

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9455:2013

ISO 5388:1981

Xuất bản lần 1

**MÁY NÉN KHÔNG KHÍ TĨNH TẠI –
QUY ĐỊNH AN TOÀN VÀ QUY PHẠM VẬN HÀNH**

Stationary air compressors – Safety rules and code of practice

HÀ NỘI - 2013

Mục lục

| | Trang |
|---|--------------|
| Lời nói đầu..... | 5 |
| Phần 1 – Quy định chung | 7 |
| 1 Phạm vi áp dụng | 7 |
| 2 Tài liệu viện dẫn..... | 8 |
| 3 Hệ thống đơn vị..... | 9 |
| 4 Thuật ngữ và định nghĩa..... | 9 |
| 5 Các loại máy nén | 10 |
| 6 Mỗi nguy hiểm có tiềm năng | 11 |
| 6.1 Bôi trơn không đúng | 11 |
| 6.2 Làm mát không đúng | 11 |
| 6.3 Hư hỏng về cơ | 11 |
| 6.4 Thương tích cho người..... | 11 |
| 6.5 Phơi ra trước tiếng ồn..... | 12 |
| 6.6 Cháy và nổ trong hệ thống nén | 12 |
| 6.7 Nổ hộp trục khuỷu..... | 13 |
| 6.8 Lắp đặt, vận hành hoặc bảo dưỡng không đúng | 14 |
| Phần 2 - Thiết kế và cấu tạo máy nén | 15 |
| 7 Quy định chung | 15 |
| 8 Rào chắn bảo vệ | 16 |
| 9 Đường ống và bình chịu áp lực..... | 16 |
| 10 Dao động và mạch động của áp suất | 17 |
| 11 Thiết bị điện | 17 |
| 12 Sự quá nhiệt | 17 |
| 13 Vật liệu | 18 |
| Phần 3 - Lắp đặt máy nén và hệ thống phân phối không khí..... | 19 |
| 14 Quy định chung | 19 |
| 15 Lắp đặt máy nén..... | 20 |
| 16 Sàn tiếp cận..... | 21 |
| 17 Áp kế | 21 |
| 18 Đường ống..... | 22 |
| 19 Thiết kế các cơ cấu an toàn áp suất..... | 23 |
| 20 Ứng dụng của các cơ cấu an toàn áp suất | 24 |
| 21 Lắp đặt các cơ cấu an toàn áp suất..... | 25 |
| 22 Tiếng ồn..... | 26 |
| Phần 4 - Vận hành và bảo dưỡng máy..... | 27 |
| 23 Vận hành | 27 |
| 24 Bảo dưỡng..... | 28 |

TCVN 9455:2013

Phụ lục A (Quy định): Tiếp xúc với tiếng ồn 31

Phụ lục B (Quy định): Các nguyên tắc cho thiết kế hệ thống áp suất của các máy nén được bôi trơn bằng dầu 32

Phụ lục C (Quy định): Cơ cấu của sự bốc cháy cốc dầu và nguồn gốc của các vụ nổ dầu 34

Phụ lục D (Quy định): Lựa chọn các chất bôi trơn cho máy nén không khí 36

Phụ lục E (Quy định): Đề phòng chống nổ hộp trục khuỷu 42

Lời nói đầu

TCVN 9455:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 5388:1981.

TCVN 9455:2013 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC 118 *Máy nén khí* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Máy nén không khí tĩnh tại – Quy định an toàn và quy phạm vận hành

Stationary air compressors – Safety rules and code of practice

Phần 1 – Quy định chung

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này xác lập các chuẩn về an toàn cho thiết kế, cấu tạo, lắp đặt và vận hành các máy nén không khí tĩnh tại và được lắp trên bánh trượt thông dụng. Tiêu chuẩn quy định các yêu cầu để giảm tới mức tối thiểu các sự cố của máy nén và xác định kỹ thuật an toàn chung cho phạm vi hoạt động. Các mối nguy hiểm có tiềm năng gắn liền với các máy nén được liệt kê và chi tiết hóa dưới các đề mục sau trong Điều 6:

- a) Bôi trơn không đúng;
- b) Làm mát không đủ và thích hợp;
- c) Hư hỏng về cơ;
- d) Thương tích cho người;
- e) Tiếp xúc với tiếng ồn;
- f) Cháy và nổ trong hệ thống nén;
- g) Nổ hộp trục khuỷu (cado);
- h) Lắp đặt, vận hành hoặc bảo dưỡng không đúng.

Tiêu chuẩn này không đề cập đến các động cơ chính vì chúng là đối tượng của các tiêu chuẩn khác.

1.2 Tiêu chuẩn này dựa trên yêu cầu là các bộ phận của máy nén được thiết kế phù hợp với quy phạm vận hành tốt đã được chấp nhận và các tiêu chuẩn quốc gia đang được áp dụng.

TCVN 9455:2013

1.3 Tiêu chuẩn này áp dụng cho các máy nén không khí tĩnh tại và được lắp trên bánh trượt thông dụng trừ các kiểu máy nén sau:

- a) Máy nén có công suất trục vào nhỏ hơn 2 kW;
- b) Máy nén có áp suất xả hiệu dụng nhỏ hơn 0,5 bar (50kPa);
- c) Máy nén có áp suất xả hiệu dụng vượt quá 50 bar (5MPa);
- d) Máy nén chuyên cung cấp không khí cho thở, lặn hoặc phẫu thuật;
- e) Máy nén dùng cho các hệ thống phanh khí nén;
- f) Máy nén phun.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản đã nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 7144 (ISO 3046), Động cơ đốt trong kiểu pít tông - Tính năng.

TCVN 7783 (ISO 1000), Đơn vị SI và khuyến nghị sử dụng các bội số của chúng và một số đơn vị khác.

TCVN 7878-1 (ISO 1996-1), Âm học - Mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường - Phần 1: Các đại lượng cơ bản và phương pháp đánh giá.

ISO 508, *Identification colours for pipes conveying fluids in liquid or gaseous condition in land installations and on board ships*. (Các màu sắc để nhận biết đối với các ống vận chuyển các lưu chất ở trạng thái lỏng hoặc khí trong các thiết bị lắp đặt trên đất liền và trên boong tàu thủy).

ISO 1999, *Acoustics – Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes* (Âm học – Đánh giá sự phơi ra trước tiếng ồn nghề nghiệp để bảo vệ thính giác).

ISO 2151, *Measurement of airborne noise emitted by compressor/primemover-units intended for outdoor use* (Đo tiếng ồn trong không khí phát ra từ tổ máy nén/động cơ chính được sử dụng ở ngoài trời).

ISO 2314, *Gas turbines – Acceptance tests* (Tuabin khí - Thử nghiệm thu).

ISO 3448, *Industrial liquid lubricants – ISO viscosity classification* (Chất lỏng bôi trơn công nghiệp – Phân loại độ nhớt theo ISO).

ISO 3864, *Safety colours and safety signs* (Màu sắc an toàn và dấu hiệu an toàn).

ISO 3977, *Gas turbines – Procurement* (Tuabin khí - Sự cung cấp).

ISO 3989, *Acoustics - Measurement of airborne noise emitted by compressor units including*

primemovers – Engineering method for determination of sound power levels (Âm học - Đo tiếng ồn trong không khí phát ra từ trừ máy nén bao gồm cả động cơ chính – Phương pháp kỹ thuật để xác định các mức công suất âm thanh).

IEC Publication 34, *Rotating electrical machines* (Công bố của IEC số 34, Máy điện quang).

IEC Publication 45, *Specification for steam turbines* (Công bố của số 45, Tính năng kỹ thuật của các tuabin hơi).

3 Hệ thống đơn vị

Tiêu chuẩn này sử dụng các đơn vị SI [xem TCVN 7783 (ISO 1000)]. Tuy nhiên theo công nghệ đã được chấp nhận trong ngành công nghiệp không khí nén, bar được sử dụng là đơn vị áp suất (1bar = 10^5 Pa).

CHÚ THÍCH: Trừ khi có quy định khác, thuật ngữ áp suất có nghĩa là áp suất hiện dụng (theo áp kế).

4 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

4.1

Áp suất làm việc lớn nhất cho phép (maximum allowable working pressure)

Áp suất làm việc lớn nhất của không khí mà nhà sản xuất quy định cho bất cứ điều kiện làm việc nào của máy nén hoặc bất cứ bộ phận nào của máy nén như một bậc (cấp) riêng hoặc hợp riêng.

4.2

Áp suất chỉnh đặt van giảm áp hoặc van an toàn (relief valve or safety valve set pressure)

Áp suất trên phía đầu vào của van giảm áp hoặc van an toàn khi bắt đầu mở van.

4.3

Nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép (maximum allowable working temperature)

Nhiệt độ lớn nhất của không khí nén mà nhà sản xuất quy định cho bất cứ điều kiện làm việc nào của máy nén hoặc bất cứ bộ phận nào của máy nén.

4.4

Nhiệt độ lớn nhất yêu cầu ở đầu ra (maximum expected outlet temperature)

Nhiệt độ không khí cao nhất được dự đoán ở đầu ra do bất cứ điều kiện làm việc quy định nào bao gồm cả sự vận hành với một phần tải trọng.

4.5

Tốc độ lớn nhất cho phép của máy nén (maximum allowable compressor speed)

Tần số quay lớn nhất tại đó thiết kế của nhà sản xuất sẽ cho phép vận hành kho bộ không chế tốc độ và các cơ cấu điều chỉnh được lắp đặt và vận hành.

4.6

Tốc độ ngắt (trip speed)

Tần số quay tại đó động cơ chính được ngắt tự động.

4.7

Giới hạn vận hành (surge limit)

Lưu lượng giới hạn mà dưới lưu lượng này một máy nén tuabin không thể vận hành ổn định được.

5 Các loại máy nén

Theo quan điểm về bôi trơn, các máy nén không khí có thể được phân thành nhóm theo ba loại sau:

a) Các máy nén khí "không tiếp xúc dầu bôi trơn" trong đó không khí không tiếp xúc với dầu dùng để bôi trơn máy, ví dụ, các máy nén động lực học, các máy nén có vòng vít kín zic zắc, các máy nén có màng chắn hoặc các máy nén có các vòng găng không được bôi trơn.

b) Các máy nén được bôi trơn bằng dầu trong đó các chi tiết di động trong buồng nén được bôi trơn bằng dầu, dầu bôi trơn được phun vào bằng dụng cụ bôi trơn cơ khí hoặc được đưa đến từ các bộ phận khác của máy như trong máy nén kiểu pit tổng tác động đơn không có con trượt.

Các máy nén được bôi trơn bằng dầu có thể được phân nhóm vào bất cứ nhóm nào trong bốn nhóm chính sau:

- 1) Các máy nén kiểu pit tổng làm mát bằng không khí có công suất vào đến 20kW, thường được lắp ráp như các máy một cấp hoặc hai cấp với áp suất tới khoảng 25 bar (2,5 MPa) và thường dùng để phục vụ gián đoạn.
- 2) Các máy nén kiểu pit tổng làm mát bằng không khí có công suất vào trên 20kW, thường được lắp ráp như các máy một cấp với áp suất tới khoảng 3 bar (0,3 MPa) hai cấp với áp suất tới khoảng 25 bar (2,5 MPa) và nhiều cấp với áp suất lớn hơn.
- 3) Các máy nén kiểu pit tổng làm mát bằng nước thường được lắp ráp như các máy một cấp với áp suất tới khoảng 5 bar (0,5 MPa) hai cấp với áp suất tới khoảng 25 bar (2,5 MPa) và nhiều cấp với áp suất lớn hơn.
- 4) Các máy nén kiểu cánh quay làm mát bằng nước hoặc không khí, thường được lắp ráp như các máy một cấp với áp suất tới khoảng 4 bar (0,4 MPa) đến 7 bar (0,7 MPa) và hai cấp với áp suất tới khoảng 12 bar (1,2MPa).

c) Máy nén rô to được tưới dầu trong đó lượng dầu tương đối lớn được phun vào buồng nén không chỉ để bôi trơn các chi tiết làm việc mà còn hỗ trợ cho làm kín và hấp thụ nhiệt của quá trình nén.

6 Mối nguy hiểm có tiềm năng

Các điều sau đây không có thể nhận biết tất cả các mối nguy hiểm có thể xảy ra gắn liền với máy đang vận hành mà chỉ để nhận biết các mối nguy hiểm áp dụng riêng hoặc đặc biệt cho các máy nén không khí tĩnh tại (xem các Phụ lục A tới E).

6.1 Bôi trơn không đúng

6.1.1 Các nguyên nhân chung nhất của bôi trơn không đúng là:

- a) Sử dụng chất bôi trơn không đúng;
- b) Thiếu dầu bôi trơn;
- c) Bảo dưỡng không tốt dẫn đến ổ trục bị mòn với khe hở tăng lên và áp suất dầu quá thấp;
- d) Làm mát không đủ hoặc quá mức;
- e) Bôi trơn quá mức.

6.1.2 Sự trục trặc của hệ thống bôi trơn có thể dẫn đến tăng nhiệt độ và với sự vận hành tiếp tục có thể dẫn đến nguy cơ cháy dầu

6.2 Làm mát không đúng

Các rủi ro bắt nguồn từ làm mát kém là rõ ràng. Tuy nhiên, cũng nên tránh làm mát quá mức bởi vì sẽ làm tăng sự ăn mòn bên trong xylanh do chất ngưng tụ làm cho chất bôi trơn bị biến đổi.

6.3 Hư hỏng về cơ

Các hư hỏng về cơ thường bắt nguồn từ một hoặc nhiều nguyên nhân sau:

- a) Áp suất dư thừa;
- b) Tốc độ quá mức;
- c) Các hiện tượng phụ gây ra bởi bôi trơn không đúng;
- d) Các hiện tượng phụ gây ra bởi làm mát không đúng;
- e) Bảo dưỡng kém;
- f) Rung động quá mức hoặc ngoại lực quá lớn.

6.4 Thương tích cho người

Các nguyên nhân tiềm tàng phổ biến nhất của thương tích là:

- a) Tiếp xúc với các bộ phận chuyển động;

TCVN 9455:2013

- b) Tiếp xúc với các chi tiết nóng;
- c) Ngã từ các vị trí trên cao;
- d) Trượt (ví dụ, do sự tràn dầu gây ra);
- e) Các mối nguy hiểm về điện;
- f) Sử dụng các dụng cụ không đúng trong quá trình bảo dưỡng;
- g) Cháy hoặc nổ của một thiết bị hoặc bộ phận chịu áp lực;
- h) Sự xuất hiện của khói hoặc hơi dầu độc do dầu bốc cháy bất ngờ.

6.5 Phơi ra tiếng ồn

Tiếng ồn, mặc dù ở các mức độ hợp lý, cũng có thể gây ra sự kích thích và nhiễu loạn mà trong khoảng thời gian dài cũng có thể gây ra các thương tích nghiêm trọng cho hệ thần kinh của con người dưới dạng như mất ngủ, sự kích động, v.v... Tiếng ồn có các mức áp suất âm thanh trung bình vượt quá 90 dB (A) được xem là làm tổn hại đến thính giác. Ảnh hưởng của tiếng ồn tùy thuộc vào mức độ và khoảng thời gian phơi ra tiếng ồn và được qui trong các quy định của Nhà nước.

Tiếng ồn từ một máy nén có ba thành phần chính: tiếng ồn hút, tiếng ồn bức xạ từ các bề mặt của máy và tiếng ồn từ đường ống. Mức tiếng ồn trong một phòng phụ thuộc vào tiếng ồn phát ra từ tất cả các nguồn tiếng ồn trong phòng và các tính chất vang âm của bản thân căn phòng, nghĩa là sự hấp thụ âm thanh của các tường, sàn và trần. Tiếng ồn phát ra từ các máy nén không bao giờ là yếu tố quan trọng nhất đối với tổng mức tiếng ồn. Tiếng ồn từ các động cơ chính cũng phải được quan tâm. Xem Phụ lục A.

6.6 Cháy và nổ trong hệ thống nén

6.6.1 Máy nén được bôi trơn bằng dầu

Thường chấp nhận rằng sự xảy ra cháy trong các hệ thống của máy nén được bôi trơn bằng dầu phụ thuộc vào sự hình thành ngày càng nhiều các chất kết tủa do sự biến chất của dầu (cặn dầu). Khi hệ thống nén được thiết kế theo lời khuyên cho trong Phụ lục B và dầu bôi trơn được lựa chọn theo lời khuyên cho trong Phụ lục D, cả máy nén và hệ thống nén được giữ sạch không có bất cứ sự biến chất nào của dầu thì rủi ro cháy sẽ giảm đi. Tuy nhiên, với các hệ thống nén cho phép hình thành các chất kết tủa do sự biến chất của dầu thì chất lượng của dầu sẽ quan trọng hơn cũng như làm sạch thường xuyên hệ thống nén (xem Phụ lục C).

Bốn yếu tố ảnh hưởng tới sự hình thành cặn dầu được liệt kê dưới đây:

- a) Tốc độ cấp dầu

Việc cấp dầu quá mức thúc đẩy sự tạo thành chất kết tủa

- b) Lọc không khí

Các vật rắn được hấp thụ vào không khí đường hút làm cho dầu đặc lại và làm chậm sự chảy qua của dầu trên các bộ phận nóng của hệ thống cung cấp làm tăng thời gian bị oxy hoá của dầu và do đó tăng tốc độ hình thành chất kết tủa (cặn).

c) Nhiệt độ

Nhiệt độ tại đó sự oxy hoá mạnh bắt đầu có liên quan đến cấp và loại dầu được sử dụng. Trong trường hợp các máy nén có các xylanh điện làm mát bằng nước, nên sử dụng nước đã được xử lý và khử khoáng chất để ngăn ngừa sự hình thành và lắng đọng các chất cặn bên trong đường ống. Nước làm mát không đạt yêu cầu có thể dẫn đến sự tăng đột biến của nhiệt độ vượt quá mức thích hợp đối với máy cụ thể và là nguyên nhân đã được ghi nhận về sự bắt đầu cháy khi lớp than cốc trong vùng bị đốt nóng đủ dày. Hư hỏng của các van cũng làm tăng nhiệt độ một cách tương tự và dẫn đến tình trạng nguy hiểm.

CHÚ THÍCH – Trong các máy nén có tỷ số nén của một cấp rất cao “điêzen hoá” (dieseling) có thể xảy ra khi làm mát kém và bôi trơn quá mức. Sự “nổ” của một xylanh như vậy có thể xảy ra và trong các trường hợp đặc biệt sẽ lan truyền dọc theo đường ống cung cấp như là sự kích nổ.

d) Chất xúc tác suất hiện, ví dụ như các oxit sắt.

6.6.2 Máy nén rô to được tưới dầu (để phòng đặc biệt)

Kinh nghiệm chỉ ra rằng, các máy nén không khí kiểu rô to được bôi trơn bằng tưới dầu, được thiết kế tốt, bôi trơn và bảo dưỡng đúng thường không có các mối nguy hiểm về cháy. Tuy nhiên, nhiệt độ không bình thường tăng lên trong các đệm của bộ lọc dầu có thể làm tăng sự oxy hoá của dầu với hậu quả là rủi ro cháy.

Các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và kinh nghiệm trong lĩnh vực hoạt động chỉ ra rằng có ba yếu tố quan trọng để ngăn ngừa rủi ro xảy ra các đám cháy dầu như đã nêu trên. Các yếu tố này là:

- a) Thiết kế;
- b) Lựa chọn dầu;
- c) Vận hành và bảo dưỡng máy nén; các điểm sau có tầm quan trọng đặc biệt
 - 1) Duy trì sự tiêu thụ dầu ở mức độ thấp;
 - 2) Thay dầu thường xuyên;
 - 3) Bảo đảm rằng thiết bị làm mát dầu làm việc tốt.

6.7 Nổ hộp trục khuỷu

Các vụ nổ có thể và đã xảy ra trong hộp trục khuỷu hoặc hộp bánh răng của máy nén (Xem Phụ lục E).

6.8 Lắp đặt, vận hành hoặc bảo dưỡng không đúng

Ngoài các mối nguy hiểm tiềm tàng đã mô tả ở trên, cũng có thể xuất hiện các mối nguy hiểm nếu các công việc lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng không được thực hiện đúng cách (cũng xem Phần 4 và Phụ lục B)

Phần 2 – Thiết kế và cấu tạo máy nén

Thực hiện và tuân theo đúng các yêu cầu của phần này thường là trách nhiệm của nhà cung cấp máy nén.

7 Quy định chung

Các máy nén phải được thiết kế và lắp ráp để chịu được một cách an toàn tất cả các áp suất, nhiệt độ quy định và các điều kiện làm việc khác. Thiết kế phải tạo điều kiện dễ dàng cho vận hành và bảo dưỡng thuận tiện thiết bị máy nén trong khi giảm tới mức tối thiểu rủi ro gây thương tích cho cơ thể người.

7.1 Mỗi máy nén phải có một biểu nhãn để dễ đọc bằng vật liệu bền lâu, được gắn bền vững với máy và chứa các thông tin tối thiểu sau:

- Nhà sản xuất;
- Ký hiệu của mẫu (model) và số loạt;
- Áp suất làm việc lớn nhất cho phép;
- Tốc độ liên tục lớn nhất cho phép của trục.

CHÚ THÍCH: Trên các máy nén có công suất lớn hơn 20 kW, thông tin về công suất thường bao gồm công suất vào trục và lưu lượng chất làm mát, v.v...

7.2 Chức năng của tất cả các dụng cụ đo phải được chỉ thị rõ ràng và trong trường hợp có bộ phận điều khiển công suất từ xa thì khả năng tái thực tế phải được hiển thị trong buồng máy nén.

7.3 Các chi tiết của máy nén không thể nâng lên được với một người mà không xảy ra nguy hiểm phải được lắp với các bộ phận thích hợp để kẹp chặt chúng vào thiết bị nâng trừ khi hình dạng của chi tiết cho phép không cần thiết phải dùng các bộ phận kẹp này.

7.4 Van và lỗ van của máy nén kiểu pit tông phải được thiết kế sao cho không thể lắp van vào thay cho van xả và không thể lắp van xả sai tới mức ngăn cản sự xả không khí đúng theo quy định.

7.5 Để đáp ứng các điều kiện an toàn trong quá trình tháo cần pit tông ra khỏi pit tông, khi thiết kế nên có biện pháp để bảo đảm rằng lượng không khí nén gây nguy hiểm không thể còn tồn đọng lại trong pit tông.

7.6 Đối với các máy nén lớn, khi thấy cần thiết nên lắp cơ cấu phòng nổ cho hộp trục khuỷu (xem Phụ lục E).

8 Rào chắn bảo vệ

8.1 Phải trang bị các rào chắn bảo vệ trên tất cả các bộ phận quay và chuyển động tịnh tiến qua lại có thể gây ra nguy hiểm cho con người. Rào chắn bảo vệ cũng phải được trang bị cho các bánh đà. Khi có yêu cầu, rào chắn bảo vệ bánh đà phải có lỗ để hở ra phía ngoài máy để có thể tiếp cận các dấu hiệu thời gian, tâm của bánh đà và bất cứ chi tiết nào khác cần phải chú ý.

8.2 Các rào chắn phải tháo ra và lắp lại được một cách dễ dàng và phải có đủ độ cứng vững để chịu được biến dạng và ngăn ngừa cọ sát do tiếp xúc với bộ phận khác.

8.3 Các rào chắn cho các truyền động bánh đai và truyền động xích dùng cho các thiết bị lắp ở ngoài trời phải chịu được thời tiết.

8.4 Đường ống hoặc các chi tiết bị đốt nóng khác phải được che chắn thích hợp hoặc được bọc cách nhiệt (xem 14.2).

8.5 Đường ống lắp đặt trên mặt phẳng nằm ngang hoặc có thể được lắp đặt theo cách khác để con người tiếp cận được nên được che chắn bảo vệ hoặc có đủ độ cứng vững, khi được đỡ, đường ống phải chịu được tải trọng thẳng đứng 1,5 kN mà không có độ võng hoặc hư hỏng không chấp nhận được.

9 Đường ống và bình chịu áp lực

9.1 Tất cả các đường ống và phụ tùng thích hợp thành một thiết bị phải được đỡ sao cho khả năng bị hư hỏng do rung, giãn nở nhiệt và khối lượng bản thân của chúng được loại trừ.

9.2 Các đường ống không được che chắn bảo vệ (trừ các đường ống cho dụng cụ đo cục bộ, bôi trơn xylanh, dụng cụ đo và điều chỉnh không khí và các đường ống tương tự) phải có chiều dày thành ống đủ lớn để chống được hư hỏng do va chạm bất ngờ.

9.3 Đường ống cung cấp đến bộ phận làm mát phụ hoặc thùng chứa dùng cho các máy nén được bôi trơn bằng dầu, trong trường hợp có thể nên được lắp đặt sao cho trọng lực hỗ trợ cho dòng chảy của dầu qua vùng bị đốt nóng (vùng nóng). Đường ống giữa các tầng và các bộ phận làm mát khác với các bình chứa khi được lắp, nên được bố trí tương tự (xem Phụ lục B).

9.4 Đường ống và các phụ tùng của máy nén như các áo nước, bộ phận làm mát, bộ phận giảm mạch động (chấn) và các bình chứa không khí phải được trang bị các phương tiện thải ở các điểm dưới thấp để ngăn ngừa hư hỏng do sự đóng băng trong thời gian chạy không (tải).

9.5 Đầu ra của chất làm mát khỏi các áo nước của xylanh và vỏ (hộp) máy nén phải được mở hoặc được bố trí sao cho không xảy ra các áp suất vượt quá mức.

9.6 Tất cả các phụ tùng ở trong phạm vi các quy tắc của bình chịu áp lực (ví dụ như các bộ phận làm mát không khí, các bộ phận giảm thanh (tiêu âm) các bộ phận chưa tách và gom) phải được thiết kế phù hợp với các quy tắc được áp dụng.

9.7 Phía không khí nén của không gian nén phải được từ thủy tĩnh ở áp suất không nhỏ hơn 1,3 lần áp suất làm việc lớn nhất cho phép của cấp nén. Tuy nhiên đối với các máy nén được sản xuất theo lô, chỉ cần thử mẫu đại diện đối với áp suất làm việc hiệu dụng dưới 15 bar (1,5 MPa).

CHÚ THÍCH: Các van và phụ tùng phải được thông hơi trước khi thử thủy tĩnh để tránh tạo thành các túi khí.

10 Dao động và mạch động của áp suất

10.1 Các tín hiệu báo động vì dao động và dịch chuyển chiều trục của trục và ngưỡng máy có thể được sử dụng để ngăn ngừa các hư hỏng phá hủy.

10.2 Sự mạch động của áp suất gắn liền với thiết bị máy nén kiểu pit tông do sự mạch động của dòng không khí ở bên trong và bên ngoài xylanh. Nếu tần số mạch động cộng hưởng với tần số riêng của đường ống hoặc nền móng thì có thể dẫn đến hư hỏng do mối của đường ống, các khớp nối, ống nối, bu-lông neo và các chi tiết khác. Với các máy nén không khí, thường có thể tính toán tần số cộng hưởng và bố trí hệ thống đường ống để đạt được độ giảm chấn yêu cầu. (Xem Phụ lục B, điều B.7.). Khi không thể đáp ứng được yêu cầu này, nếu lắp đặt các cơ cấu giảm dao động được thiết kế đúng có các bộ phận xả liền kề với các xylanh máy nén hoặc gắn với cơ cấu này vào trong kết cấu xylanh để giảm tới mức tối thiểu sự mạch động của áp suất và ảnh hưởng của nó đến các bộ phận khác của hệ thống. Khi sử dụng các cơ cấu giảm sự mạch động của các máy nén được bôi trơn thì chúng nên được thiết kế để ngăn ngừa sự hình thành của chất kết tủa dư sự thoái hoá của dầu (cũng xem 9.3).

11 Thiết bị điện

11.1 Tất cả các thiết bị điện phải tuân theo các quy định và hướng dẫn của quốc gia.

12 Sự quá nhiệt

12.1 Thiết kế các máy nén một cấp, được bôi trơn bằng tưới dầu nên bảo đảm sao cho nhiệt độ lớn nhất tại mặt bích cung cấp của máy nén trước thiết bị tách ly dầu không được vượt quá 110 °C ở nhiệt độ môi trường xung quanh 30 °C.

CHÚ THÍCH: Cho phép có nhiệt độ cao hơn khi sử dụng các loại dầu đặc biệt.

12.2 Các máy nén được bôi trơn bằng tưới dầu phải có cơ cấu ngắt tự động để ngăn ngừa nhiệt độ của dầu máy nén vượt quá giới hạn an toàn. Nhiệt độ ngắt không được vượt quá 120 °C.

CHÚ THÍCH: Cho phép có nhiệt độ cao hơn khi sử dụng các loại dầu đặc biệt.

12.3 Khi sử dụng các bộ nung nóng bằng điện nhúng chìm trong chất bôi trơn để đốt nóng chất bôi trơn thì chúng nên có sự tiêu tán năng lượng lớn nhất là 25 kW/m² (2,5 W/cm²). Nếu xảy ra sự quá nhiệt hoặc bốc cháy của dầu thì phải thay dầu cho toàn bộ hệ thống.

TCVN 9455:2013

12.4 Đôi khi xảy ra sự kẹt dầu trong các truyền động bánh răng có các tốc độ trên vòng chia cao. Trong một số trường hợp hiện tượng này đã dẫn đến sự quá nhiệt của dầu và theo sau là sự bốc cháy của dầu. Cần phải có đủ thể tích tự do bên trong hộp bánh răng và các phương tiện tháo dầu thích hợp.

13 Vật liệu

13.1 Trong mỗi máy nén, tất cả các vòng bít kín hoặc đệm kín phải được làm bằng vật liệu có thể chịu được bất cứ áp suất nào và nhiệt độ nào có thể gặp phải trong làm việc.

13.2 Các vật liệu được sử dụng phải thích hợp với các chất bôi trơn.

13.3 Nên tránh sử dụng các van và phụ tùng bằng gang xám trong các đường ống phải chịu va đập và rung.

Phần 3 - Lắp đặt máy nén và hệ thống phân phối không khí

Thực hiện và tuân theo các yêu cầu của phần này có thể là trách nhiệm của nhà cung cấp máy nén, bên ký hợp đồng với nhà máy hoặc khách hàng tùy thuộc vào phạm vi cung cấp đã được xác định trong các hợp đồng có liên quan.

14 Quy định chung

Áp dụng điều 7 cho các thiết bị máy nén được bao gói và các máy nén cùng với các phụ tùng của chúng cũng như các bộ phận tạo thành một phần của hệ thống phân phối không khí. Nếu có các yêu cầu đặc biệt về tiếng ồn phát ra và/hoặc độ lớn của riêng (dao động) thì các yêu cầu này phải được trình bày rõ trong hợp đồng.

14.1 Tất cả các đường ống, bình chứa và các chi tiết khác phải được thiết kế phù hợp với các quy định của quốc gia hoặc các quy tắc của quốc tế đang được áp dụng.

14.2 Đường ống hoặc các chi tiết khác có nhiệt độ bề mặt ngoài vượt quá 80 °C có thể tiếp xúc bất ngờ với người trong vận hành bình thường phải được che chắn bảo vệ hoặc được bọc cách nhiệt. Đường ống có nhiệt độ cao khác nên được ghi dấu rõ ràng phù hợp với ISO 3864 và ISO 508.

14.3 Van một chiều để ngăn ngừa sự đảo chiều quay phải được lắp đặt trên phía xả của máy nén không được lắp van không hồi lưu, khi thiết kế hệ thống có thể cho phép đảo chiều dòng không khí qua máy nén. Các máy nén vận hành song song này phải có các van một chiều mà không có ngoại lệ.

14.4 Phải sử dụng cơ cấu chống sự tăng vọt trên các máy nén kiểu tuabin nếu các yêu cầu của hệ thống chỉ ra rằng máy nén có thể vận hành gần giới hạn tăng vọt trong các khoảng thời gian dài, cơ cấu này phải thông gió hoặc tái tạo không khí từ đường xả của máy nén để duy trì dòng không khí đi vào máy nén vượt quá lưu lượng tăng vọt. Không khí tái sinh phải được làm mát để tránh nhiệt độ quá mức.

14.5 Các tín hiệu báo động về dao động và dịch chuyển chiều trục của trục và sự ngừng máy có thể được sử dụng để ngăn ngừa các hư hỏng phá hủy.

14.6 Để ngắt các động cơ điện bằng tay phải có một nút dừng được bố trí ở vị trí dễ tiếp cận để ngừng cung cấp điện cho động cơ.

14.7 Các nút dừng khẩn cấp phải có màu đỏ.

14.8 Trong một số thiết bị, không khí được đốt nóng lại sau khi nén để tăng thể tích của nó hoặc để giảm độ ẩm tương đối. Không được sử dụng các bộ đốt nóng lại trực tiếp bằng ngọn lửa khi không khí nén có chứa các vết dầu.

14.9 Khi động cơ chính có khả năng phát triển công suất một cách đáng kể vượt quá công suất yêu cầu của máy nén, phải có các phương tiện bảo vệ thích hợp để tránh sự quá tải về cơ (ví dụ như cơ cấu ngắt dòng điện quá tải trong trường hợp động cơ điện).

TCVN 9455:2013

14.10 Khi động cơ chính thuộc kiểu có tốc độ thay đổi thì máy nén phải được bảo vệ tránh các tốc độ cao không chấp nhận được bằng bộ điều tốc hoặc cơ cấu ngắt tốc độ quá mức, trừ khi có thể chỉ rõ rằng sự vượt tốc nguy hiểm không có khả năng xảy ra trong thực tế.

14.11 Bộ điều tốc hoặc cơ cấu ngắt tốc độ quá mức phải được chỉnh đặt để vận hành ở mức không cho phép tốc độ chuyển tiếp vượt quá giới hạn lớn nhất về an toàn của trục trong bất cứ tổn thất đột ngột nào của tải trọng.

Cần tham chiếu các tài liệu viện dẫn sau:

- ISO 2314;
- TCVN 7144 (ISO 3046);
- ISO 3977;
- Công bố số 34 của IEC;
- Công bố số 45 của IEC.

14.12 Các máy nén kiểu pit tông có các xylanh được bôi trơn bằng dầu và công suất trục vào lớn hơn 200 kW nên được lắp một nhiệt kế có khả năng đọc được dễ dàng để chỉ thị nhiệt độ cung cấp ở cấp cuối cùng.

15 Lắp đặt máy nén

15.1 Mỗi máy nén nên được lắp đặt ở vị trí có không khí môi trường xung quanh mát mẻ và sạch sẽ. Tuy nhiên, nếu cần phải lắp đặt máy nén trong môi trường nóng và có bụi thì không khí vào nên được hút qua một ống hút từ một khu vực càng mát mẻ và có không khí có bụi càng tốt. Phải chú ý để giảm tới mức tối thiểu sự lọt vào của hơi ẩm cùng với không khí ở đầu vào.

15.2 Không khí được hút vào không được chứa khói và hơi cháy được thử các chất từ các dung môi cho sơn có thể dẫn đến cháy hoặc nổ ở bên trong.

15.3 Các máy nén được làm mát bằng không khí phải được lắp đặt sao cho có đủ lưu lượng không khí làm mát.

15.4 Phải có đủ không gian xung quanh mỗi máy nén cần thiết cho kiểm tra, chăm sóc và tháo dỡ khi có yêu cầu.

15.5 Để công việc bảo dưỡng và thử nghiệm sau đó được thực hiện an toàn, phải có khả năng khởi động và dừng bất cứ máy nén nào một cách độc lập đối với các máy nén khác.

15.6 Các máy nén được điều chỉnh từ xa và điều chỉnh phải có các phương tiện để dừng máy tại hiện trường.

15.7 Các máy nén được điều chỉnh từ xa và điều khiển tự động phải có biển báo theo ISO 3864 bằng ngôn ngữ thích hợp của quốc gia người sử dụng với nội dung sau:

NGUY HIỂM
MÁY NÉN NÀY ĐƯỢC ĐIỀU KHIỂN TỪ XA
VÀ CÓ THỂ KHỞI ĐỘNG MÀ KHÔNG CÓ CẢNH BÁO

Để bảo vệ thêm về an toàn, người đóng ngắt máy nén điều khiển từ xa phải có sự đề phòng thích đáng để bảo đảm rằng không có người tại máy nén hoặc làm việc trên máy nén. Cuối cùng, phải có thông báo thích hợp được đặt tại công tắc khởi động.

15.8 Cửa nạp không khí của máy nén phải được bố trí sao cho quần áo mặc rộng thùng thình không thể bị hút vào và gây thương tích cho người.

15.9 Không được lắp đặt máy nén khi không trang bị bộ lọc hoặc màng lọc không khí ở đầu vào được thiết kế và cấu tạo sao cho tất cả không khí đi vào máy nén phải qua hệ thống lọc.

15.10 Nên lắp một áp kế nước hoặc cơ cấu chỉ thị độ sụt áp khác cho mỗi bộ lọc không khí vào của các máy nén có công suất trên trục vượt quá 100 kW, khi bộ lọc thuộc kiểu tích tụ bụi hoặc các vật thể khác có thể dẫn đến việc tăng lên đáng kể của độ sụt áp qua bộ lọc.

15.11 Khi sử dụng ống hút bằng kim loại hoặc bê tông có chiều dài không thể làm sạch được hoàn toàn thì phải lắp đặt màng lọc hoặc bộ lọc trước mặt bích hút của máy nén trong quá trình khởi động và chạy máy lúc ban đầu để bảo vệ tránh hư hỏng do các vật ọ ạt đi vào máy (ví dụ như các vấy hàn bụi bê tông). Các màng lọc hoặc bộ lọc tạm thời này phải được tháo ra khi đường ống nạp đã sạch.

16 Sàn tiếp cận

16.1 Khi có nhu cầu về sàn, cầu thang, lan can cho công việc bảo dưỡng hàng ngày thì chúng phải được bố trí sao cho có thể tiếp cận được theo tất cả các bề mặt ở đó cần thiết cho bảo dưỡng thường xuyên hoặc kiểm tra của người vận hành.

16.2 Các sàn và sàn nâng phải có kết cấu lưới hoặc tấm. Tất cả các mặt bên để hở phải được bảo vệ bằng các chấn song an toàn được đặt cách mặt sàn 1050 mm và 600 mm và tấm chấn chân có chiều cao 100 mm hoặc phù hợp với các quy định của Nhà nước. Các cầu thang hoặc thang có nhiều hơn bốn bậc phải có tay vịn an toàn ít nhất là ở một mặt bên.

16.3 Nếu tiếp cận các sàn nâng bằng các cầu thang có độ dốc không lớn hơn 50°.

16.4 Cầu thang và sàn phải được bảo vệ chống ăn mòn. Các sàn bằng tấm kim loại phải gắn với bề mặt chống trượt.

17 Áp kế

17.1 Phải lắp áp kế thích hợp với

a) Mỗi bình chứa không khí;

TCVN 9455:2013

- b) Mỗi tầng cuối cùng của pit tông máy nén trục vít hoặc máy nén cánh quạt có áp suất làm việc hiệu dụng vượt quá 1 bar (100 kPa);
- c) Mỗi tầng của máy nén kiểu màng có áp suất làm việc hiệu dụng vượt quá 3 bar (300 kPa);
- d) Mỗi tầng của máy nén có công suất trên trục vào 20 kW;
- e) Phía cung cấp của mỗi hộp (ngăn) của máy nén của tuabin.

CHÚ THÍCH: Nên có một vùng màu đỏ trên thang chia độ của áp kế xả để chỉ áp suất làm việc lớn nhất cho phép. Một đường nên chỉ áp suất làm việc bình thường.

17.2 Áp suất làm việc của áp kế phải ở trong phạm vi giữa của toàn bộ thang số đọc.

17.3 Mặt số của áp kế đo áp suất không khí ở tầng cuối cùng phải được chia độ từ không đến không nhỏ hơn một và một phần hai lần (nhưng không lớn hơn hai lần áp suất làm việc lớn nhất cho phép của bình chứa không khí. Thang đo phải được chia độ theo cùng một đơn vị như "áp suất đặt" ghi trên van an toàn gắn liền.

17.4 Áp kế phải được lắp trên tất cả các máy nén có công suất vào vượt quá 75 kW để chỉ áp suất bôi trơn trong bất cứ hệ thống cung cấp cưỡng bức nào.

17.5 Đối với áp suất làm việc hiệu dụng trên 10 bar (1 MPa) và đối với các áp suất kế có đường kính vỏ vượt quá 63 mm thì phải sử dụng các áp kế kiểu an toàn của cửa sổ không đập vỡ được và một lỗ không chất tải.

17.6 Khi các áp kế chịu tác dụng mạch động phải có sự đề phòng để bảo vệ chúng không bị hư hỏng và bảo đảm khả năng đọc được số chỉ thị.

18 Đường ống

18.1 Bất cứ các mặt bích đặc hoặc tấm nào cũng như các túi chất làm khô phải được tháo dỡ ra trước khi nối ống.

18.2 Đường ống cung cấp và của bộ phận làm mát trong trường hợp có thể nên được lắp đặt sao cho trọng lực hỗ trợ cho dòng chảy của dầu qua vùng bị đốt nóng (vùng nóng). Tốc độ không khí thường không được thấp hơn 8 m/s.

18.3 Đường ống và các phụ tùng của máy nén như các áo nước, các bộ làm mát, các bộ giảm mạch động (chấn) và các bình chứa không khí phải được trang bị các phương tiện xả ra (thải) ở các điểm dưới thấp để ngăn ngừa hư hỏng do đóng băng trong thời gian chạy không (tải).

18.4 Đầu ra của chất làm mát từ các áo nước của xylanh và vỏ máy nén phải để hở hoặc được bố trí sao cho không thể xảy ra các áp suất vượt quá áp suất thiết kế.

18.5 Toàn bộ đường ống và phụ tùng tích hợp thành một thiết bị phải được đỡ sao cho khả năng hư hỏng do rung, giãn nở nhiệt và khối lượng bản thân được giảm tới mức tối thiểu.

18.6 Đường ống lắp đặt trên một mặt phẳng nằm ngang hoặc có thể được con người sử dụng theo cách khác dùng để đỡ nên được bảo vệ hoặc có đủ độ cứng, vững, khi được đỡ phải chịu được tải trọng thẳng đứng là 1,5 kN mà không có độ võng hoặc hư hỏng không chấp nhận được.

18.7 Ống xả từ máy nén tới bộ phận làm mát phụ hoặc bình chứa không khí không giãn nở do nhiệt và không nên tiếp xúc với gỗ hoặc bất cứ vật liệu nào khác có thể cháy được. Nếu vật liệu này ở gần lân cận đường ống thì phải có biện pháp chống bốc cháy.

18.8 Tuy các hệ thống máy nén nhiều cấp phải trang bị các van để tách ly mỗi máy nén. Không được dựa vào các van một chiều để tách ly các máy nén.

18.9 Đường ống không được che chắn bảo vệ (trừ dụng cụ và thước đo cục bộ các phương tiện điều chỉnh không khí và các phương tiện khác) phải có chiều dày thành đủ lớn để chống lại hư hỏng do va chạm bất ngờ.

19 Thiết kế các cơ cấu an toàn áp suất.

19.1 Các cơ cấu an toàn áp suất dùng cho các hệ thống không khí nén thông thường nên ưu tiên là các van chất tải bằng lò xo. Có thể sử dụng các đĩa nở ở vị trí hoặc cùng phối hợp với các van an toàn với điều kiện là chúng được thiết kế và lắp đặt đúng.

19.2 Các đĩa nở có thể có ứng dụng cho các máy nén có công suất rất cao ở đó khả năng giảm áp yêu cầu vượt quá khả năng giảm áp có thể được xử lý bằng số lượng hợp lý các van an toàn. Khi sử dụng các đĩa nở áp suất làm việc lớn nhất cho phép của thiết bị được bảo vệ phải đủ lớn hơn áp suất làm việc theo dự định để ngăn ngừa hư hỏng quá sớm của đĩa do rão hoặc mỏi.

19.3 Khi sử dụng đĩa nở, đĩa phải có áp suất nổ quy định ở nhiệt độ quy định và phải được đóng nhãn với các chữ cái và chữ số để nhận biết trừ khi kích thước của đĩa không đủ đáp ứng yêu cầu này. Trong trường hợp không đủ kích thước cho đóng nhãn, đĩa phải được để trong vỏ bao đã dán kín trước khi lắp đặt. Vỏ bao phải được ghi nhãn rõ ràng để nhận biết đĩa cùng với sử dụng đĩa.

19.4 Thiết kế cơ cấu an toàn áp suất phải tính đến ảnh hưởng có thể có của sự giãn nở và co khác nhau cũng như sự hình thành chất keo hoặc chất kết tủa (lắng đọng).

19.5 Vật liệu được sử dụng trong kết cấu của các cơ cấu an toàn áp suất phải thích hợp với áp suất, nhiệt độ và các điều kiện ăn mòn cũng như các điều kiện có liên quan khác. Có thể sử dụng các bạc lót phi kim loại bằng vật liệu thích hợp được kẹp chặt và gia cường tốt trong các đĩa van của các van an toàn. Không được sử dụng các vật liệu sợi hoặc các vật liệu khác có thể bị biến dạng trong các điều kiện làm việc. Việc sử dụng các van kiểu màng phải được xem xét đối với các điều kiện ăn mòn.

19.6 Các van an toàn (van xả, giảm áp) phải được thiết kế sao cho các chi tiết di động được dẫn hướng có hiệu quả và có khe hở thích hợp trong tất cả các điều kiện sử dụng. Trục van không được lắp với hộp nắp bít.

TCVN 9455:2013

19.7 Các van an toàn phải được thiết kế sao cho sự hư hỏng của bất cứ bộ phận nào hoặc sự đứt gãy của bất cứ chi tiết nào cũng không được cản trở sự xả tự do và hoàn toàn qua van.

19.8 Các van an toàn phải được thiết kế sao cho không thể vô ý chỉnh đặt lại vượt quá áp suất đặt được ghi trên van.

19.9 Các van an toàn dùng cho không khí nén phải được trang bị cơ cấu nâng được bố trí sao cho van có thể được nâng lên một cách cưỡng bức khỏi đế tựa của van trong điều kiện áp suất làm việc. Cơ cấu nâng không được khoá hoặc giữ van rời khỏi đế tựa của nó khi lực nâng bên ngoài được ngắt.

19.10 Khi tải trọng của vãn toàn được tác động bởi lò xo cuộn từ lò xo phải được chế tạo sao cho toàn bộ cuộn lò xo vẫn còn có khoảng sáng bằng một nửa đường kính dây hoặc ít nhất là 2mm tại độ nâng cần thiết khi xả hoàn toàn.

19.11 Mỗi van an toàn phải được ghi nhãn bền vững với các thông tin sau:

- a) Nhận biết của nhà sản xuất;
- b) Chiều dòng chảy;
- c) Áp suất đặt;
- d) Hệ số xả và diện tích làm việc có liên quan của dòng chảy hoặc lưu lượng của van.

20 Ứng dụng của các cơ cấu an toàn áp suất

20.1 Mỗi bình chịu áp lực, máy nén và phụ tùng được sử dụng để chứa không khí có áp suất vượt quá áp suất khí quyển phải được bảo vệ bằng một cơ cấu an toàn áp suất hoặc các cơ cấu theo yêu cầu để ngăn ngừa áp suất trong bất cứ bộ phận nào của hệ thống vượt quá áp suất làm việc lớn nhất cho phép lớn hơn 10 %. Mỗi ngăn của bình chứa có nhiều ngăn phải được xử lý như một bình chứa riêng biệt và được nối ghép thích hợp với một cơ cấu an toàn áp suất.

20.2 Các máy nén kiểu pit tông luôn luôn phải được bảo vệ bằng các cơ cấu an toàn áp suất giữa phía xả của máy nén và van ngắt đầu tiên.

20.3 Có thể không cần đến các cơ cấu an toàn áp suất trong hệ thống sử dụng các máy nén ly tâm hoặc hướng trục khi áp suất lớn nhất có thể xảy ra trong bất cứ thành phần nào của hệ thống không thể vượt quá áp suất làm việc lớn nhất cho phép của máy nén lớn hơn 10 %. Để xác định xem có thể bỏ đi các cơ cấu an toàn áp suất được hay không nên đánh giá áp suất lớn nhất có thể xảy ra trong hệ thống với các kết hợp khác nhau của áp suất vào, nhiệt độ vào, lưu lượng và tốc độ có thể xảy ra đồng thời.

20.4 Trong các trường hợp có thể xảy ra các áp suất dưới áp suất khí quyển và bình chịu áp lực không khí có khả năng chịu được các điều kiện này thì phải lắp cơ cấu ngắt chân không.

20.5 Phải phân tích hệ thống để xác định các trường hợp nào sẽ dẫn đến áp suất trên bất cứ bộ phận nào của máy nén vượt quá áp suất làm việc lớn nhất cho phép của nó lớn hơn 10 %. Lưu

lượng ở áp suất này đối với các điều kiện khắt khe nhất phải chi phối khả năng của các cơ cấu an toàn áp suất.

CHÚ THÍCH:

1 Các nguyên nhân thường xuyên nhất của áp suất vượt quá của máy nén là:

- a) Các đầu ra bị kẹt tắc hoặc các hạn chế khác cho dòng chảy;
- b) Hư hỏng của bộ phận điều khiển tự động kết hợp với tiêu thụ không khí thấp;
- c) Sự tăng lên của áp suất ở đầu vào;
- d) Tốc độ quá mức;
- e) Nhiệt độ không khí vào hoặc nhiệt độ của bộ phận làm mát trung gian thấp hơn các giá trị thiết kế của các máy nén kiểu tuabin.

2 Áp suất vượt quá trên thiết bị do sự kết hợp của các nguyên nhân nêu trên không được xem là sự điều chỉnh nếu sự xuất hiện này chỉ có thể xảy ra trong trường hợp có hai hoặc nhiều nguyên nhân không có liên quan xuất hiện đồng thời.

20.6 Để loại trừ rò rỉ từ cơ cấu an toàn áp suất, áp suất đặt tại đó cơ cấu bắt đầu mở tối thiểu nên là 10 % hoặc 1 bar (100 kPa), lấy giá trị lớn hơn, lớn hơn áp suất vận hành dự định ở đầu vào của van.

CHÚ THÍCH:

1 Để ngăn ngừa sự nâng lên không cần thiết của các van an toàn nên có một giới hạn giữa áp suất tại đó máy nén cung cấp không khí và áp suất thấp nhất tại đó bất cứ van an toàn nào được chỉnh đặt để nâng lên.

2 Sự thổi gió (xả) quá thường xuyên của van an toàn có thể gây nguy hiểm cho chức năng đúng của van. Tuy nhiên khi không thể tránh được các tình trạng này phải sử dụng hai van an toàn với các chỉnh đặt khác nhau, mỗi van có đủ công suất.

20.7 Các bình chứa được nạp đầy chất lỏng cho vận hành phải được trang bị van an toàn có khả năng xả (thải ra) bất cứ hơi nào được sinh ra trừ khi bình được bảo vệ chống quá trình bằng cách khác.

20.8 Khi bình chứa được lắp một cuộn dây đốt nóng hoặc bộ phận đốt nóng khác thì sự trực tiếp của nó có thể làm tăng áp suất bình thường của chất lỏng trong bình, khả năng giảm áp (xả áp) được thiết kế của cơ cấu bảo vệ phải đủ để giới hạn độ tăng này không lớn hơn 10% áp suất làm việc lớn nhất cho phép, kể cả đối với bất cứ hơi nào có thể sinh ra.

20.9 Các bình chứa được nối với nhau bằng một hệ thống đường ống có đủ diện tích dòng chảy, không chứa bất cứ van nào có thể tách lý bất cứ bình chứa nào, có thể được xem như một hệ thống các bình chứa để ứng dụng các cơ cấu an toàn áp suất.

21 Lắp đặt các cơ cấu an toàn áp suất

Các cơ cấu an toàn áp suất trên thực tế phải được lắp càng gần với hệ thống được bảo vệ càng tốt. Không bao giờ có thể ngắt (khóa) một cơ cấu giảm áp (xả áp) với một van trừ khi trang bị hai hoặc nhiều cơ cấu giảm áp với các van cách ly được khóa liên động sao cho luôn luôn bảo đảm

TCVN 9455:2013

được khả năng giảm áp một cách thích hợp. Tổng dung lượng thổi gió (xả) phải đủ để ngăn ngừa áp suất vượt quá áp suất làm việc lớn nhất cho phép lớn hơn 10 % điều kiện cung cấp không khí liên tục với lượng lớn nhất vào hệ thống.

21.1 Đối với hầu hết các lắp đặt máy nén, sự bảo vệ áp suất vượt quá máy nén và phụ tùng của nó chỉ yêu cầu một cơ cấu an toàn áp suất trên đường xả của mỗi cấp máy nén. Sự bố trí này thường sẽ đầy đủ với điều kiện là giảm điện áp suất của hệ thống trong các điều kiện giảm áp (xả) bảo đảm sao cho áp suất trên phần tử yếu nhất sẽ không vượt quá áp suất làm việc lớn nhất cho phép lớn hơn 10 %.

21.2 Đường ống vào cơ cấu an toàn, bao gồm tất cả các van và phụ tùng phải có diện tích hiệu dụng của dòng chảy ít nhất là bằng diện tích cửa vào cơ cấu an toàn.

21.3 Độ sụt áp lớn nhất qua các đường ống vào các cơ cấu an toàn áp suất không được vượt quá 3 % áp suất đặt trong điều kiện lưu lượng lớn nhất.

21.4 Khi có thể thực hiện được nên xả khí trực tiếp ra môi trường xung quanh. Sự xả khí ra môi trường hoặc ống xả phải kết thúc tại vị trí không gây ra nguy hiểm cho con người.

21.5 Bất cứ ống xả nào được sử dụng phải có cỡ kích thước sao cho áp suất có thể suất hiện và phát triển trong ống sẽ không làm giảm khả năng xả.

21.6 Cỡ kích thước của một ống xả phục vụ hai hoặc nhiều cơ cấu an toàn áp suất có thể xả đồng thời phải dựa trên tổng số các diện tích đầu ra của chúng với dung sai thích hợp cho độ sụt áp trong các đoạn (ống) ở cuối dòng.

21.7 Các ống xả cùng với các giá đỡ và đồ kẹp chặt của chúng phải được thiết kế và cấu tạo sao cho chịu được các phản lực không vượt quá các lực được truyền cho các cơ cấu an toàn áp suất.

21.8 Các ống xả của van an toàn (giảm áp, xả) phải được thiết kế và cấu tạo để ngăn ngừa được sự tụ tập chất lỏng tại bất cứ điểm nào trong hệ thống.

22 Tiếng ồn

Quy phạm vận hành tốt là phải có phòng tách biệt riêng cho máy nén để ngăn tiếng ồn của máy nén khỏi khu vực làm việc chung. Tùy thuộc vào số lượng các máy nén và tiếng ồn phát ra của chúng, tiếng ồn trong phòng máy nén có thể là rất lớn. Tuy nhiên, tiếng ồn đường hút có thể được giảm đi tới mức thoả đáng bằng cách sử dụng các bộ giảm thanh đường hút (xem Phụ lục A).

Phần 4 – Vận hành và bảo dưỡng máy

Thực hiện và tuân theo các yêu cầu của phần này là trách nhiệm của người chủ sở hữu hoặc người sử dụng thiết bị trong đó hệ thống không khí nén chỉ là một phần của thiết bị.

23 Vận hành

23.1 Người đốc công hoặc người được đào tạo có đủ trình độ khác nên được chỉ định là giám sát viên đối với máy nén và chịu trách nhiệm về vận hành và bảo dưỡng tốt đối với máy nén.

23.2 Giám sát viên phải bảo đảm rằng các người vận hành được đào tạo đầy đủ về tất cả các biện pháp an toàn cần thiết để ngăn ngừa sự cố hoặc thương tích cho con người.

23.3 Chỉ những người vận hành được chỉ định và được đào tạo tốt mới được vận hành máy nén.

23.4 Các quy trình khởi động, dừng máy và dừng khẩn cấp đối với tất cả các hoạt động liên quan đến các máy nén phải được định kỳ kiểm tra, xem xét lại đối với những người vận hành.

23.5 Phải có hướng dẫn vận hành rõ ràng dưới dạng bản hướng dẫn hoặc sách.

23.6 Phải sử dụng các cấp và loại trừ bôi trơn đã được khuyến nghị hoặc thoả thuận với nhà sản xuất (xem Phụ lục D).

23.7 Phải tránh làm mát quá mức đối với các xy lanh máy nén vì có thể dẫn đến sự ăn mòn ở bên trong. Gi tác động như một chất xúc tác để hình thành cặn dầu trên phía có áp suất. Nên sử dụng van điều chỉnh nhiệt độ của nước cho máy nén được làm mát bằng nước.

23.8 Phải lưu giữ các hồ sơ về tiêu thụ dầu và tất cả các kiểm tra, xem xét chính, các sửa chữa, các thử nghiệm áp suất v.v... được thực hiện trên tất cả các máy nén có công suất trục vào vượt quá 100 kW.

CHÚ THÍCH: Thiếu dầu bôi trơn là một nguyên nhân phổ biến của sự phá huỷ máy nén. Một hư hỏng của máy nén thường được báo trước bằng sự tăng lên của lượng dầu tiêu thụ. Do đó việc tiếp tục theo dõi thường xuyên lượng dầu tiêu thụ sẽ giúp cho người vận hành phát hiện kịp thời sự trục trặc của máy.

23.9 Trong trường hợp các máy nén “không tiếp xúc dầu bôi trơn” nên kiểm tra để bảo đảm rằng tiêu thụ dầu bôi trơn là bình thường. Việc kiểm tra này sẽ chỉ ra liệu lượng dầu quá mức có đang được dẫn vào dòng không khí và tạo ra tình trạng nguy hiểm tiềm tàng hay không.

23.10 Đường ống vào máy nén và động cơ chính, các bộ phận gom chất ngưng tụ và các xy lanh phải được thải nước trước khi khởi động.

23.11 Khi khởi động máy nén lúc ban đầu và sau bất cứ thay đổi nào của đầu nối điện hoặc cơ cấu chuyển mạch, phải kiểm tra chiều quay của tất cả các động cơ điện để bảo đảm rằng đúng chiều quay đúng chiều quy định.

TCVN 9455:2013

23.12 Khi sử dụng các kiểu bộ lọc dầu ướt hoặc cho bể dầu, nên lựa dầu sao cho không làm tăng nguy cơ cháy. Điều quan trọng là chỉ sử dụng các loại dầu đã được khuyến nghị hoặc đã được thoả thuận cho yêu cầu trên giữa nhà sản xuất máy nén và nhà sản xuất bộ lọc không khí.

23.14 Người vận hành và các nhân viên bảo dưỡng nên sử dụng các trang bị bảo vệ tai khi ở trong các phòng máy nén có mức áp suất âm thanh vượt quá giá trị được đặt ra trong các quy định của địa phương.

23.15 Hệ thống làm mát của các máy nén được bôi trơn bằng tưới dầu giữ sạch sẽ cả ở bên trong và bên ngoài để bảo đảm cho những xảy ra sự quá nhiệt của dầu tuần hoàn hoặc bộ lọc tách ly.

CHÚ THÍCH:

1 Khi máy nén vận hành trong môi trường có bụi, bộ phận làm mát phải được làm sạch bên ngoài hàng ngày hoặc hàng tuần theo yêu cầu.

2 Khi máy nén làm việc ở nhiệt độ xung quanh nâng cao phải chú ý đảm bảo cho sự tuần hoàn bên trong của dầu trong bộ phận làm mát không bị hạn chế do sự hình thành bùn cặn.

3 Bộ phận ngắt quá nhiệt độ phải được kiểm tra thường xuyên.

4 Dầu phải được thay thế ở các khoảng thời gian cách đều nhau theo quy định của nhà sản xuất. Các khoảng thời gian thay dầu này nên được giảm đi khi máy nén vận hành ở nhiệt độ môi trường xung quanh nâng cao.

23.16 Trong các máy nén kiểu pit tổng cỡ lớn có công suất vượt quá 200 kW người sử dụng nên quan tâm đến việc đo nhiệt độ của nước làm mát, không khí cung cấp và dầu của hợp trục khuỷu.

24 Bảo dưỡng

24.1 Ít nhất là hàng năm giám sát viên (23.1) phải kiểm tra và bảo đảm tất cả các hướng dẫn về vận hành và bảo dưỡng máy nén được tuân theo đúng và máy nén cùng với tất cả các phụ tùng và cơ cấu an toàn ở trạng thái làm việc tốt.

24.2 Công việc bảo dưỡng chỉ được thực hiện bởi các nhân viên đã được đào tạo có đủ trình độ.

24.3 Tất cả các công việc bảo dưỡng khác với sự quan tâm hàng ngày tới các bộ lọc được thiết kế để làm sạch trong quá trình làm việc chỉ được thực hiện khi dừng máy nén.

24.4 Trước khi tháo dỡ bất cứ bộ phận chịu áp lực nào, máy nén phải được cách ly có hiệu quả khỏi tất cả các nguồn áp suất và được thông hơi hoàn toàn với khí quyển.

24.5 Thiết bị máy nén phải được giữ sạch tới mức có thể và không có sự lắng đọng của dầu và bụi bẩn.

24.6 Khi thực hiện sự bảo dưỡng trên các máy nén được dẫn động điện, công tắc điện phải khoá ở vị trí "mở" hoặc phải sử dụng các biện pháp cưỡng bức khác để ngắt dòng điện, ví dụ như tháo cầu tri ra.

24.7 Nên duy trì tất cả các cơ cấu an toàn để bảo đảm rằng chúng luôn luôn vận hành đúng. Không được dừng hoạt động của các cơ cấu an toàn này và chúng chỉ thay thế bằng các cơ cấu ít

nhất là phải có cùng độ an toàn. Các dụng cụ đo nhiệt độ và áp suất phải được kiểm tra thường xuyên về độ chính xác của chúng. Chúng phải được thay thế khi không đạt được dung sai đã được chấp nhận.

24.8 Kiểm tra các cơ cấu an toàn trên thiết bị máy nén phải được đưa vào như một phần của bảo dưỡng thường xuyên theo kế hoạch.

24.9 Tất cả các van an toàn (giảm áp, xả) phải được thử theo khuyến nghị của nhà sản xuất và tại các khoảng thời gian cách đều nhau để xác định xem chúng có ở trong tình trạng vận hành tốt hay không.

24.10 Khi máy nén đang được sửa chữa, phải thực hiện từng bước để ngăn ngừa sự khởi động vô ý và phải tháo nguồn năng lượng điều khiển. Ngoài ra phải có dấu cảnh báo với nội dung như sau (bằng ngôn ngữ thích hợp của quốc gia và người sử dụng).

**CÔNG VIỆC ĐANG TIẾN HÀNH –
KHÔNG ĐƯỢC KHỞI ĐỘNG**

được gắn vào thiết bị khởi động.

24.11 Trước khi tháo dỡ hoặc thực hiện công việc sửa chữa lớn trên một máy nén kiểu pit tông tất cả các chi tiết di động có khối lượng vượt quá 15kg phải được ngăn ngừa chống lăn hoặc di động. Sau khi hoàn thành công việc này, máy nén phải được cho quay trục ít nhất là một vòng để bảo đảm rằng không có sự cản trở về cơ trong máy nén hoặc động cơ chính của nó.

24.12 Không bao giờ được sử dụng các chất lỏng cháy được để làm sạch các van, bộ lọc, các đường dẫn không khí của bộ phận làm mát, các hộp không khí, các ống không khí hoặc bất cứ chi tiết nào khác phơi ra trước dòng không khí trong quá trình vận hành bình thường. Nếu sử dụng các chất lỏng không cháy được hydrocarbon được clo hoá để làm sạch thì phải có sự phòng ngừa thích hợp để bảo đảm an toàn chống lại bất cứ các hơi độc hại nào được tách ra trong quá trình sử dụng. Không được sử dụng carbon tetrachloride.

24.13 Trong trường hợp các máy nén được bôi trơn bằng dầu, phải kiểm tra thường xuyên các cửa cung cấp và toàn bộ đường ống, các bình chứa và phụ tùng giữa cửa cung cấp và điểm trong hệ thống tại đó nhiệt độ không khí có thể được tin tưởng là dưới 80°C. Bất cứ các chất đóng cặn chứa carbon nào cũng phải được loại bỏ một cách triệt để. Tần suất của các kiểm tra và làm sạch này nên bảo đảm sao cho không có lúc nào chiều dày của lớp đóng cặn vượt quá chiều dày cho trong Bảng 1.

Bảng 1 - Chiều dày lớn nhất cho phép của lớp than cốc

| Áp suất làm việc hiệu dụng bar | Chiều dày lớn nhất cho phép của lớp than cốc mm |
|--|---|
| ≤ 10 | 3 |
| > 10 ≤ 30 | 2 |
| > 30 ≤ 50 | 1 |

24.14 Mỗi khi có bất cứ lý do nào để nghi ngờ rằng một ổ trục hoặc một bộ phận bên trong khác có thể có sự quá nhiệt thì sau khi dừng máy không nên mở cửa hộp trục khuỷu hoặc các nắp kiểm tra khác tới khi đạt được thời gian làm mát thoả đáng (ít nhất là 15 min) để nhiệt độ của bộ phận quá nhiệt hạ xuống dưới nhiệt độ bốc cháy nhỏ nhất (đối với không khí/ hơi dầu hoặc hỗn hợp của sương mù là khoảng 275 °C) để tránh rủi ro nổ hộp trục khuỷu (xem Phụ lục E)

24.15 Không bao giờ được sử dụng ngọn lửa để thử để kiểm tra bên trong máy nén hoặc bình chịu áp lực.

24.16 Nếu điều kiện vận hành của một van an toàn (giảm áp, xả) thay đổi để có sự chỉnh đặt ở áp suất ngoài phạm vi áp suất do nhà sản xuất khuyến nghị đối với một lò xo cụ thể trừ phải thay đổi lò xo và điều chỉnh lại van và ghi nhãn lại cho phù hợp.

24.17 Nếu kiểm tra thường xuyên các đĩa nổ về bất cứ dấu hiệu nào của nứt gãy, ăn mòn hoặc hư hỏng khác.

24.18 Để ngăn ngừa sự tăng lên của nhiệt độ không khí cung cấp các bề mặt truyền nhiệt (ví dụ như các bộ phận làm mát trung gian và các áo nước) nên được kiểm tra và làm sạch thường xuyên khi cần thiết. Đối với mỗi thiết bị nên đưa ra khoảng thời gian giữa các nguyên công làm sạch.

Phụ lục A

(Quy định)

Tiếp xúc với tiếng ồn

A.1 Tiếng ồn, ngay cả ở các mức hợp lý, có thể gây ra sự kích động và nhiễu loạn mà nếu diễn ra trong khoảng thời gian dài, sự kích động và nhiễu loạn này có thể làm tổn thương đến hệ thống thần kinh xuất hiện dưới dạng như mất ngủ, hay đau giận v.v... Đối với thời gian phơi ra lớn hơn 8h trong một ngày trước tiếng ồn ở các mức áp suất âm thanh vượt quá 90 dB (A) được xem là gây ra tổn thương về thính giác. Để có thông tin chi tiết hơn về tổn thương của thính giác, xem TCVN 7878 (ISO 1996), ISO 1999 và các quy định của Nhà nước về vấn đề này.

A.2 Quy phạm vận hành tốt là phải có một phòng máy nén riêng biệt để ngăn tiếng ồn của máy nén khỏi khu vực âm việc chung. Tùy thuộc vào số lượng các máy nén và tiếng ồn phát ra từ các máy nén mà tiếng ồn trong phòng máy nén có thể là rất lớn. Tuy nhiên, tiếng ồn ở đường hút có thể giảm đi được tới mức thỏa đáng bằng cách sử dụng các bộ phận giảm thanh (tiêu âm) đường hút. Môi trường âm thanh trong phòng máy nén có thể được cải thiện và mức tiếng ồn chung được giảm đi bằng cách sử dụng các bộ phận có thể được cải thiện và mức tiếng ồn chung được giảm đi bằng cách đưa vào sử dụng các vật liệu hấp thụ trên các tường và trần và đặc biệt các vách ngăn để giảm tiếng ồn và để ngăn ngừa sự hình thành các sóng đứng. Phải chú ý bảo đảm cho tiếng ồn truyền qua tường và cửa sổ không tạo ra các mức tiếng ồn quá cao trong môi trường xung quanh. Nên tuân theo các khuyến nghị trong các công bố của ISO về mức áp suất âm thanh ở tất cả các địa điểm có sự có mặt của con người trong một thời gian nào đó.

A.3 Phép đo tiếng ồn từ các máy nén tĩnh tại phải được thực hiện phù hợp với ISO 2151 hoặc ISO 3989.

Phụ lục B

(Quy định)

**Các nguyên tắc cho thiết kế hệ thống áp suất
của các máy nén được bôi trơn bằng dầu**

B.1 Thường chấp nhận rằng các đám cháy dầu trong các hệ thống không khí nén thường gần như thích hợp cho sự bốc cháy các chất lỏng đọng của cặn dầu. Trong một hệ thống không khí nén, nhiệt độ cao và áp suất riêng phần cao của ôxy dẫn đến sự ôxy hóa dầu. Khi dầu bị ôxy hóa, độ nhớt của nó thường lớn hơn và các sản phẩm dạng bùn cặn được tạo thành và chúng biến đổi thành cặn dầu ở giai đoạn cuối cùng của chúng. Nếu các chất lỏng đọng có đủ chiều dày được hình thành từ chất cặn này có thể tự bốc cháy và gây ra ngọn lửa trong hệ thống áp suất. Trong rất ít trường hợp, ngọn lửa này có thể khởi đầu cho một vụ nổ (xem Phụ lục C)

B.2 Thực tế đã chỉ ra rằng việc thiết kế vùng nóng (bị đốt nóng) của hệ thống xả không khí của máy nén có ảnh hưởng quyết định đến sự hình thành các chất đóng cặn than cốc, vì việc thiết kế hệ thống chủ yếu là xác định thời gian cần thiết cho một phần tử dầu đi qua vùng nóng.

B.3 Một số dầu bôi trơn khi rời khỏi mặt bích cấp dầu hoặc van áp lực của máy nén được "phun mù" thành các giọt có khối lượng nhỏ sao cho chúng sẽ được di chuyển nhanh trực tiếp bởi không khí tới vùng mát của hệ thống áp suất mà không tiếp xúc với các thành nóng. Một phần của dầu này đi qua vùng áp suất nóng nhanh tới mức trên thực tế không xảy ra sự ôxy hóa của dầu.

B.4 Do khối lượng và lực quán tính lớn của chúng, các giọt dầu lớn không thể được vận chuyển bởi dòng không khí và do đó bị lắng đọng trên các thành (vách) của hệ thống được đốt nóng, ở đây dầu có thể bị ôxy hóa trong một thời gian đủ dài để bắt đầu có sự phân hủy.

B.5 Có hai phương pháp chính bảo đảm cho sự vận chuyển nhanh của dầu đã đọng lại trên các thành tới vùng mát. Phương pháp thứ nhất sử dụng sự bay hơi một phần của dầu và phương pháp thứ hai là thiết kế phần bên trong của hệ thống áp suất sao cho hiệu ứng quét của không khí đi qua vùng mát. Thông thường cả hai điều kiện này phải được khai thác thật triệt để đối với hệ thống không khí nén nóng để giữ độ sạch. (Xem thêm Phụ lục D, điều D.4).

B.6 Các nghiên cứu có hệ thống đã chỉ ra rằng hệ thống xả của một máy nén kiểu pit tông được bôi trơn bằng dầu sẽ ở trạng thái sạch và không có các chất lỏng đọng nếu tốc độ không khí trong mỗi phần của hệ thống đường ống và các chi tiết của nó lớn hơn 8m/s với điều kiện là lựa chọn đúng độ nhớt của dầu và loại dầu theo Phụ lục D. Ở tốc độ này của không khí, bất cứ loại dầu nào được lắng đọng trên thành thẳng đứng sẽ trượt lên phía trên. Tất nhiên là mỗi khi có thể thực hiện được thì nên hướng dày không khí xuống phía dưới để các trọng lực sẽ hỗ trợ cho sự trượt của dầu.

B.7 Theo kết quả đạt được như đã nêu trong điều trên, thiết kế tốt nhất của bộ phận làm mát phụ sẽ có không khí nén ở bên trong các ống và chất làm mát ở bên ngoài. Thiết kế này với các ống hẹp cũng sẽ cho độ giảm mạch động tốt đối với áp suất. Chiều dài của đường ống nối với máy nén và bộ phận làm mát phụ phải được thiết kế để đạt được độ giảm lớn nhất của sự mạch động áp suất.

Để sử dụng tốt nhất sự giảm mạch động này, mỗi máy nén nên có bộ phận làm mát phụ riêng của mình và cũng nên có bình chứa không khí. Sự bố trí này cũng được tán thành theo quan điểm sử dụng và bảo dưỡng.

Phụ lục C

(Quy định)

Cơ cấu của sự bốc cháy cốc dầu và nguồn gốc của các vụ nổ dầu

C.1 Dầu tiếp xúc với không khí sẽ bị oxy hóa. Tốc độ oxy hóa tăng lên cùng với nhiệt độ, áp suất riêng phần của oxy và sự hiện diện của các hạt sắt hoặc oxit sắt nhỏ tác động như các chất xúc tác. Sự oxy hóa làm tăng độ nhớt của dầu và có thể tạo ra các chất đóng cặn cứng (cốc dầu) trong hệ thống xả nóng (bị đốt nóng) của máy nén nếu có đủ thời gian cư trú của dầu trong vùng nhiệt độ cao. Các chất đóng cặn (lắng đọng) cứng này tiếp tục bị oxy hóa và do phản ứng oxy hóa phát nhiệt nên đã xảy ra sự tỏa nhiệt. Hậu quả là xuất hiện các điều kiện cần thiết cho sự bốc cháy.

C.2 Trong thực tế, nhiệt sinh ra bởi sự oxy hóa được lấy đi bởi hiệu ứng làm mát của dòng không khí trên lớp oxy hóa này. Khi sự cân bằng nhiệt này bị thay đổi dẫn đến lượng nhiệt được lấy đi giảm xuống, nhiệt độ của cốc dầu tăng lên và trong các điều kiện đặc biệt có thể đạt tới nhiệt độ tại đó cốc dầu tự bốc cháy, tạo ra đủ lượng nhiệt để làm yếu hoặc nóng chảy kim loại ở các thành (vách) của hệ thống áp suất. Mặc dù không xảy ra vụ nổ thực nhưng sự phá hủy đột ngột của thành (vách) có thể được ngộ nhận là một vụ nổ.

C.3 Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng để xảy ra một đám cháy dầu, phải có một chiều dày nào đó của lớp cốc (vào khoảng 25 mm ở áp suất hiệu dụng 7 bar (700 kPa), nhiệt độ vào khoảng +150 °C và một độ xốp (thường được gọi là độ khô) để giới hạn sự truyền nhiệt qua lớp cốc. Trong những điều kiện này, đám cháy có thể bắt đầu khi sự giảm lưu lượng không khí nén qua lớp cốc làm giảm đáng kể tốc độ tiêu tán nhiệt. Các điều kiện này có thể xảy ra ở các giờ nghỉ ăn uống, các lúc thay ca hoặc khi máy nén không chất tải. Đám cháy cũng có thể bắt đầu khi không có bất cứ sự thay đổi nào trong các điều kiện dòng không khí nếu lớp đóng cặn hình thành tới chiều dày mà sự truyền nhiệt có thể không duy trì được nhiệt độ phần bên trong của lớp đóng cặn dưới nhiệt độ tự bốc cháy.

C.4 Chiều dày tới hạn của lớp cốc được xem như nguy cơ xảy ra cháy, có thể thay đổi theo mỗi máy nén riêng biệt tùy thuộc vào áp suất và nhiệt độ của không khí, các hạt tạp chất trong chất đóng cặn và vị trí thực của chất đóng cặn và các điều kiện vận hành của máy nén. Do đó chiều dày "an toàn" của lớp cốc sẽ thay đổi theo các thiết bị đã lắp đặt khác nhau. Một số khuyến nghị được cho trong 24.13.

C.5 Đôi khi, nhưng rất hiếm trong thực tế, một đám cháy dầu trong hệ thống áp suất có thể bắt đầu cho một vụ nổ hơi dầu hoặc sương mù dầu. Để xảy ra đám cháy này hỗn hợp của không khí và dầu bốc hơi hoặc sương mù dầu phải ở trong các giới hạn nổ và hỗn hợp này phải tiếp xúc với một nguồn đánh lửa.

C.6 May mắn thay, phạm vi của tỷ lệ không khí - dầu cần thiết cho một vụ nổ xảy ra bị hạn chế. Quá nhiều oxy hoặc quá nhiều vật liệu cháy được sẽ kiềm chế quá trình nổ. Đây có thể là lý do

chính giải thích tại sao hiếm xảy ra các vụ nổ. Mặc dù vậy, luôn luôn phải nhận biết được đối với rủi ro này.

C.7 Chỉ có các thông tin hạn chế về nguyên nhân chính xác về một vụ nổ dầu máy nén đầu tiên, nhưng sự giải thích sau được xem là có khả năng xảy ra nhất. Đám cháy được bắt đầu khi máy nén không được chất tải và không có dòng không khí đi qua vùng đang đốt nóng lớp cốc. Sau một lúc, oxy trong không khí được tiêu thụ tới mức ở đó xảy ra sự cháy không hoàn toàn và carbon monoxit cùng với dầu bị phân hủy và dầu bay hơi, sương mù dầu từ lớp cốc tạo thành một hỗn hợp có khả năng cháy được. Các khí cháy và sương mù được truyền về phía cuối dòng tới bộ phận làm mát của hệ thống, ở đây chúng hỗn hợp với không khí không được đốt nóng để tạo ra một hỗn hợp nổ. Trong các điều kiện này, vụ nổ có thể xảy ra khi máy nén bắt đầu cung cấp không khí trở lại và sự tăng đột ngột của lưu lượng không khí làm long ra một hạt cốc đang cháy từ lớp cốc và truyền hạt cốc này tới vùng nổ.

CHÚ THÍCH: Cần phải quan tâm đến vấn đề là cho dù không xảy ra vụ nổ thì không khí nén sẽ bị nhiễm bẩn bởi các khí độc hại từ đám cháy không hoàn toàn.

C.8 Vụ nổ ban đầu này có thể kèm theo sự kích nổ mạnh như sau:

Bên trong các đường ống cung cấp trong các hệ thống được nối với các máy nén có bôi trơn được phủ rất nhanh bằng một màng dầu mỏng. Một sóng va đập đủ mạnh từ vụ nổ ban đầu đi xuống đường ống cung cấp có thể lấy đi màng dầu khỏi ống và tạo thành một hỗn hợp riêng của sương mù dầu và không khí. Nếu một hỗn hợp cháy được tạo ra và nhiệt độ ở mặt trước sóng va đập đạt tới giới hạn tự bốc cháy thì vụ nổ thứ hai xảy ra, làm cho sóng va đập tăng tốc tới tốc độ kích nổ (siêu âm) khi diễn ra sự gãy giòn của các thành ống. Quá trình này có thể tự lặp lại ở các khoảng cách dọc theo đường ống không khí nén và thường dẫn đến sự phá hủy ở các phạm vi hẹp. Các vụ nổ loại này rất tai hại đối với hệ thống áp suất và rất nguy hiểm đối với con người ở trong vùng lân cận.

C.9 Nếu sự hình thành cốc được giảm tới mức tối thiểu bằng sự tuân thủ nghiêm ngặt các quy tắc được đặt ra trong tiêu chuẩn này thì rủi ro của các đám cháy dầu và nổ có thể được giảm tới mức tối thiểu.

Phụ lục D

(Quy định)

Lựa chọn các chất bôi trơn cho máy nén không khí¹⁾

D.1 Các máy nén kiểu pit tông và rô to “Không tiếp xúc dầu bôi trơn”

Màu kết các máy nén không tiếp xúc với dầu bôi trơn có các ổ trục, cơ cấu dẫn động hoặc truyền động bánh răng được bôi trơn bằng dầu. Bộ phận được bôi trơn của máy được bít kín hoặc các phương tiện khác đối với bộ phận của máy nén ở đó không khí được nén, để tránh sự tiếp xúc với dầu.

a) Trong bộ phận được bôi trơn của máy, rủi ro của sự bôi trơn không thỏa đáng gây ra mòn và hư hỏng tiếp sau thường là rất hạn chế.

b) Đối với một số máy nén có tốc độ cao, sự khởi động và dừng là các thời gian tới hạn cho bôi trơn. Do đó các máy này thường được trang bị các cơ cấu an toàn để kiểm soát áp suất dầu trong các nguyên công này. Trong một số máy vấn đề này được giải quyết bằng một bơm dầu riêng được khởi động và triển khai áp suất trước khi máy nén được khởi động.

c) Trong một số máy nén, các vòng bít kín giữa bộ phận được bôi trơn và bộ phận không tiếp xúc với dầu của máy thường bị mòn tới một lượng nào đó và lượng mòn này có thể dẫn đến sự rò rỉ dầu vào buồng nén. Sự rò rỉ này có thể làm cho máy nén không thích hợp cho sử dụng và cũng có thể dẫn đến và cũng có thể hình thành cocc dầu trong hệ thống áp suất (nén)

Bảng 2 giới thiệu các loại dầu cho các điều kiện àm việc bình thường.

D.2 Máy nén được bôi trơn bằng dầu

Các chất bôi trơn của máy nén không khí phải được lựa chọn không chỉ để thỏa mãn các yêu cầu về bôi trơn thông thường mà còn giúp cho việc loại bỏ hoặc ít nhất là giảm tới mức tối thiểu sự hình thành các chất đóng cặn dầu và carbon trong hệ thống nén không khí.

D.2.1 Thường nên dùng các loại và cấp dầu cho nhà sản xuất máy nén khuyến nghị. Tuy nhiên đã có sự phát triển quan trọng mới đây về các loại dầu được cải thiện về chất lượng có khả năng chống oxy hóa tốt hơn cho sử dụng trong các máy nén không khí và sự giới thiệu về dầu trong các sách hướng dẫn sử dụng sớm có thể trở lên lỗi thời. Thông tin sau đã được soạn thảo để các nhà thiết kế và người sử dụng máy nén có được sự hiểu biết tốt hơn về các quá trình có liên quan đến sự hình thành cocc dầu và các rủi ro cháy, nổ và là cơ sở cho sự lựa chọn đúng chất bôi trơn.

D.2.2 Hiện nay cần thừa nhận rằng nguyên nhân chính của các đám cháy trong các máy nén không khí được bôi trơn là sự hình thành của các sản phẩm phân hủy cứng của dầu (“cocc dầu”).

¹⁾ Phụ lục này sẽ được soát xét khi hoàn thành công việc nghiên cứu do ISO/TC 28 thực hiện về phân loại và tính năng của các chất bôi trơn dùng cho máy nén không khí.

Các nghiên cứu phát triển mới đây đã hướng vào sản xuất các chất bôi trơn ít bị phân hủy và hình thành các chất đóng cặn. Có hai đặc điểm quan trọng: khả năng chống lại ôxy hóa của dầu và thời gian mà dầu tiếp xúc với không khí nóng trong hệ thống cung cấp.

D.2.3 Khả năng chống ôxy hóa tốt đạt được bằng lựa chọn nguyên liệu gốc có khả năng chống ôxy hóa và/hoặc bằng cách đưa vào các chất ức chế sự ôxy hóa bền

vững ở các nhiệt độ thường gặp trong các hệ thống cung cấp của máy nén. Thời gian phơi ra của dầu phụ thuộc vào hình dạng của hệ thống áp suất (nén) (Xem Phụ lục B) và độ nhớt của dầu.

D.2.4 Độ nhớt của dầu càng thấp thì dầu trườn càng nhanh dọc theo ống. Cũng xảy ra sự bay hơi nào đó và do đó điều cốt yếu là phải sử dụng loại dầu có tính năng chưng cất thích hợp. Nếu một loại dầu có phạm vi chưng cất quá rộng thì phần dễ bay hơi hơn có thể sẽ bay hơi, để lại phía sau các phần còn lại nặng hơn do độ nhớt của chúng cao hơn và chúng có xu hướng lưu lại lâu hơn trong vùng nóng.

D.2.5 Các điều kiện ôxy hóa trong các hệ thống không khí nén hơi khác so với các điều kiện trong các hệ thống bôi trơn khác. Một tiêu chuẩn quốc tế trong tương lai sẽ xem xét các thử nghiệm riêng như các thử nghiệm ôxy hóa quy ước là không thích hợp cho đánh giá tính bền vững đối với ôxy hóa của các dầu máy nén. Pneurop (Ủy ban châu Âu của các nhà sản xuất máy nén, bơm chân không về các dụng cụ khí nén) đã triển khai cùng với một chuyên gia về dầu phương pháp xác định các xu hướng hình thành carbon của dầu với sự hiện diện của axit sắt để mô phỏng tác động xúc tác có thể xảy ra trong các hệ thống cung cấp của máy nén, và các thử nghiệm ở hiện trường đã được thực hiện để thu được sự tương quan giữa các loại dầu có tính năng ôxy hóa khác nhau trong thử nghiệm này và trạng thái của chúng trong các máy nén không khí. Phương pháp thử này đang được ban kỹ thuật thích hợp của ISO xem xét và đưa vào điều kiện kỹ thuật cho các dầu của máy nén không khí.

Các chất bôi trơn chuyên dùng của máy nén không khí tuân theo các yêu cầu của thử nghiệm này sẵn có đối với các công ty dầu

D.3 Máy nén được bôi trơn bằng tươi dầu

Sự hình thành cốc thường không phải là vấn đề trong các máy nén kiểu rô to được bôi trơn bằng tươi dầu bởi vì các nhiệt độ của không khí cung cấp thấp hơn nhưng khi dầu được tái sinh nó nên có khả năng chống ôxy hóa tốt để bảo đảm tuổi thọ hợp lý. Nên dùng dầu chuyên dùng cho các máy nén kiểu rô to được bôi trơn bằng tươi dầu hoặc tuân hoàn có khả năng khử nhũ tương tốt (ví dụ như dầu tuabin ức chế, ISO VG 32²⁾ hoặc các loại dầu thủy lực). Chất ức chế ôxy hóa nên có tính dễ bay hơi đủ thấp ở các nhiệt độ phổ biến trong máy nén để bảo đảm rằng dầu được bảo vệ tốt trong thời gian ở trong máy nén giữa các lần thay dầu.

²⁾ Xem ISO 3448.

D.4 Giới thiệu về dầu

Thông thường nên sử dụng loại và cấp dầu do nhà sản xuất máy nén giới thiệu và bất cứ sự thay đổi nào được đề xuất so với sự giới thiệu này cũng nên được thảo luận với nhà sản xuất máy nén. Sự oxy hóa của dầu có thể dẫn đến việc tạo thành các alđêhyt có nhiệt độ tự bốc cháy thấp, do đó các alđêhyt này là các mối nguy hiểm tiềm tàng.

D.4.1 Các loại dầu thương mại sẵn có được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay là:

- a) Các dầu khoáng nguyên chất chất lượng tốt;
- b) Các dầu chuyên dùng cho máy nén có hoặc không có phụ gia;
- c) Các dầu tuabin hoặc dầu thủy lực có chứa các chất chống oxy hóa và các phụ gia khác.
- d) Các dầu động cơ một chất có chứa các chất chống oxy hóa nhiệt độ cao và các chất phụ gia tẩy rửa / phân tán;
- e) Các dầu tổng hợp;
- f) Các chất lỏng của truyền động tự động.

D.4.2 Nên sử dụng các dầu động cơ đi-ê-zen một cấp trong nhiều trường hợp cho các cỡ máy nén công nghiệp nhỏ vì sự sẵn có của các loại dầu này. Nên kiểm tra tính thích hợp của các cấp dầu cụ thể với nhà sản xuất máy nén. Không nên sử dụng các dầu động cơ nhiều cấp.

D.4.3 Có thể sử dụng các dầu tổng hợp trong các trường hợp đặc biệt. Thảo luận đầy đủ về các loại dầu này nên được sự trợ giúp của nhà cung cấp dầu, nhà sản xuất máy nén và khi có liên quan, các cơ quan quản lý nhà nước về bảo vệ công nhân trước khi chúng được chấp nhận.

D.4.4 Các khuyến nghị về dầu bôi trơn dùng cho các kiểu máy nén khác nhau trong các điều kiện trung bình được tóm tắt trong Bảng 2.

Các máy nén có thể được phân loại thành các loại có chế độ làm việc nhẹ, trung bình hoặc nặng tùy thuộc vào các thông số như:

- a) Thiết kế máy nén, ví dụ, kiểu làm mát, số cấp, các tốc độ của van, thời gian lưu giữ dầu;
- b) Các điều kiện của môi trường xung quanh, ví dụ như nhiệt độ không khí nạp (hút), nhiệt độ chất làm mát, sự hiện diện của bụi hoặc các chất khí xúc tác.
- c) Các điều kiện vận hành, ví dụ, phục vụ liên tục hoặc gián đoạn, bố trí hệ thống áp suất (nén), thời gian bảo dưỡng, thay dầu v.v...

D.4.5 Nên lựa chọn cấp độ nhớt sao cho dầu có:

- a) Độ nhớt thích hợp để bảo đảm sự bôi trơn thỏa đáng của cơ cấu di động và các xylanh;
- b) Độ nhớt đủ thấp ở nhiệt độ môi trường xung quanh nhỏ nhất yêu cầu để bảo đảm sự bôi trơn tốt tại mỗi lần khởi động máy nén.

D.4.6 Đối với các máy nén được bôi trơn bằng dầu vận hành ở ngoài trời hoặc các địa điểm không được sưởi nóng, độ nhớt tính toán của dầu không được vượt quá $2000 \text{ mm}^2/\text{s}$ ở nhiệt độ thấp nhất có thể theo kinh nghiệm và điểm rót phải xấp xỉ bằng 5 K dưới nhiệt độ này.

D.4.7 Nếu nhiệt độ môi trường xung quanh đặc biệt cao, có thể cần thiết phải sử dụng dầu có cấp độ nhớt cao hơn.

D.4.8 Nên đặc biệt chú ý đến các trường hợp khi không khí có thể được dùng để thờ để bảo đảm rằng dầu không độc hại. Nhà cung cấp dầu phải cung cấp thông tin để người sử dụng có thể đánh giá được bất cứ mối nguy hiểm nào đối với sức khỏe có liên quan đến việc sử dụng không khí nén. Phải tuân theo các quy định của nhà nước.

CHÚ THÍCH: Giá trị giới hạn của ngưỡng đối với sương mù dầu trong không khí thường là $5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

D.4.9 Bản tóm tắt

Nên lựa chọn dầu có cấp độ nhớt thấp nhất thích hợp với các yêu cầu bôi trơn. Dầu nên thích hợp với nhiệt độ khởi động thấp nhất và nhiệt độ vận hành cao nhất. Trong các trường hợp đặc biệt có thể cần phải thay đổi cấp độ nhớt của dầu cho các mùa khác nhau trong năm.

Bảng 2 – Các khuyến nghị chung về dầu bôi trơn cho máy nén không khí

| Kiểu máy nén | Độ nhớt của dầu (ISO 3448) ¹⁾ | Loại dầu ²⁾ |
|--|---|---|
| 1- Máy nén "Không tiếp xúc với dầu" Máy nén kiểu pit tông và trục vít không tiếp xúc với dầu | ISO VG 46 hoặc 68 | Dầu tuabin hoặc dầu thủy lực hoặc các dầu chuyên dùng cho máy nén |
| 2 – Máy nén được bôi trơn a) Máy nén kiểu pit tông làm mát bằng không khí có công suất trục vào đến 20 kW | ISO VG 32, 46, 68 hoặc 100 ISO VG 32 đối với nhiệt độ môi trường xung quang dưới - 10 °C | Chế độ làm việc nhẹ: Dầu động cơ một cấp đáp ứng phân loại API , SD, SE, CC hoặc CD Không nên dùng dầu động cơ nhiều cấp Chế độ làm việc trung bình: Dầu chuyên dùng cho máy nén Chế độ làm việc nặng: Dầu chuyên dùng cho máy nén |
| b) Máy nén kiểu pit tông làm mát bằng không khí có công suất trục vào trên 20 kW | ISO VG 32, 46, 68 hoặc 100 ISO VG 32 đối với nhiệt độ môi trường xung quang dưới - 10 °C | Dầu chuyên dùng cho máy nén Chế độ làm việc nhẹ: Dầu tuabin hoặc dầu thủy lực hoặc các dầu chuyên dùng cho máy nén. Dầu động cơ một cấp đáp ứng phân loại API , CC hoặc CD có thể được lựa chọn với điều kiện là có sự thỏa thuận của nhà sản xuất máy nén. Không nên dùng dầu động cơ nhiều cấp. Chế độ làm việc trung bình: Dầu chuyên dùng cho máy nén. Dầu động cơ một cấp đáp ứng phân loại API , CC hoặc CD có thể được lựa chọn với điều kiện là có sự thỏa thuận của nhà sản xuất máy nén. Không nên dùng dầu động cơ nhiều cấp. Chế độ làm việc nặng: Dầu chuyên dùng cho máy nén |
| c) Máy nén kiểu pit tông làm mát bằng nước. d) Máy nén roto kiểu van | ISO VG 68 hoặc 100 ISO VG 100, 150 hoặc 220 | Chế độ làm việc nhẹ: Dầu tuabin hoặc dầu thủy lực. Chế độ làm việc trung bình: Dầu chuyên dùng cho máy nén. Chế độ làm việc nặng: Dầu chuyên dùng cho máy nén. |
| 3- Máy nén rô to được bôi trơn bằng tưới dầu ³⁾ | ISO VG 32 | Chế độ làm việc nhẹ: Dầu tuabin hoặc dầu thủy lực. Chế độ làm việc trung bình: Dầu chuyên dùng cho máy nén. Chế độ làm việc nặng: Dầu chuyên dùng cho máy nén. |

1) Các giá trị điển hình. Nên tuân theo các khuyến nghị của nhà sản xuất.

2) Chế độ làm việc của máy nén được phân loại là nhẹ, trung bình hoặc nặng tùy thuộc vào nhiều thông số, ví dụ:

- a) Thiết kế máy nén, ví dụ như kiểu làm mát, số cấp, các tốc độ của van, thời gian lưu giữ dầu;
- b) điều kiện của môi trường xung quanh, ví dụ như nhiệt độ không khí nạp (hút), nhiệt độ chất làm mát, sự hiện diện của bụi hoặc khí xúc tác.
- c) điều kiện vận hành, ví dụ như phục vụ liên tục hoặc gián đoạn, bố trí hệ thống áp suất (nén), thời gian bảo dưỡng, thay dầu v.v...

Có thể theo hướng dẫn chung về các máy nén:

| Chế độ làm việc | Máy nén kiểu pit tông được bôi trơn bằng dầu | Máy nén rô to được bôi trơn bằng tưới dầu |
|------------------------|--|--|
| Nhẹ | Tỷ số nén của cấp $\leq 2,5$ hoặc công suất trên trục máy nén ≤ 20 kW và hệ thống áp suất tự tiêu nước được thiết kế để tránh đóng cặn cốc dầu. | Nhiệt độ không khí xả ≤ 100 °C |
| Trung bình | Tỷ số nén của cấp $> 2,5$ | Nhiệt độ không khí xả trong phạm vi 100 đến 110 °C |
| Nặng | Nếu xảy ra sự hình thành cốc trong hệ thống xả, khi sử dụng dầu của chế độ làm việc trung bình. | Nhiệt độ không khí xả > 110 °C |

3) Đối với các máy nén rô to được bôi trơn bằng tưới dầu, công tắc an toàn ở nhiệt độ cao phải được chỉnh đặt ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ lớn nhất của không khí xả 10 K, trừ khi có quy định khác.

Phụ lục E

(Quy định)

Đề phòng chống nổ hộp trục khuỷu

- E.1** Nổ hộp trục khuỷu là do sự bốc cháy của hỗn hợp cháy của dầu bôi trơn và không khí. Áp suất cháy phát triển theo sau sự bốc cháy trong không gian hạn chế thường vượt quá độ bền của hộp trục khuỷu và xảy ra hư hỏng phá huỷ. Nguồn bốc cháy thường là một bộ phận quá nhiệt.
- E.2** Ngăn ngừa nổ hộp trục khuỷu yêu cầu phải loại bỏ nguồn bốc cháy hoặc ngăn ngừa môi trường dễ cháy.
- E.3** Không có khả năng loại bỏ được nguồn bốc cháy vì luôn luôn có thể xảy ra một số dạng kẹt (bó) cơ học. Các khó khăn về kỹ thuật gắn liền với việc đo nhiệt độ của tất cả các chi tiết, bộ phận di động đã ngăn cản mọi cố gắng phòng ngừa các nguồn bốc cháy có tiềm năng thông qua việc phát hiện sớm các bộ phận quá nhiệt.
- E.4** Tuy nhiên, bảo dưỡng và vận hành đúng được xem là biện pháp để giảm tới mức tối thiểu các hư hỏng về cơ. Nếu một máy được ngắt do trục trặc về cơ có thể làm cho một bộ phận bị quá nhiệt thì các cửa kiểm tra không được mở ra ngay lập tức. Yêu cầu này cho phép có một khoảng thời gian làm mát bộ phận bị đốt nóng trước khi cho không khí vào trong hộp trục khuỷu, và do đó giảm tới mức tối thiểu khả năng xảy ra vụ nổ.
- E.5** Đôi khi nên có các biện pháp để ngăn ngừa hỗn hợp dễ cháy bao gồm cả thông gió cưỡng bức cho hộp trục khuỷu hoặc vận hành hộp trục khuỷu dưới áp suất khí quyển. Khi sử dụng các phương pháp này nên ghi nhận rằng trong một số điều kiện, sự thông gió hộp trục khuỷu có thể pha loãng một hỗn hợp giàu thành loại dễ cháy hoặc nổ.
- E.6** Theo cách khác, để thông gió hộp trục khuỷu có thể được làm sạch liên tục bằng khí trơ. Khối lượng khí yêu cầu để làm sạch có hiệu quả một máy lớn thường sẽ làm cho phương pháp này không thể áp dụng được trong thực tế.
- E.7** Vì có khó khăn trong việc loại trừ các nguyên nhân gây nổ, đôi khi đã lắp đặt các cơ cấu an toàn để ngăn ngừa áp suất vượt quá độ bền của hộp trục khuỷu. Các cơ cấu an toàn có thể bố trí giữa tấm che có lò xo và các van được thiết kế đặc biệt lắp vào cửa sập chống cháy.
- E.8** Cấm sử dụng các đĩa nổ vì sự tràn vào đột ngột của không khí chân không riêng phần được tạo ra bởi một vụ nổ có thể dẫn đến vụ nổ thứ hai, đôi khi còn dữ dội hơn vụ nổ đầu tiên.
- E.9** Về cơ kích của các cơ cấu an toàn, các nghiên cứu, bao gồm cả các thử nghiệm trên mẫu thực đã chỉ ra rằng, trên thực tế không thể cung cấp khu vực giảm áp thích hợp để duy trì mức áp suất an toàn, khi các điều kiện thuận lợi cho một vụ nổ phát triển mức tối cường độ lớn nhất. tuy nhiên, kinh nghiệm đã chỉ ra rằng nhiều vụ nổ hộp trục khuỷu điển hình có thể được giảm đi một

cách an toàn với các cơ cấu an toàn thông thường cho vụ nổ hộp trục khuỷu, nếu tổng diện tích của cổ (họng) các cơ cấu thoả mãn yêu cầu:

$$A \geq 0,07 V$$

trong đó:

- A là tổng diện tích của cổ (họng) cơ cấu an toàn, tính bằng mét vuông;
 - V là dung tích hộp trục khuỷu, tính bằng mét khối.
-