

mỏng" là dòng chảy đơn không phân ngăn, dòng chảy trong "ống" được chia thành nhiều ngăn nhờ tấm phân dòng. Nhờ tấm phân dòng, trong thiết bị dòng chảy trong "ống" di chuyển ríc rắc theo chiều ngược với chiều chuyển động của dòng trong "bản mỏng" (xem hình H-2.26). Nhờ có kết cấu đặc biệt và dòng chuyển động các lưu thể cắt chéo nhau nhiều lần hiệu quả trao đổi nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt dạng hàn Bavex đạt được rất cao.

c. Phạm vi áp dụng

Ứng dụng

Thiết bị trao đổi nhiệt dạng hàn kết hợp kiểu bản và ống được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp nói chung cũng như trong công nghiệp chế biến nói riêng. Các lĩnh vực chủ yếu được sử dụng là:

- Tận dụng nguồn nhiệt thải;
- Thiết bị siêu lạnh (trong sản xuất ni-tơ lỏng, bảo quản khí hóa lỏng);
- Các lưu thể trao đổi nhiệt có tính ăn mòn cao;
- Thiết bị làm mát nước tuần hoàn bằng nước biển (rất quan trọng đối với các Nhà máy lọc hóa dầu đặt cạnh biển).

Chế độ hoạt động

Tùy thuộc vào kim loại chế tạo tấm trao đổi nhiệt mà thiết bị trao đổi nhiệt dạng hàn kết hợp kiểu bản và ống có thể hoạt động ở điều kiện nhiệt độ từ -200⁰C tới +900⁰C. Áp suất hoạt động dòng chảy phía khe hẹp có thể đạt tới 60Kg/cm² tùy thuộc vào tính chất vật liệu, bề dày và kiểu định hình của tấm trao đổi nhiệt.

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

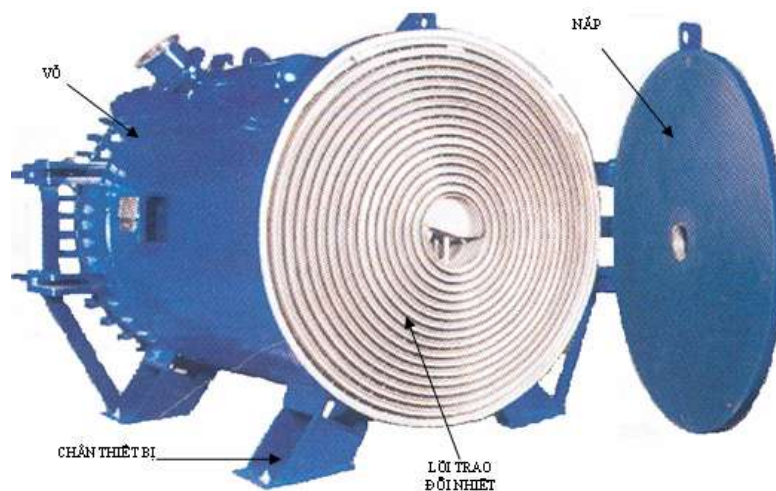
Thiết bị trao đổi nhiệt dạng hàn kết hợp kiểu bản và ống có kích thước nhỏ gọn chỉ bằng khoảng 40% thể tích của thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm có tính năng trao đổi nhiệt tương đương. Hệ số trao đổi nhiệt giữa hai lưu thể ở dạng lỏng-lỏng có thể đạt tới 5000 W/m²°C.

2.3.2.5. Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc

a. Giới thiệu

Thiết kế của thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc đạt được những điều kiện lý tưởng cho một quá trình trao đổi nhiệt nhờ đạt được tính chất dòng chảy tương đối đồng nhất cho tất cả các lưu thể tham gia trao đổi nhiệt trong thiết bị. Thiết kế, chế tạo thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc truyền thống tương đối đơn giản, phần trao đổi nhiệt được quấn từ hai tấm kim loại xung quanh một lõi để hình thành hai kênh có hình xoắn ốc xung quanh tâm thiết bị. Các kênh dẫn lưu thể thường được hàn kín để tránh trộn lẫn hai lưu thể tham gia trao đổi nhiệt. Chế

độ hoạt động của thiết bị được tối ưu hoá bằng cách thay đổi bề rộng của kênh dẫn lưu thể. Bề rộng của kênh dẫn lưu thể trong khoảng 5mm đến 30mm. Thông thường, thiết bị trao đổi nhiệt này được thiết kế với một nắp đậy được bít kín bằng vòng đệm, nhờ nắp này có thể mở thiết bị để dàng phục vụ cho vệ sinh, bảo dưỡng thiết bị. Một trong dạng thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc được minh họa ở hình H-2.28.



Hình H-2.28-Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc

b. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc hoạt động theo nguyên lý trao đổi nhiệt ngược dòng. Hai lưu thể tham gia trao đổi nhiệt được bố trí chuyển động ngược chiều nhau trong các kênh hình xoáy tròn ốc. Trong đó, một lưu thể chuyển động từ phía tâm thiết bị ra phía ngoài còn lưu thể khác chuyển động từ phía ngoài vào tâm thiết bị rồi đi ra khỏi thiết bị ở nắp hay đáy thiết bị tùy thuộc vào kết cấu cụ thể.

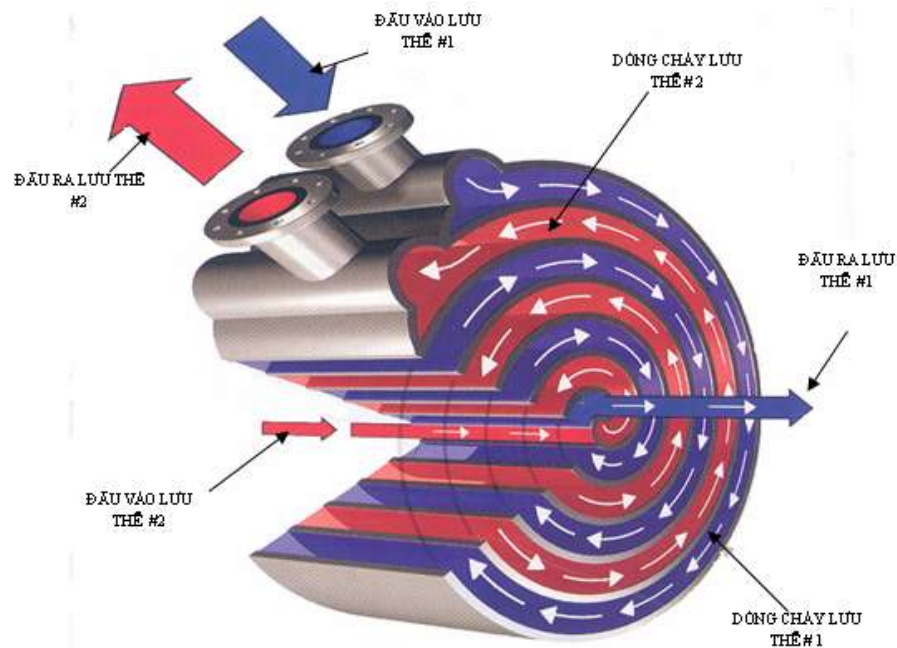
Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc có khả năng tự làm sạch. Với kết cấu kênh dẫn lưu thể xoắn, cong đều làm cho xu thế đóng cặn trên thành trao đổi nhiệt rất thấp. Bất kỳ vị trí nào trên kênh dẫn nếu xuất hiện hiện tượng đóng cặn cục bộ sẽ dẫn đến tiết diện của kênh giảm đi và do đó tốc độ của lưu thể qua tiết diện này tăng lên. Khi tốc độ dòng chảy tăng lên sẽ tự cào sạch lớp cặn đóng trên thành kênh dẫn. Khả năng tự làm sạch cho phép giảm được chi phí vận hành thiết bị, đặc biệt khi thiết bị được lắp đặt theo phương nằm ngang. Nguyên lý hoạt động của thiết bị trao đổi nhiệt được mô tả trong hình vẽ H-2.29.

Cấu tạo chung thiết bị

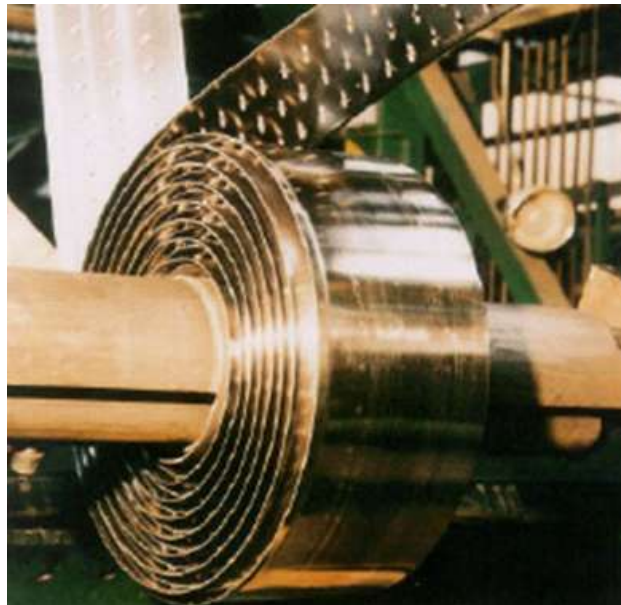
Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc bao gồm các phần chính sau:

- Phần lõi trao đổi nhiệt;

- Thân thiết bị.



Hình H-2.29-Sơ đồ nguyên lý hoạt động thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc



Hình H-2.30 Cấu tạo lõi đổi nhiệt

Cấu tạo lõi trao đổi nhiệt

Lõi trao đổi nhiệt của thiết bị dạng xoáy lốc được quấn từ hai tấm kim loại mỏng phẳng, các kim loại này phải có khả năng gia công nguội và có thể hàn được như thép các bon, thép không gỉ, titanium và thép hợp kim trong trường hợp thiết bị làm việc trong môi trường có tính ăn mòn cao (xem hình H-2.30).

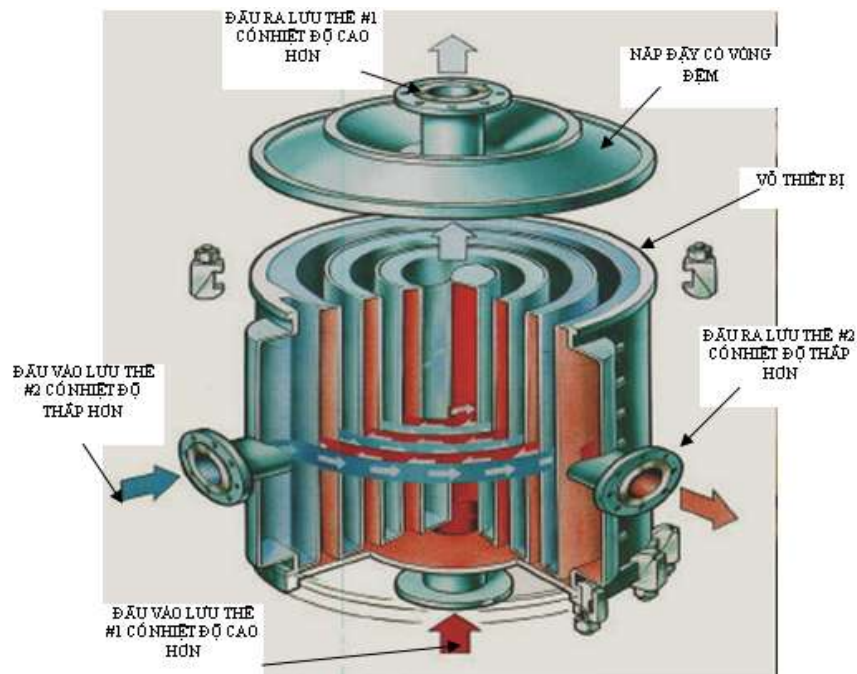
Thân thiết bị

Thân thiết bị trao đổi nhiệt gồm có: Vỏ chứa lõi trao đổi nhiệt, nắp đậy và chân đỡ thiết bị. Các phần trên chỉ là cấu tạo chung của một thiết bị trao đổi

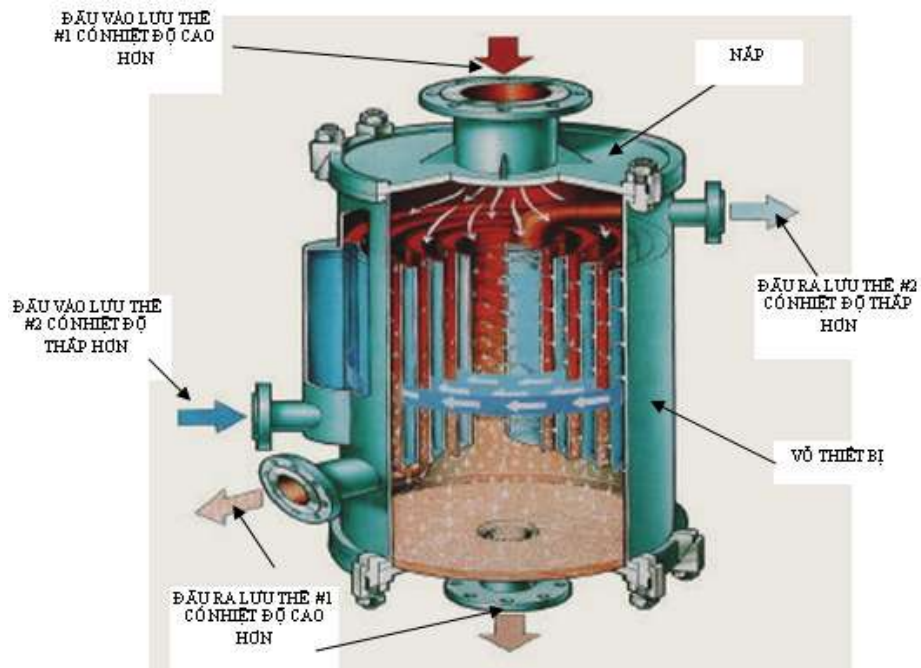
hiệu kiểu xoáy lốc. Song trong thực tế, tùy theo ứng dụng cụ thể mà cấu hình của thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc có thể khác nhau đôi chút. Các mục dưới đây sẽ trình bày cấu hình của một số dạng thiết bị xoáy lốc cơ bản đang được sử dụng trong thực tế.

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc có một số dạng cấu hình điển hình sau:
Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc có dòng chảy của các lưu thể ngược chiều

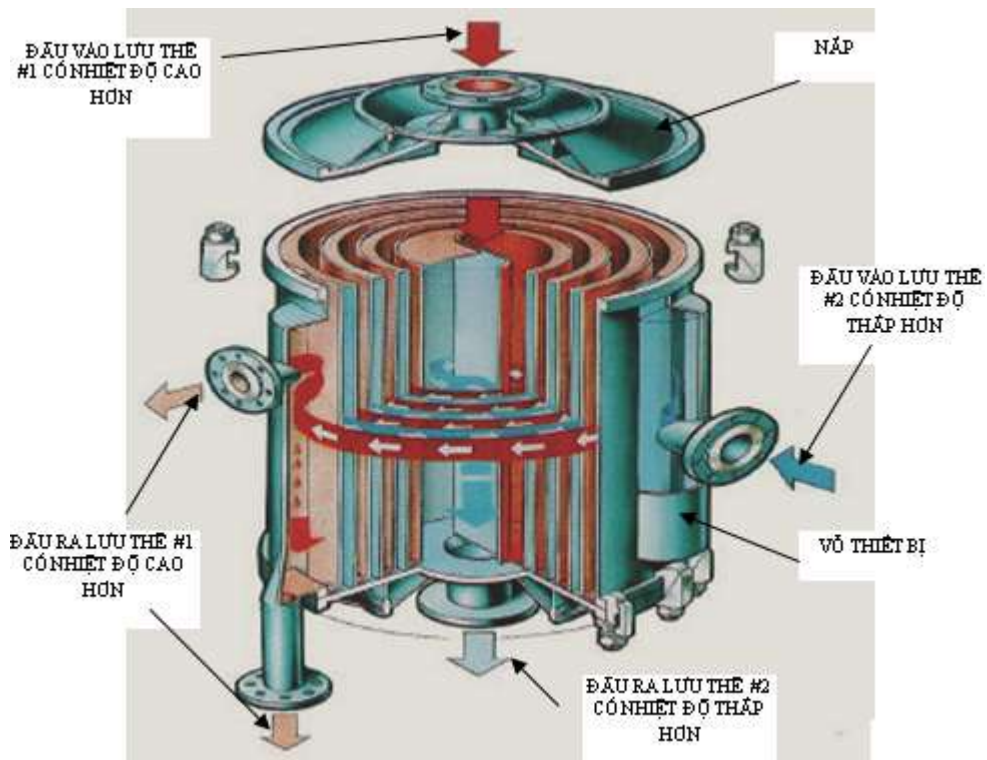
Trong thiết bị dạng này, lưu thể có nhiệt độ cao hơn sẽ được đưa vào ống tâm thiết bị rồi chảy ngược ra phía ngoài theo rãnh xoắn ốc, còn lưu thể có nhiệt độ thấp hơn được đưa vào từ phía vỏ ngoài của thiết bị rồi chảy theo rãnh xoắn ốc vào ống tâm thiết bị và đi ra ngoài. Cấu tạo của dạng thiết bị này được mô tả chi tiết trong hình H-2.31.



Hình H-2.31- Cấu tạo thiết bị xoáy lốc dòng chảy hai lưu thể hoàn toàn ngược chiều



Hình H-2.32- Cấu tạo thiết bị xoáy lốc với hai lưu thể chảy chéo dòng



Hình H-2.33- Cấu tạo thiết bị xoáy lốc dòng chảy hỗn hợp

Để tránh rò rỉ lưu thể giữa các vòng xoắn ốc và hiện tượng "ngắn mạch" dòng chảy, nắp của thiết bị có vòng đệm bít kín.

Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc với hai lưu thể chảy chéo dòng

Trong thiết bị trao đổi nhiệt dạng này, một lưu thể chuyển động trong các kênh hở theo hướng song song với trục của lõi trao đổi nhiệt (thường là theo phương thẳng đứng). Lưu thể khác thì chuyển động trong kênh kín theo chiều

xoắn ốc từ phía ngoài vỏ thiết bị vào ống trung tâm thiết bị rồi đưa ra ngoài ở cạnh bên của vỏ thiết bị.

Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc dạng này được sử dụng cho quá trình bay hơi hoặc ngưng tụ. Sơ đồ nguyên lý hoạt động và cấu tạo của thiết bị này được mô tả trong hình H-2.32.

Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc với dòng chảy hỗn hợp

Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc dạng này được thiết kế cho các lưu thể là hỗn hợp của lỏng-hơi hoặc lỏng-khí. Trong thiết bị trao đổi nhiệt dạng này, dòng lưu thể có nhiệt độ cao hơn được đưa vào ở nắp trên của thiết bị rồi chảy chéo dòng qua thiết bị trao đổi nhiệt (tổng hợp hai chuyển động xoáy quanh tâm và chuyển động dọc trục) rồi đi ra khỏi thiết bị ở phía cạnh bên. Lưu thể khác có nhiệt độ thấp hơn thì chuyển động trong kênh kín theo chiều xoắn ốc từ phía ngoài vỏ thiết bị vào ống trung tâm thiết bị rồi đưa ra ngoài thiết bị ở phía đáy. Do kiểu dòng chảy phối hợp theo cả hai phương dọc trục và tiếp tuyến vì vậy được gọi là thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc với dòng chảy hỗn hợp. Sơ đồ nguyên lý hoạt động và cấu tạo của thiết bị này được minh họa trong hình H-2.33.

c. Phạm vi áp dụng

Ứng dụng

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc không chỉ giới hạn sử dụng để thực hiện quá trình trao đổi nhiệt hai lưu thể lỏng-lỏng mà còn được thiết kế cho cả quá trình trao đổi nhiệt khác pha như lỏng-hơi hoặc lỏng-khí.

Kiểu thiết kế của thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc thích hợp cho các lưu thể có khuynh hướng dễ bị đóng cặn hoặc có lẫn các hạt rắn bên trong lưu thể (dạng huyền phù). Trong công nghiệp chế biến dầu khí thiết bị trao đổi nhiệt thường được sử dụng để tận dụng nhiệt của các dòng khí thải, trong quá trình sản xuất PVC, trong các phân xưởng xử lý nước thải để kiểm soát nhiệt độ nước thải.

Chế độ hoạt động

Thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc thông thường có thể hoạt động ở nhiệt độ tới 400⁰C (giới hạn bởi khả năng vật liệu vòng đệm bít kín ở nắp đáy thiết bị), trong một số thiết kế đặc biệt (không sử dụng vòng đệm), thiết bị có thể hoạt động ở nhiệt độ tới 850⁰C. Các thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc cơ bản được thiết kế hoạt động ở điều kiện áp suất tới 15Kg/cm², trong một số trường hợp đặc biệt, thiết bị có thể được thiết kế để hoạt động dưới áp suất tới 30Kg/cm².

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

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu xoáy lốc có nhiều ưu điểm so với thiết bị trao đổi nhiệt truyền thống kiểu ống chùm:

- Chế độ dòng chảy tối ưu ở cả hai phía của bề mặt trao đổi nhiệt;
- Phân bố vận tốc trong kênh đồng đều không có vùng chết;
- Phân bố nhiệt độ đồng đều không có điểm quá nóng hoặc quá lạnh;
- Hiệu quả trao đổi nhiệt cao với hệ số truyền nhiệt cao hơn;
- Thời gian và thể tích lưu thiết bị thấp;
- Nhờ kết cấu nắp đậy, có thể dễ dàng mở thiết bị để kiểm tra, vệ sinh và bảo dưỡng.

Tuy nhiên, so với thiết bị trao đổi nhiệt kiểu khung bản cùng công suất thì thiết bị trao đổi nhiệt xoáy lốc yêu cầu diện tích trao đổi nhiệt lớn hơn, nhưng so với thiết bị ống chùm thì diện tích trao đổi nhiệt thấp hơn. Ví dụ, với cùng một công suất như nhau, thiết bị xoáy lốc cần 90 m^2 diện tích bề mặt trao đổi nhiệt thì thiết bị trao đổi nhiệt khung bản chỉ cần 60 m^2 trong khi thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm cần tới 125 m^2 .

2.3.2.6. Thiết bị trao đổi nhiệt phối hợp kiểu tấm bản và ống chùm (Plate and Shell Heat Exchanger)

a. Giới thiệu



Hình H-2.34 Thiết bị trao đổi nhiệt phối hợp tấm bản và ống chùm

Thiết bị trao đổi nhiệt phối hợp kiểu tấm bản và ống chùm kết hợp được những ưu điểm của cả hai dạng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm bản và kiểu ống chùm trong khi vẫn giữ được hình dáng bên ngoài của thiết bị trao đổi nhiệt ở chừng mực nào đó giống như thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm. Thiết bị trao đổi nhiệt dạng này bao gồm một vỏ hình trụ bên trong lắp các tấm trao đổi nhiệt được hàn kín với nhau từng đôi một. Hình dạng của thiết bị trao đổi nhiệt phối hợp kiểu tấm bản và ống chùm được minh họa trong hình H-2.34.