

2.3. THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT CÓ MẬT ĐỘ BỀ MẶT TRAO ĐỔI NHIỆT CAO

2.3.1. Giới thiệu

Vấn đề tăng hiệu quả quá trình truyền nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt để đáp ứng được các yêu cầu thực tế về kỹ thuật, giảm được chi phí đầu tư, chi phí vận hành và có kích thước nhỏ gọn là một trong hướng nghiên cứu được các nhà nghiên cứu và các nhà chế tạo quan tâm. Những năm gần đây, các thiết bị trao đổi nhiệt có mật độ bề mặt trao đổi nhiệt cao (compact heat exchanger) với nhiều dạng kết cấu khác nhau được đưa vào sử dụng rộng rãi thay thế các thiết bị trao đổi nhiệt truyền thống (thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm) và đang phát huy được hiệu quả nhờ những ưu điểm nổi bật.

Thiết bị trao đổi nhiệt có mật độ bề mặt trao đổi nhiệt cao điển hình là các dạng: thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm (Plate Heat Exchanger), thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy ốc (Spiral Heat Exchanger), thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm vỏ (Plate and Shell), thiết bị trao đổi nhiệt Packinox và các dạng thiết bị đặc biệt khác. Các dạng thiết bị này sẽ được trình bày trong các mục dưới đây.

2.3.2. Các dạng thiết bị trao đổi nhiệt có mật độ bề mặt trao đổi nhiệt cao

Thiết bị trao đổi nhiệt có mật độ bề mặt trao đổi nhiệt cao được chia thành nhiều dạng có cấu tạo nguyên lý hoạt động khác nhau. Dưới đây trình bày các dạng cơ bản đang được sử dụng phổ biến hiện nay.

2.3.2.1. Thiết trao đổi nhiệt kiểu khung bản

a. Giới thiệu

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản hiện nay được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và đứng thứ hai về thị phần thiết bị trao đổi nhiệt nói chung. Tuy nhiên, trong công nghiệp chế biến dầu khí dạng thiết bị này cũng được sử dụng tương đối khiêm tốn do một số đặc điểm về cấu tạo. Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản nhìn bên ngoài có kết cấu như là một máy lọc ép khung bản, bao gồm nhiều bản mỏng có dập gân nổi được ép sát vào nhau, giữa các tấm trao đổi nhiệt hình thành không gian để các lưu thể chảy qua. Các lưu thể thường được bố trí chảy ngược chiều nhau để tăng hiệu quả quá trình truyền nhiệt. Nhờ kết cấu này mà thiết bị có bề mặt trao đổi nhiệt tương đối lớn khi có cùng kích thước với thiết bị trao đổi nhiệt truyền thống. Ưu điểm của thiết bị trao đổi nhiệt tấm bản là không giống với các dạng thiết bị trao đổi nhiệt truyền thống và các dạng thiết bị trao đổi nhiệt khác, thiết bị dạng này có thể cho phép tăng bề mặt truyền nhiệt thiết bị một cách dễ dàng trong quá trình sử dụng mà không cần phải sửa chữa nâng cấp. Một trong ứng dụng của thiết bị trao đổi nhiệt khung bản trong thực tế được minh họa trong hình H-2.11.



Hình H-2.11. Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản

b. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

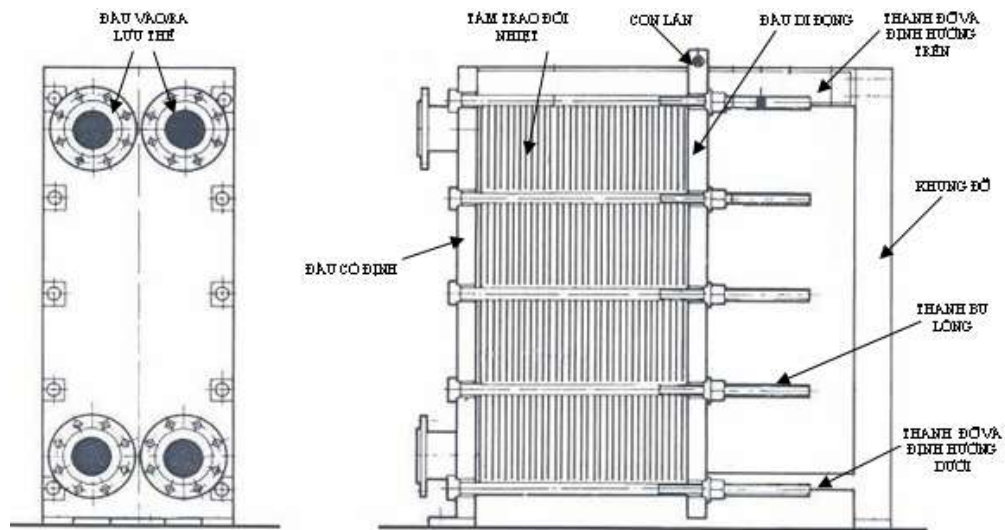
Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản về cơ bản có thể chia thành hai phần chính:

- Phần khung;
- Phần bề mặt trao đổi nhiệt.

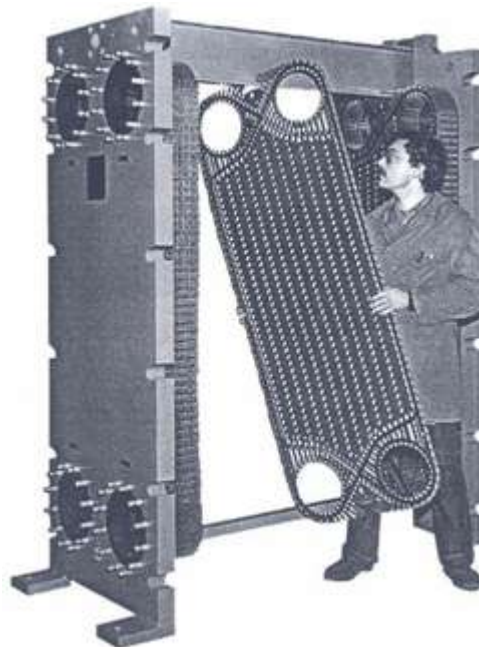
Sơ đồ cấu tạo chung của thiết bị được trình bày trong hình vẽ H-2.12A và minh họa qua hình ảnh trong hình H-2.12B.

Phần khung

Phần khung thiết bị có nhiệm vụ nâng đỡ toàn bộ các tấm trao đổi nhiệt, lượng chất lỏng chứa trong thiết bị, tạo ra kết cấu để định vị và ép chặt các tấm trao đổi nhiệt vào nhau thành một khối các tấm trao đổi nhiệt vững chắc không cho các lưu thể rò rỉ ra bên ngoài. Khung thiết bị bao gồm các chi tiết chính sau: đầu cố định, đầu di động, khung đỡ, các thanh đỡ và định vị tấm trao đổi nhiệt phía dưới và phía trên, các thanh bu lông để xiết chặt các tấm trao đổi nhiệt áp sát vào nhau.



Hình h-2.12a Sơ đồ cấu tạo thiết bị trao đổi nhiệt khung bản

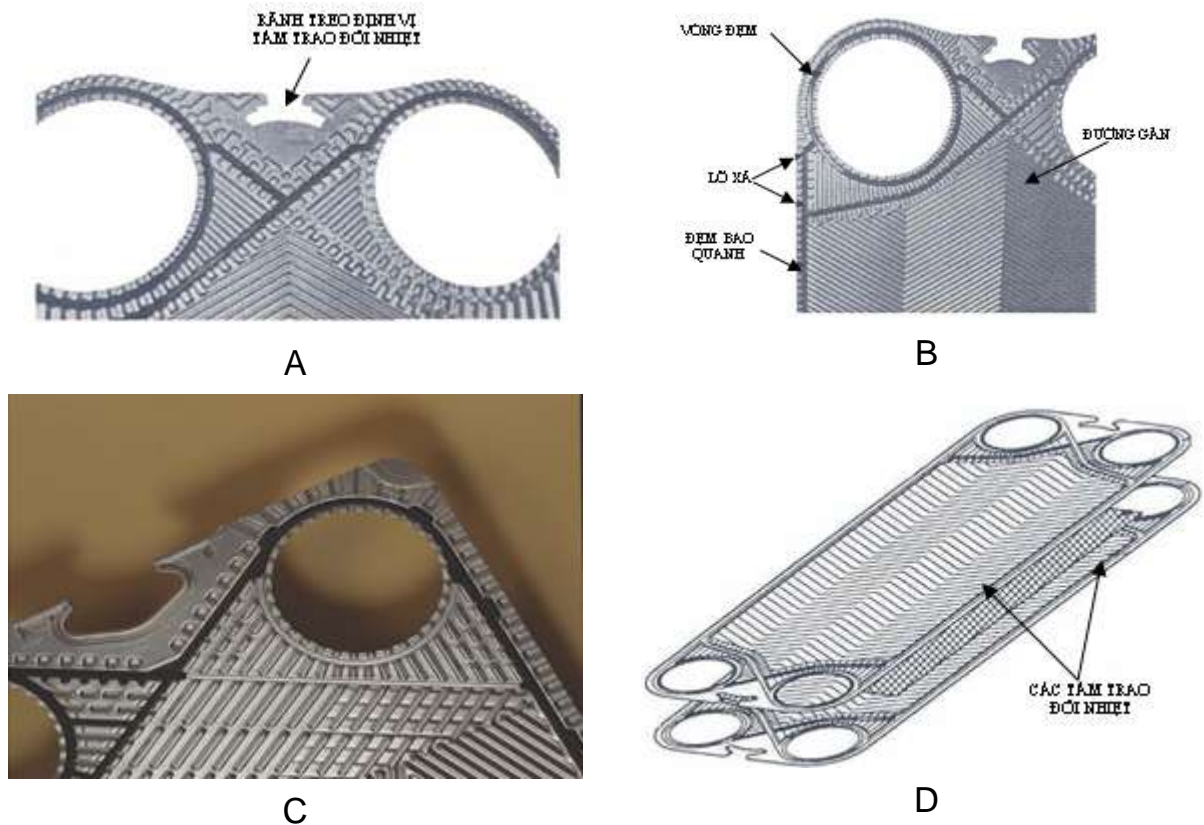


Hình H-2.12B-Ảnh minh họa cấu tạo thiết bị trao đổi nhiệt khung bản

Phần bề mặt trao đổi nhiệt

Bề mặt trao đổi nhiệt bao gồm nhiều tấm kim loại mỏng được dập gân xếp liền nhau. Chiều của các gân dập trên các tấm trao đổi nhiệt không có hướng

đồng nhất để tránh tạo ra các vùng chết và hạn chế tối đa hiện tượng đóng cặn. Các tấm kim loại dập gân này cấu thành một tấm trao đổi nhiệt. Các tấm trao đổi nhiệt được ghép lại với nhau tạo thành không gian rỗng giữa hai tấm. Lưu thể đi trong các khe hẹp này và quá trình truyền nhiệt xảy ra qua bề mặt các tấm trao đổi nhiệt này. Để các lưu thể không trộn lẫn vào nhau và rò rỉ ra môi trường giữa hai tấm trao đổi nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản có một vòng đệm bít kín. Cấu tạo của tấm trao đổi nhiệt được mô tả trong hình H-2.13 A, B, C, D.



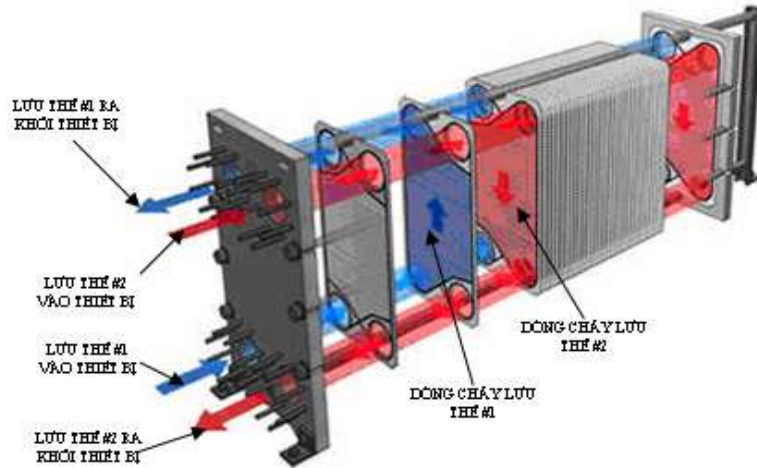
Hình H-2.13- Cấu tạo tấm trao đổi nhiệt

Các tấm trao đổi nhiệt được kẹp chặt lại với nhau thành một khối nhờ một bản di động (đầu di động), tấm cố định (đầu cố định) và các thanh bu –lông. Toàn bộ khối các tấm trao đổi nhiệt được treo trên thanh đỡ và định vị của phần khung thiết bị.

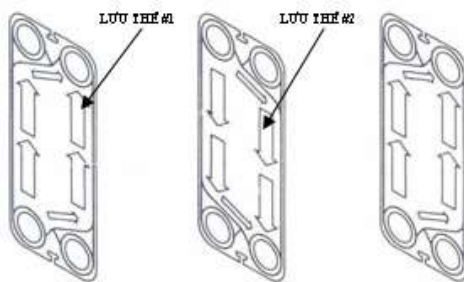
Nguyên lý hoạt động

Nguyên tắc hoạt động của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản là tạo ra các dòng chảy của các lưu thể ngược chiều nhau trong trên bề mặt của các tấm trao đổi nhiệt để tăng cường quá trình truyền nhiệt. Các tấm trao đổi nhiệt khi ép chặt vào nhau hình thành các khe hẹp để cho các lưu thể đi xen kẽ nhau. Trong một thiết bị trao đổi nhiệt có thể bố trí một dòng chảy đơn (hướng chảy của một lưu thể trong thiết bị khi đi qua các tấm chỉ theo một hướng – xem hình

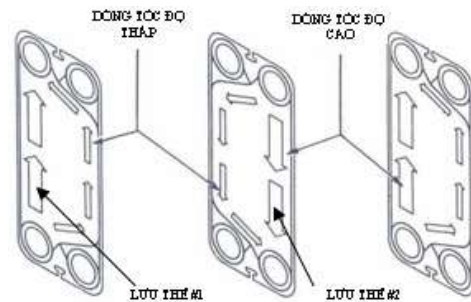
H-2.16 A) hoặc dòng chảy kép (dòng chảy của lưu thể trong thiết bị có thể phân thành nhiều hướng-xem hình H-2.16 B). Theo mỗi hướng chảy của một lưu thể lại bao gồm nhiều dòng song song nhau. Sơ đồ nguyên lý hoạt động chung của thiết bị trao đổi nhiệt và dòng chảy của các lưu thể trong thiết bị trao đổi nhiệt dạng khung bản được minh họa trong các hình vẽ H-2.14, H-2.15 và H-2.16.



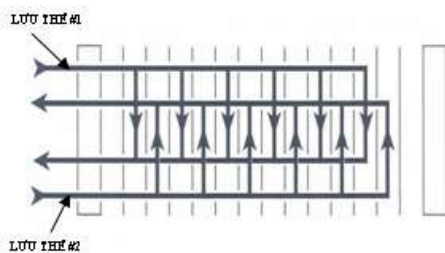
Hình H-2.14. Sơ đồ nguyên lý hoạt động tổng quát của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản



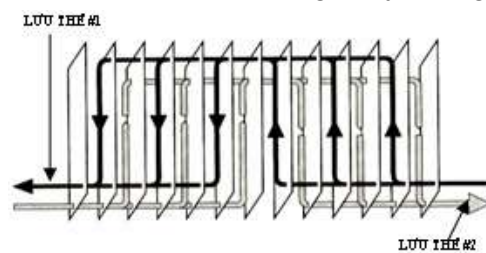
Hình H-2.15A. Sơ đồ dòng chảy trên tấm trao đổi nhiệt (dòng chảy đều)



Hình H-2.15B. Sơ đồ dòng chảy trên tấm trao đổi nhiệt (dòng chảy không đều)



Hình H-2.16A Sơ đồ bố trí dòng chảy trong thiết bị (dòng chảy đơn)



Hình H-2.16B. Sơ đồ bố trí dòng chảy trong thiết bị (dòng chảy kép)

Dòng chảy của các lưu thể trên bề mặt tấm trao đổi nhiệt có thể được phân bố đồng đều (hình H-2.15A) hoặc cũng có thể được phân bố không đều nhau (hình H-2.15B) tùy thuộc vào khả năng đóng cặn của các lưu thể.

c. Phạm vi áp dụng

Ứng dụng

Thiết bị trao đổi nhiệt khung bản có khoảng ứng dụng rộng rãi đặc biệt là quá trình gia nhiệt và làm mát như:

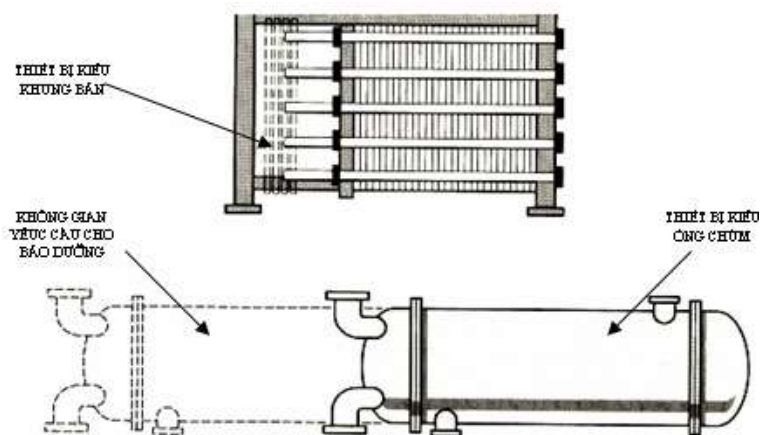
- Quá trình trao đổi nhiệt pha lỏng- lỏng
- Quá trình ngưng tụ;
- Quá trình bay hơi.

Trong công nghiệp chế biến dầu khí thiết bị này được sử dụng làm mát sản phẩm Kerosene, Isoparaffin,...

Điều kiện hoạt động

Giới hạn điều kiện hoạt động của thiết bị trao đổi nhiệt khung bản có sự khác biệt đôi chút giữa các nhà chế tạo. Tuy nhiên thông thường nhiệt độ vận hành thiết bị trong khoảng -35°C đến $+200^{\circ}\text{C}$. Áp suất hoạt động có thể đạt tới $14\text{Kg}/\text{cm}^2$ (trong điều kiện thử áp tới $40\text{Kg}/\text{cm}^2$). Diện tích trao đổi nhiệt của một tấm dao động trong khoảng $0,02\text{ m}^2$ đến $4,45\text{ m}^2$. Lưu lượng của lưu thể có thể đạt tới $3500\text{ m}^3/\text{giờ}$ đối với thiết bị tiêu chuẩn và có thể đạt tới $5000\text{ m}^3/\text{giờ}$ cho thiết bị có hai cửa dẫn lưu thể vào (cho 1 lưu thể).

d. So sánh với thiết bị trao đổi nhiệt truyền thống



Hình H-2.17. So sánh kích thước thiết bị

So với thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm có cùng công suất truyền nhiệt, thiết bị trao đổi nhiệt dạng khung bản có kích thước nhỏ gọn hơn. Ví dụ, với cùng một công suất trao đổi nhiệt, thiết bị tấm bản cần bề mặt trao đổi nhiệt là 200 m^2 với kích thước dài x rộng x cao tương ứng là $3\text{ m} \times 1\text{ m} \times 2\text{ m}$ thì thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm cần một diện tích trao đổi nhiệt tương ứng là 600 m^2 với chiều dài của vỏ là 5 m đường kính $1,8\text{ m}$ cộng thêm một khoảng không gian cần thiết cho di chuyển chùm ống khi bảo dưỡng thiết bị. Hình H-2.17 minh họa cho ưu việt về mặt kích thước của thiết bị khung bản. so thiết bị kiểu ống chùm.

Ngoài ưu điểm về kích thước nhỏ gọn, thiết bị trao đổi nhiệt khung bản còn có ưu điểm là có khối lượng nhỏ hơn, tổn thất áp suất dòng chảy qua thiết bị cũng thấp hơn so với thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm. Thiết bị trao đổi nhiệt khung bản còn có khả năng thay đổi diện tích trao đổi nhiệt nhanh chóng bằng cách thay đổi số lượng tấm trao đổi nhiệt.

Tuy nhiên, so với thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm, thiết bị trao đổi nhiệt khung bản có nhược điểm là khoảng áp suất làm việc không cao do bít kín bằng đệm. Do bít kín bằng đệm nên không thích hợp với một số lưu thể.

2.3.2.2 Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm bản hàn kín

a. Giới thiệu

Như đã trình bày ở trên, thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản có nhiều ưu điểm, song nhược điểm lớn nhất của thiết bị này là sử dụng vòng đệm bít kín giữa các tấm trao đổi nhiệt dẫn đến phạm vi sử dụng của thiết bị bị thu hẹp một phần (không sử dụng trong điều kiện áp suất, nhiệt độ cao, môi trường có thể ăn mòn vòng đệm). Vấn đề vòng đệm ở một chừng mực nào đó cũng là một khâu yếu của thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm và thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc. Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm bản hàn kín ra đời nhằm khắc phục nhược điểm này của các loại thiết bị trao đổi nhiệt thông dụng có sử dụng vòng đệm bít kín trong khi vẫn giữ được ưu điểm của các dạng thiết bị này. Kết cấu lắp ghép của dạng thiết bị này hoàn toàn sử dụng bu lông cho phép nhanh chóng tháo, lắp thiết bị để bảo dưỡng, sửa chữa và kiểm tra. Do có nhiều ưu điểm, thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm bản hàn kín được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp chế biến dầu khí. Hình dạng của một thiết bị trao đổi nhiệt tấm bản hàn kín điển hình như trong hình H-2.18.



Hình-H2.18 – Hình dạng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm bản hàn kín

b. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Về nguyên tắc, quá trình trao đổi nhiệt trong thiết bị kiểu tấm bản hàn vẫn được thực hiện qua các tấm kim loại mỏng dập gân nổi như dạng khung bản. Tuy nhiên, điểm khác biệt lớn nhất là các tấm trao đổi nhiệt trong thiết bị này