

# Thử tìm nguyên nhân

## CÁC VỤ NỔ CHAI CO<sub>2</sub> VÀ CÁC BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC

KS. PHẠM MINH THIÊM  
Công ty Khí Công nghiệp

Các vụ nổ chai CO<sub>2</sub> xảy ra trong mấy năm qua đã gây thiệt hại khá lớn về người và tài sản. Bài viết sau đây sẽ giúp chúng ta xác định nguyên nhân các vụ nổ và những biện pháp ngăn chặn những sự cố đáng tiếc có thể xảy ra trong việc sản xuất, sử dụng và bảo quản chai CO<sub>2</sub>.

### 1. Các quá trình xảy ra trong chai chứa CO<sub>2</sub> kín :

Trong chai CO<sub>2</sub> đóng kín xảy ra các quá trình nhiệt và thủy động rất phức tạp, làm thay đổi thành phần các pha lỏng và khí. Khi nhiệt độ môi trường tăng cao, áp suất trong chai cũng tăng lên theo một quy luật xác định có thể vượt quá giới hạn độ bền của vỏ chai. Sau đây chúng ta cùng xem xét quá trình vật lý xảy ra trong chai khi bị nhiệt độ môi trường làm nóng lên.

Để xác định lượng khí lỏng trong chai người ta đưa ra khái niệm hệ số nạp  $\varphi$ . Khác với hệ số nạp xi lanh của máy nén, hệ số nạp  $\varphi$  này được định nghĩa là tỷ lệ giữa khối lượng khí đã hoá hơi trên toàn bộ khối lượng chất khí chứa trong chai. Ở trong vùng 2 pha (giới hạn bởi đường cong trạng thái), áp suất và nhiệt độ của khí CO<sub>2</sub> không thay đổi (đường nhiệt độ T và áp suất P nằm ngang trên biểu đồ T - S). Với điểm B ở trên biểu đồ T - S của CO<sub>2</sub> (xem hình vẽ) ta có hệ số nạp tại điểm B như sau :

$$\varphi = \frac{\text{đoạn AB}}{\text{đoạn AO}}$$

như vậy chai CO<sub>2</sub> càng nạp đầy thì hệ số  $\varphi$  càng nhỏ.

Giả sử chai đã được nạp khí CO<sub>2</sub> lỏng ở nhiệt độ T<sub>0</sub> và áp suất P<sub>0</sub>. Tùy thuộc vào hệ số nạp  $\varphi$  mà ta có trạng thái CO<sub>2</sub> ở điểm ban đầu A (tương ứng với chai nạp đầy CO<sub>2</sub> lỏng  $\varphi = 0$ ; thể tích riêng  $v = v_1$ ); hoặc điểm B ( $\varphi = \varphi_2$ ;  $v = v_2$ ); hay điểm C ( $\varphi = \varphi_3$ ;  $v = v_3$ )... Vì chai đóng kín, thể tích không đổi nên quá trình tăng áp suất trong chai khi nhiệt độ CO<sub>2</sub> tăng theo nhiệt độ môi trường sẽ diễn ra theo đường đẳng tích  $v = \text{const}$  xác định theo phương trình:

$$v = (1 - \varphi)v' + \varphi.v'' \quad (1)$$

Trong đó :

$v'$  - thể tích riêng của CO<sub>2</sub> lỏng bão hoà ở áp suất P, m<sup>3</sup>/kg.

$v''$  - thể tích riêng của hơi CO<sub>2</sub> bão hoà ở áp suất P, m<sup>3</sup>/kg.

Nếu ở thời điểm ban đầu chai được nạp đầy lỏng (điểm A trên biểu đồ T - S,  $\varphi = 0$ ) thì khi chai bị nung nóng, áp suất trong chai tăng lên rất nhanh vì chất lỏng chịu nén kém.

Với điểm B trên biểu đồ T - S thì khi tăng nhiệt độ áp suất cũng tăng theo, quá trình diễn ra theo đường đẳng tích  $v_2$  (đường B - D) và khi P = P<sub>d</sub> (điểm D trên đường cong trạng thái) pha hơi biến mất, toàn bộ thể tích chai chứa đầy lỏng và áp suất bắt đầu tăng đột biến như ở điểm A.

Nếu hệ số nạp  $\varphi$  tương đối lớn (điểm C) thì khi nhiệt độ tăng, áp suất tăng và làm cho toàn bộ lỏng biến thành hơi theo đường thẳng tích  $v_3$  (C - E) và áp suất tăng lên không lớn...

Trên biểu đồ T - S với các hệ số nạp tương đối nhỏ thì khi nhiệt độ môi trường tăng lên, các quá trình diễn ra theo đường đẳng tích cắt đường cong trạng thái ở đoạn A - K, toàn bộ thể tích chai sẽ chứa đầy lỏng và áp suất trong chai bắt đầu tăng rất nhanh. Ngược lại, nếu  $\varphi$  lớn thì các đường đẳng tích sẽ cắt đường cong trạng thái ở đoạn K - O, toàn bộ thể tích sẽ chứa đầy hơi và áp suất tăng không đáng kể. Cùng với nhiệt độ cuối cùng T = T<sub>2</sub> ta được các áp suất cuối trong chai phụ thuộc vào hệ số  $\varphi$  (áp suất tăng được xác định bởi đường giao nhau giữa nhiệt độ T<sub>2</sub> và đường đẳng tích  $v$ ). Như vậy  $\varphi$  ảnh hưởng trực tiếp đến diễn biến và đặc tính của quá trình xảy ra trong chai CO<sub>2</sub>.

Trên thực tế để tiết kiệm được số vỏ chai CO<sub>2</sub> cần nạp, người ta vẫn nạp CO<sub>2</sub> lỏng mà đường đẳng tích cắt đường cong trạng thái ở đoạn K - A nhưng điểm giao nhau rất gần K.

### 2. Nhiệt độ nạp và giới hạn khối lượng CO<sub>2</sub> được nạp :

Nhiệt độ và áp suất "tới hạn" của CO<sub>2</sub> là 31°C và 74,96 atm. Ở trên áp suất và nhiệt độ đó thì giữa thể lỏng và khí không phân biệt được.



để nạp CO<sub>2</sub>. Một số cơ sở sản xuất trước khi đưa vào nạp CO<sub>2</sub>, chai không được kiểm định chất lượng; ngoài ra còn nạp cả những vỏ chai chứa Freon, chai móp méo, không đạt tiêu chuẩn... Theo phân tích ở trên thì tuy áp suất hoá lỏng thấp nhưng khi CO<sub>2</sub> lỏng bị nóng lên, hoá hơi thì áp suất tăng lên cao hơn nhiều so với khí Oxy, Nitơ. Đó cũng là nguyên nhân có thể gây ra nổ chai.

c. Chai chứa CO<sub>2</sub> bị ánh nắng chiếu vào hoặc gần các nguồn nhiệt khác; xe chở CO<sub>2</sub> không có mui bạt che, chạy đường dài cũng dễ bị tăng áp suất và gây nổ.

#### 4. Kết luận :

Để đảm bảo an toàn trong sản xuất, sử dụng và bảo quản các chai CO<sub>2</sub>, chúng ta cần lưu ý :

a. Chỉ nạp tối đa 25 kg CO<sub>2</sub> vào chai 40 lít, vì đối với lượng nạp này khi nhiệt độ tăng lên đến 50°C, áp suất trong chai chỉ tăng đến 140at.

b. Chỉ nạp những chai đã được kiểm định chất lượng và còn thời hạn lưu hành. Những chai lạ, không có lý lịch, chứa các chất khác, chai không đảm bảo chất lượng kỹ thuật... tuyệt đối không được đưa vào nạp CO<sub>2</sub>.

c. Van chai CO<sub>2</sub> nên có màng an toàn để phòng trường hợp tăng áp quá cao do chai bị nung nóng.

d. Bảo quản chai ở nơi râm mát, có mái che, không được để ánh nắng mặt trời chiếu thẳng vào chai. Khi vận chuyển CO<sub>2</sub> xe phải có mui bạt để che nắng.

### SUMMARY

On the basis of thermodynamic analyse in a close cylinder contained liquid Carbon Dioxide under atmospheric heating, the article try to find out the right reason of some resent explosion cylinders and gives some requests to producers and users in order to effectively prevent consequences that maybe occur during process of producing, using and storing the CO<sub>2</sub> cylinder product.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A.M Arkharob, Y.V Marphenhina, E.Y Miculin - Cryogenic system II - Moscow, 1989

2. V.V Geraximenco - Production of Carbon Dioxide in alcohol factory - Piseb publisher, Moscow 1980

3. Introduction of Carbon Dioxide - Linde AG, 1994

**N**hằm cung cấp cho đông đảo độc giả phổ thông những khái niệm cơ bản của nhiệt động học, môn khoa học cơ sở đã xây dựng nên chu trình của các máy nhiệt như máy lạnh, nhà máy nhiệt điện, động cơ đốt trong.v.v..., trong bài viết này chúng tôi giới thiệu một số thông số trạng thái khá trừu tượng là entropi và một học thuyết triết học sai lầm xuất phát từ nhiệt động học vào cuối thế kỷ trước là thuyết chết nhiệt.

#### I. Các khái niệm cơ bản :

Trước khi nói đến entropi và thuyết chết nhiệt chúng ta hãy làm quen một số khái niệm cơ bản của nhiệt động học như thông số trạng thái, quá trình nhiệt động và chu trình nhiệt động.

**Thông số trạng thái :** Người ta gọi các thông số trạng thái là các đại lượng vật lý đặc trưng cho trạng thái của một vật hay của một hệ. Nếu các thông số trạng thái có giá trị như nhau và không thay đổi theo thời gian trong một khối khí, hay nói tổng quát hơn trong một hệ, thì ta nói rằng khối khí đó hay hệ đó ở trạng thái cân bằng. Các thông số cơ bản của một hệ nói chung và của một chất khí hoặc chất lỏng nói riêng là áp suất p, [N/m<sup>2</sup>], nhiệt độ T, [°K] và thể tích riêng v, [m<sup>3</sup>/kg]. Biểu thức toán học liên hệ giữa 3 thông số này gọi là phương trình trạng thái. Như vậy trong 3 thông số cơ bản này chỉ có 2 thông số là độc lập đối với nhau, thông số còn lại có thể suy từ 2 thông số độc lập nhờ phương trình trạng thái. Ngoài 3 thông số cơ bản trên đây còn có nhiều thông số trạng thái khác, trong đó có entropi mà ta sẽ đề cập trong bài viết này.

**Quá trình nhiệt động :** Quá trình nhiệt động là quá trình biến đổi một chuỗi liên tiếp các trạng thái của hệ do trao đổi nhiệt hoặc công với môi trường. Nếu chuỗi các trạng thái này là chuỗi các trạng thái cân bằng thì quá trình này gọi là quá trình cân bằng. Hơn nữa, nếu hệ biến đổi từ trạng thái ban đầu A đến trạng thái cuối Z đi qua các trạng thái cân bằng B, C,... và khi biến đổi ngược lại từ trạng thái Z trở về trạng thái ban đầu A cũng qua đúng các trạng thái cân bằng trung gian..., C, B thì quá trình đó gọi là quá trình thuận nghịch. Mặt khác, nếu trong quá trình thuận nghịch hệ không tham gia trao đổi nhiệt với môi trường thì quá trình đó gọi là quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch.

**Chu trình nhiệt động :** Nhiều quá trình biến đổi từ một trạng thái ban đầu và sau đó lại quay về đúng trạng thái đó, hay nói cách khác là một quá trình khép kín gọi là một chu trình. Nếu tất cả các quá trình trong chu trình đều là quá trình thuận nghịch thì chu trình đó gọi là chu trình thuận nghịch. Các máy nhiệt thực hiện sự chuyển