

BÀI 3. THIẾT BỊ VÀ HỆ THỐNG KHÍ NÉN

Mã bài: HD I3

Giới thiệu

Trong các nhà máy công nghệ nói chung cũng như trong công nghiệp chế biến dầu khí nói riêng, khí nén giữ một vai trò quan trọng trong vận hành nhà máy (là động lực cho các van điều khiển tự động bằng khí nén) cũng như trong bảo dưỡng máy móc thiết bị. Trong vận hành bình thường, khí nén được sử dụng để vận hành các van điều khiển bằng khí nén và nguồn động lực cho một số dụng cụ sửa chữa nhỏ. Trong giai đoạn bảo dưỡng, khí nén được sử dụng trong việc thổi súc, rửa đường ống,... Để nhà máy vận hành an toàn, hệ thống khí nén và chất lượng của khí nén phải đạt được các yêu cầu của các thiết bị tiêu thụ.

Ngoài Hệ thống khí nén, trong các nhà máy chế biến dầu khí còn có hệ thống cung cấp khí ni-tơ để đảm bảo vận hành an toàn Nhà máy và phục vụ cho công tác bảo dưỡng và giai đoạn khởi động Nhà máy. Hệ thống khí ni-tơ có vai trò đặc biệt quan trọng đối với một số quá trình công nghệ của nhà máy lọc dầu.

Mục tiêu thực hiện

Học xong bài này học viên có năng lực:

- Mô tả được mục đích, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống cấp khí nén điều khiển và khí nén công nghệ.
- Mô tả được vai trò, mục đích và cấu tạo Hệ thống thiết bị cấp khí Ni-tơ trong công nghiệp lọc hoá dầu.
- Có khả năng nhận biết được kiểu dạng thiết bị trong thực tế.
- Thực hiện vận hành một số thiết bị trong phòng thí nghiệm.

Nội dung chính

- Sơ đồ công nghệ và cấu tạo thiết bị Hệ thống cấp khí nén.
- Sơ đồ công nghệ và cấu tạo thiết bị Hệ thống cấp khí Ni-tơ.
- Các thiết bị tiêu thụ khí nén và khí Ni-tơ trong công nghiệp chế biến dầu khí.

3.1. HỆ THỐNG CẤP KHÍ NÉN

3.1.1. Vai trò hệ thống khí nén

Khí nén có vai trò quan trọng trong vận hành nhà máy công nghệ nói chung cũng như trong công nghiệp chế biến dầu khí nói riêng. Trong công nghiệp chế biến dầu khí, khí nén còn có ý nghĩa đặc biệt quan trọng hơn do

những đặc thù riêng: khả năng cháy nổ cao, nhiều chất độc hại nên phần lớn quá trình đều được điều khiển tự động. Điều khiển tự động các van trong công nghiệp chế biến dầu khí có thể dùng mô tơ điện hay bằng khí nén, tuy nhiên, van được điều khiển bằng khí nén có một số ưu điểm, thậm chí một số van ngừng khẩn cấp bắt buộc phải dùng khí nén. Chất lượng của khí nén và độ tin cậy của hệ thống này, vì vậy, đóng một vai trò không nhỏ trong việc đảm bảo an toàn vận hành nhà máy.

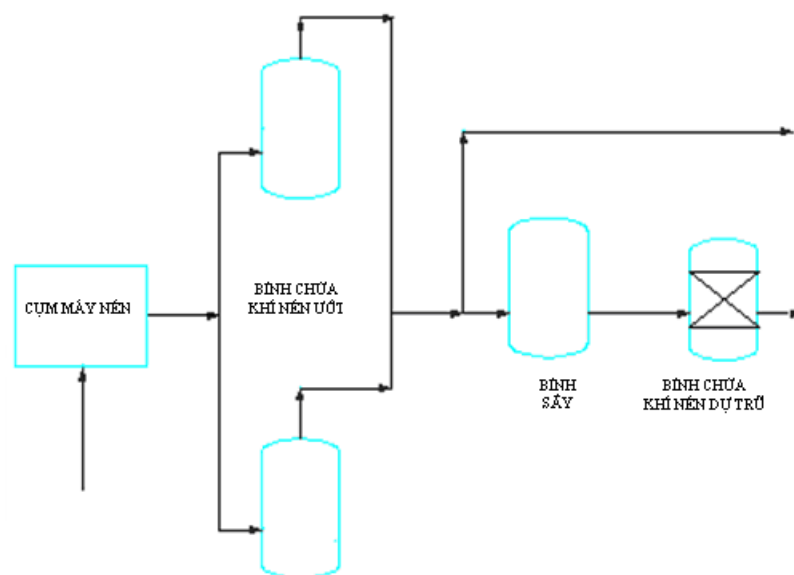
Ngoài chức năng cung cấp khí nén cho quá trình điều khiển tự động, khí nén trong các nhà máy chế biến dầu khí còn phục vụ một số quá trình công nghệ, làm động lực cho một số dụng cụ sửa chữa nhỏ và trong giai đoạn khởi động, bảo dưỡng nhà máy.

3.1.2. Hệ thống khí nén

Hệ thống khí nén trong Nhà máy lọc hóa dầu được chia thành hai bộ phận, bộ phận sản xuất khí nén và hệ thống phân phối khí nén tới các hộ tiêu thụ trong nhà máy. Dưới đây trình bày cấu tạo nguyên lý hoạt động của các bộ phận này.

3.1.2.1. Bộ phận sản xuất khí nén

Khí nén phục vụ trong nhà máy là không khí được nén tới áp suất thích hợp cho mục đích sử dụng (thông thường khí nén có áp suất từ 7-11Kg/cm²). Ngoài yêu cầu về áp suất, không khí nén phục vụ cho mục đích điều khiển cần phải đáp ứng được các yêu cầu về chất lượng mà chủ yếu là yêu cầu về hàm lượng nước trong khí nén.



Hình H-3.1. Sơ đồ hệ thống sản xuất khí nén

Sơ đồ nguyên lý cấu tạo và hoạt động của hệ thống khí nén trong Nhà máy lọc hóa dầu được mô tả trong hình H-3.1. Theo sơ đồ này, bộ phận sản xuất khí nén bao gồm các thiết bị chính:

- Các máy nén khí;
- Bình chứa khí ướt;
- Bình sấy khí;
- Bình chứa khí khô.

a. Nguyên lý hoạt động

Không khí được các máy nén nén tới áp suất thích hợp (thông thường từ $7\div 11\text{Kg/cm}^2$), được làm mát rồi đưa tới bình chứa khí ướt. Một phần hơi nước trong không khí được ngưng tụ và tách ra, tuy nhiên, lượng hơi nước trong không khí nén vẫn cao, vì vậy, cần phải tiếp tục được tách ra khỏi khí nén cho tới khi đạt yêu cầu về độ ẩm cho phép. Không khí sau đó được đưa tới bình sấy khô, tại đây lượng hơi nước được tách tiếp tới giới hạn yêu cầu, các hạt rắn lẫn trong không khí cũng được tách ra ở đây. Không khí sau khi sấy khô được đưa tới bình chứa khí nén, bình chứa khí nén có chức năng bình ổn áp suất cung cấp cho các hộ tiêu thụ và là nguồn dự trữ khí nén trong trường hợp các máy nén gặp sự cố hoặc hệ thống phải ngừng hoạt động hoàn toàn do mất điện.

b. Cấu tạo

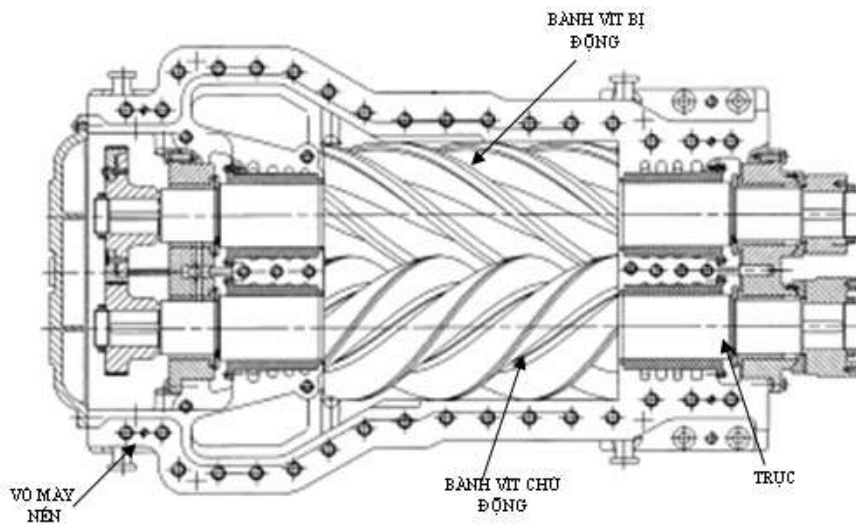
Máy nén khí

Để việc cung cấp khí nén được liên tục với độ tin cậy cao trong thực tế số máy nén thường được bố trí là ba (3) với công suất mỗi máy đáp ứng 100% công suất khí nén theo thiết kế, các máy nén hoạt động theo nguyên tắc: 1 máy hoạt động, một máy dự phòng và một máy đang trong giai đoạn bảo dưỡng. Theo nguyên tắc hoạt động này, khả năng ngừng hoạt động hoàn toàn của hệ thống khí nén do sự cố máy nén là rất thấp, nếu máy nén đang hoạt động gặp sự cố, máy dự phòng ngay lập tức được đưa vào hoạt động, đồng thời máy đang ở trạng thái bảo dưỡng được đưa vào trạng thái dự phòng.

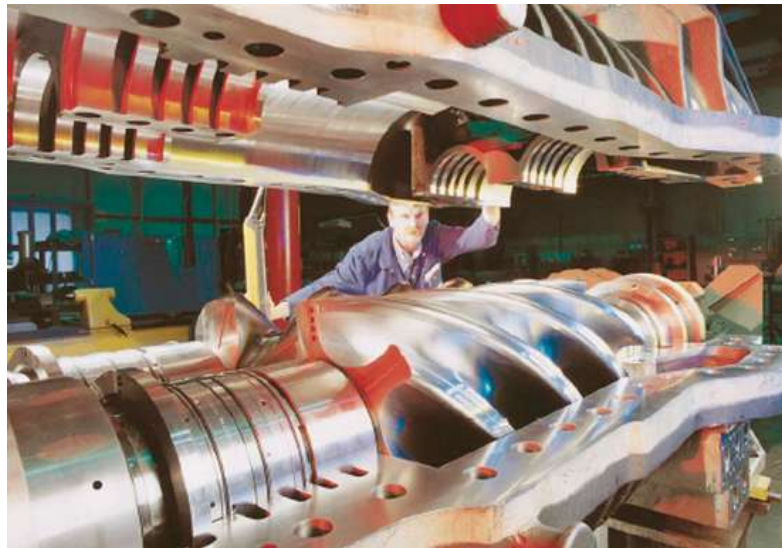
Tùy theo công suất khí nén yêu cầu, máy nén lựa chọn có thể là máy nén kiểu trục vít hoặc máy nén ly tâm. Thông thường nếu công suất máy nén nằm trong dải công suất thông dụng của các nhà chế tạo thì máy nén trục vít sẽ được ưu tiên lựa chọn do máy nén trục vít có nhiều ưu điểm như độ ổn định cao, hoạt động êm dịu,... Trong trường hợp công suất máy nén lớn không nằm trong dải công suất thông dụng của các nhà chế tạo thì máy nén ly tâm thường được xem xét lựa chọn. Dưới đây trình bày cấu tạo của một số dạng máy nén hay được sử dụng.



Hình H-3.2. Máy nén kiểu trục vít



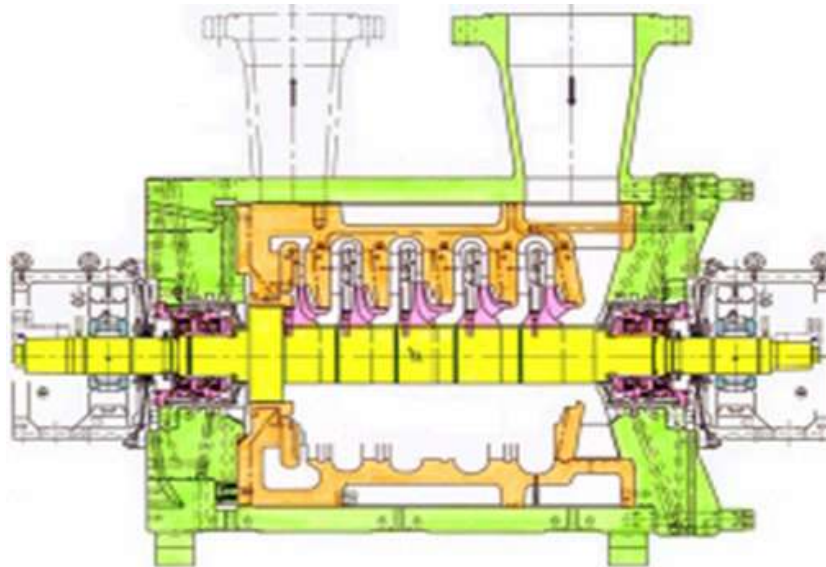
Hình H-3.3A Cấu tạo bên trong máy nén kiểu trục vít



Hình H-3.3B-Minh họa cấu tạo bên trong máy nén kiểu trục vít



Hình H-3.4-Cụm máy nén kiểu trục vít lắp đặt hoàn chỉnh



Hình H-3.5A- Nguyên lý cấu tạo bên trong máy nén ly tâm



Hình H-3.5B- Minh họa cấu tạo bên trong máy nén ly tâm



Hình H-3.6-Hình ảnh máy nén ly tâm lắp đặt hoàn chỉnh

Máy nén trục vít là dạng máy nén thể tích có cấu trúc lý tưởng để hoạt động trong điều kiện khí nén có lẫn bụi bẩn hoặc lỏng cuốn theo. Máy nén trục vít cho phép đưa các chất làm mát, chất rửa sạch vào dòng khí nén do vận tốc dòng thấp. Tuổi thọ của máy nén trục vít có thể đạt tới 20 năm với 3 năm đầu hoạt động liên tục không sự cố. Máy nén trục vít có thể là dạng máy nén một cấp hoặc nhiều cấp tùy vào áp suất yêu cầu. Bộ phận dẫn động có thể là mô tơ điện hoặc tuabin hơi. Máy nén kiểu trục vít có nhiều ưu điểm so với một số kiểu máy nén khác trong dải công suất và áp suất làm việc của nó.

Một số ưu điểm của máy nén kiểu trục vít so với máy nén kiểu pít-tông:

- Không có bộ phận chịu tác dụng của ứng suất mỏi do phải hoạt động liên tục (xéc măng pít-tông, van) do vậy ít phải bảo dưỡng.
- Không có bộ phận dao động lệch tâm vì vậy máy ít rung động hơn nhờ đó chi phí cho nền móng cũng ít hơn.
- Khả năng phục vụ cao, đạt tới 99%.

Một số ưu điểm của máy nén kiểu trục vít so với máy nén kiểu ly tâm:

- Khí nén có thể chứa bụi (cho phép tới $300\text{mg}/\text{m}^3$) hoặc giọt lỏng (điều mà máy nén khác dường như không cho phép);
- Vận tốc đầu ra thấp vì vậy cho phép đưa chất lỏng vào dòng với mục đích làm mát hoặc rửa sạch;
- Lưu lượng thể tích cửa hút máy dường như không đổi khi tỷ số nén thay đổi do vậy không gây ra hiện tượng xung;
- Có đáp ứng rất tốt giữa mức tải và năng suất tiêu thụ: 50% lưu lượng tương ứng 50% vận tốc và tiêu thụ năng lượng bằng 50%;

- Hoạt động ở dưới vận tốc độ công hưởng thứ nhất của trục quay vì vậy không gây ra hiện tượng rung động nguy hiểm khi máy vượt qua vận tốc cộng hưởng này.

Bình chứa khí nén ướt

Bình chứa khí ướt có chức năng chứa khí nén đã được làm mát từ máy nén khí đưa tới. Thông thường, hai bình chứa khí nén ướt mỗi bình có sức chứa bằng 100% công suất của hệ thống. Hai bình chứa này hoạt động theo nguyên tắc một bình hoạt động, một bình ở trạng thái dự phòng. Thiết kế theo nguyên tắc này đảm bảo thường xuyên bảo dưỡng/sửa chữa được bình chứa cũng như đảm bảo công tác thanh tra định kỳ bắt buộc mà không ảnh hưởng đến hoạt động liên tục của hệ thống. Các bình chứa khí ướt là các bình trụ chế tạo bằng thép cacbon.

Bình sấy

Quá trình sấy khí nén để tách hơi nước hoạt động theo nguyên lý sấy lạnh. Không khí nén sẽ được làm lạnh tới nhiệt độ nhất định (tùy thuộc vào yêu cầu tách ẩm ra khỏi khí nén). Mục đích tách hơi nước ra khỏi khí nén là tránh hiện tượng ngưng tụ hơi nước trên đường ống gây ăn mòn đường ống. Khi trong khí nén có chứa hơi nước, trong quá trình hoạt động nếu nhiệt độ môi trường xuống thấp cộng với tổn thất áp suất cục bộ, nhiệt độ khí nén giảm đột ngột dẫn đến hiện tượng ngưng tụ nước trong lòng ống. Nước ngưng tụ trong đường ống không chỉ làm ăn mòn thiết bị mà còn ảnh hưởng đến độ chính xác hoạt động của các thiết bị điều khiển bằng khí nén. Vì vậy, một trong những chỉ tiêu quan trọng của khí nén điều khiển là nhiệt độ điểm sương (Dew point), nhiệt độ này tùy thuộc vào điều kiện khí hậu nơi đặt nhà máy. Với các vùng ôn đới nhiệt độ điểm sương của khí nén yêu cầu tới -40°C , với vùng xích đạo và nhiệt đới, nhiệt độ điểm sương có thể được quy định cao hơn (từ -15°C đến $+5^{\circ}\text{C}$). Về nguyên tắc, nhiệt độ điểm sương của khí nén càng thấp thì càng tốt tuy nhiên chi phí đầu tư cho thiết bị sấy và chi phí vận hành càng cao, vì vậy cần hài hòa giữa chất lượng và hiệu quả kinh tế.

Để tách nước được hiệu quả, trước mỗi bình sấy người ta lắp đặt một bộ lọc tách dầu kéo theo nhằm tránh hiện tượng tạo nhũ tương trong bộ phận bẫy nước.

Bình sấy ngoài nhiệm vụ tách ẩm còn có nhiệm vụ tách các hạt rắn trong khí nén. Nhằm thực hiện nhiệm vụ này, sau mỗi bình sấy, một thiết bị lọc hạt rắn được lắp đặt để tách các hạt rắn và các cặn bẩn dạng rắn khác kéo theo dòng khí nén. Các hạt rắn có kích thước lớn hơn 3 μm sẽ bị loại ra khỏi khí nén.

Tổng lượng các chất rắn trong khí nén sau khi ra khỏi bình sấy không được phép vượt quá 0.1 g/m^3 . Thông thường, hệ thống sản xuất khí nén trong nhà máy lọc hóa dầu có hai bình sấy, mỗi bình được thiết kế 100% công suất. Các bình sấy này cũng hoạt động theo nguyên tắc một hoạt động và một ở chế độ dự phòng. Chất lượng khí nén đi ra khỏi bình sấy được kiểm tra bằng đầu phân tích nhiệt độ điểm sương nối với trung tâm điều khiển bằng hệ thống DCS.

Bình chứa khí nén khô

Khí nén sau khi được làm khô và làm sạch được đưa tới bình chứa khí khô. Bình chứa khí khô có nhiệm vụ bình ổn áp suất cung cấp cho các hộ tiêu thụ và dự trữ khí nén điều khiển trong trường hợp khẩn cấp (mất điện hoặc các máy nén gặp sự cố dừng hoạt động hoàn toàn). Tùy theo quan điểm về đảm bảo an toàn hoạt động mà thể tích bình chứa khí nén được xác định với công suất chứa đảm bảo để duy trì hoạt động các thiết bị các thiết bị sử dụng khí nén trong vòng 10 tới 20 phút.

Thông thường, hệ thống khí nén có hai bình chứa, mỗi bình chứa có dung tích đảm bảo 100% công suất ở điều kiện hoạt động bình thường. Nhờ vậy mà có thể sửa chữa hay thanh tra định kỳ một bình chứa mà hệ thống vẫn hoạt động bình thường.

3.1.2.2. Hệ thống phân phối

Khí nén từ bình chứa khí nén khô sẽ được phân phối tới các hộ tiêu thụ qua mạng lưới đường ống trong hàng rào Nhà máy. Khí nén có hai mục đích sử dụng: sử dụng cho thiết bị điều khiển và cho các mục đích sử dụng khác. Trong hai mục đích sử dụng này, khí nén điều khiển sẽ được ưu tiên hơn so khí nén công nghệ cho các mục đích sử dụng khác. Trong trường hợp tổng nhu cầu các loại khí nén trong nhà máy tại một thời điểm nào đó vượt quá khả năng đáp ứng của hệ thống khí nén thì hệ thống điều khiển tự động của nhà máy sẽ đóng van cấp khí nén cho mạng lưới khí nén công nghệ.

Hệ thống đường ống phân phối khí nén trong toàn nhà máy được thiết kế sao cho tổn thất áp suất tới vị trí xa nhất của hệ thống không vượt quá giá trị cho phép (thông thường giá trị tổn thất áp suất cho phép khoảng 10% áp suất đầu đẩy của máy nén).

- Áp suất cấp;
- Nhiệt độ;
- Lượng chất rắn lơ lửng.

Yêu cầu về nhiệt độ điểm sương của khí nén phụ thuộc chủ yếu vào điều kiện khí hậu tại vị trí xây dựng nhà máy (phụ thuộc vào nhiệt độ thấp nhất trong năm) và một phần phụ thuộc vào yêu cầu riêng của thiết bị điều khiển. Nhìn chung với các vùng có nhiệt độ trung bình trong mùa đông thấp thì nhiệt độ điểm sương của khí nén có thể yêu cầu tới -40°C , với vùng có nhiệt độ trung bình mùa đông cao hơn có thể yêu cầu nhiệt độ điểm sương cao hơn ($30\div 40^{\circ}\text{C}$ so với vùng ôn đới) tùy vào điều kiện và tiêu chuẩn thiết kế cụ thể.

Áp suất hoạt động của khí nén trong các nhà máy chế biến dầu khí thông thường quy định trong khoảng $7\div 8\text{Kg/cm}^2$. Nhiệt độ khí nén cho phép dao động trong khoảng $10\div 45^{\circ}\text{C}$.

b. Đảm bảo cung cấp khí nén liên tục

Khí nén có ý nghĩa quan trọng đối với hoạt động bình thường cũng như trong trường hợp khẩn cấp của nhà máy lọc hóa dầu vì vậy đảm bảo hoạt động liên tục của hệ thống là một trong những yêu cầu hàng đầu. Trong hoạt động bình thường nếu hệ thống khí nén gặp sự cố không cung cấp được khí nén đảm bảo chất lượng thì không thể thực hiện được nhiều quá trình điều khiển tự động dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng không lường hết được. Trong những tình huống khẩn cấp phải dừng nhà máy, nếu khí nén không đủ cung cấp thì không thể thực hiện được công việc ngừng nhà máy theo đúng yêu cầu an toàn phòng chống cháy nổ và dễ dẫn đến thảm họa. Do khi thiết kế hệ thống khí nén, số lượng máy nén khí đã được tính toán ở mức độ khó có thể xảy ra sự cố cùng một lúc tất cả các máy, vì vậy, nguy cơ ngừng hệ thống hoàn toàn do máy nén là khó xảy ra. Một trong những nguyên nhân tiềm tàng dẫn đến ngừng hệ thống cấp khí nén là mất điện toàn bộ nhà máy trong các trường hợp bất khả kháng, trong trường hợp này người ta đưa ra một số giải pháp khắc phục như sau:

Nguồn điện dự phòng

Trong nhà máy chế biến dầu khí, do đặc thù công nghệ phức tạp, nhiều tiềm năng gây cháy nổ vì vậy yêu cầu về an toàn vận hành và an toàn phòng chống cháy nổ được đặt lên hàng đầu. Một trong những biện pháp nâng cao an toàn vận hành và phòng chống cháy nổ là bố trí thêm nguồn điện dự phòng và một nguồn điện cho trường hợp khẩn cấp. Nguồn điện dự phòng để thay thế tức thời nguồn điện chính nếu nguồn điện chính bị mất nhằm đảm bảo nhà máy

hoạt động liên tục. Đối với một nhà máy chế biến dầu khí nếu phải ngừng hoạt động không chỉ gây thiệt hại lớn về kinh tế mà còn tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn trong quá trình ngừng máy móc thiết bị chính vì vậy việc đảm bảo nguồn điện cung cấp liên tục cho nhà máy là nhiệm vụ quan trọng.

Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp bất khả kháng (thiên tai) có thể xảy ra tình huống các nguồn điện cấp cho nhà máy kể cả nguồn dự phòng cũng bị mất thì cần phải có một nguồn điện (nguồn khẩn cấp) để cấp cho một số nhu cầu tối thiểu phục vụ cho việc ngừng nhà máy an toàn. Hệ thống khí nén là một trong những hệ tiêu thụ được tính toán được cấp điện trong trường hợp khẩn cấp. Trong trường hợp khẩn cấp xảy ra, để dừng nhà máy an toàn thì nguồn khí nén phải đảm bảo cho một số thiết bị an toàn vận hành trong khoảng 20-30 phút. Nếu các bình chứa không được thiết kế đủ thời gian dự phòng thì một máy nén phải được nối với nguồn điện khẩn cấp để cung cấp khí nén đáp ứng yêu cầu.

Trữ khí nén dự phòng

Một lựa chọn khác đảm bảo nguồn khí nén cung cấp cho nhà máy trong trường hợp khẩn cấp là dự trữ khí nén đủ cung cấp cho nhu cầu trong trường hợp xảy ra sự cố mất điện, hay sự cố nghiêm trọng phải dừng hoạt động toàn nhà máy. Nguồn khí nén dự trữ được chứa trong các bình chứa khí nén khô. Các bình chứa này được thiết kế có công suất chứa đủ để cung cấp cho nhu cầu sử dụng các thiết bị an toàn trong khoảng thời gian thích hợp.

3.1.2.4. Van điều khiển bằng khí nén

Các van điều khiển bằng khí nén là các hệ tiêu thụ khí nén chính trong nhà máy chế biến dầu khí. Chất lượng khí nén đòi hỏi cao cũng là do phải đáp ứng yêu cầu của các van điều khiển khí nén này.

a. Nguyên lý hoạt động van điều khiển khí nén

Nguyên lý hoạt động của van điều khiển khí nén rất đơn giản: Khí nén đưa vào một bên của màng áp suất tạo ra áp lực, tùy theo cân bằng giữa áp lực của khí nén và lực căng của lò so trong van mà trục van sẽ chuyển động tịnh tiến theo hướng đóng hay mở van để thực hiện quá trình điều khiển. Để điều khiển hoạt động của van, người ta điều khiển áp suất khí nén cấp vào phía trước màng áp suất. Dưới tác dụng của áp lực khí nén, trên màng áp suất và lực đàn hồi của lò so, cuống van sẽ di chuyển tới một vị trí nhất định. Mỗi một áp suất khí nén cấp vào van sẽ tương ứng với một vị trí của cuống van và nhờ đó điều tiết được dòng chảy theo ý muốn. Sơ đồ nguyên lý hoạt động và cấu tạo một van điều khiển khí nén điển hình được minh họa trong hình H-3.7. và H-3.8.