, hoặc ngược lại, cần xả và làm sạch hệ thống một cách triệt để.

Sau đây là những điều cần lưu ý khi thay lưu chất có nguồn gốc dầu mỡ bằng lưu chất gốc nước:

- Xả hết (hoặc đến mức tối đa có thể) dầu cũ và làm sạch hệ thống.
- Tháo các đoạn ống cong hoặc ép dầu ra ngoài bằng luồng không khí khô, sạch.
- Làm sạch bộ lọc thô thật kỹ. Súc rửa bộ lọc tinh một cách kỹ lưỡng và thay mới phần tử lọc.
- Kiểm tra phần sơn bên trong tất cả các bộ phận, cạo sạch lớp sơn cũ.
- Kiểm tra đệm kín và vòng bít, nên thay mới.
- Súc rửa hệ thống, sử dụng lưu chất gốc nước hoặc dung dịch súc rửa thích hợp.
- Vì lưu chất thủy lực đất liền, hệ thống phải kín, không bị rò rỉ dầu ra ngoài.

Cần lưu ý những điều sau đây khi thay lưu chất gốc nước bằng lưu chất có nguồn gốc dầu mỡ:

- Loại bỏ toàn bộ lưu chất gốc nước. Bước này rất quan trọng, vì một

ít nước còn sót lại trong hệ thống cũng có thể gây hư hỏng đáng kể đối với lưu chất có nguồn gốc dầu mỡ.

- Cần cọ rửa và lau sạch bình chứa một cách kỹ lưỡng. Nếu mặt trong bình chứa không được sơn, nên phủ một lớp mỏng chất làm kín loại tốt và không ảnh hưởng đến dầu thủy lực.
- Tháo rời các bộ phận và làm sạch thật kỹ, sử dụng hơi nước sẽ có hiệu quả tốt.
- Súc rửa hệ thống bằng dầu thủy lực rồi xả bỏ.
- Rót dầu thủy lực tốt vào hệ thống đến mức quy định.

Quy trình tương tự cần được áp dụng khi thay lưu chất tổng hợp bằng lưu chất có nguồn gốc dầu mỡ, và ngược lại. Nếu sử dụng lưu chất photpho, nên thay vòng bít mới. Để đạt hiệu suất thỏa đáng từ lưu chất thủy lực và hệ thống thủy lực, nên sử dụng loại dầu thích hợp, sạch, thay dầu định kỳ, giữ cho dầu không nóng quá, và ngăn chất bẩn lọt vào hệ thống.

LỰA CHỌN DẦU THỦY LỰC

Chức năng chính của dầu thủy lực là truyền lực tác dụng vào một điểm trong hệ thống thủy lực đến điểm khác trong hệ thống, và tái tạo nhanh chóng sự biến thiên bất kỳ của lực tác dụng. Do đó, lưu chất phải có tính lưu động cao và không nén được. Cần xem xét hai vấn đề khi lựa chọn lưu chất thủy lực trong ứng dụng công nghiệp:

- Lưu chất cho từng hệ thống phải có những tính chất vật lý cần thiết, các đặc tính lưu động và hiệu suất.
- Lưu chất phải có đặc tính hiệu suất đáng kể trong khoảng thời gian đủ dài. Dầu có thể phù hợp khi còn mới, nhưng đặc tính hoặc tính chất của dầu có thể thay đổi, kết quả là ảnh hưởng bất lợi đến hiệu suất của hệ thống thủy lực.

Lưu chất thủy lực phải có khả năng lấp kín phù hợp hoặc tạo ra màng dầu giữa những chi tiết chuyển động để giảm ma sát. Lưu chất phải không tạo ra các thay đổi hóa lý bất lợi trong hệ thống thủy lực, không gây rỉ sét hoặc ăn mòn trong hệ thống, và cần có tác dụng bôi trơn thích hợp, tạo màng mỏng giữa những chi tiết chuyển động để giảm mài mòn.

Một số đại lượng được dùng để đánh giá hiệu suất và tính tương thích của dầu thủy lực. Các đại lượng đó bao gồm:

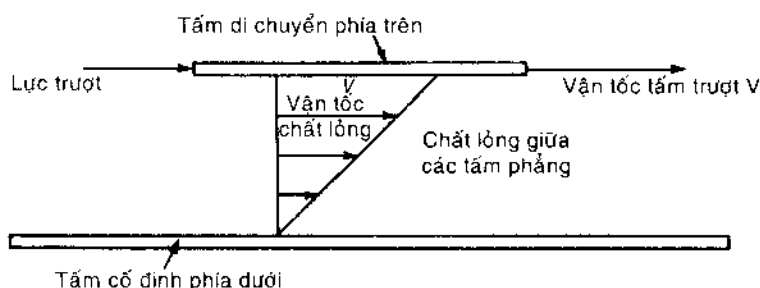
Trọng lượng riêng

Trọng lượng riêng của chất lỏng là tỷ số giữa trọng lượng trên đơn vị thể tích. Ví dụ, nước ở 60°F nặng 62.4 pound trên foot khối. Tỷ trọng của chất lỏng được xác định bằng tỷ số trọng lượng riêng của chất lỏng chia cho trọng lượng riêng của nước. Ví dụ, nếu tỷ trọng của dầu là 0.93, trọng lượng riêng tương ứng của dầu khoảng 58 pound/foot khối (0.93×62.4). Các chất lỏng thủy lực thương mại có tỷ trọng trong khoảng 0.80 đến 1.45.

Độ nhớt

Độ nhớt là thuật ngữ thông dụng. Trong nhiều trường hợp, thuật ngữ này được dùng một cách chung chung, không rõ ràng, và mất ý nghĩa. Để có ý nghĩa xác định, thuật ngữ độ nhớt phải được sử dụng với các đặc tính vật lý.

Độ nhớt tuyệt đối hoặc *độ nhớt động* là dạng thuật ngữ chuyên biệt. Như minh họa trên Hình 12-1, chất lỏng thủy lực ở giữa hai tấm song song bám chặt vào bề mặt từng tấm phẳng, cho phép tấm này trượt tương đối với tấm kia. Điều này là do các lớp chất lỏng trượt tương đối với nhau. Lực trượt có tác dụng làm cho các lớp chất lỏng trượt với vận tốc nào đó (hoặc tốc độ chuyển động tương đối) để tạo ra sự trượt giữa các lớp chất lỏng. Thuật ngữ độ nhớt tuyệt đối hoặc độ nhớt động là tính chất vật lý của chất lỏng thủy lực biểu thị tỷ số giữa lực trượt và tốc độ chuyển động trượt của chất lỏng.



Hình 12-1. Sự trượt của chất lỏng

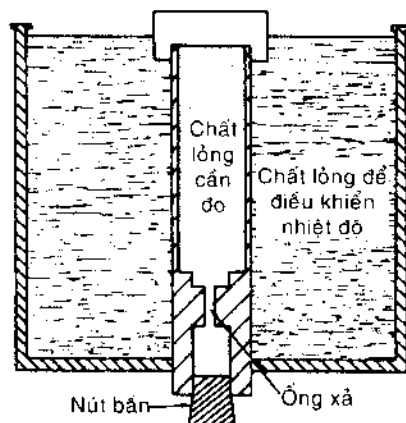
Để đơn giản, chất lỏng rất nhớt hoặc chất lỏng có độ nhớt động cao là chất lỏng không chảy tự do. Chất lỏng có độ nhớt động thấp có thể lưu động gần như tự do. Thuật ngữ *độ lỏng* có ý nghĩa tương phản với độ nhớt động. Chất lỏng có độ nhớt động cao sẽ có độ lỏng thấp, và chất lỏng có độ nhớt động thấp sẽ có độ lỏng cao. Nói chung, độ nhớt động của chất lỏng giảm khi nhiệt độ tăng. Vì thế, khi bị nóng, dầu chảy tự do hơn. Do tác dụng của áp suất, rất khó đưa ra kết luận cho tất cả các loại dầu. Nói chung, độ nhớt tăng khi tăng áp suất dầu.

Nhớt kế Saybolt

Thuật ngữ độ nhớt động đôi khi bị nhầm lẫn với số đo nhớt kế Saybolt. Trong thực tế, dụng cụ này đã được chuẩn hóa để kiểm tra sản phẩm dầu. Mặc dù được gọi là nhớt kế, nhưng dụng cụ Saybolt không đo độ nhớt động. Hình 12-2 minh họa nguyên lý nhớt kế Saybolt.

Khi sử dụng nhớt kế Saybolt, chất lỏng cần kiểm tra được đặt trong cylinder chính giữa, đây là ống nhỏ, ngắn có nút bần ở đầu dưới. Bình chất lỏng bao quanh cylinder chính giữa được dùng để duy trì nhiệt độ chất lỏng cần kiểm tra. Sau khi đạt nhiệt độ kiểm tra, nút bần được rút ra và xác định thời gian (giây) cần thiết để 69 mililit lưu chất kiểm tra

Hình 12-2. Nguyên lý hoạt động cơ bản của nhớt kế Saybolt.



chảy ra khỏi cylinder bằng đồng hồ bấm giờ. Thời gian này (giây) được gọi là số đo Saybolt phổ dụng.

Hiệp hội kỹ sư ô tô (SAE) đã thiết lập các số tiêu chuẩn để ghi nhận cho dầu. Đối với dầu kiểm tra ở 130°F theo thiết bị Saybolt tiêu chuẩn, Bảng 12-1 hiển thị số SAE của các khoảng số đo Saybolt. Ví dụ, nếu dầu được dán nhãn “SAE 10”, số đo Saybolt ở 130°F là trong khoảng từ 90 đến dưới 120 giây.

Bảng 12-1. Khoảng số đo Saybolt (giây)

Số SAE	Cực tiểu	Cực đại
10	90	Nhỏ hơn 120
20	120	Nhỏ hơn 185
30	185	Nhỏ hơn 255

Những vấn đề về độ nhớt

Nếu độ nhớt lưu chất thủy lực quá cao (lưu chất không chảy một cách tự do theo yêu cầu), có thể dẫn đến những kết quả như sau:

- Trở lực bên trong hoặc ma sát lưu chất cao, có nghĩa là khó chảy qua các valve và bơm.
- Tiêu thụ năng lượng cao, do ma sát chất lỏng cao.
- Nhiệt độ lưu chất cao, do ma sát cao.
- Sụt áp qua hệ thống có thể cao hơn dự kiến, nghĩa là áp suất hiệu dụng quá thấp để thực hiện công có ích.
- Chuyển động và hoạt động của những chi tiết khác nhau có thể bị chậm do trở lực lưu động quá cao.

Nếu độ nhớt của chất lỏng thủy lực quá thấp (lưu chất chảy tự do hơn mong muốn), có thể dẫn đến những hậu quả như sau:

- Rò rỉ xảy ra nhiều.
- Áp suất thấp hơn yêu cầu.
- Có thể tăng tốc độ mài mòn do thiếu màng chất lỏng giữa những chi tiết cơ khí chuyển động tương đối với nhau.

- Rò rỉ bơm có thể tăng, kết quả là giảm lượng dầu phân phối và hiệu suất bơm.
- Mất điều khiển chất lỏng có thể xảy ra do sức căng bề mặt của chất lỏng giảm.

Khi đo bằng nhớt kế Saybolt, độ nhớt của dầu thủy lực không nên vượt quá 400 giây và không dưới 45 giây.

Chỉ số độ nhớt

Một cách lý tưởng, độ nhớt động của dầu chỉ thay đổi nhẹ theo nhiệt độ. Trong động cơ ô tô, dầu trục khuỷu vận hành trong khoảng nhiệt độ rộng. Nếu độ nhớt động của dầu quá cao, cần phải có các lực và công suất lớn trên màng dầu. Nhiệt độ của dầu có thể rất cao, khi đó độ nhớt động của dầu sẽ rất thấp. Vì thế, dầu không hình thành màng bôi trơn thích hợp giữa các bề mặt trượt. Điều này sẽ làm mòn nhanh các bề mặt kim loại và gây tổn thất công suất động cơ.

Thuật ngữ chỉ số độ nhớt là tỷ số được xác định một cách tùy ý, biểu thị sự thay đổi tương đối số đo Saybolt theo nhiệt độ. Phần lớn dầu có chỉ số độ nhớt cao (số đo Saybolt thay đổi tương đối nhỏ khi thay đổi nhiệt độ). Dầu có chỉ số độ nhớt nhỏ có sự thay đổi số đo Saybolt tương đối lớn khi nhiệt độ thay đổi.

Giá trị bôi trơn

Thuật ngữ tính nhớt và tính trơn đề cập đến giá trị bôi trơn của dầu bất kỳ. Những thuật ngữ này thường được dùng khi các bề mặt chuyển động tương đối gần nhau và có thể có tiếp xúc kim loại - kim loại. Ở nhiệt độ và áp suất như nhau, dầu A có thể bôi trơn tốt hơn dầu B. Vì thế, dầu A có tính nhớt hoặc tính trơn hơn dầu B. Giá trị bôi trơn của chất lỏng tùy thuộc vào cấu trúc hóa học và phản ứng của chất lỏng với những bề mặt kim loại khác nhau khi các bề mặt này gần sát nhau. Do đó, tính nhớt và tính trơn là cực kỳ quan trọng đối với hiệu suất của dầu.

Điểm chảy

Điểm chảy của lưu chất được xác định là nhiệt độ thấp nhất tại đó lưu chất có thể lưu động khi được làm nguội theo điều kiện đã cho. Điểm chảy là rất quan trọng khi hệ thống thủy lực làm việc ở nhiệt độ thấp. Nói chung, điểm chảy nên thấp hơn nhiệt độ làm việc thấp nhất của lưu chất khoảng 20°F.

Oxy hóa và nhiễm bẩn

Oxy hóa là phản ứng hóa học kết hợp oxy với nguyên tố khác. Do không khí có chứa khí oxy, khí oxy liên quan đến việc oxy hóa lưu chất do tiếp xúc hoặc trộn lẫn lưu chất với không khí.

Lượng không khí không mong muốn trong hệ thống thủy lực có thể do các yếu tố cơ học, chẳng hạn rò rỉ vào đường hút dầu, mức lưu chất thấp trong bình chứa dầu, và rò rỉ xung quanh vòng đệm kín. Rò rỉ không

khí có thể do chuyển động không đều của những chi tiết cơ khí và có thể làm cho lưu chất bị oxy hóa nhanh hơn. Dầu luôn luôn chứa một ít không khí hòa tan, phần không khí này có thể không gây ra vấn đề hoặc sự cố. Nhưng không khí không hòa tan có thể tạo ra các bọt khí. Nếu lọt vào cylinder, không khí không hòa tan có tính nén cao, trong khi đó dầu không có tính nén cao như không khí; điều này có thể làm cylinder hoạt động bất thường nếu có lượng đáng kể không khí không hòa tan.

Gang, thép bị xuống cấp do rỉ sét. Rỉ sét có thể phát triển trong hệ thống thủy lực nếu có hơi ẩm. Hơi ẩm này có thể do ngưng tụ từ không khí lọt vào hệ thống qua sự rò rỉ trên phía hút của bơm (áp suất thấp).

Độ bền đối với phản ứng oxy hóa của dầu là khả năng chống oxy hóa của dầu đó. Tốc độ oxy hóa tăng khi tăng nhiệt độ, áp suất, và sự khuấy trộn. Sự oxy hóa cũng tăng khi dầu bị nhiễm bẩn với các chất như mỡ, chất bẩn, hơi ẩm, sơn,... Nhiều loại kim loại cũng thúc đẩy quá trình oxy hóa dầu, và các chất lỏng khác nhau có đặc tính oxy hóa khác nhau. Bảng 12-2 liệt kê những tính chất cần thiết của lưu chất thủy lực thương mại.

Bảng 12-2. Tính chất của lưu chất thủy lực có sẵn

Lưu chất có nguồn gốc dầu mỏ	
Khoảng độ nhớt, số đo Saybolt phổ dụng ở 100°F, giây	40 đến 5000
Nhiệt độ vận hành, °F	-75 đến 500
Chỉ số độ nhớt tối thiểu	76 đến 225
Chất lỏng chống cháy (nhũ dầu - nước, nước - glycol, phosphate-ester, hydrocacbon clo hóa, silicate ester, silicon)	
Khoảng độ nhớt, giây, số đo Saybolt phổ dụng ở 100°F	20 đến 5000
Nhiệt độ vận hành, °F	-100 đến 600

BỘ LỌC THỦY LỰC

Bộ lọc thủy lực được dùng để loại bỏ các nguyên nhân tiềm tàng có thể gây ra sự cố trong hệ thống thủy lực. Chọn bộ lọc thích hợp và bảo dưỡng bộ lọc đúng cách là rất quan trọng để đạt được kết quả thỏa đáng trong hệ thống thủy lực.

- **Mòn** – Khi các chi tiết chuyển động trượt với nhau, mặt kim loại và các mảnh vụn của vòng đệm kín sẽ lọt vào lưu chất. Ví dụ điển hình của hoạt động này là sự chuyển động của piston bằng gang trong lòng cylinder thép. Sự mài mòn xảy ra ngay khi cylinder bắt đầu vận hành, mặc dù không thể thấy bằng mắt trong khoảng thời gian dài.
- **Hình thành cặn và acid do lưu chất bị xuống cấp** – Khi nhiệt và áp suất quá cao, các phản ứng hóa học xảy ra trong lưu chất sẽ tạo thành cặn dầu và acid có hại đối với các chi tiết chính xác. Ví dụ, lớp phủ nhựa hình thành trên những chi tiết chuyển động có thể làm ống cuộn valve kẹt cứng trong thân valve, hoặc có thể làm nghẹt những lỗ tiết lưu nhỏ. Các acid có thể làm rỉ và ăn mòn bề mặt.

- *Chất nhiễm bẩn tích tụ trong quá trình chế tạo các bộ phận* – Trong vật đúc có các đường dẫn phức tạp, rất khó làm sạch lõi cát, do đó, một lượng nhỏ cát có thể lọt vào hệ thống khi lưu chất chảy qua đường dẫn với áp suất cao.
- *Chất nhiễm bẩn từ bên ngoài hệ thống* – Bụi có thể lọt vào hệ thống nếu nắp bộ lọc trên bình chứa dầu không được thay thế. Chất bẩn bám vào thanh piston hoặc ống cuộn valve có thể lọt vào hệ thống. Nước hoặc chất làm nguội cũng có thể lọt vào hệ thống.

Các yếu tố cần xem xét khi lựa chọn bộ lọc thủy lực là tốc độ chảy, độ sụt áp, cỡ lọc, dung lượng, dễ bảo dưỡng, tính tương thích với lưu chất trong hệ thống, và áp suất lọc cực đại. Bộ lọc trong hệ thống thủy lực có thể được lắp ở nhiều vị trí, chẳng hạn:

- *Trong bình hứng dầu hoặc bộ tích lũy dầu* – Đây là bộ lọc kiểu ống dầu. Bộ lọc nên có dung lượng gấp hai lần dung lượng bơm thủy lực để duy trì sự sụt áp tối thiểu và loại bỏ khả năng sủi bọt trong bơm.
- *Ở đường xả từ valve an toàn* – Trong hầu hết các hệ thống, khối lượng lưu chất xả qua valve an toàn là tương đối lớn, do đó thường yêu cầu sử dụng bộ lọc áp suất thấp, cỡ mịn. Bộ lọc này cần có valve rẽ áp suất thấp để bảo vệ bộ lọc hoặc hệ thống. Dung lượng lọc phải đủ lớn để xử lý lưu lượng toàn phần của bơm mà không gây ra áp lực ngược trên valve an toàn. Áp lực ngược trên phía xả valve an toàn có thể gây ra sự cố trong hệ thống.
- *Trên đường rẽ nhánh từ bơm* – Trong cách lọc này, một lượng nhỏ (khoảng 10%) lưu lượng từ bơm đi qua bộ lọc nhánh và trở về bình chứa dưới dạng dầu sạch. Cần lắp bộ điều khiển lưu lượng bù áp suất giữa bơm và bộ lọc để duy trì lưu lượng không đổi với áp suất tối thiểu qua bộ lọc. Dùng một valve rẽ bên trong bộ lọc để bảo vệ bộ lọc, tránh bị nghẹt hoàn toàn.
- *Trên đường áp suất giữa bơm và valve điều khiển hướng* – Để bảo vệ các bộ phận của hệ thống ở phía sau bơm, thường dùng bộ lọc áp suất cao có thể xử lý áp suất và lưu lượng bơm tối đa. Mặc dù cỡ lọc 25 micron là tiêu chuẩn thông dụng trong công nghiệp, bộ lọc 5 micron hoặc nhỏ hơn cũng được dùng nếu cần bảo vệ các chi tiết lắp khít. Dung lượng dòng qua bộ lọc càng cao càng tốt (bốn hoặc năm lần dung tích bơm). Nên kết hợp valve rẽ an toàn gần liền trong bộ lọc, vì bộ lọc có thể bị quá tải do chất bẩn. Nhiều bộ lọc áp suất cao được trang bị công tắc cảnh báo, cung cấp tín hiệu khi bộ lọc cần làm sạch.
- *Trên đường nạp giữa bình dầu và bơm* – Bộ lọc trên đường nạp tương tự bộ lọc trong bình chứa dầu, nhưng được đặt trong hộp và lắp bên ngoài bình chứa. Bộ lọc cỡ mắt lưới 100 thường được dùng cho dầu thủy lực và bộ lọc cỡ mắt lưới 60 thường được dùng cho lưu chất dạng nước. Các phần tử bộ lọc có thể được thay thế mà không làm xáo trộn đường ống.
- *Trên đường xả giữa valve điều khiển hướng bốn ngã và bình chứa* –

Bộ lọc trên đường xả rất hữu ích khi số lượng lớn lưu chất trở về bình chứa qua valve điều khiển hướng bốn ngã. Tuy nhiên, nếu hầu hết lưu chất trở về qua valve an toàn hoặc valve rẽ, kiểu lọc này ít có tác dụng. Khi sử dụng bộ lọc trên đường trở về, bộ lọc này cần có dung lượng lớn hơn dòng tối đa trên đường trở về để giảm áp suất ngược đến mức tối thiểu trên phía xả của valve điều khiển. Sự tràn và va đập đột ngột có thể gây hiệu ứng có hại cho các phần tử lọc.

Bộ lọc thủy lực loại xách tay

Bộ lọc thủy lực loại xách tay được dùng nhiều trong công nghiệp gồm các tác dụng sau:

- Làm sạch hệ thống thủy lực cũ.
- Lọc dầu mới (lý tưởng khi châm dầu vào hệ thống kiểm soát trợ động và các hệ thống khác đòi hỏi phải có dầu sạch).
- Làm sạch hệ thống trong nhà máy mới trước khi khởi động, làm sạch các hệ thống trên máy OEM và thiết bị trước khi chuyển giao cho khách hàng.
- Lọc sạch sự nhiễm bẩn hệ thống thủy lực, nguyên nhân do hư hỏng bộ phận trong hệ thống.
- Tái tuần hoàn và lọc dầu thiết bị công suất mà không dùng thiết bị đó.

Thiết bị có thể được trang bị bơm thủy lực loại bánh răng dẫn động bằng động cơ điện; bộ lọc tinh với phần tử lọc bằng giấy có cỡ lọc danh nghĩa 10 micron; hai ống mềm, một ống hút, và một ống mềm cao áp; một hộp phụ tùng và các dụng cụ nhỏ; và một khay hứng dầu nhỏ giọt từ bộ lọc và các ống mềm. Ngoài ra còn có bơm thủy lực được dẫn động bằng động cơ khí nén nhận khí qua bộ lọc, bộ điều áp và bôi trơn. Cụm này cũng được trang bị một hộp tích trữ. Khi vận hành, hộp này được đặt trên sàn và thùng dầu được đặt trên hộp.

TÓM TẮT

Lưu chất thủy lực thường được chia thành ba loại: lưu chất có nguồn gốc dầu mỏ, lưu chất tổng hợp, và nước. Lưu chất thủy lực tốt phải có ba chức năng: môi chất truyền động công suất thủy lực, môi chất bôi trơn những bộ phận của hệ công suất thủy lực, và có tác dụng như một chất làm kín.

Để đạt được đặc điểm nào đó, cần bổ sung hóa chất được gọi là phụ gia vào dầu. Phụ gia có thể ở dưới dạng chất chống bọt, chất chống rỉ, chất tăng cường sức căng bề mặt, hoặc chất ổn định oxy hóa.

Chức năng chính của dầu thủy lực là truyền lực tác dụng tại một điểm trong hệ thống thủy lực đến điểm khác trong hệ thống và tái tạo nhanh chóng sự thay đổi bất kỳ của lực tác dụng. Do đó, lưu chất phải có tính lưu động cao và không nén được. Sự lựa chọn lưu chất thủy lực cho ứng dụng công nghiệp liên quan đến hai vấn đề: lưu chất phải có các tính chất vật lý cần thiết, các đặc tính lưu động và hiệu suất; lưu chất phải có

khả năng duy trì các đặc tính hiệu suất một cách ổn định trong khoảng thời gian đủ dài.

Chất lỏng rất nhớt hoặc chất lỏng có độ nhớt động cao là chất lỏng không lưu động một cách tự do. Chất lỏng có độ nhớt động thấp có thể chảy tự do. Thuật ngữ độ lỏng có ý nghĩa tương phản với độ nhớt động. Chất lỏng có độ nhớt động cao sẽ có độ lỏng thấp, và ngược lại, chất lỏng có độ nhớt động thấp sẽ có độ lỏng cao.

Thuật ngữ tính nhớt và tính trơn đề cập đến giá trị bôi trơn của dầu. Giá trị bôi trơn của lưu chất tùy thuộc vào cấu trúc hóa học và phản ứng của nó với những bề mặt kim loại khác nhau khi các bề mặt này tiếp xúc hoặc tương đối gần nhau.

Bộ lọc thủy lực được dùng chủ yếu để loại bỏ những nguyên nhân tiềm tàng có thể dẫn đến sự cố trong hệ thống thủy lực. Lựa chọn bộ lọc thích hợp và bảo dưỡng bộ lọc đúng cách là rất quan trọng để có thể đạt được kết quả thỏa đáng trong hệ thống thủy lực. Những yếu tố cần xem xét khi chọn bộ lọc thủy lực là lưu tốc, độ sụt áp, cỡ lọc, dung tích, dễ bảo dưỡng, tính tương thích với lưu chất trong hệ thống, và áp suất lọc cực đại.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Liệt kê ba nhược điểm khi sử dụng nước trong hệ công suất thủy lực.
2. Điều gì có thể làm dầu thủy lực trở nên quá nhiệt trong hệ thống thủy lực?
3. Không khí đi vào hệ thống thủy lực bằng cách nào?
4. Chất bẩn đi vào hệ thống thủy lực bằng cách nào, dù thực tế đã dùng bộ lọc phù hợp?
5. Cần tuân thủ điều gì khi thay dầu trong hệ thống thủy lực?
6. Khi bảo quản lưu chất thủy lực, nên tuân thủ các quy định nào?
7. Các nguy cơ mất an toàn khi để dầu thủy lực đọng trên sàn?
8. Liệt kê ba loại dầu thủy lực thông dụng.
9. Chất lỏng chống cháy có ảnh hưởng gì với vòng bít, miếng đệm, và bộ lọc?
10. Chất lỏng thủy lực có thể chia thành ba loại nào?
11. Chức năng của dầu thủy lực tốt là gì?
12. Liệt kê ba loại dầu khoáng.
13. Liệt kê các yêu cầu đối với dầu thủy lực tốt?
14. Các bước cần thiết để thay lưu chất gốc nước bằng lưu chất có nguồn gốc dầu mỏ là gì?
15. Chức năng chính của lưu chất thủy lực là gì?
16. Nước nặng bao nhiêu ở 60°F?
17. Hãy cho biết khoảng tỷ trọng của các lưu chất thủy lực thông dụng.
18. Định nghĩa độ nhớt.
19. Độ nhớt tuyệt đối hoặc độ nhớt động có nghĩa là gì?

20. Số đo nhớt kế Saybolt là gì?
21. SAE là viết tắt của từ gì?
22. Số đo Saybolt tối thiểu và tối đa cho dầu SAE 20 là bao nhiêu?
23. Chỉ số độ nhớt là gì?
24. Điểm chảy là gì?
25. Công dụng của bộ lọc trong hệ thống thủy lực?

Chương 13 – ĐƯỜNG ỐNG VÀ KHỚP NỐI

Hiệu suất của hệ thống công suất thủy lực thường bị giới hạn do các đường ống (chuyển tải lưu chất) mang môi chất hoạt động từ bộ phận thủy lực này đến bộ phận khác. Công dụng của đường ống là tạo đường đi không rò rỉ ở mọi áp suất vận hành do hệ thống yêu cầu. Hệ thống đường ống có thiết kế kém thường gây ra các sự cố như sau:

- Nút thắt kiểu cổ chai (tạo áp lực ngược trong các bộ phận).
- Tổn thất tốc độ (giảm hiệu suất).
- Ống bị rạn nứt, đặc biệt ở hệ thống áp suất cao (dẫn đến các nguy cơ cháy và nhiều vấn đề khác).

Sự chọn lựa đường ống phù hợp cũng quan trọng như lựa chọn các bộ phận khác trong hệ thống thủy lực.

Lưu chất có thể được định hướng qua các đường ống hoặc bộ góp phân phối. Đường ống lưu chất được chia thành ba nhóm:

- Cứng.
- Nửa cứng hoặc ống kim loại.
- Mềm dẻo hoặc ống mềm.

Trong nhiều trường hợp, cả ba loại này đều được dùng trong một hệ thống lưu chất. Áp suất liên quan và môi chất được dùng sẽ xác định loại đường ống, khớp nối, và đầu nối.

ỐNG CỨNG

Ống thép là loại vật liệu đầu tiên được dùng trong hệ công suất thủy lực, bao gồm bốn loại thông dụng:

- *Tiêu chuẩn (STD)* hoặc *Schedule 40* – Ống này (ống liền) được thiết kế với các áp suất kiểm tra 700 psi trong khoảng kích cỡ 1/8 inch đến 1100 psi trong ống kích cỡ 2 inch.
- *Siêu cứng (XS)* hoặc *Schedule 80* – Loại ống này được dùng trong hệ thống thủy lực có khoảng áp suất trung bình. Ống này (ống liền) được thiết kế với áp suất 850 psi kích cỡ 1/8 inch đến 1600 psi kích cỡ 2 inch (Cấp B).
- *Schedule 160* – Ống này được thiết kế với các áp suất kiểm tra đến 2500 psi.
- *Ống kép siêu cứng (XXS)* – Ống này cũng được dùng với các áp suất kiểm tra đến 2500 psi, kể cả với chiều dày thành ống hơi lớn hơn.

Kích cỡ ống được liệt kê theo đường kính trong (ID) danh nghĩa. Các kích cỡ này gần như tương đương với loại Schedule 40, nhưng có sự khác nhau. Ví dụ, đường kính trong 1/4 inch của loại ống Schedule 40 là 0.364 inch, và đường kính trong 1/2 inch của loại ống Schedule 40 là 0.622 inch.

Khi số xếp loại ống tăng, chiều dày thành ống cũng tăng. Nghĩa là

đường kính trong của ống cho mỗi kích thước danh nghĩa sẽ nhỏ hơn, nhưng đường kính ngoài (OD) của ống cho mỗi kích thước danh nghĩa vẫn không đổi (Bảng 13-1).

Bảng 13-1. Kích thước ống thép

Cỡ ống danh định (in)	Đường kính ngoài (in)	Loại 40 (tiêu chuẩn)		Loại 80 (siêu cứng)		Loại 160		Ống kép siêu cứng	
		Đường kính trong (in)	Áp suất nổ (psi)	Đường kính trong (in)	Áp suất nổ (psi)	Đường kính trong (in)	Áp suất nổ (psi)	Đường kính trong (in)	Áp suất nổ (psi)
1/6	0.405	—	—	—	—	—	—	—	—
1/4	0.540	0.364	16000	0.302	22000	—	—	—	—
3/8	0.675	0.493	13500	0.423	19000	—	—	—	—
1/2	0.840	0.622	13200	0.546	17500	0.466	21000	0.252	35000
3/4	1.050	0.824	11000	0.742	15000	0.614	21000	0.434	30000
1	1.315	1.049	10000	0.957	13600	0.815	19000	0.599	27000
1 1/4	1.660	1.380	8400	1.278	11500	1.160	15000	0.896	23000
1 1/2	1.900	1.610	7600	1.500	10500	1.338	14800	1.100	21000
2	2.375	2.067	6500	1.939	9100	1.689	14500	1.503	19000
2 1/2	2.875	2.469	7000	2.323	9600	2.125	13000	1.771	18000
3	3.500	3.068	6100	2.900	8500	2.624	12500	—	—

Vài loại đầu nối được dùng cho ống thép là chữ T, chữ thập, khuỷu, khuỷu nối,... Đầu nối ống được liệt kê theo kích cỡ ống danh nghĩa.

Ống thép là một trong các loại ống dẫn lưu chất rẻ tiền dùng cho chất lỏng thủy lực nếu chỉ xét chi phí vật liệu, nhưng khi lắp đặt thường tốn thời gian đáng kể so với lắp đặt các loại ống dẫn lưu chất khác. Ống thép phù hợp với việc xử lý lưu chất thể tích lớn và thi công đường ống dẫn lưu chất dài. Ống thường được dùng trên đường hút đến bơm và cho liên kết ngắn giữa hai bộ phận. Nó cũng hữu ích trên hệ thống ống ít khi tháo ra. Ống thép tạo sự vững vàng để giữ cố định những bộ phận khác nhau, chẳng hạn các valve được liệt kê để lắp trên đường ống. Ống thép phải được làm sạch kỹ lưỡng trước khi lắp vào hệ thống công suất thủy lực.

ỐNG NỬA CỨNG (ỐNG THÉP)

Hai loại ống thép được dùng trong hệ thống thủy lực, theo tiêu chuẩn thủy lực được Viện Tiêu chuẩn Mỹ (USASI) đề nghị. Những loại ống này là ống liền và ống hàn điện. Kích cỡ ống được quy định theo đường kính ngoài của ống. Ống thép không có mối hàn được chế tạo từ thép carbon thấp, mềm, dẻo và độ đàn dẽ, tối thiểu là 35%. Các ống có đường kính ngoài 3/8 inch và/hoặc chiều dày thành ống 0.035 inch, độ đàn dẽ tối thiểu cho phép là 30%. Đường kính ống không được phép biến thiên vượt quá các giới hạn chuyên biệt trên Bảng 13-2.

Bảng 13-2. Đặc tính kỹ thuật đường kính ống.

Đường kính ngoài danh định	Đường kính ngoài (in)	Đường kính trong (in)
¼ đến ½ inch	±0.003	—
Trên ½ đến 1½ inch	±0.005	±0.005
Trên 1½ đến 3½ inch	±0.010	±0.010

Quy trình chế tạo ống thép là kéo nguội hoặc kéo-ép nóng. Bảng 13-3 minh họa kích cỡ danh nghĩa ống thép không có mối hàn khả dụng cho hệ thống thủy lực.

Bảng 13-3. Kích cỡ ống thép và hệ số an toàn

Đ. kính ngoài của ống	Cỡ khớp nối	Hệ số an toàn 4/1				Hệ số an toàn 5/1		
		Áp suất làm việc (psi)				Áp suất làm việc (psi)		
		1000	2000	3000	5000	1000	2000	3000
1/8	2	0.020	0.020	0.020	0.025	0.020	0.020	0.020
3/16	3	0.020	0.020	0.020	0.035	0.020	0.020	0.028
1/4	4	0.020	0.020	0.028	0.049	0.020	0.022	0.035
5/16	5	0.020	0.025	0.035	0.056	0.020	0.028	0.042
3/8	6	0.020	0.028	0.042	0.072	0.020	0.035	0.049
1/2	8	0.020	0.042	0.056	0.095	0.025	0.040	0.065
5/8	10	0.025	0.042	0.072	0.120	0.032	0.058	0.083
3/4	12	0.028	0.058	0.083	0.134	0.035	0.072	0.109
7/8	14	0.035	0.072	0.095	0.165	0.042	0.083	0.120
1	16	0.042	0.083	0.109	0.180	0.049	0.095	0.134
1¼	20	0.049	0.095	0.134	0.238	0.058	0.120	0.165
1½	24	0.058	0.120	0.175	0.284	0.072	0.134	0.203
2	32	0.072	0.148	0.220	0.375	0.095	0.180	0.259

Đ. kính ngoài của ống	Cỡ khớp nối	Hệ số an toàn 7.5/1				Hệ số an toàn 10/1		
		Áp suất làm việc (psi)				Áp suất làm việc (psi)		
		1000	2000	3000	5000	1000	2000	3000
1/8	2	0.020	0.020	0.025	0.042	0.020	0.025	0.035
3/16	3	0.020	0.025	0.042	0.065	0.020	0.035	0.056
1/4	4	0.020	0.035	0.058	0.095	0.022	0.049	0.072
5/16	5	0.022	0.042	0.065	0.109	0.028	0.056	0.083
3/8	6	0.025	0.058	0.083	0.134	0.035	0.072	0.109
1/2	8	0.035	0.072	0.109	0.220	0.049	0.095	0.134
5/8	10	0.042	0.095	0.134	0.220	0.058	0.120	0.180
3/4	12	0.058	0.109	0.146	0.259	0.072	0.134	0.203
7/8	14	0.065	0.120	0.180	0.320	0.083	0.165	0.238
1	16	0.072	0.134	0.203	0.350	0.095	0.180	0.259
1¼	20	0.095	0.180	0.259	0.450	0.120	0.238	0.350
1½	24	0.109	0.203	0.320	0.500	0.134	0.284	0.450
2	32	0.134	0.284	0.400	—	0.180	0.375	—

Quy trình chế tạo

Ống thép hàn điện được chế tạo bằng cách cán nguội định hình cuộn thép thành ống, hàn dọc theo chiều dài và kéo ra. Tính chất vật lý và hóa học của ống thép hàn điện tương tự ống thép liền.

Để sử dụng ống thép (hoặc các loại ống khác) trong hệ thống thủy lực, cần gắn đoạn nối ống vào từng đầu ống. Nhiều phương pháp được dùng để thực hiện điều này. Tuy nhiên, theo phân tích cuối cùng, khớp nối giữ ống chắc chắn, tạo cụm lắp ráp kín có thể chịu được áp suất thiết kế. Trong nhiều trường hợp, đầu nối được hàn vào ống. Trong những ứng dụng khác (hệ thống khí nén), ma sát giữa ống và đầu nối đủ để giữ áp suất này.

Các loại ống khác

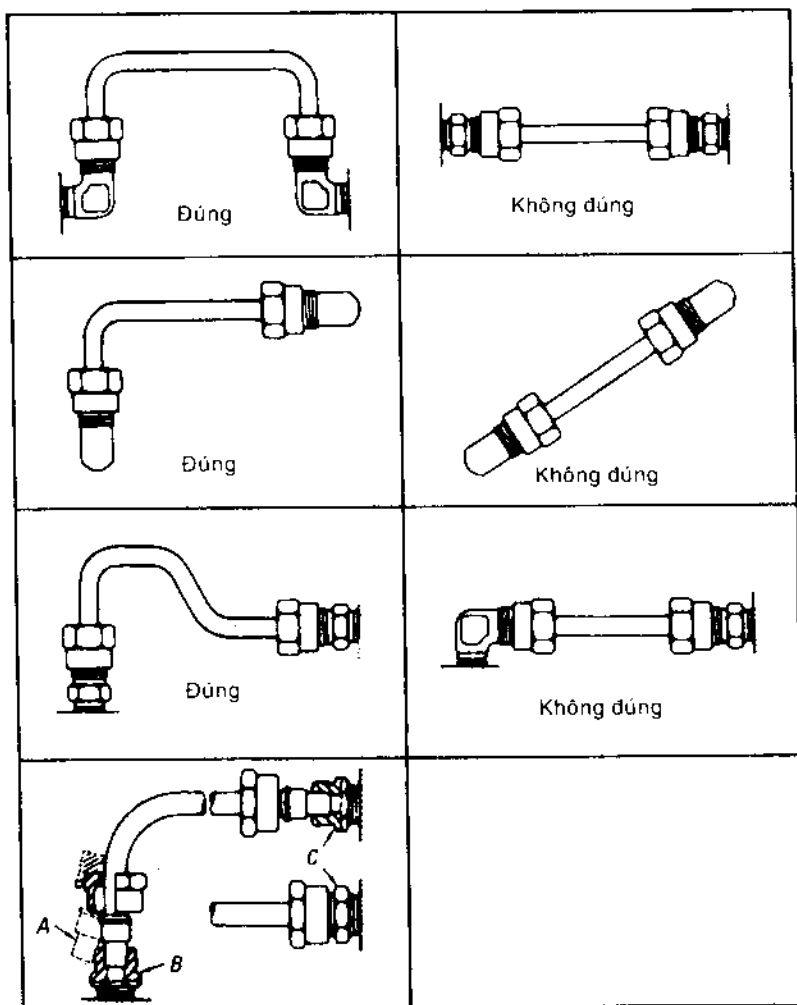
Sau đây là một số loại ống thông dụng trong hệ thống thủy lực:

- *Ống đồng* — Loại ống này thường được dùng trong mạch khí nén và không phải là đối tượng của tiêu chuẩn USASI. Do dễ bị biến cứng khi tác dụng lực để mở miệng ống, và là chất xúc tác oxy hóa dầu, tiêu chuẩn USASI hạn chế sử dụng ống đồng cho thiết bị thủy lực. Ống đồng có thể uốn dễ dàng, do đó giảm yêu cầu đầu nối.
- *Ống nhôm* — Ống nhôm đúc được dùng cho hệ thống áp suất thấp. Ống này có đặc điểm dễ uốn và dễ mở miệng ống.
- *Ống chất dẻo* — Ống chất dẻo dùng cho đường lưu chất được làm từ nhiều vật liệu cơ bản, chẳng hạn nylon, PVC, PE, và PP...
 - *Ống nylon* — Ống này được dùng cho những ứng dụng thủy lực áp suất thấp, đến 250 psi. Phù hợp với khoảng nhiệt độ -100°F đến $+225^{\circ}\text{F}$. Ống này chịu va đập tốt và có tính chống mài mòn; có thể cắt giữ mà không bị hỏng hoặc bị giòn, và không bị chất lỏng thủy lực ảnh hưởng. Một trong những cải tiến mới là loại ống nylon có dạng tương tự cuộn lò xo, rất phổ biến trong thiết bị khí nén.
 - *Ống nhựa PVC* — Với đường ống khí nén có áp suất đến 125 psi, có thể sử dụng loại ống này. Nhiệt độ không nên liên tục vượt quá 100°F , có thể dùng không liên tục ở nhiệt độ đến 160°F .
 - *Ống nhựa PE* — Đây là ống lý tưởng cho thiết bị khí nén và cũng được dùng cho lưu chất khác có áp suất thấp. Loại vật liệu này có sự ổn định kích thước lớn, chịu được hóa chất và dung môi. Ống nhựa PE được chế tạo với nhiều màu khác nhau và được nhận biết theo mã màu. Kích cỡ ống có đường kính ngoài đến $\frac{1}{2}$ inch.
 - *Ống nhựa PP* — Loại ống này phù hợp với điều kiện vận hành trong khoảng nhiệt độ -20°F đến $+280^{\circ}\text{F}$ và có thể được khử trùng thường xuyên bằng hơi nước. Ống PP có độ cứng bề mặt và tính đàn hồi, do đó có khả năng chống mài mòn tốt. Ống PP có đường kính ngoài đến $\frac{1}{2}$ inch, màu tự nhiên hoặc màu đen.

Lắp đặt ống

Sau đây là các chú ý khi lắp đặt ống (Hình 13-1):

- Tránh các nối kết thẳng mỗi khi có thể, đặc biệt ở các ống ngắn.



Hình 13-1. Phương pháp đúng (a) và sai (b) khi lắp đặt ống trong hệ thống.

- Thiết kế hệ thống ống đối xứng; sẽ dễ lắp đặt hơn và có hình thức đẹp hơn.
- Nên cẩn thận khử bọt áp suất trong đường ống. Các ống dài phải được đỡ bằng giá đỡ và kẹp. Mọi chi tiết lắp đặt trên đường ống (các đầu nối lớn, valve,...) cần bắt bulông để giảm ứng suất môi.
- Kiểm tra ống trước khi lắp đặt để bảo đảm ống phù hợp với đặc tính kỹ thuật yêu cầu, đường kính đúng, và chiều dày thành ống đồng đều.
- Cắt đầu ống vuông góc với đường tâm ống. Khoét rộng lòng ống và làm sạch các gờ sắc ở mép ngoài. Vạt cạnh quá mức trên mép ngoài sẽ làm giảm khả năng chịu lực ở đầu ống.
- Để tránh khó khăn khi tháo lắp, ống cần có đủ chiều dài thẳng từ

đầu ống đến vị trí bắt đầu uốn cong. Chiều dài tối thiểu để lắp đai ốc phải gấp đôi chiều dài đai ốc.

- Nền lắp ống thẳng hàng với đường tâm của các bộ nối ống, không bị méo hoặc căng. Ống bị rung (vị trí A, Hình 13-1) là do được lắp với đầu nối được chế tạo không chính xác, khi lắp đặt và nối kết, ống phải chịu ứng suất nhất định.
- Khi lắp ráp ống, chèn nhánh dài vào khớp nối (vị trí C, Hình 13-1), rồi chèn đầu kia vào khớp D. Đừng vặn đai ốc vào khớp ở C. Điều này sẽ làm cho ống chặt hơn, và không di chuyển trong suốt quá trình lắp ráp. Với đai ốc tự do, nhánh ngắn của ống có thể di chuyển dễ dàng, đưa đến vị trí hoàn hảo và chèn vào khớp D. Đai ốc có thể siết chặt theo yêu cầu.

ỐNG LINH HOẠT (ỐNG MỀM)

Ống mềm được dùng trong hệ thống thủy lực khi có sự di chuyển tương đối của một bộ phận trong hệ thống liên quan với bộ phận khác. Ví dụ, cylinder được lắp dẫn hướng di chuyển qua một cung tròn trong khi valve nối cylinder với đường chất lỏng ở vị trí đứng yên. Ống mềm có thể được dùng trong hệ thống thủy lực cũng như khí nén.

Nhiều loại ống mềm khác nhau được dùng trong hệ thống thủy lực; hầu như tất cả các ống mềm đều có ba phần:

- *Ống hoặc lớp lót bên trong chống lưu chất thấm qua* — Bề mặt trong của ống phải có độ bóng cao để giảm ma sát, vật liệu dùng cho ống là neoprene, cao su tổng hợp,...
- *Phân tầng bên, có thể dưới dạng sợi đan chéo, dây bện, hoặc dây xoắn ốc* — Độ bền của ống được xác định theo chiều dày và loại vật liệu tầng bên. Nếu sử dụng nhiều lớp tầng bên, giữa các lớp này phải có lớp mỏng chất dẻo liên kết. Loại ống bện ba lớp được làm từ ba lớp dây bện riêng.
- *Lớp ngoài cùng để bảo vệ phần bên trong ống và giúp ống chịu nhiệt, thời tiết, ăn mòn...* — Lớp ngoài này có thể làm bằng cao su tổng hợp, neoprene, dây kim loại đan, hoặc vải.

Kích cỡ ống danh định được chuyên biệt theo đường kính trong ID (3/16 inch, 1/4 inch, 3/8 inch...). Đường kính ngoài của ống tùy thuộc vào số lớp dây bện v.v... Những ứng dụng công suất thủy lực yêu cầu ống có định mức áp suất làm việc trong khoảng 300 psi đến 12000 psi. Bảng 13-4 minh họa đặc tính kỹ thuật của loại ống hai lớp dây bện. Ống mềm và các khớp nối gắn vào mỗi đầu ống tạo thành cụm ống cho các ứng dụng công suất thủy lực. Nhiều phương pháp được dùng để gắn các khớp nối vào ống, bao gồm:

- *Ép nhờ khuôn cơ khí*. Các máy chuyên dùng có thể được dùng để sản xuất số lượng lớn cụm lắp này.
- *Vặn ren* bằng cách tháo bỏ lớp ngoài của ống đến khoảng cách yêu cầu được đánh dấu trên vỏ khớp nối. Sau đó vỏ này được làm ren trên phần dây bện và phần thân ngoài có thể được vặn ren vào

cụm lắp ráp vỏ và ống. Ở vài loại khớp nối, không cần tháo bỏ lớp ngoài. Bắt vít trên các khớp nối có thể tháo ra và dùng lại.

- Kẹp bằng cách vận ống lên thân khớp nối cho đến khi chạm đến gờ trên thân này. Sau đó, gắn các kẹp ống mềm bằng bulông. Vài loại khớp nối cần hai bulông và loại khác cần bốn bulông để siết chặt kẹp trên ống mềm.
- Đẩy vào bằng cách đẩy ống mềm lên khớp nối. Loại khớp nối này được dùng trong những ứng dụng áp suất thấp, đến 250 psi. Không cần dụng cụ, ngoại trừ một con dao để cắt ống đến chiều dài cần thiết. Loại khớp nối này có thể dùng lại.

Bảng 13-4. Đặc tính kỹ thuật cho ống bên hai dây điển hình.

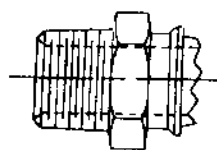
Kích thước		Áp suất		Bán kính cong
Đ. kính trong ống mềm (in)	Đ. kính ngoài ống mềm (in)	Áp suất làm việc cực đại được đề nghị (psi)	Áp suất nổ tối thiểu (psi)	Bán kính cong tối thiểu (in.)
3/16	5/8	5000	20000	4
1/4	11/16	5000	20000	4
5/16	3/4	4250	17000	5
3/8	27/32	4000	16000	5
1/2	31/32	3500	14000	7
5/8	1 1/2	2750	11000	8
3/4	1 1/4	2250	9000	9 1/2
7/8	1 3/8	2000	8000	11
1	1 5/8	2000	8000	12
1 1/4	2	1625	6500	16 1/2
1 1/2	2 1/4	1250	5000	20
2	2 3/4	1125	4500	25

Hình 13-2 minh họa nhiều loại đầu khác nhau được áp dụng trên các khớp nối ống mềm. Điều này cho phép người dùng dễ lựa chọn.

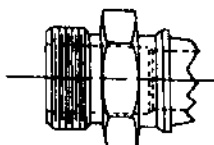
Cụm lắp ráp ống được đo theo chiều dài tổng thể từ đầu xa nhất của khớp nối đến đầu cuối của khớp nối khác (Hình 13-3). Trong các ứng dụng dùng khớp nối khuỷu, chiều dài được đo từ đường tâm bề mặt vòng đệm kín của đầu khuỷu đến đường tâm khớp nối trên đầu đối diện.

Chiều dài cụm ống uốn vòng có thể xác định theo minh họa trên Hình 13-4. Ngoài ra, đường kính ống cần thiết để bảo đảm hiệu suất ống phù hợp với yêu cầu thủy lực có thể được xác định theo minh họa trên Hình 13-5.

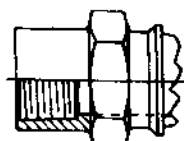
Trong nhiều ứng dụng, có thể phải thường xuyên tháo một đầu cụm ống, khi đó có thể sử dụng khớp tháo nhanh. Khớp tháo nhanh cho phép tiết kiệm đáng kể thời gian nối và tháo. Khi được lựa chọn phù hợp, khớp tháo nhanh tạo sự ngắt nhanh để giảm tổn thất lưu chất. Khi khớp được tháo, núm valve và nối valve ngăn không cho lưu chất thoát ra. Khớp tháo nhanh có nhiều tổ hợp khác nhau, chẳng hạn khớp ngắt đơn có núm bằng và nối valve, và một nối valve không ngắt có núm bằng và nối valve bằng. Khớp tháo nhanh có khoảng kích cỡ khá rộng từ ống 1/4 inch đến 4 inch. Kích cỡ lớn hơn thường là “loại đặc biệt”. Các kim loại



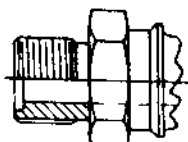
(A) Đầu nối ren ngoài (MB)



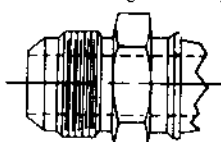
(B) Vòng đệm kín chữ O trên đầu nối ren ngoài thẳng (RA)



(C) Đầu nối ren trong (NB)



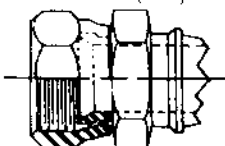
(D) Đầu nối ngoài độ kín cao (MH)



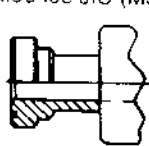
(E) Đầu nối 37° kiểu loe JIC (MJ)



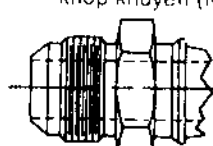
(F) Đầu nối ren trong độ kín cao khớp khuyên (NH)



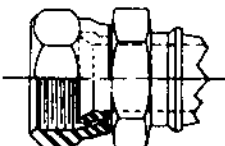
(G) Đầu nối 37° kiểu loe JIC khớp khuyên (NJ)



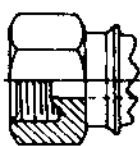
(H) Vòng đệm kín chữ O đầu bích (PA)



(I) Đầu nối 45° kiểu loe SAE (MS)



(J) Đầu nối 45° kiểu loe SAE khớp khuyên (NS)

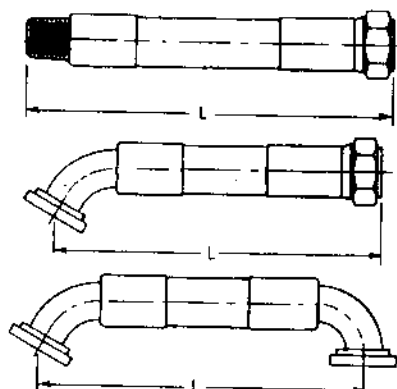


(K) Đầu nối kiểu loe ngược (NG)



(L) Đầu nối kiểu loe ngược khớp khuyên (MF)

Hình 13-2. Các kiểu đầu khớp nối thông dụng.

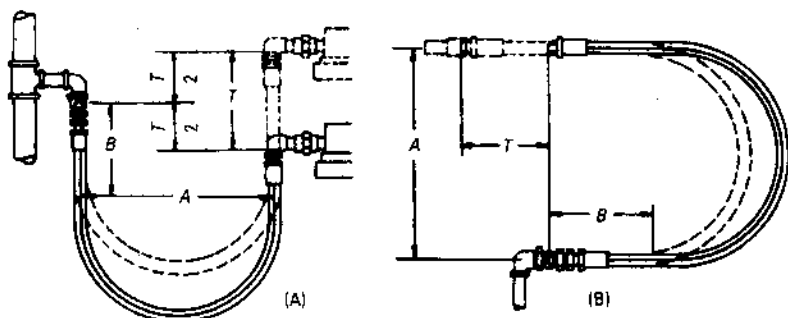


Dung sai chiều dài cho cụm ống

Chiều dài	Dung sai
Đến 12"	$\pm \frac{1}{8}$ "
Trên 12" đến 18"	$\pm \frac{3}{16}$ "
Trên 18" đến 36"	$\pm \frac{1}{4}$ "
Trên 36"	$\pm 1\%$

Hình 13-3. Phương pháp đo chiều dài cụm ống.

khác nhau (đồng, nhôm, thép không gỉ, và thép hợp kim) được sử dụng để chế tạo khớp nối nhanh. Vòng đệm kín trong những khớp nối này tùy thuộc vào loại lưu chất, khoảng áp suất làm việc,... Kiểu nối trên đầu các khớp nối có nhiều dạng, chẳng hạn, khớp nối ren trong (NPT), khớp nối ren ngoài (NPT'), chuôi ống, khớp nối có vai (SAE), khớp nối bằng, v.v...



Kích thước tiêu biểu cho ống bện hai lớp và một lớp

Nếu đường kính chỗ uốn khác những số liệu bên dưới, áp dụng công thức sau:

$$(A) \text{ Tổng chiều dài} = B + 1.57A + \frac{1}{2}T$$

$$(B) \text{ Tổng chiều dài} = B + 1.57A + T$$

Đường kính trong	Hằng số B cho phần thẳng	A _{min}	Chiều dài toàn phần (min)	
			(A)	(B)
$\frac{3}{16}$ "	10"	8"	$23" + \frac{1}{2}T$	$23" + T$
$\frac{1}{4}$ "	10"	8"	$23" + \frac{1}{2}T$	$23" + T$
$\frac{3}{8}$ "	10"	10"	$26" + \frac{1}{2}T$	$26" + T$
$\frac{1}{2}$ "	12"	14"	$34" + \frac{1}{2}T$	$34" + T$
$\frac{3}{4}$ "	14"	19"	$44" + \frac{1}{2}T$	$44" + T$
1"	16"	22"	$51" + \frac{1}{2}T$	$51" + T$
$1\frac{1}{4}$ "	18"	32"	$68" + \frac{1}{2}T$	$68" + T$
$1\frac{1}{2}$ "	20"	44"	$87" + \frac{1}{2}T$	$87" + T$
2"	20"	48"	$95" + \frac{1}{2}T$	$95" + T$

Hình 13-4. Các kích thước ống một lớp và hai lớp với chiều dài xác định.

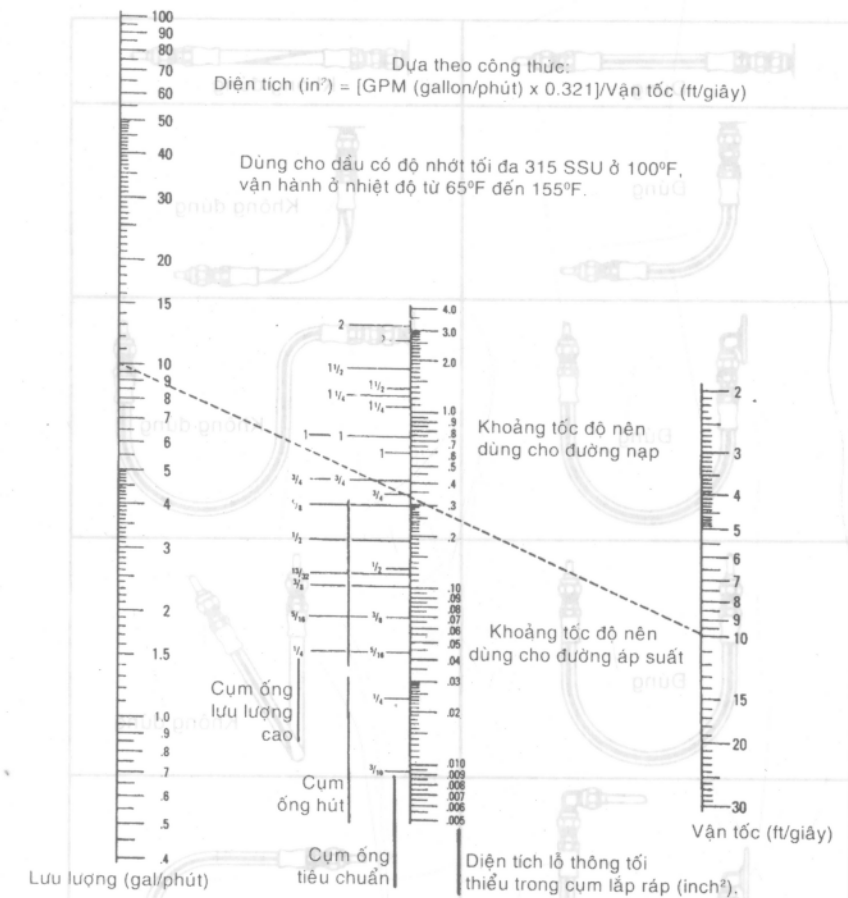
Hình 13-6 minh họa phương pháp lắp đặt đúng và không đúng đối với cụm ống mềm.

BỘ PHÂN PHỐI (MANIFOLD)

Bộ manifold được thiết kế để bỏ bớt ống, giảm các khớp nối (thường là nơi dễ xảy ra rò rỉ), tiết kiệm không gian, và giúp sắp xếp thiết bị hợp lý. Bộ manifold thường là một trong các loại sau:

- Nhiều lớp.
- Đúc.
- Khoan.
- Ống góp.

Loại manifold nhiều lớp được làm từ các tấm phẳng, trong đó tấm giữa hoặc các tấm được gia công với các đường dẫn, và cổng được khoan trên các tấm ngoài. Những đường dẫn này được liên kết với nhau để tạo thành cụm lắp ráp không rò rỉ. Manifold loại đúc được thiết kế với các đường dẫn bằng cách đúc và các cổng được khoan. Vật liệu đúc có thể là thép, gang, đồng, hoặc nhôm, tùy theo loại môi chất được dùng. Ở loại manifold khoan, tất cả các cổng và đường dẫn đều được khoan trong một



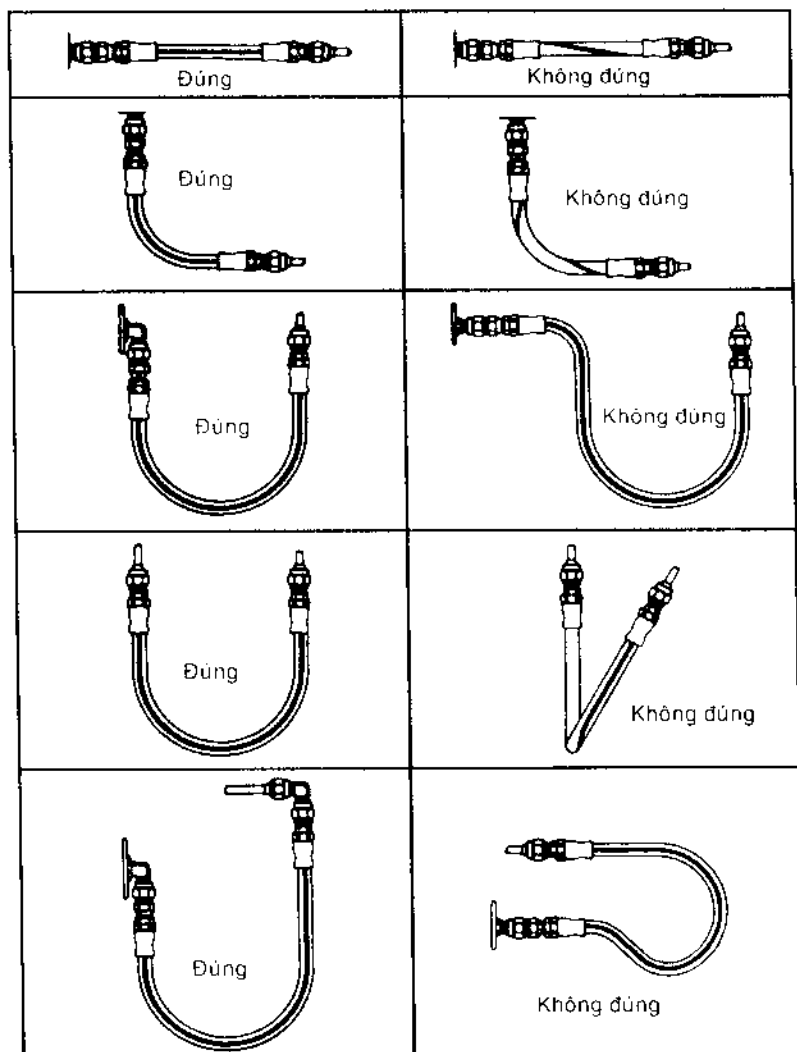
Hình 13-5. Phương pháp xác định kích cỡ ống chính xác.

khối kim loại. Loại manifold ống gộp được làm bằng đường ống với các phần được hàn lại với nhau. Điều này làm thành cụm lắp ráp chứa khớp nối bích hàn, tấm đế valve, các khớp nối ống.... Cụm lắp ráp này thường được sản xuất với số lượng lớn để dùng cho những hệ thống thủy lực thiết bị di động. Cụm lắp ráp này được giữ trong khoảng dung sai cho phép, bởi vì chúng được chế tạo ở dạng cố định. Mặc dù manifold được dùng trong hầu hết các hệ thống thủy lực, nhu cầu sử dụng trong hệ thống khí nén cũng tăng rõ rệt.

TÓM TẮT

Đường ống lưu chất được chia thành ba nhóm: cứng, nửa cứng, và ống mềm (mềm dẻo). Trong nhiều trường hợp, cả ba loại ống này đều được dùng trong một hệ thống lưu chất.

Kích cỡ ống cứng được liệt kê theo đường kính trong (ID) danh nghĩa, thực tế rất dễ nhầm lẫn. Ví dụ, đường kính trong của ống 40 Schedule 1/4-inch là 0.364 inch và đường kính trong của ống 40 Schedule 1/2-inch là 0.622 inch.



Hình 13-6. Lắp đặt cụm ống mềm.

Hai loại ống thép được dùng trong hệ thống thủy lực, theo tiêu chuẩn thủy lực được Viện Tiêu chuẩn Mỹ (USASI) đề nghị: ống liền và ống hàn điện. Kích cỡ ống được xác định theo đường kính ngoài (OD) danh nghĩa của ống.

Ống linh hoạt (mềm) được dùng trong hệ thống thủy lực có sự di chuyển của một bộ phận hệ thống liên quan với bộ phận khác. Kích cỡ ống mềm được chuyên biệt theo đường kính trong (ID) danh nghĩa (ví dụ, 3/16 inch, 1/4 inch, v.v...).

Bộ manifold được thiết kế để bỏ bớt ống, giảm số lượng khớp nối, thường là nguồn rò rỉ, tiết kiệm không gian, và giúp sắp xếp thiết bị hiện đại hợp lý. Bộ manifold thường là một trong bốn loại sau: nhiều lớp, đúc, khoan, và ống góp.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Liệt kê ba loại đường ống lưu chất thông dụng.
2. Liệt kê các ưu điểm của ống thép trong đường ống thủy lực?
3. Ba loại ống thường được dùng trong hệ thống công suất thủy lực là gì?
4. Ưu điểm chính của ống mềm trong hệ thống công suất thủy lực là gì?
5. Ưu điểm chính của bộ manifold trong hệ thống công suất thủy lực là gì?
6. Hiệu suất của hệ thống công suất thủy lực có thể bị giới hạn thế nào?
7. Ống Schedule 40 có nghĩa là gì khi so sánh với ống Schedule 80?
8. Công dụng của loại ống XXS?
9. Loại ống dẫn lưu chất rẻ tiền nhất là loại nào?
10. Đường kính ngoài của ống $\frac{3}{4}$ inch là gì?
11. Đường kính trong (ID) của ống 1 inch loại Schedule 80 là gì?
12. Tại sao ống đồng bị hạn chế sử dụng trong hệ thống thủy lực?
13. Ống nhôm không có mối hàn được dùng cho loại hệ thống gì?
14. Loại vật liệu nào được dùng để chế tạo ống chất dẻo dùng cho đường ống công suất thủy lực?
15. Áp suất làm việc tối đa được giới thiệu cho ống bện dây kim loại hai lớp đường kính trong ID 1 inch là bao nhiêu?
16. NPT có nghĩa là gì?
17. Hãy liệt kê bốn loại manifold.
18. Hai loại ống thép được dùng trong đường ống thủy lực là gì?

Phụ lục A – NGUỒN CUNG CẤP BƠM

Khai trương vào tháng 4 năm 2000, trang web HI (Viện Thủy Lực - Hydraulic Institute) cung cấp tài liệu hướng dẫn LCC, tiêu chuẩn HI, có thể tải về miễn phí, hơn 100 sơ đồ bơm và phần mềm hữu ích để đánh giá hệ thống bơm và lựa chọn động cơ, và bảng tìm kiếm nhà cung cấp (gồm sản phẩm, thị trường phục vụ, và thương hiệu).

Bảng A-1 liệt kê vài đường dẫn liên kết có giá trị cho những người quan tâm có thể liên hệ với HI và các tổ chức ở tầm mức quốc gia, quốc tế, và công nghiệp.

Bảng A-1 Địa chỉ liên hệ

Tổ chức	Trang web trên Internet
Viện tiêu chuẩn quốc gia Mỹ (ANSI)	www.ansi.org
Viện Hydraulic (HI)	www.pumps.org/public/news/pumps.association.print.htm
Các hiệp hội ở Hoa Kỳ	
Hội làm lạnh và điều hòa không khí.	www.ari.org
Hiệp hội dịch vụ thiết bị điện. (EASA)	www.easa.com
Hội chế tạo vòng đệm kín chất lỏng	www.fluidsealing.com
Các hội trên thế giới	
Hội chế tạo bơm	www.assopompe.it
Hội các nhà chế tạo bơm ở Anh	www.bpma.org.uk
Hội bơm châu Âu	www.europump.org
Hội bơm và valve Pháp (AFCP)	www.afcp-afir.org
Hội các nhà cung cấp bơm Thụy Điển	www.vibab.se/swepump
Ấn phẩm công nghiệp	
National Manufacturing Week	http://manufacturingweek.com
Tạp chí WaterInfoCenter	www.waterinfocenter.com

Phụ lục B – CÁC LOẠI BƠM MỚI NHẤT

Một trong các nhà sản xuất bơm là Gould Pumps, thuộc tập đoàn ITT. Các Hình B-1 đến B-13 liệt kê bảng đặc tính kỹ thuật của một số mẫu bơm mới nhất.

Ứng dụng

- Được thiết kế đặc biệt để bơm nước từ
- + Cổng thoát nước
- Hào
- + Tầng hầm
- + Lò cống
- + Rút nước ở hồ đập trong ngành xây dựng

Đặc tính kỹ thuật

Bơm:

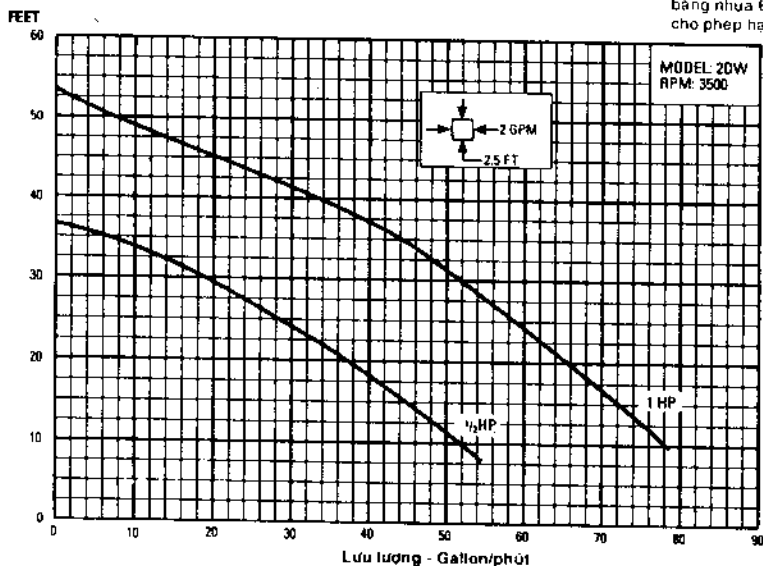
- + Kích cỡ lỗ xả, thiết kế khớp nối ống ren 2".
- + Công suất: đến 80 gal/phút.
- + Cột nước tổng: đến 52 ft.
- + Vật rắn lõi đa bất cứ hạt nào đi qua lọc thô.
- + Vòng đệm kín cơ học: đệm kim ngoài: silicon carbide; đệm kim trong: carbon ceramic.
- + Giới hạn nhiệt độ: tối đa 95°F (35°C)
- + Độ sâu nhúng ngập: tối đa 16.5 ft (5m).

Động cơ:

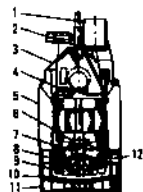
- + Một pha: 3500 RPM, ½ HP và 1 HP, 115 và 230 V, 60 Hz
- + Bộ khởi động gắn liền có bảo vệ nhiệt độ và quá tải tối đa
- + Cách điện cấp F.
- + Thiết kế thông khí.
- + Kết cấu ổ bi hạng nặng trên và dưới.
- + Dây điện 50 ft.

Đặc điểm

- + **Bánh công tác:** Nhựa polyurethane chống rỉ sét và mòn
- + **Cánh khuếch tán:** Nhựa polyurethane chống rỉ sét và mòn
- + **Đệm kín cơ học:** Đệm kép chống rò rỉ gập đôi, đệm kim ngoài: silicon carbide
- + **Lớp lót cao su:** Chống mòn quanh bánh công tác
- + **Bộ lọc đáy:** Gọn nhẹ bằng nhựa EPDM - lỗ hút cho phép hạ thấp bơm.



Hình B1. Bơm tiêu nước nhúng ngập, mẫu 2dw (đặc tính kỹ thuật ứng dụng)



CÁC BỘ PHẦN

Số	Mô tả
1	Cổng nhả xả
2	Đầu vào lắp
3	Tay nắm nắp
4	Ốc đê
5	Vỏ bơm
6	Ốc chỉnh
7	Đệm cơ bên trong
8	Đệm cơ bên ngoài
9	Bánh công tắc
10	Nắp hút
11	Lọ lọc
12	Nút điều

BỘ PHỤ TÙNG THAY THẾ

Mỗi bộ có những chi tiết sau:

Bánh công tắc (15K11 cho ½ HP, 15K12 cho 1HP)- bánh công tắc, vít bánh công tắc, nút bảo vệ, miếng đệm, hướng dẫn lắp ráp

Cánh khuếch tán (15K13 cho cả hai ½ HP và 1HP)- cánh khuếch tán, đai ốc thung, vít, miếng đệm, hướng dẫn lắp ráp, nhãn dán.

Vòng đệm kín bên ngoài (15K14 cho cả hai ½ HP và 1HP)- vòng đệm mặt cơ học, hướng dẫn lắp ráp, nhãn dán.

Dụng cụ khóa (15K15 cho cả hai ½ HP và 1HP)- đai ốc thung, miếng đệm, vít chìm

KÍCH THƯỚC

½ HP unit:

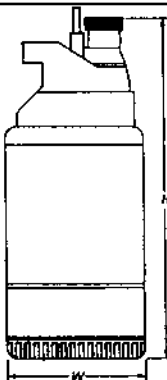
$W = 14\frac{1}{4}"$

$H = 16\frac{1}{4}"$

1 HP unit:

$W = 14\frac{1}{4}"$

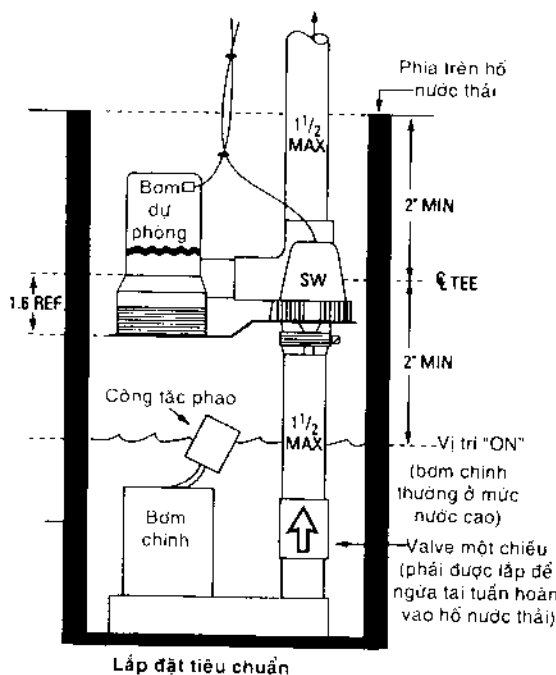
$H = 17\frac{3}{4}"$



SỐ LIỆU ĐIỆN

Order No.	HP	Voltage	Phase	Max. Amp	RPM	WT (lbs)
27W0511	½	115	1	5.5	3500	20
20W0512	½	230	1	2.9	3500	20
20W111	1	115	1	9.8	3500	25
20W112	1	230	1	4.9	3500	25

Hình B-2. Bơm tiêu nước nhúng ngập, mẫu 2dw (đặc tính kỹ thuật ứng dụng)



ỨNG DỤNG

Thiết kế để cung cấp dịch vụ hỗ trợ khẩn cấp cho bơm chính trong trường hợp thiếu công suất. Cũng sẽ hoạt động nếu bơm chính không thể duy trì lưu lượng vào.

ĐẶC ĐIỂM

- ◆ Khởi động tự động
- ◆ Tự sạc
- ◆ Đèn chỉ báo trên bộ sạc
- ◆ Chương bảo khí bơm và acquy không sạc

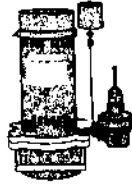
ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

- Bơm 12 volt
- Cổng tắc phao
- Bộ sạc acquy 10 ampe
- Van một chiều
- Khớp nối ong
- Hộp acquy
- Hệ thống yêu cầu acquy tối thiểu 105 ampe (không đi kèm)

BIỂU ĐỒ HIỆU SUẤT

Chiều cao họng xả	(Gallon/giờ)	Tuổi thọ acquy
5'	1380	9 giờ
10'	900	9 giờ
13'	480	11 giờ

Hình B-3. Bơm nước thải dùng acquy hỗ trợ, mẫu SPBB.



ỨNG DỤNG

Được thiết kế chuyên biệt cho:

- Gia đình
- Nông trại
- Nhà ở nông thôn

Đặc tính kỹ thuật

Bơm:

Nối ống –
Đẫn động 1" NPT (áp suất)
Hút 1 1/4 NPT
Xả 1" NPT
Công tắc áp suất –
3/4 - 1 1/2 HP, AS4FX; 2HP, AS10FX.
Điều chỉnh trước cả hai (30-50 PSI)

Động cơ:

- Tiêu chuẩn NEMA
- 3/4 - 1 1/2 HP, 115/230 V, 60 Hz
- Một pha
- 3500 RPM
- Bộ bảo vệ quá tải gắn liền có nút xác lập lại tự động.
- Trục bằng thép không gỉ
- Hướng quay: cung chiều kim đồng hồ khi nhìn từ đầu động cơ

Nhiệt độ tối đa: 140°F

ĐẶC ĐIỂM

- **Công suất và áp suất cao:** thiết kế chuyên biệt để phân phối lưu lượng lớn ở chỗ bố trí sâu hơn.
- **Trục bơm bằng thép không gỉ:** thiết kế bánh công tác lỗ lục giác tạo dẫn động tích cực và không cần điều chỉnh khe hở
- **Để bảo dưỡng:** Có thể lấy chi tiết ra để sửa chữa dễ dàng bằng cách tháo 4 bulông
- **Chống ăn mòn:** Thụ tinh trong bánh công tác bằng nhựa dẻo nông. Vòng bu độ mòn và tấm nắp bằng thép không gỉ. Quy trình sơn tĩnh điện bên trong và bên ngoài tối sấy
- **Cấp nguồn điện để vận hành liên tục:** bơm được thiết kế để vận hành liên tục. Trong phạm vi công suất giới hạn do nhà sản xuất động cơ đề nghị
- **Để mới:** đường dẫn tải tuần hoàn và đường xả lớn ngừa tạo túi khí trong hốc vòng đệm kín và bôi trơn cho vòng đệm kín.
- **Valve điều khiển áp suất tự động có thể điều chỉnh được:** bảo đảm công suất tối đa mọi lúc. Valve một chiều trên đường dẫn vòng cân bằng áp suất trên toàn bộ hệ thống và ngừa mất môi

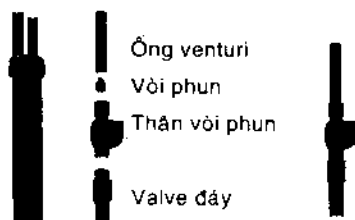
CÁC BỘ PHẬN HỆ THỐNG

- **Cụm bơm:** gồm có bơm, đồng hồ, công tắc áp suất, ống, khớp nối, đồng hồ đo áp suất, ống lót và valve điều khiển áp suất AV21.



- **Trộn cụm lắp ráp với phun giếng sâu:** Ống nối gồm: thân vòi phun, vòi, ống venturi và valve đáy. Bộ xả gồm thân vòi phun có valve một chiều gắn liền, vòi và ống venturi.
- **Phụ tùng cộng thêm cần thiết:** Cho bộ kín: nối ống lót thành giếng AWD2 (2") hoặc AWC (3").

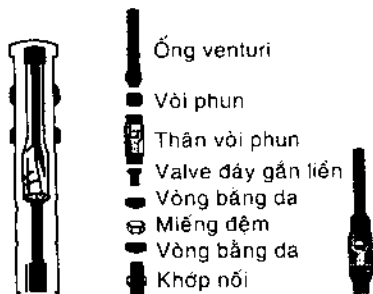
Hình B-4. Bơm phun từ giếng sâu lắp thẳng đứng, mẫu SJ (đặc tính kỹ thuật ứng dụng).



ĐỊNH MỨC HIỆU SUẤT - HỆ THỐNG ỐNG ĐÔI

HP/Model	¾ HP-SJ87				1 HP-SJ10				1½ HP-SJ15				2 HP-SJ20			
Đường kính trong ID (in)	4															
Áp suất Hút	Cơ ống (in)	1 1¼														
Bộ phun	FT4-48	FT4-47	FT4-06	FT4-47	FT4-24	FT4-08	FT4-45	FT4-30	FT4-29	FT4-45	FT4-30	FT4-28				
Thân phun	AT4															
Vòi phun	AN012	AN013	AN014	AN013	AN015				AN013							
Venturi	AD727	AD724	AD720	AD724		AD720	AD728	AD722	AD719	AD726	AD722	AD718				
Xác lập valve điều khiển (psi)	37	40				43		62	65	67	76	78	80			
Chiều sâu bộ phun (dựa trên phần nhúng chìm 5 ft)	Feet	Lưu lượng gallon/phút (GPM) xác lập chuyển đổi áp suất 30 - 50														
	30	15.2				16.0			13.0			13.0				
	40	13.5				15.2			13.0			13.0				
	50	11.8				14.7			13.0			13.0				
	60	10.7				13.7			12.8			12.8				
	70	8.5	9.0			11.7	11.7		12.2			12.8				
	80		7.5				10.5		10.6			12.0				
	90		6.2	6.2			9.0		9.2	9.3		11.3				
	100			5.6			7.5			9.0		9.5	9.5			
	110			5.0			6.3	6.0			8.0					9.4
	120			4.8				5.0			7.0					8.5
	130			4.0				4.3			6.2	5.6				7.7
	140							4.0				5.6				6.8
	150							3.5			5.2		6.0	5.7		
	160										4.7			5.5		
	170										4.2			5.3		
	180										3.7			5.0		
	190										3.2			4.7		
	200													3.8		

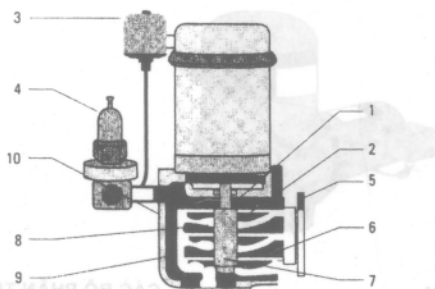
Hình B-5. Bơm phun giếng sâu lắp thẳng đứng, mẫu SJ (đặc tính kỹ thuật ứng dụng cho hệ thống ống đôi).



ĐÌNH MỨC HIỆU SUẤT - HỆ THỐNG PACKER

HP Model		1/2 HP SJ07				1 HP SJ10				1 1/2 HP SJ15				2 HP SJ20			
Ø kính ID		2	3			2	3			2	3			2	3		
Hút	Cỡ ống	1 1/4	1 1/4			1 1/4	1 1/4			1 1/4	1 1/2			1 1/4	1 1/2		
Bộ phun		FP2-51	FP2-50	FP2-38	FP3-40	FP3-42	FP2-50	FP2-47	FP2-38	FP3-40	FP3-46	FP2-48	FP2-38	FP2-29	FP3-47	FP3-46	FP3-34
Thân phun		AP2			AP3		AP2			AP3				AP2			AP3
Vòi phun		AN012	AN013	AN014	AN013	AN014	AN013	AN014	AN013	AN013	AN013	AN013					
Venturi		AD727	AD728	AD728	AD728	AD722	AD724	AD726	AD726	AD722	AD719	AD727	AD722	AD719	AD726	AD722	AD719
X. lập van điều khiển áp suất		40		36	40		45	40	43	62	65	67	62	64	66	76	80
Lưu lượng gallon/phút, xác lập chuyển đổi áp suất 30 - 50																	
Chiều sâu bộ phun (đưa trên phần nhúng chìm 5 ft)	Feet	30	14.8		15.3		15.8		16.3		13.0		14.7		13.0		14.7
	40	13.1		13.5		14.0		16.0		13.0		14.5		13.0		14.7	
	50	11.6		12.5		12.5		15.5		12.8		14.3		13.0		14.7	
	60	10.5		12.2		11.2	11.3	14.2		12.7		14.3		13.0		14.5	
	70	8.4	8.2		11.8		10.0	12.5		11.8		14.2		12.8		14.5	
	80		7.6		10.2	8.5	8.7	10.0		10.2		12.2		11.8		13.5	
	90		6.1	6.2		7.8	7.3	8.3	9.0	8.3	9.1	10.0		10.5		12.3	
	100			5.7		6.9		5.5		8.2	8.3	7.8	8.1	8.5	9.1	10.5	
	110			4.3		6.0	4.2	4.8	7.3	7.3		8.8		8.8		8.3	8.1
	120			3.8		5.3		4.0	6.7	6.2		7.6		7.9			9.1
	130			2.7		4.5		3.5	5.8	5.4	5.8	6.9		6.5			8.8
	140							3.0	4.6		5.3	6.2		6.0			8.2
	150							2.4	4.1		4.8	5.4	5.8	5.2	5.6		7.3
	160										4.3		5.5		5.4		6.5
	170											5.0		4.9		5.7	5.7
	180											4.7		4.3			5.8
	190											4.3		3.8			5.5
	200											3.8		3.3			5.5
	210												3.3				4.8
	220																4.5
	230																4.0

Hình B-6. Bơm phun giếng sâu lắp thẳng đứng, mẫu SJ (đặc tính kỹ thuật ứng dụng cho hệ thống bộ kín).



Các bộ phận

Số	Mô tả
1	Vòng đệm kín cơ học
2	Bánh công tác chống ăn mòn
3	Công tắc áp suất
4	Valve điều khiển áp suất
5	Kết cấu gang đúc lớn
6	Lớp sơn tĩnh điện
7	Trục lực gác bằng thép không rỉ
8	Vòng bù độ mòn bằng thép không rỉ
9	Tấm nắp bằng thép không rỉ
10	Vòng đệm kín chữ O

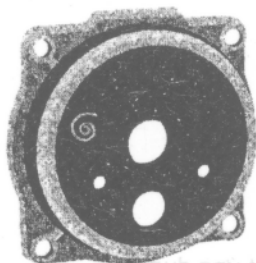
Kích thước và trọng lượng

HP/Model	¾-SJ07	1-SJ10	1½-SJ15	2-SJ20
Số cấp	2	2	3	3
Trọng lượng	58	63	77	88
Dài	14	14	14	14
Rộng	8	8	8	8
Cao	15½	16	20	20½

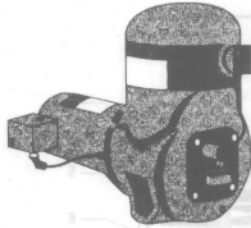
Valve điều khiển áp suất được gộp theo các kích thước này.
(Tất cả các kích thước tính theo inch và trọng lượng theo lbs.
Không dùng trong xây dựng)

MODEL SJ

Cho ống đôi hoặc
hệ thống Packer.



Hình B-7. Bơm phun giếng sâu lắp thẳng đứng, mẫu SJ (đặc tính kỹ thuật ứng dụng chung).



ỨNG DỤNG

Được thiết kế chuyên biệt cho:

- Gia đình nhỏ
- Lán trại
- Nhà di động

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT BƠM:

- Nối ống – Hút ¾" Xả ¾"
- Công tắc áp suất – AS3FX;

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT ĐỘNG CƠ:

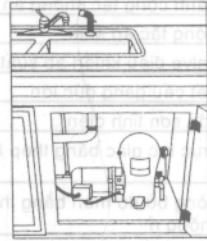
- Tiêu chuẩn NEMA
- 115/230 V, 60 Hz
- Một pha
- 3500 RPM
- Bộ bảo vệ quá tải gắn liền có nút xác lập lại tự động.
- Loại khởi động tụ điện.
- Trục bằng thép không rỉ
- ½ HP – xem ①

ĐẶC ĐIỂM

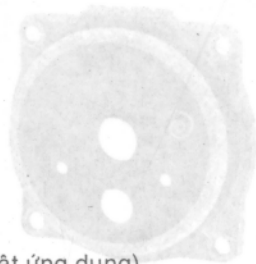
- **Công suất tự điều chỉnh:** điều chỉnh tự động theo nhu cầu nước trong vòng công suất bơm. Khi một vòi đang dùng, không thay đổi lưu lượng nước khi mở vòi thứ hai.
- **Gọn nhẹ:** có thể lắp đặt dễ dàng vào vị trí mà bơm lớn hơn khó lắp vào.
- **Không có bồn:** hệ thống tự chứa nước. Không cần bồn nước riêng. Nước ngọt luôn luôn được phân phối trực tiếp từ giếng đến vòi.
- **Khả năng xử lý khí riêng biệt:** khi mỗi bơm, không cần mỗi lại ngay cả khi mức nước rơi xuống thấp dưới đầu họng hút. Bơm tiếp tục ngay khi mức nước tăng trở lại. Khí hoặc không khí trong nước sẽ không có khí cản trong bơm.
- **Bảo vệ vòng đệm kín cơ học.** Nước trong vỏ vì thế vòng đệm kín không bị chạy khô.
- **Dễ sửa chữa:** bơm có nút để lấy vòi ra làm sạch. Lấy vòi và cánh khuấy tán ra làm sạch dễ dàng. Thiết kế kéo ngược ra sau – không cần dụng đến đường ống.
- **Cấp nguồn điện để vận hành liên tục:** công suất bơm trong phạm vi công suất giới hạn do nhà sản xuất động cơ đề nghị, có thể vận hành liên tục không hư hỏng.
- **Chống ăn mòn:** Quy trình sơn tĩnh điện bên trong và bên ngoài, sấy khô.

CÁC BỘ PHẬN TRONG HỆ THỐNG

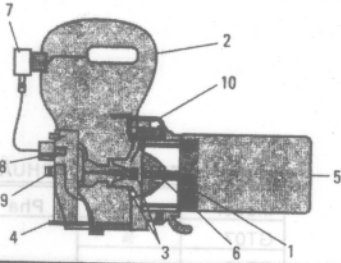
- **Cụm bơm:** gồm có bơm, động cơ, công tắc áp suất, ống, khớp nối, valve điều khiển thể tích khí, valve một chiều phía hút, vòi và cánh khuấy tán.



MODEL 21



Hình B-8. Bơm giếng cạn, mẫu BFO3S (đặc tính kỹ thuật ứng dụng).



Đặc điểm

- 1. Vòng đệm kín cơ học
- 2. Kết cấu gang đúc lớn
- 3. Cánh gạt dẫn hướng và bánh công tác chống mòn
- 4. Nút xả
- 5. Động cơ hai ngăn
- 6. Trục bằng thép không rỉ
- 7. Valve điều khiển thể tích khí gần liền
- 8. Valve một chiều gần liền
- 9. Nút để tẩy vôi ra làm sạch
- 10. Nút mới

Kích thước và trọng lượng

(Kích thước (in), trọng lượng (lbs). Không dùng cho xây dựng)

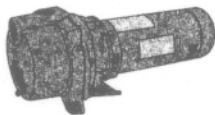
HP/Model	① 1/2 HP - BFO3S
Trọng lượng	69
Dài	20
Rộng	10 1/2
Cao	15

Định mức hiệu suất

HP/Model	① ½ HP - BF03S		
Giếng cạn Pkg	Không yêu cầu		
Ổng nối	Lắp bên trong		
Đầu phun	AN015		
Venturi (Diffuser)	4K5		
Tổng cột áp hút (feet)	Áp suất xả (PSI)		Áp suất ngát max (PSI)
	20	30	
	Gallon/giờ		
5	525	380	51
10	480	330	49
15	410	290	46
20	350	255	44
25	265	220	42

① Bơm hiện nay sử dụng động cơ 1/2 HP do loại 1/3 HP đã lạc hậu

Hình B-9. Bơm giếng cạn, mẫu BFO3S (đặc tính hiệu suất).



ỨNG DỤNG

Được thiết kế chuyên biệt cho:

- Tưới phun
- Tưới nước
- Hệ thống điều hòa không khí
- Bơm nhiệt
- Vận chuyển nước
- Tiêu nước

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

Bơm:

- Nối ống – Hút 1½" NPT Xả 1½" NPT
- Công suất đến 110 gpm ở cột áp hút 5 feet.
- Cột nước: đến 128 feet
- Khả năng mỗi lại: đến 25 feet cột áp hút.
- Áp suất làm việc tối đa: 125 PSIG
- Nhiệt độ nước tối đa: 140°F (60°C)
- Hướng quay: cùng chiều kim đồng hồ khi nhìn từ đầu động cơ

Động cơ:

- Tiêu chuẩn NEMA có che mưa hở
- 60 Hz, 3500 RPM
- Trục bằng thép không gỉ
- Một pha, ¾ - 1½ HP, 115/230 V; 2 và 3 HP, chỉ 230V. Bộ bảo vệ quá tải gắn liền có nút xác lập lại tự động.
- Ba pha: 230/460V. Bộ bảo vệ quá tải phải được cung cấp trong bộ khởi động. Bộ khởi động và bộ đốt nóng (3) phải đặt hàng riêng.
- Động cơ tùy chọn TEFC.

ĐẶC ĐIỂM

- **Thiết kế tự mỗi:** khi mỗi bơm, không cần mỗi lại ngay cả khi mức nước rơi xuống thấp dưới đầu hòng hút. Bơm tiếp tục ngay khi mức nước tăng trở lại trên đầu hòng hút.

■ Dễ sửa chữa:

- Thiết kế kéo ngược ra sau cho phép tháo bơm không cần dụng cụ đường ống.
- Động cơ hai buồng dễ dàng thay dây điện và thay thế các bộ phận.

- **Cánh khuếch tán** (cánh gạt dẫn hướng): Cả hai cánh khuếch tán hướng xuống thẳng hàng với bánh công tác. Cánh khuếch tán cũng có vòng bù độ mòn bằng thép không gỉ cho hiệu suất mở rộng dưới tình trạng ăn mòn. Theo tiêu chuẩn FDA, khuôn đúc áp lực, loại dùng cho thực phẩm, điện đẩy thủy tinh Lexan (a) để bền và chống mòn.

- **Bánh công tác:** Theo tiêu chuẩn FDA, điện đẩy thủy tinh Noryl (a) chống ăn mòn.

- **Chống ăn mòn:** Quy trình sơn tĩnh điện bên trong và bên ngoài rồi sấy.

- **Vỏ ngoài:** Kết cấu gang đúc, 4 bulông, thiết kế kéo ngược ra sau. Lỗ có ren để gắn đồng hồ chân không và xả nước trong vỏ.

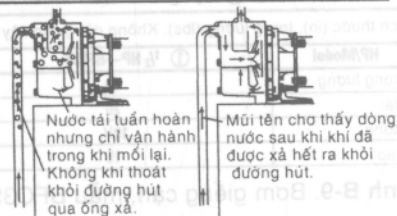
- **Cấp nguồn điện để vận hành liên tục:** công suất bơm trong phạm vi công suất giới hạn do nhà sản xuất động cơ đề nghị, có thể vận hành liên tục không hư hỏng.

- **Vòng đệm kín cơ học.** Bề mặt cacbon/ceramic, chất dẻo BUNA, Những chi tiết kim loại thép không gỉ. Thiết kế riêng biệt giữa vòng đệm kín chạy khô.

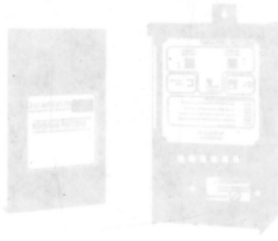
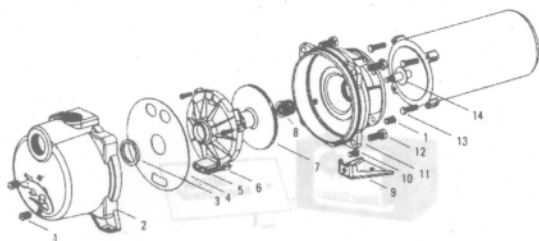
CÁC MODEL ODP TIÊU CHUẨN

Model	HP	Pha
GT07	¾	1
GT10	1	
GT15	1½	
GT20	2	
GT30	3	3
GT073	¾	
GT103	1	
GT153	1½	
GT203	2	3
GT303	3	

Tự mỗi



Hình B-10. Bơm ly tâm tự mỗi Irri-Gator, mẫu GT (đặc tính kỹ thuật ứng dụng).



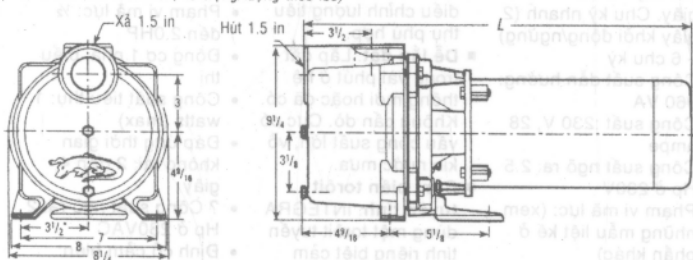
CÁC BỘ PHẦN

TT	Mô tả
1	Nút chặn 1/4" NPT
2	Vỏ
3	Vòng kín-ống kh. tán
4	Màng
5	Vít máy
6	Ống khuếch tán
7	Bánh công tác
8	Đệm kín cơ học
9	Chân đế
10	Bulông chân đế
11	Đầu nối động cơ
12	Bulông nối vỏ-đầu nối
13	Bulông nối đ. nối-đ.cơ
14	Bộ điều chỉnh

KÍCH THƯỚC VÀ TRỌNG LƯỢNG

Model	GT07	GT10	GT15	GT20	GT30	GT073	GT103	GT153	GT203	GT303
HP	3/4	1	1 1/2	2	3	3/4	1	1 1/2	2	3
Dài L	19 3/16	19 1/8	21 3/16	20 9/16	21 11/16	19	19 3/4	20 7/16	20 13/16	21 3/16
Rộng	8 3/4					8 3/4				
Cao	9 3/4					9 3/4				
Tr. lượng	48	52	60	65	76	49	52	55	69	71
Pha	Một pha					Ba pha				

(Kích thước tính theo inch, và trọng lượng theo lbs)

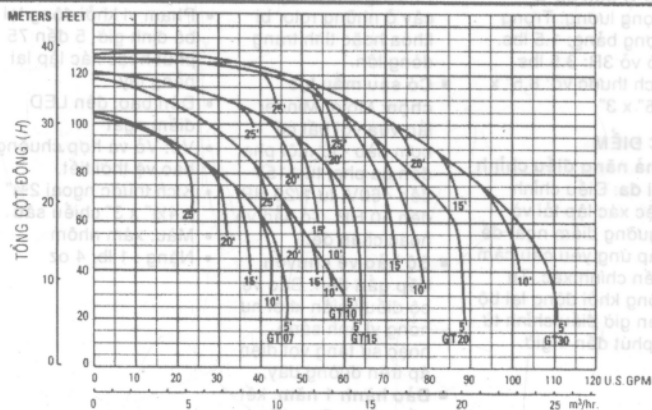


ĐỊNH MỨC HIỆU SUẤT

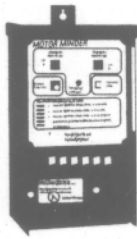
Model	Áp suất xả (PSI)	Chiều cao hút (feet)
GT07/ GT073	5	10
	15	20
	25	31
GT10/ GT103	30	34
	31	26
	22	14
GT15/ GT153	40	10
	4	0
	0	0
GT20/ GT203	20	53
	51	49
	46	41
GT30/ GT303	30	43
	41	38
	32	32
GT07/ GT073	40	29
	22	16
	8	0
GT10/ GT103	20	63
	59	54
	49	39
GT15/ GT153	30	60
	55	51
	46	37
GT20/ GT203	40	45
	38	33
	20	14
GT30/ GT303	20	86
	77	70
	59	46
GT07/ GT073	30	80
	72	67
	57	44
GT10/ GT103	40	65
	60	57
	50	43
GT15/ GT153	20	105
	100	88
	76	60
GT20/ GT203	30	92
	90	84
	75	57
GT30/ GT303	40	73
	67	62
	55	50

Performance ratings are in GPM.

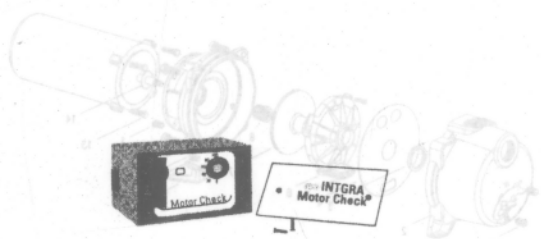
ĐƯỜNG CONG HIỆU SUẤT



Hình B-11. Bơm ly tâm tự mỗi Irri-Gator, mẫu GT (đặc tính hiệu suất).



Motor Minder



Motor check

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

- Công suất tiêu thụ: 3 watts (max)
- Điện thế điều khiển (+/- 10%): 115/230 VAC
- Thời gian đáp ứng: Giếng khô – 3 giây (tối đa). Khóa khí - 30 giây. Chu kỳ nhanh (2 giây khởi động/ngừng) – 6 chu kỳ
- Công suất dẫn hướng: 960 VA
- Công suất :230 V, 28 ampe
- Công suất ngõ ra: 2.5 Hp ở 230V
- Phạm vi mã lực: (xem những mẫu liệt kê ở phần khác)
- Nhiệt độ vận hành: -20°C đến 85°C
- Trọng lượng: Trọng lượng bảng: 1.5 lbs. Có vỏ 3R: 3.5 lbs
- Kích thước vỏ: 8.5" x 4.5" x 3"

ĐẶC ĐIỂM

- **Khả năng điều chỉnh tối đa:** Điều chỉnh việc xác lập tải và ngưỡng điểm ngắt để đáp ứng yêu cầu cảm biến chính xác. Tự động khởi động lại bộ hẹn giờ điều chỉnh từ 9 phút đến 4 giờ.

- **Hiển thị thanh sáng:** Được dùng để định cỡ và giám sát tình trạng tải. Khi dòng điện sụt xuống, đèn mở dần về phía ngưỡng định trước. Nếu hệ thống vẫn tắt, bạn có thể điều chỉnh lượng tiêu thụ phù hợp.
- **Đề lắp đặt:** Lắp đặt trong vài phút ở hệ thống mới hoặc đã có. Không cần dò. Cục có vấu công suất lớn, vỏ kín nước mưa.
- **Cảm biến toriôit tuyến tính:** INTEGRA dùng một toriôit tuyến tính riêng biệt cảm biến dòng điện từ. Phương pháp này tin cậy ở những rotor bị khóa hoặc tình trạng dòng lớn.
- **Có sáu mẫu lực chọn:** Motor Minder lắp vừa với bất cứ bơm nào - từ một pha đến ba pha, từ 115V đến 460V, từ 1/20 HP đến 50 HP. Có sẵn vỏ hoặc chân đế.
- **Bộ bảo vệ chuyển tiếp gắn liền:** Bảo vệ bộ điều khiển khỏi hư hỏng vì ánh sáng hoặc sự tăng vọt điện áp trên đường dây.
- **Bảo hành 1 năm:** kết cấu cứng vững, kỹ thuật và lành nghề Motor Minder là thiết bị đủ khả năng lâu bền.

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

Model 401B

- Điện thế vận hành: 115 VAC (+/- 10%)
- Phạm vi mã lực: ½ đến 1HP

Model 401A

- Điện thế vận hành : 230 VAC (+/- 10%)
- Phạm vi mã lực: ½ đến 2.0HP
- Động cơ 1 pha; biểu thị
- Công suất tiêu thụ: 1 watts (max)
- Đáp ứng thời gian không tải: 2 đến 4 giây
- ? Công suất ngõ ra: 2 Hp ở 230VAC
- Định cỡ cảm biến: thường có thể điều chỉnh.
- Phạm vi khởi động lại bộ định giờ: 5 đến 75 phút hoặc xác lập lại bằng tay
- Đèn báo: đèn LED điểm ngắt
- Vỏ: Vỏ và hợp chuông bảo vệ thời tiết.
- Kích thước ngoài 2 3/4" x 4 1/2" x 3" chiều sâu
- Màu: xám nhôm
- Trọng lượng: 1 lb, 4 oz

ĐẶC ĐIỂM

- **Động cơ bơm:** làm việc với bất cứ động cơ loại 2 hoặc 3 dây nào (đến 2 HP, một pha)
- **Định cỡ:** định cỡ với tình trạng hệ thống bơm.
- **Để lắp đặt:** hoàn thành – không mua thêm gì nữa. Vỏ bảo vệ thời tiết tiêu chuẩn và để lắp. Bộ đồ nghề gọn có thể lắp vừa bất cứ đầu - Trước hoặc sau công tắc áp suất. Trên hộp điều khiển hoặc tại bơm (không những nước).
- **Xác lập đường dẫn vòng:** không cần đi dây xung quanh thiết bị để kiểm tra những thiết bị khác.
- **Khởi động lại:** Khởi động lại tự động hoặc bằng tay. Có thể điều chỉnh từ 5 đến 75 phút.
- **Hiệu suất tin cậy:** công nghệ bán dẫn tinh vi chất lượng cao phù hợp hầu hết những nhu cầu trong tình trạng làm việc quá sức.
- **Chế độ bảo hành:** sản phẩm được bảo hành một năm.

Hình B-12. Điều khiển giám sát bơm (đặc tính kỹ thuật ứng dụng).

INTEGRA MOTOR CHECK

Số hiệu	VAC	Pha	Công suất (HP)
AW401A	208/230	1	$\frac{1}{2}$ - 2
AW401B	115	1	$\frac{1}{2}$ - 1

ĐẶC ĐIỂM

- Bảo vệ bơm khỏi nguy hiểm do chạy khô - nước thấp, hỏng hút nghẹt, đường ống bị đóng băng hoặc đường xả nghẹt.
- Xác lập điều chỉnh tải bằng tay hoặc tự động, thời gian khởi động lại từ 5 đến 75 phút.

THAM KHẢO LỰA CHỌN

Đồng cơ ba pha được dùng với bộ khởi động từ hoặc contactor (không đi kèm)

HP	Điện áp tải				Điện áp điều khiển hoặc dẫn hướng	
					115 VAC	208/230 VAC
$\frac{1}{2}$	208	230	460	575	Model AW301B CT1**	Model AW301A CT1**
$\frac{3}{4}$	208	230	460	575		
1	208	230	460	575		
$1\frac{1}{2}$	208	230	460	575		
2	208	230	460	575		
3	208	230	460	575		
5	208	230	460	575		
$7\frac{1}{2}$	208	230	460	575		
10	-	-	460	575		
15	-	-	460	575		
20	-	-	-	575	Model AW301B CT2**	Model AW301A CT2**
10	208	230	-	-		
15	208	230	-	-		
20	208	230	460	-		
25	208	230	460	575		
30	208	230	460	575		
40	-	-	460	575		
50	-	-	460	575		

INTEGRA MOTOR MINDER

Số hiệu	Điện áp điều khiển hoặc dẫn hướng	Điện áp tải	Pha	Công suất (HP)
AW101A	208/230	208/230	1	Đến 1.5
AW101B	115	115	1	Đến 1.0
AW201A*	280/230	208/230	1	2 - 5
			3	2 - 7.5
AW201B*	115	208/230	1	2 - 5
			3	2 - 7.5
AW201A1015*	208/230	208/230	1	10 - 15
AW275C-A***	208/230	208/230	1	2 - 7.5
AW275C-B***	115			
AW301A-CT1*	208/230	Xem biểu đồ quy chiếu chọn lựa bên dưới	3	Xem biểu đồ quy chiếu chọn lựa bên dưới
AW301A-CT2*				
AW301B-CT1*				
AW301B-CT2*	115		3	

Đặc điểm

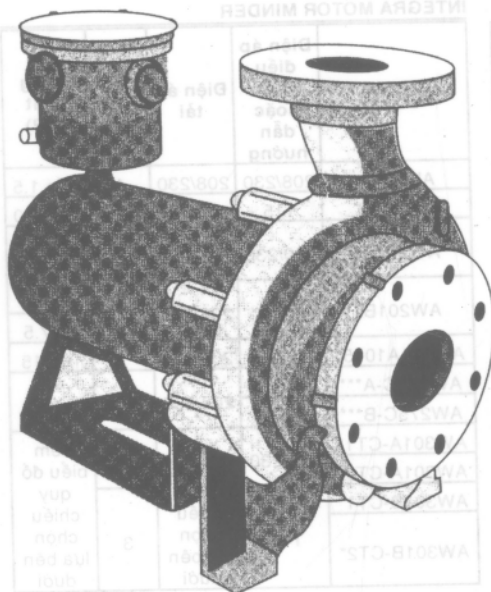
- Bảo vệ bơm không chạy do tình trạng chưa đủ tải hoặc chu kỳ nhanh, hỏng hút nghẹt, và mức nước thấp
- Xác lập điều chỉnh khởi động lại bằng tay hoặc tự động. Thanh sáng định cỡ và điều khiển.

MOTOR MINDER "TỰY CHỌN BỔ SUNG"

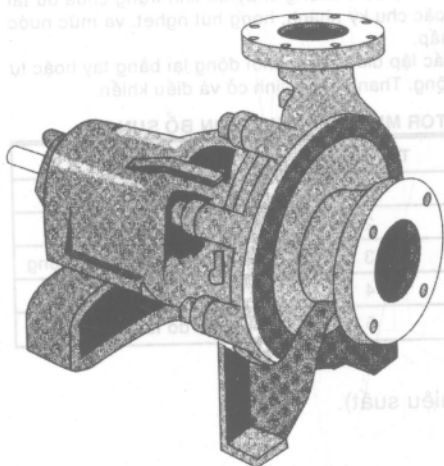
Tựy chọn	Mô tả
1	Tiếp điểm phụ
2	Bộ đếm
3	Thời chuẩn tái khởi động
4	Reset từ xa
5	Đầu dò tái khởi động

Hình B-13 Điều khiển, giám sát bơm (đặc tính hiệu suất).

Hình B-14 đến B-21 minh họa vài mẫu bơm, cùng với đặc tính kỹ thuật do nhà sản xuất cung cấp. Để biết thêm thông tin về những bơm này và các mẫu bơm khác, hãy xem trang web ở www.buffalopumps.com.



Hình B-14. Bơm Buffalo Can-o-Matic, mẫu HCR.



Hình B-15. Bơm Buffalo, mẫu CRE/CRO.

Số hiệu	VAC	Pha	Công suất (HP)
AW401A	208/230	1	1/2
AW401B	115	1	1/2

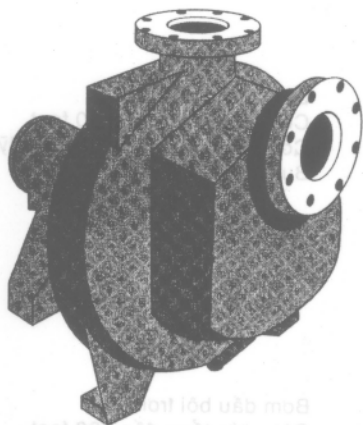
INTEGRA MOTOR CHECK

BẮC ĐIỂM

- Bảo vệ bơm khỏi nguy hiểm do cháy khí - nước.
 - Thiết lập bơm hút nước, đường ống bị đóng băng hoặc đường xả nghẽn.
 - Xác lập điều chỉnh lại bằng tay hoặc tự động, thời gian khởi động lại từ 5 đến 75 phút.
- Không cần vòng đệm kín/ bơm không rò rỉ
Cột nước tổng đến 320 feet
Công suất đến 1000 gallon Mỹ/phút
Bulletin 929

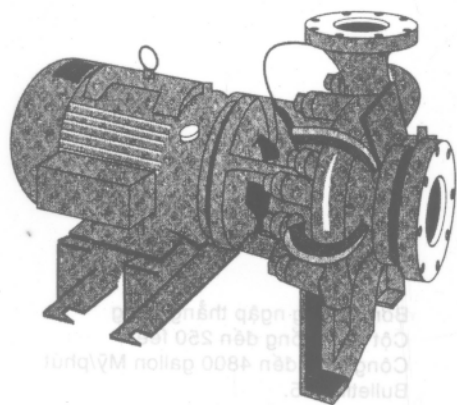
HP	Điện áp tải	115 VAC	208/230 VAC
1/2	208 230 480 575		
3/4	208 230 480 575		
1	208 230 480 575		
1 1/2	208 230 480 575		
2	208 230 480 575		
3	208 230 480 575		
5	208 230 480 575		
7 1/2	208 230 480 575		
10	208 230 480 575		
15	208 230 480 575		
20	208 230 480 575		
30	208 230 480 575		
40	208 230 480 575		
50	208 230 480 575		
60	208 230 480 575		
75	208 230 480 575		
100	208 230 480 575		
125	208 230 480 575		
150	208 230 480 575		
200	208 230 480 575		
250	208 230 480 575		
300	208 230 480 575		
350	208 230 480 575		
400	208 230 480 575		
450	208 230 480 575		
500	208 230 480 575		
550	208 230 480 575		
600	208 230 480 575		
650	208 230 480 575		
700	208 230 480 575		
750	208 230 480 575		
800	208 230 480 575		
850	208 230 480 575		
900	208 230 480 575		
950	208 230 480 575		
1000	208 230 480 575		

Bơm lắp mặt bích theo tiêu chuẩn ANSI
Cột nước tổng đến 690 feet
Công suất đến 5000 gallon Mỹ/phút
Bulletin 903



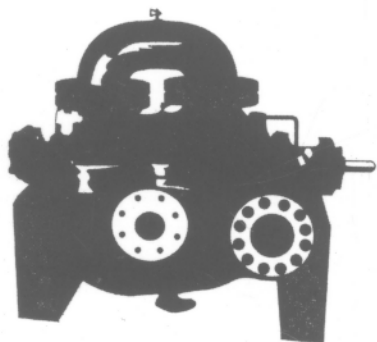
Bơm tự mồi
Cột nước tổng đến 550 feet
Công suất đến 800 gallon Mỹ/phút
Bulletin 918

Hình B-16. Bơm Buffalo, mẫu CR-SP.



Bơm lắp ghép chặt theo tiêu chuẩn ANSI
Cột nước tổng đến 600 feet
Công suất đến 1900 gallon/phút
Bulletin 904

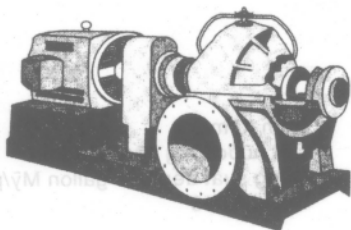
Hình B-17. Bơm Buffalo, mẫu CCRE.



Bơm hai cấp và bốn cấp
Cột nước tổng đến 875 feet
Công suất đến 1000 gallon Mỹ/phút
Bulletin 980

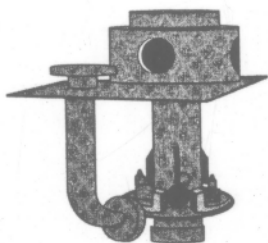
Hình B-18. Bơm Buffalo, mẫu RR.

Hình B-19.
Bơm Buffalo,
mẫu HSM.



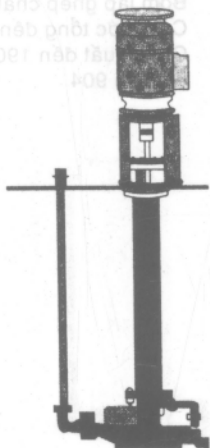
Bơm họng hút kép
Cột nước tổng đến 400 feet
Công suất đến 8000 gallon Mỹ/phút
Bulletin 900

Hình B-20. Bơm
Buffalo, mẫu VCRE.



Bơm dầu bôi trơn
Cột nước tổng đến 690 feet
Công suất đến 5000 gallon Mỹ/phút

Hình B-21. Bơm
Buffalo, mẫu VCRO.



Bơm nhúng ngập thẳng đứng
Cột nước tổng đến 250 feet
Công suất đến 4800 gallon Mỹ/phút
Bulletin 905.

Phụ lục C

BẢNG CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐO PHONG VŨ BIỂU SANG ÁP SUẤT TUYỆT ĐỐI

Phong vũ biểu (in. Hg)	Áp suất (psi)
28.00	13.75
28.25	13.88
28.50	14.00
28.75	14.12
29.00	14.24
29.25	14.37
29.50	14.49
29.75	14.61
29.921	14.696
30.00	14.74
30.25	14.86
30.50	14.98
30.75	15.10
31.00	15.23

BẢNG TRỌNG LƯỢNG MỘT FOOT KHỐI NƯỚC Ở CÁC NHIỆT ĐỘ KHÁC NHAU

°F	Lb/ft ³	°F	Lb/ft ³	°F	Lb/ft ³	°F	Lb/ft ³
32	60.41	66	62.32	100	61.99	134	61.48
33	62.41	67	62.32	101	61.98	135	61.46
34	62.42	68	62.31	102	61.96	136	61.44
35	62.42	69	62.30	103	61.95	137	61.43
36	62.42	70	62.30	104	61.94	138	61.41
37	62.42	71	62.29	105	61.93	139	61.39
38	62.42	72	62.28	106	61.91	140	61.37
39	62.42	73	62.27	107	61.90	141	61.36
40	62.42	74	62.26	108	61.89	142	61.34
41	62.42	75	62.25	109	61.87	143	61.32
42	62.42	76	62.25	110	61.86	144	61.30
43	62.42	77	62.24	111	61.84	145	61.28
44	62.42	78	62.23	112	61.83	146	61.26
45	62.42	79	62.22	113	61.81	147	61.25
46	62.41	80	62.21	114	61.80	148	61.23
47	62.41	81	62.20	115	61.78	149	61.21
48	62.41	82	62.19	116	61.77	150	61.19
49	62.41	83	62.18	117	61.75	151	61.17
50	62.40	84	62.17	118	61.74	152	61.15
51	62.40	85	62.16	119	61.72	153	61.13
52	62.40	86	62.15	120	61.71	154	61.11
53	62.39	87	62.14	121	61.69	155	61.09
54	62.39	88	62.13	122	61.68	156	61.07
55	62.38	89	62.12	123	61.66	157	61.05

°F	Lb/ft ³	°F	Lb/ft ³	°F	Lb/ft ³	°F	Lb/ft ³
56	62.38	90	62.11	124	61.64	158	61.03
57	62.38	91	62.10	125	61.63	159	61.01
58	62.37	92	62.08	126	61.61	160	60.99
59	62.37	93	62.07	127	61.60	161	60.97
60	62.36	94	62.06	128	61.58	162	60.95
61	62.35	95	62.05	129	61.56	163	60.93
62	62.35	96	62.04	130	61.55	164	60.91
63	62.34	97	62.02	131	61.53	165	60.89
64	62.34	98	62.01	132	61.51	166	60.87
65	62.33	99	62.00	133	61.50	167	60.85
168	60.83	193	60.28	230	59.42	480	50.00
169	60.81	194	60.26	240	59.17	490	49.50
170	60.79	195	60.23	250	58.89	500	48.78
171	60.77	196	60.21	260	58.62	510	48.31
172	60.75	197	60.19	270	58.34	520	47.62
173	60.73	198	60.16	280	58.04	530	46.95
174	60.71	199	60.14	290	57.74	540	46.30
175	60.68	200	60.11	300	57.41	550	45.66
176	60.66	201	60.09	310	57.08	560	44.84
177	60.64	202	60.07	320	56.75	570	44.05
178	60.62	203	60.04	330	56.40	580	43.29
179	60.60	204	60.02	340	56.02	590	42.37
180	60.57	205	59.99	350	55.65	600	41.49
181	60.55	206	59.97	360	55.25	610	40.49
182	60.53	207	59.95	370	54.85	620	39.37
183	60.51	208	59.92	380	54.47	630	38.31
184	60.49	209	59.90	390	54.05	640	37.17
185	60.46	210	59.87	400	53.62	650	35.97
186	60.44	211	59.85	410	53.19	660	34.48
187	60.42	212	59.82	420	52.74	670	32.89
188	60.40	214	59.81	430	52.33	680	31.06
189	60.37	216	59.77	440	51.87	690	28.82
190	60.35	218	59.70	450	51.28	700	25.38
191	60.33	220	59.67	460	51.02	706.1	19.16
192	60.30			470	50.51		

BẢNG GIẢN NỖ CỦA NƯỚC

°C	°F	Thể tích	°C	°F	Thể tích	°C	°F	Thể tích
4	39	1.00000	35	95	1.00586	70	158	1.02241
5	41	1.00001	40	1.04	1.00767	75	167	1.02548
10	50	1.00025	45	113	1.00967	80	176	1.02872
15	59	1.00083	50	122	1.01186	85	185	1.03213
20	68	1.00171	55	131	1.01423	90	194	1.03570
25	77	1.00286	60	140	1.01678	95	203	1.03943
30	86	1.00425	65	149	1.01951	100	212	1.04332

BẢNG CHUYỂN ĐỔI ÁP SUẤT (psi) SANG CỘT ÁP (feet nước)
(dựa trên nước ở tỷ trọng lớn nhất)

Lb/in ²	Cột áp (feet)	Lb/in ²	Cột áp (feet)	Lb/in ²	Cột áp (feet)	Lb/in ²	Cột áp (feet)	Lb/in ²	Cột áp (feet)	Lb/in ²	Cột áp (feet)	Lb/in ²	Cột áp (feet)
1	2.31	53	122.43	105	242.55	157	382.67	209	482.79	261	602.91	365	843.15
2	4.62	54	124.74	106	244.86	158	364.98	210	485.10	262	605.22	370	854.70
3	6.93	55	127.05	107	247.17	159	367.29	211	487.41	263	607.53	375	856.28
4	9.23	56	129.36	108	249.48	160	369.60	212	489.72	264	609.84	380	877.80
5	11.55	57	131.67	109	251.79	161	371.91	213	492.03	265	612.15	385	889.35
6	13.86	58	133.98	110	254.10	162	374.22	214	494.04	266	614.46	390	900.90
7	16.17	59	136.29	111	256.41	163	375.53	215	496.65	267	616.77	395	912.45
8	18.48	60	138.60	112	258.72	164	378.84	216	498.96	268	619.08	400	924.00
9	20.79	61	140.91	113	261.03	165	381.15	217	501.27	269	621.39	405	931.55
10	23.10	62	143.22	114	263.34	166	383.45	218	503.58	270	623.70	410	947.10
11	25.41	63	145.53	115	265.65	167	385.77	219	505.89	271	626.01	415	958.65
12	27.72	64	147.84	116	267.96	168	388.08	220	508.20	272	628.32	420	970.20
13	30.03	65	150.15	117	270.27	169	390.39	221	510.51	273	630.63	425	981.75
14	32.34	66	152.46	118	272.58	170	392.70	222	512.82	274	632.94	430	993.30
15	34.65	67	154.77	119	274.89	171	395.01	223	515.13	275	635.25	435	1004.85
16	36.96	68	157.08	120	277.20	172	397.32	224	517.44	276	637.56	440	1016.40
17	39.27	69	159.39	121	279.51	173	399.63	225	519.75	277	639.87	445	1027.95
18	41.58	70	161.70	122	281.82	174	401.94	226	522.06	278	642.18	450	1039.50
19	43.89	71	164.01	123	284.13	175	404.25	227	524.37	279	644.49	455	1051.06
20	46.20	72	166.32	124	286.44	176	406.56	228	526.68	280	646.80	460	1062.60
21	48.51	73	168.63	125	288.75	177	408.87	229	528.99	281	649.11	465	1074.15
22	50.82	74	170.94	126	291.06	178	411.18	230	531.30	282	651.42	470	1085.70
23	53.13	75	173.25	127	293.37	179	413.49	231	533.61	283	653.73	475	1097.25
24	55.44	76	175.56	128	295.68	180	415.80	232	535.92	284	656.04	480	1108.80
25	57.75	77	177.87	129	297.99	181	418.11	233	538.23	285	658.35	485	1120.35
26	60.06	78	180.18	130	300.30	182	420.42	234	540.54	286	660.66	490	1131.90
27	62.37	79	182.49	131	302.61	183	422.73	235	542.85	287	662.97	495	1143.45
28	64.68	80	184.80	132	304.92	184	425.04	236	545.16	288	665.28	500	1155.00
29	66.99	81	187.11	133	307.23	185	427.35	237	547.47	289	667.59	525	1212.75
30	69.30	82	189.42	134	309.54	186	429.66	238	549.78	290	669.90	550	1270.50
31	71.61	83	191.73	135	311.85	187	431.97	239	552.09	291	672.21	575	1328.25
32	73.92	84	194.04	136	314.16	188	434.28	240	554.40	292	674.52	600	1386.00
33	76.23	85	196.35	137	316.47	189	436.59	241	556.71	293	676.83	625	1443.75
34	78.54	86	198.66	138	318.78	190	438.90	242	559.02	294	679.14	650	1501.50
35	80.85	87	200.97	139	321.09	191	441.21	243	561.33	295	681.45	675	1559.25
36	83.16	88	203.28	140	323.40	192	443.52	244	563.64	296	683.76	700	1617.00
37	85.47	89	205.59	141	325.71	193	445.83	245	565.95	297	686.07	725	1674.75
38	87.78	90	207.90	142	328.02	194	448.14	246	568.26	298	688.38	750	1732.50
39	90.09	91	210.21	143	330.33	195	450.45	247	570.57	299	690.69	775	1790.25
40	92.40	92	212.52	144	332.64	196	452.76	248	572.88	300	693.00	800	1848.00
41	94.71	93	214.83	145	334.95	197	455.07	249	575.19	305	704.55	825	1905.75
42	97.02	94	217.14	146	337.26	198	457.38	250	577.50	310	716.10	850	1963.50
43	99.33	95	219.45	147	339.57	199	459.69	251	579.81	315	727.55	875	2021.25
44	101.64	96	221.76	148	341.88	200	462.00	252	582.12	320	739.20	900	2079.00
45	103.95	97	224.07	149	344.19	201	484.31	253	584.43	325	750.75	925	2136.75
46	106.26	98	226.38	150	346.50	202	466.62	254	586.74	330	762.30	950	2194.50
47	108.57	99	228.69	151	348.81	203	468.93	255	589.05	335	773.85	975	2252.25
48	110.88	100	231.00	152	351.12	204	471.24	256	591.36	340	785.40	1000	2310.00
49	113.19	101	233.31	153	353.43	205	473.55	257	593.67	345	796.95	1500	3465.00
50	115.50	102	235.62	154	355.74	206	475.86	258	595.98	350	808.50	2000	4620.00
51	117.81	103	237.93	155	358.05	207	478.17	259	598.29	355	820.05	3000	6930.00
52	120.12	104	240.24	156	380.36	208	480.48	260	600.60	360	831.60		

**THỂ TÍCH VÀ TRỌNG LƯỢNG KHÔNG KHÍ Ở ÁP SUẤT KHÍ QUYỂN
THEO CÁC NHIỆT ĐỘ KHÁC NHAU.**

Nhiệt độ, °F	Thể tích 1 lb không khí (ft ³)	Trọng lượng/ft ³ (lb)	Nhiệt độ, °F	Thể tích 1 lb không khí (ft ³)	Trọng lượng/ft ³ (lb)
0	11.57	0.0864	325	19.76	0.0508
12	11.88	0.0842	350	20.41	0.0490
22	12.14	0.0824	375	20.96	0.0477
32	12.39	0.0807	400	21.69	0.0461
42	12.64	0.0791	450	22.94	0.0436
52	12.89	0.0776	500	24.21	0.0413
62	13.14	0.0761	600	26.60	0.0376
72	13.39	0.0747	700	29.59	0.0338
82	13.64	0.0733	800	31.75	0.0315
92	13.89	0.0720	900	34.25	0.0292
102	14.14	0.0707	1000	37.31	0.0268
112	14.41	0.0694	1100	39.37	2.0254
122	14.66	0.0682	1200	41.84	0.0239
132	14.90	0.0671	1300	44.44	0.0225
142	15.17	0.0659	1400	46.95	0.0213
152	15.41	0.0649	1500	49.51	0.0202
162	15.67	0.0638	1600	52.08	0.0192
172	15.92	0.0628	1700	54.64	0.0183
182	16.18	0.0618	1800	57.14	0.0175
192	16.42	0.0609	2000	62.11	0.0161
202	16.67	0.0600	2200	67.11	0.0149
212	16.92	0.0591	2400	72.46	0.0138
230	17.39	0.0575	2600	76.92	0.0130
250	17.89	0.0559	2800	82.64	0.0121
275	18.52	0.0540	3000	87.72	0.0114
300	19.16	0.0522			

MỤC LỤC

Chương 1 - LƯU CHẤT VÀ THỦY LỰC

Nước.	7
Tính chất của nước với việc thiết kế bơm	8
Áp suất ở độ sâu khác nhau.	9
Tính nén của nước	9
Nguyên lý thủy lực.	9
Nguyên lý cơ bản	9
Thủy tĩnh học.	13
Cột áp tĩnh	13
Tâm dầm tĩnh	13
Trọng lượng rẽ nước	15
Độ nổi	16
Nghịch lý thủy tĩnh	17
Cân bằng thủy tĩnh	18
Thủy động lực học	19
Cột áp động	19
Tâm dầm động	19
Cột tổng	23
Ma sát nước trong đường ống	25
Lưu lượng.	27
Đo lưu lượng.	27
Ống xiphông	32
Dòng chảy qua lỗ tiết lưu	33
Trọng lượng riêng	37
Tóm tắt	40

Chương 2 - BƠM LY TÂM

Nguyên lý cơ bản	44
Bơm có cánh gạt thẳng	45
Bơm có cánh gạt cong	46
Vòng xoắn ốc	47
Độ cong của cánh gạt	47
Phân loại cơ bản	47
Bơm một cấp	48
Bơm đa cấp	49
Bánh công tác.	50
Sự cân bằng.	51
Kết cấu bơm	54
Vỏ bơm	54
Bánh công tác.	55
Bộ hộp làm kín	56

Ổ trục và vỏ	56
Bộ trục bơm	56
Truyền động	57
Lắp đặt	58
Vị trí đặt bơm	58
Nền móng	59
Sự bằng phẳng	59
Trát vữa lỏng	60
Ống nạp	61
Ống xả	61
Bơm chất lỏng nhiệt độ cao	61
Vận hành	62
Mỗi bơm	62
Khởi động bơm	65
Ngừng bơm	67
Tình trạng hoạt động bất thường	67
Xử lý sự cố	68
Giảm công suất hoặc áp suất và không bơm nước	68
Không có nước sau khi khởi động	68
Bộ dẫn động bơm quá tải	68
Bơm bị rung	68
Các gợi ý khi vận hành bơm	69
Bảo dưỡng và sửa chữa	69
Khe hở mặt bên	70
Phục hồi chi tiết	70
Các gợi ý khi lắp ráp	70
Bơm ly tâm chống ăn mòn	72
Ứng dụng điển hình - Mạ	73
Lắp đặt bơm chống ăn mòn	74
Bảo dưỡng	75
Xử lý sự cố bơm chống ăn mòn	76
Tháo và lắp đầu bơm	76
Thực hành an toàn	78
Xem xét thiết kế bánh công tác	79
Vận tốc bánh công tác	79
Tổng tải thủy lực hoặc tầm dâng	80
Cột áp vận tốc	80
Tóm tắt	87

Chương 3 - BƠM QUAY

Nguyên lý hoạt động	89
Bơm bánh răng	89
Bơm cánh gạt	91
Bơm piston	93
Kết cấu	94
Bơm bánh răng	94

Bơm cánh gạt	99
Bơm piston	99
Lắp đặt và vận hành	100
Sự thẳng hàng	101
Truyền động bơm bánh răng quay	101
Nguồn điện vận hành bơm	102
Ống	102
Chiều quay	103
Khởi động và vận hành bơm	104
Lắp đặt thực tế	104
Các loại bơm bánh răng	105
Valve an toàn áp suất	106
Xử lý sự cố bơm quay	107
Không phân phối chất lỏng	107
Phân phối chất lỏng không đủ	107
Bơm chỉ hoạt động trong thời gian ngắn rồi ngưng	107
Mòn nhanh	108
Bơm tiêu thụ quá nhiều điện	108
Vận hành ổn	108
Tính toán	108
Kích cỡ bơm chính xác	108
Ma sát của nước trong ống	109
Tổn thất ma sát trong ống cao su	109
Cột động hoặc tổng tải	110
Tầm dâng động	110
Cột áp động	111
Công suất yêu cầu	113
Tóm tắt	114

Chương 4 - BƠM TỊNH TIẾN

Nguyên lý vận hành	118
Bơm hút	118
Bơm đẩy	118
Bơm xiphông hoặc bơm tự mồi	124
Kết cấu	125
Tính toán	126
Tầm dâng	126
Kích cỡ ống xả	128
Cột áp	130
Dung tích làm việc	131
Tốc độ piston	131
Hiện tượng trượt	133
Dung lượng	134
Hiệu suất	135
Tóm tắt	140

Chương 5 - BƠM CÓ CÔNG DỤNG RIÊNG

Bơm dịch vụ	143
Bơm trong ngành công nghiệp xử lý và hóa chất	144
Bơm dùng trong y tế	145
Bơm xử lý nước thải	146
Các loại bơm chuyên biệt khác	147
Bơm magma	148
Bơm nước thải	148
Bơm tưới tiêu	149
Bơm kiểu màng chắn	150
Ưu điểm của bơm màng chắn	153
Bơm giếng cạn và bơm giếng sâu	154
Bơm có bánh công tác bằng cao su	159
Nguyên lý vận hành	159
Ứng dụng hàng hải	159
Bơm ống	160
Nguyên lý hoạt động cơ bản	160
Bôi trơn ống	161
Hộp tốc độ	162
Các loại hiện có	162
Bơm được truyền động bằng không khí	169
Bơm nhiều ống	169
Bơm hóa chất	169
Tóm tắt	169

Chương 6 - BỘ TÍCH LŨY THỦY LỰC

Kết cấu và vận hành	171
Các loại bộ tích lũy	172
Loại tải bằng trọng lực	172
Bộ tích lũy tải bằng lò xo	176
Bộ tích lũy khí nén	177
Bộ giảm xóc	182
Buồng không khí và chân không	184
Buồng không khí	184
Buồng chân không	185
Mạch bộ tích lũy	186
Tóm tắt	189

Chương 7 - CƠ CẤU TRUYỀN NĂNG LƯỢNG

Dẫn động thủy lực	193
Nguyên lý vận hành cơ bản	193
Gia tốc tiếp tuyến	196
Giảm tốc tiếp tuyến	197
Các loại bộ dẫn động thủy lực	198
Dẫn động bằng chất lỏng	199

Dẫn động thủy lực	201
Dẫn động thủy lực hai đĩa	202
Bộ chuyển đổi moment thủy lực	202
Hệ thống truyền thủy tĩnh	204
Dẫn động thủy lực điều chỉnh tốc độ	209
Ứng dụng máy kéo nông nghiệp	210
Bơm dùng cho người máy	211
Hệ thống CCS	215
Tóm tắt	217
Chương 8 - THỦY LỰC TRÊN MÁY CÔNG CỤ	
Mạch thủy lực	219
Động cơ thủy lực	219
Các loại động cơ thủy lực	221
Mạch điều khiển thủy lực	223
Kết hợp bơm và cụm valve điều khiển	224
Valve điều khiển hướng từ xa	224
Vận hành cylinder trên máy công cụ	227
Các bộ phận chính trong mạch	227
Sự vận hành của mạch thủy lực	230
Tóm tắt	231
Chương 9 - CYLINDER THỦY LỰC	
Cylinder không quay	233
Tên các chi tiết	233
Lực phát sinh trong cylinder không quay	240
Lắp đặt	242
Tải lệch tâm	243
Nguyên nhân hỏng hóc	244
Sửa chữa và bảo dưỡng	244
Cylinder quay	246
Các chi tiết	246
Lắp đặt	248
Hỏng hóc	250
Sửa chữa và bảo dưỡng	250
Tóm tắt	251
Chương 10 - VALVE ĐIỀU KHIỂN	
Điều khiển áp suất	254
Giảm áp an toàn	255
Chuỗi thứ tự	255
Giảm áp	256
Cân bằng đối trọng và tải	256
Tín hiệu vận hành	256
Điều khiển lưu lượng	257
Kim	258

Không bù	258
Bù	259
Điều khiển hướng	261
Tóm tắt	263
Chương 11 - BỘ VẬN HÀNH VALVE ĐIỀU KHIỂN THỦY LỰC	
Bộ vận hành valve điều khiển áp suất	265
Bộ vận hành valve điều khiển lưu lượng	266
Bộ vận hành valve điều khiển hướng	268
Vận hành bằng tay	268
Vận hành solenoid	269
Bộ vận hành cơ khí	271
Bộ vận hành dẫn hướng	273
Tóm tắt	274
Chương 12 - LƯU CHẤT THỦY LỰC	
Lưu chất có nguồn gốc dầu mỏ	276
Lưu chất tổng hợp	276
Yêu cầu chất lượng	277
Bảo dưỡng	277
Thay dầu trong hệ thống thủy lực	278
Lựa chọn dầu thủy lực	279
Trọng lượng riêng	279
Độ nhớt	280
Nhớt kế Saybolt	280
Những vấn đề về độ nhớt	281
Chỉ số độ nhớt	282
Giá trị bôi trơn	282
Điểm chảy	282
Oxy hóa và nhiễm bẩn	282
Bộ lọc thủy lực	283
Bộ lọc thủy lực loại xách tay	285
Tóm tắt	285
Chương 13 - ĐƯỜNG ỐNG VÀ KHỚP NỐI	
Ống cứng	288
Ống nửa cứng (ống thép)	289
Quy trình chế tạo	290
Các loại ống khác	291
Lắp đặt ống	291
Ống linh hoạt (ống mềm)	293
Bộ phân phối (manifold)	296
Tóm tắt	297
Phụ lục A - NGUỒN CUNG CẤP BƠM	
Phụ lục B - CÁC LOẠI BƠM MỚI NHẤT	
Phụ lục C	

THỦY LỰC VÀ BƠM

TRẦN THẾ SAN - TRẦN THỊ KIM LANG

Chịu trách nhiệm xuất bản : TS. PHẠM VĂN DIỄN
Biên tập : TRƯƠNG QUANG HÙNG
Vẽ bìa : KHÁNH THÀNH
Kỹ thuật vi tính : KHÁNH THÀNH

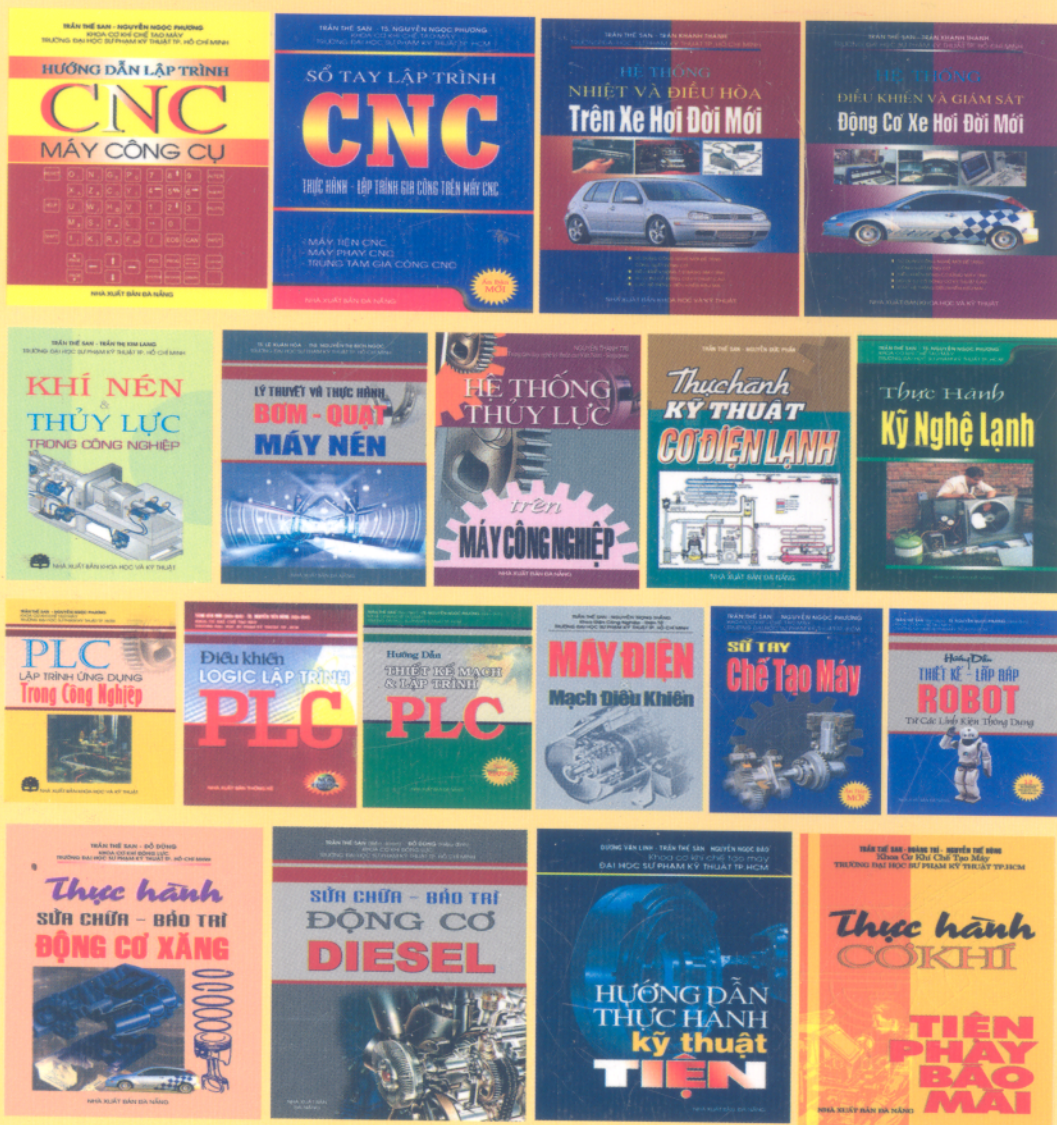
Liên kết xuất bản

C. TY VĂN HÓA **TRÍ DÂN** - NS. **NGUYỄN TRÃI**
96/7 Duy Tân - P. 15 - Q. Phú Nhuận - Tp. HCM
ĐT: 08 39901846 - Fax: 08 39971765

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO - HÀ NỘI

In 1000 cuốn khổ (16 X 24 Cm) tại xưởng in Cty cổ phần văn hóa Vạn Xuân.
Theo số đăng kí 294 - 2009/CXB/04 - 22/KHKT. Ngày 8-4-2009 - QĐXB SỐ 107
NXBKHKHKT cấp ngày 13-4-2009. In xong nộp lưu chiểu quý 2 năm 2009

GIỚI THIỆU SÁCH ĐÃ PHÁT HÀNH



Nơi Phát Hành

CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN

96/15 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM

ĐT : 39901846 - Fax : 39971765

NHÀ SÁCH NGUYỄN TRÃI

209101B00



GIÁ: 50.000đ