

THU HỒI NHIỆT THẢI

1. GIỚI THIỆU	1
2. CÁC LOẠI THIẾT BỊ THU HỒI NHIỆT THẢI.....	1
3. ĐÁNH GIÁ THU HỒI NHIỆT	12
4. GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ.....	15
5. BẢNG DANH SÁCH GIẢI PHÁP.....	15
6. BẢNG TÍNH.....	16
7. TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	18

1. GIỚI THIỆU

Phần này mô tả một cách khái quát những vấn đề cơ bản về thu hồi nhiệt thải.

Nhiệt thải là nhiệt phát sinh trong quá trình đốt cháy nhiên liệu hoặc phản ứng hoá học và được thải ra ngoài môi trường, chúng không được tái sử dụng một cách hữu ích cho các mục đích kinh tế. Vấn đề chính mà chúng ta cần quan tâm là “giá trị” chứ không phải khối lượng nhiệt thải. Cơ chế để thu hồi nhiệt thải này phụ thuộc vào nhiệt độ của khí thải và chỉ tiêu kinh tế.

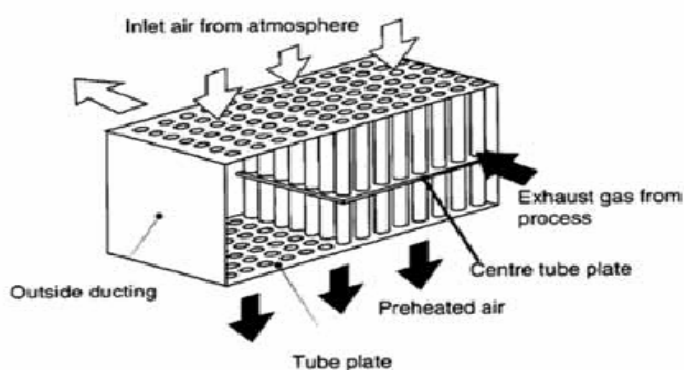
Hoạt động của các lò hơi, lò nung và lò luyện thường phát sinh ra một lượng lớn khí thải rất nóng. Nếu một phần nhiệt thải này được thu hồi thì chúng ta có thể tiết kiệm được một lượng nhiên liệu đáng kể. Chúng ta không thể thu hồi được toàn bộ nhưng có thể thu hồi được phần lớn năng lượng trong khí thải. Trong chương này sẽ giới thiệu các biện pháp giảm thiểu các tổn thất năng lượng.

2. CÁC LOẠI THIẾT BỊ THU HỒI NHIỆT THẢI

Phần này mô tả các thiết bị được sử dụng để thu hồi nhiệt thải và cho các ứng dụng khác.

2.1 Thiết bị thu hồi nhiệt

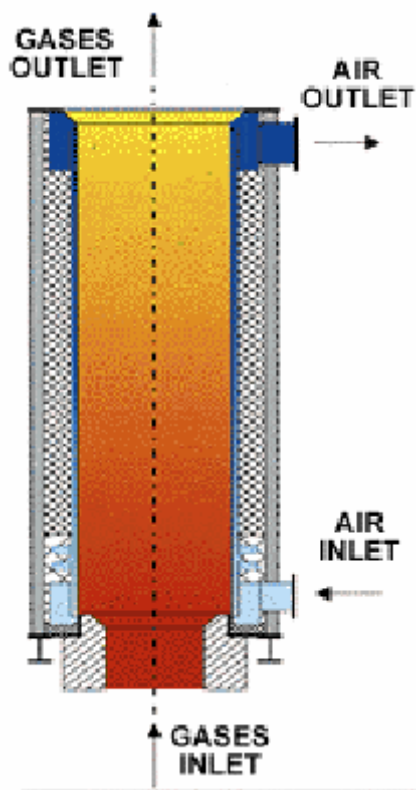
Trong thiết bị thu hồi nhiệt, quá trình trao đổi nhiệt diễn ra giữa khí thải và không khí qua các tấm kim loại hoặc gốm. Không khí cho quá trình cháy đi trong ống sẽ được gia nhiệt khi tiếp xúc với khí thải nóng đi bên ngoài ống. Thiết bị thu hồi nhiệt từ khí thải được mô tả trong hình 1.



Hình 1. Thiết bị thu hồi nhiệt (SEAV, 2004)

2.1.1 Thiết bị thu hồi nhiệt bức xạ kim loại

Thiết bị thu hồi nhiệt đơn giản nhất là thiết bị thu hồi nhiệt bức xạ bao gồm hai ống kim loại đồng tâm như trên hình 2.



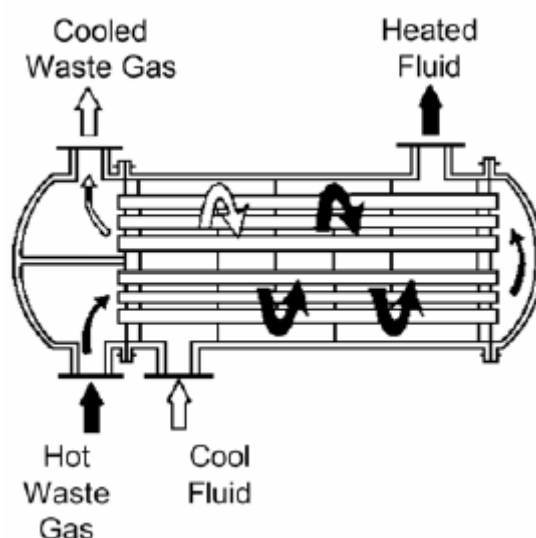
Ống kim loại bên trong chứa khí thải nóng còn không khí cháy (có nhiệt độ thấp) cung cấp cho mỏ đốt của lò nung được đi bên ngoài ống. Lượng không khí này sẽ lấy bớt nhiệt của khí thải làm nhiệt độ của khí thải giảm xuống và đồng thời nhiệt độ của không khí cháy tăng lên trước khi đi vào buồng đốt. Đây chính là năng lượng thu được mà không cần phải đốt cháy nhiên liệu. Do đó, chúng ta sẽ tiết kiệm được nhiên liệu sử dụng cho lò nung. Nhiên liệu giảm sẽ giúp giảm không khí đốt cháy và như vậy, thất thoát khói lò giảm không chỉ vì do giảm nhiệt độ khí thải mà còn do giảm thải lượng khí thải. Tên gọi thiết bị thu hồi nhiệt bức xạ có được xuất phát từ thực tế rằng một phần truyền nhiệt đáng kể từ khí nóng tới bề mặt của ống kim loại bên trong là truyền nhiệt bức xạ. Tuy nhiên, vì khí lạnh trong ống gần như là trong suốt đối với bức xạ hồng ngoại nên chỉ xảy ra truyền nhiệt đối lưu đối với khí đi vào. Như minh họa trong hình vẽ hai dòng khí thường song song mặc dù cấu hình của máy sẽ đơn giản hơn và truyền nhiệt sẽ hiệu quả hơn nếu hai dòng khí ngược chiều nhau (đối lưu). Sử dụng dòng song song vì thiết bị thu hồi nhiệt thường phải đáp ứng một chức năng nữa là làm mát đường ống dẫn khí thải và nhờ vậy có thể làm tăng tuổi thọ thiết bị.

Hình 2. Thiết bị thu hồi nhiệt bức xạ kim loại (Hardtech Group)

2.1.2 Thiết bị thu hồi nhiệt đối lưu

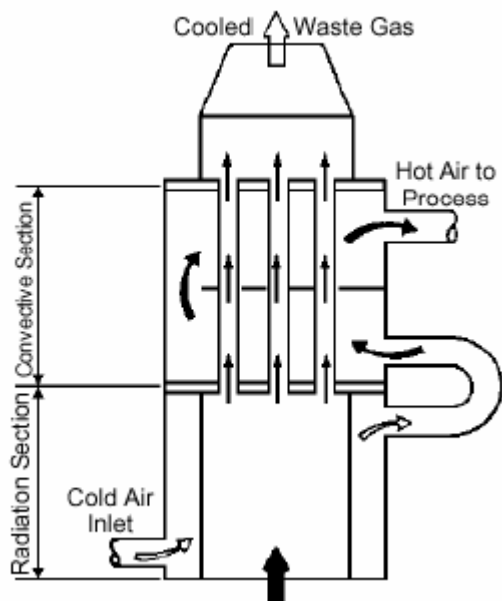
Một dạng cấu hình quen thuộc thứ hai của thiết bị thu hồi nhiệt là thiết bị thu hồi kiểu ống hay còn gọi là thiết bị thu hồi nhiệt đối lưu. Như có thể thấy trong hình vẽ dưới đây, khí nóng được đưa qua một số các ống song song đường kính nhỏ, trong khi đó khí sẽ được gia nhiệt đi vào một vỏ bao quanh các ống và đi qua các ống nóng một hoặc vài lần theo hướng vuông góc với trục.

Nếu các ống được lái dòng để khí đi qua hai lần, thiết bị trao đổi nhiệt này được gọi là thiết bị thu hồi nhiệt hai dòng; nếu sử dụng hai van bướm, thì thiết bị có tên gọi là thiết bị thu hồi nhiệt ba dòng, vv. Mặc dù lắp van bướm có thể vừa làm tăng chi phí thiết bị trao đổi nhiệt vừa làm tăng hiện tượng sụt giảm áp suất thì đồng thời lắp van bướm cũng làm tăng hiệu



Hình 3. Thiết bị thu hồi nhiệt đối lưu (Reav, D.A., 1996)

2.1.3 Thiết bị thu hồi nhiệt kiểu kết hợp



Hình 4. Thiết bị thu hồi nhiệt kiểu kết hợp (Reay, D.A., 1996)

tiền. Những thiết bị thu hồi nhiệt gồm ban đầu được xây bằng gạch và được nối bằng xi măng lò nung và thường vòng tuần hoàn nhiệt khiến các khớp nối bị rạn nứt dẫn đến ống bị phá hủy nhanh chóng. Các thiết bị sau này sử dụng các ống cacbua silicon nối với nhau bằng các khớp nối linh hoạt nằm tại các đầu khí.

Những thiết bị ban đầu có tỉ lệ rò rỉ từ 8 đến 60%. Theo báo cáo, những thiết kế mới có tuổi thọ hai năm với nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ không khí ở mức 700°C và tỷ lệ rò rỉ thấp hơn nhiều.

2.2 Máy thu phát nhiệt

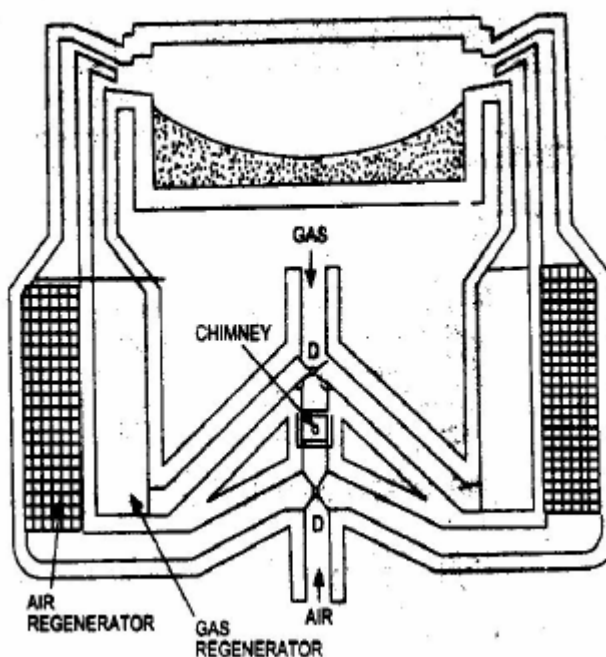
Máy thu phát nhiệt phù hợp với công suất lớn và được sử dụng rộng rãi trong các lò nấu chảy thép và thủy tinh. Kích thước của máy thu hồi nhiệt, thời gian giữa các lần đảo chiều, độ dày của gạch, độ truyền

Để hiệu suất truyền nhiệt đạt mức tối đa, người ta sử dụng thiết bị thu hồi nhiệt kết hợp. Thiết bị này là sự kết hợp giữa thiết bị bức xạ và đối lưu, theo đó khu vực bức xạ nhiệt cao được thiết kế trước và tiếp theo sau là khu vực đối lưu (xem Hình 4).

Thiết bị này đắt tiền hơn loại thiết bị thu hồi nhiệt bức xạ kim loại đơn giản nhưng nhỏ gọn hơn.

2.1.4 Thiết bị thu hồi nhiệt gốm

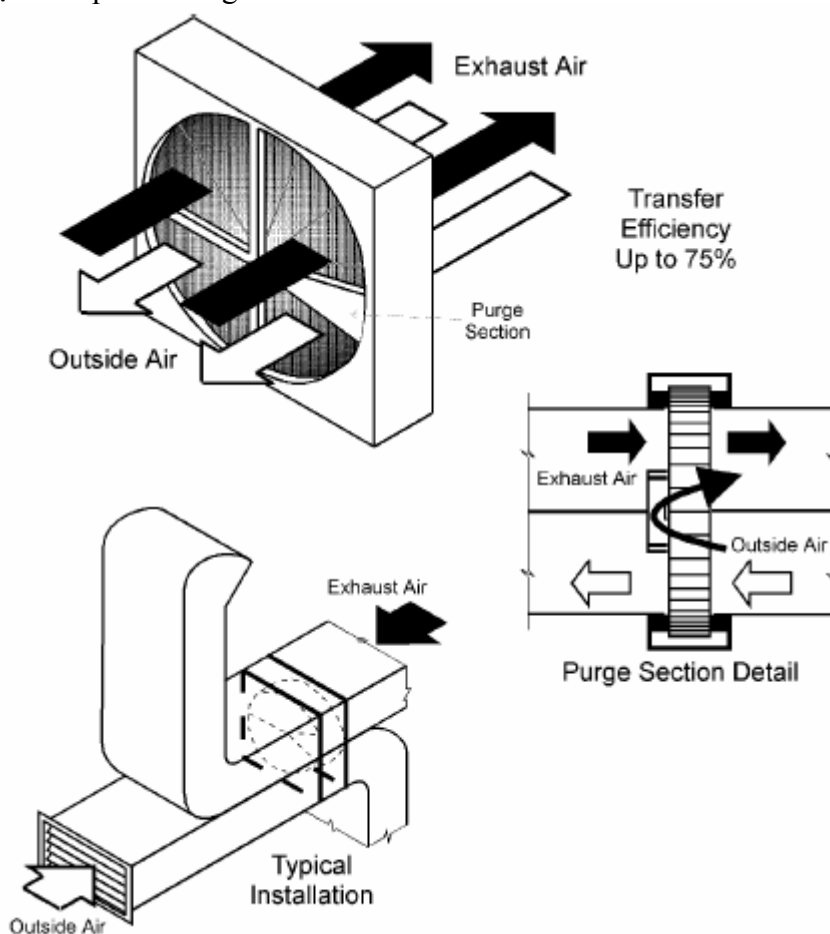
Hạn chế chính trong vấn đề truyền nhiệt của thiết bị thu hồi nhiệt kim loại là tuổi thọ lớp đệm giảm do nhiệt độ đầu vào vượt quá 1100°C. Để khắc phục những hạn chế về nhiệt độ của thiết bị thu hồi nhiệt kim loại người ta đã thiết kế ra thiết bị thu hồi nhiệt dạng ống gốm với chất liệu cho phép vận hành phía khí ở mức 1550 °C và phía khí được gia nhiệt sơ bộ ở mức 815 °C dựa trên cơ sở thực



Hình 5. Máy thu phát nhiệt (Phòng than đá, Ấn Độ, 1985)

2.3 Tuabin nhiệt

Tuabin nhiệt hiện đang ngày càng được ứng dụng nhiều trong các hệ thống thu hồi nhiệt thải nhiệt độ từ thấp đến trung bình.



Hình 6. Tuabin nhiệt
(SADC, 1999)

Thiết bị này là một đĩa xóp lớn được làm bằng chất liệu có năng suất nhiệt khá cao và quay giữa hai ống đặt sát nhau: một ống khí lạnh và một ống khí nóng. Trục của đĩa được đặt sát nhau và nằm trên phần giữa hai ống. Khi đĩa quay chậm, nhiệt cảm biến (hơi ẩm có chứa nhiệt ẩn) được truyền tới đĩa bằng khí nóng và khi đĩa quay nhiệt cảm biến truyền từ đĩa tới khí lạnh. Hiệu suất truyền nhiệt tổng thể của nhiệt cảm biến đối với loại máy thu phát nhiệt này có thể lên tới 85 %. Tuabin nhiệt được chế tạo với đường kính lên tới 21 mét và năng suất khí lên tới 1130 m³/phút.

Một kiểu tuabin nhiệt khác là máy thu hồi nhiệt quay trong đó khung chính nằm trong một ống hình trụ quay qua các dòng không khí và khí thải. Tuabin thu hồi năng lượng hay nhiệt là một máy thu hồi nhiệt khí quay có thể truyền nhiệt từ khí xả tới khí đi vào.

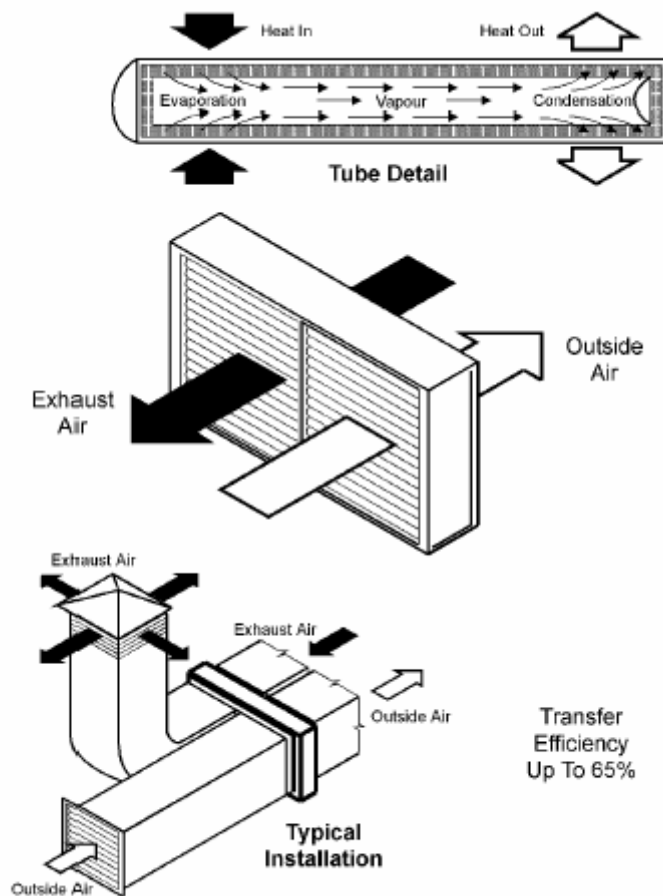
Máy này được sử dụng chủ yếu ở những nơi nhiệt được trao đổi giữa các khối khí lớn có chênh lệch nhiệt nhỏ. Những ứng dụng phổ biến là các hệ thống sưởi và thông gió và tận thu nhiệt từ khí xả máy sấy.

2.4 Đường ống nhiệt

2.4.1 Mô tả

Đường ống nhiệt có thể truyền nhiệt năng gấp 100 lần so với đồng, vốn được coi là chất dẫn nhiệt tốt nhất. Nói cách khác, đường ống nhiệt là một hệ thống truyền và nhận nhiệt năng liền khối nên chỉ yêu cầu bảo dưỡng ở mức thấp nhất.

Đường ống nhiệt bao gồm 3 bộ phận – một bình chứa kín, một kết cấu mao dẫn và chất lỏng truyền lực. Kết cấu mao dẫn được chế tạo liền khối thành bề mặt bên trong của ống bình chứa và được đóng kín trong chân không. Nhiệt năng đưa tới bề mặt bên ngoài của đường ống nhiệt cân bằng với chính hơi của đường ống vì ống bình chứa được làm kín trong chân không. Nhiệt năng đưa tới bề mặt bên ngoài của đường ống nhiệt khiến cho chất lỏng truyền lực gần bề mặt bay hơi ngay tức thời. Hơi được tạo thành hấp thụ nhiệt ẩn của quá trình bốc hơi và phần đường ống nhiệt này trở thành vùng bay hơi. Sau đó hơi đi tới đầu kia của đường ống, tại đây nhiệt năng bị khử khiến cho hơi lại ngưng tụ thành chất lỏng, và như thế bỏ đi nhiệt ẩn của quá trình ngưng tụ. Phần này của đường ống nhiệt hoạt động như vùng ngưng tụ. Sau đó chất lỏng ngưng tụ quay trở lại vùng bay hơi. Hình 7 minh họa đường ống nhiệt.



Hình 7. Đường ống nhiệt
(SADC, 1999)

2.4.2 Hoạt động và ưu điểm

Bộ trao đổi ống nhiệt (HPHE) là một hệ thống thu hồi nhiệt gọn nhẹ. Thiết bị trao đổi này thật sự không cần bảo dưỡng cơ học vì không có bộ phận di động nào có thể bị ăn mòn. Thiết bị cũng không cần công suất đầu vào để vận hành và không có nước làm mát và hệ thống bôi trơn. Thiết bị cũng yêu cầu công suất quạt thấp hơn và làm tăng hiệu suất nhiệt tổng thể của hệ thống. Hệ thống thu hồi ống nhiệt có thể hoạt động ở 315°C với khả năng thu hồi nhiệt từ 60% đến 80%.

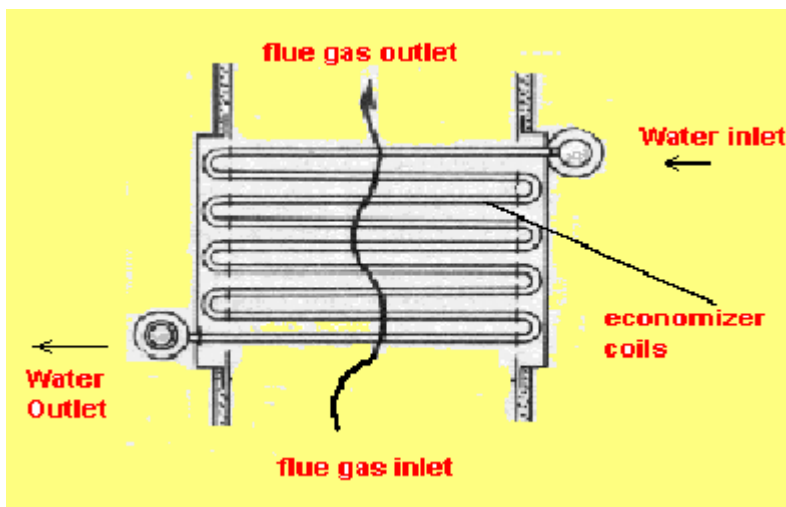
2.4.3 Những ứng dụng chính

Đường ống nhiệt được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp sau:

- Quá trình sưởi ấm: Thiết bị trao đổi ống nhiệt truyền nhiệt năng từ khí xả trong quy trình để sưởi tòa nhà. Nếu cần thiết có thể trộn không khí được gia nhiệt sơ bộ. Có thể giảm đáng kể hoặc bỏ hẳn yêu cầu về thiết bị gia nhiệt bổ sung để phân phối khí bổ sung đã được gia nhiệt.
- Quy trình tới Quy trình công nghiệp: Thiết bị trao đổi ống nhiệt thu hồi thải nhiệt năng từ quy trình xả và truyền nhiệt này tới khí đi vào quy trình. Do vậy, khí đi vào trở nên ấm nóng và có thể sử dụng cho cùng quy trình đó/quy trình khác và nhờ vậy giảm được tiêu thụ năng lượng trong quy trình.
- Ứng dụng HVAC:
 - Làm mát: Thiết bị trao đổi ống nhiệt làm mát sơ bộ khí bổ sung cho tòa nhà vào mùa hè và nhờ đó giảm được tổng lượng làm lạnh bên cạnh việc giảm vận hành của hệ thống làm mát. Nhiệt năng cung cấp được thu hồi từ xả làm mát và truyền tới khí bổ sung nóng.
 - Sưởi: Quy trình trên đảo ngược lại vào mùa đông để gia nhiệt sơ bộ khí bổ sung.
- Các ứng dụng khác trong các ngành công nghiệp là:
 - Gia nhiệt sơ bộ không khí cháy của nồi hơi
 - Thu hồi nhiệt thải từ lò luyện
 - Đốt nóng lại khí tự nhiên cho máy sấy khí nóng
 - Thu hồi nhiệt thải từ thiết bị khử mùi xúc tác
 - Tái sử dụng nhiệt thải lò luyện làm nguồn nhiệt cho lò khác
 - Làm mát phòng kín bằng khí bên ngoài
 - Gia nhiệt sơ bộ nước cấp nồi hơi bằng cách thu hồi nhiệt thải từ khói lò trong bộ hâm nóng ống nhiệt
 - Lò sấy, sấy khô và nung
 - Tái sinh hơi thải
 - Lò nung gạch (thu hồi thứ cấp)
 - Lò lửa quặng (thu hồi thứ cấp)
 - Hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa nhiệt độ

2.5 Bộ trao đổi nhiệt

Trong các hệ thống nồi hơi, có thể sử dụng bộ trao đổi nhiệt hâm nóng nhiệt để tận dụng nhiệt khói lò cho gia nhiệt sơ bộ nước cấp. Mặt khác, trong thiết bị gia nhiệt sơ bộ không khí, nhiệt thải có thể được sử dụng để đốt nóng không khí cháy. Trong cả hai trường hợp này nhiên liệu yêu cầu cho nồi hơi giảm tương ứng.



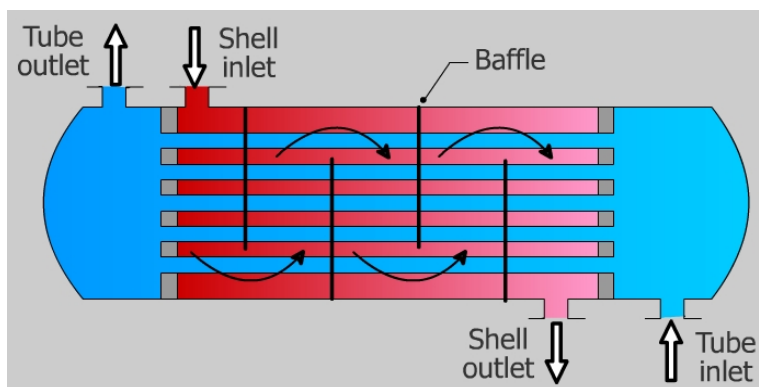
Hình 8. Bộ hâm nóng nhiệt
(Cục sử dụng năng lượng hiệu quả, 2004)

Cứ giảm 220 °C nhiệt độ khói lò bằng cách đi qua bộ hâm nóng nhiệt hay thiết bị gia nhiệt sơ bộ thì tiết kiệm được 1% nhiên liệu trong nồi hơi.

Nói cách khác, cứ tăng nhiệt độ nước cấp thêm 60 °C nhờ bộ hâm nóng nhiệt, hay tăng nhiệt độ không khí cháy lên 200 °C nhờ thiết bị sấy không khí sơ bộ thì tiết kiệm được 1% nhiên liệu trong nồi hơi.

2.6 Bộ trao đổi nhiệt kiểu vỏ bọc trùm ống

Khi vật chứa nhiệt thải là chất lỏng hay hơi dùng để đốt nóng chất lỏng khác thì cần sử dụng bộ trao đổi nhiệt kiểu vỏ bọc trùm ống vì cả hai đường dẫn đều phải đóng kín để giữ áp suất của chất lỏng tương ứng. Vỏ bọc có chứa bó ống và thường là các van bướm bên trong để dẫn hướng dòng chất lỏng trong vỏ bọc trên các ống theo nhiều đường. Vỏ bọc vốn đã yếu hơn ống nên chất lỏng áp suất cao được lưu thông trong ống còn chất lỏng áp suất thấp hơn lưu thông trong vỏ. Khi hơi chứa nhiệt thải, hơi thường ngưng tụ chuyển nhiệt ẩn tới chất lỏng được gia nhiệt. Trong ứng dụng này, hơi hầu như luôn luôn được chứa trong vỏ bọc. Nếu thực hiện quy trình đảo ngược, ngưng tụ hơi trong các ống song song đường kính nhỏ sẽ gây nên hiện tượng bất ổn định dòng. Bộ trao đổi nhiệt kiểu vỏ bọc trùm ống hiện có nhiều kích cỡ chuẩn khác nhau với các kết hợp chất liệu cho ống và vỏ bọc khác nhau. Hình 9 sau đây minh họa một bộ trao đổi nhiệt kiểu vỏ bọc trùm ống.

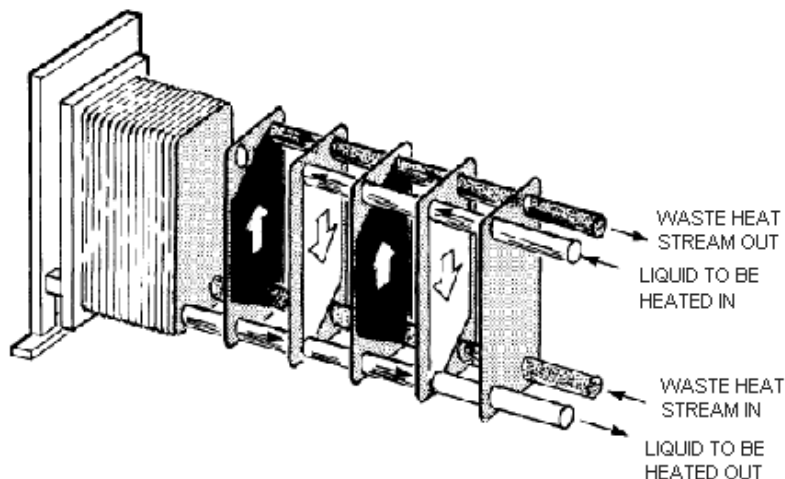


Hình 9. Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống bọc
(Trường đại học dầu khí & khoáng chất King Fahad, 2003)

Những ứng dụng chính của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu vỏ bọc tròn ống gồm có chất lỏng nhiệt với nhiệt có trong hơi ngưng từ hệ thống làm lạnh và điều hoà không khí; nước ngưng từ hơi trong quy trình; chất làm mát từ cửa lò luyện, ghi lò và giá đỡ ống; chất làm mát từ động cơ, thiết bị nén khí, giá đỡ và chất bôi trơn; và nước ngưng từ quy trình chưng cất.

2.7 Thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm

Chi phí cho bề mặt trao đổi nhiệt là một yếu tố quan trọng về mặt giá cả khi chênh lệch về nhiệt độ không lớn lắm. Một giải pháp cho vấn đề này là thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm, gồm có một dãy các tấm song song tạo thành một đường chảy nhỏ. Các tấm cách nhau bằng các miếng đệm và dòng khí nóng đi theo đường song song qua các tấm đảo chiều trong khi đó chất lỏng cần gia nhiệt đi theo đường song song giữa các tấm nóng. Để tăng hiệu quả truyền nhiệt các tấm được uốn hình sóng.



Hình 10. Thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm (Phòng Nông nghiệp và thực phẩm nông nghiệp Canada)

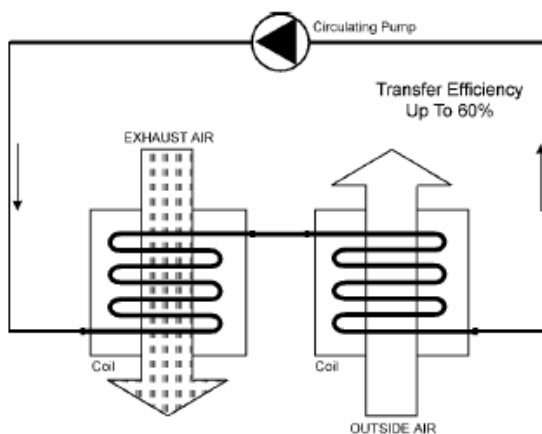
Chất lỏng nóng đi qua đáy phần trên đầu khí được phép đi lên phía trên giữa các tấm chắn còn chất lỏng lạnh phần đỉnh đầu được phép đi xuống dưới giữa các tấm lẻ. Khi các hướng của dòng nóng và lạnh ngược chiều nhau người ta gọi là thiết kế dòng ngược. Hình 10 minh họa thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm.

Những ứng dụng công nghiệp phổ biến là:

- Thiết bị phận khử trùng tại nhà máy đóng gói sữa.
- Các nhà máy bay hơi trong ngành thực phẩm.

2.8 Thiết bị trao đổi nhiệt ống xoắn vòng

Thiết bị trao đổi nhiệt ống xoắn vòng về mặt nguyên lý hoàn toàn giống với thiết bị trao đổi ống nhiệt. Nhiệt từ chất lỏng nóng được truyền tới chất lỏng lạnh hơn qua một chất trung gian gọi là Chất lỏng Truyền nhiệt. Một ống xoắn của vòng kín được lắp tại dòng nóng, ống xoắn còn lại được lắp đặt tại dòng lạnh. Chất lỏng này được lưu thông bằng một bơm tuần hoàn.



Hình 11. Thiết bị trao đổi nhiệt ống xoắn vòng SADC, 1999

Sẽ hữu ích hơn nếu các dòng lạnh vùng nóng ở vị trí cách xa nhau và không thể gặp nhau.

Những ứng dụng công nghiệp chính là thu hồi nhiệt từ thông gió, điều hòa không khí và thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp.

2.9 Nồi hơi thu hồi nhiệt thải

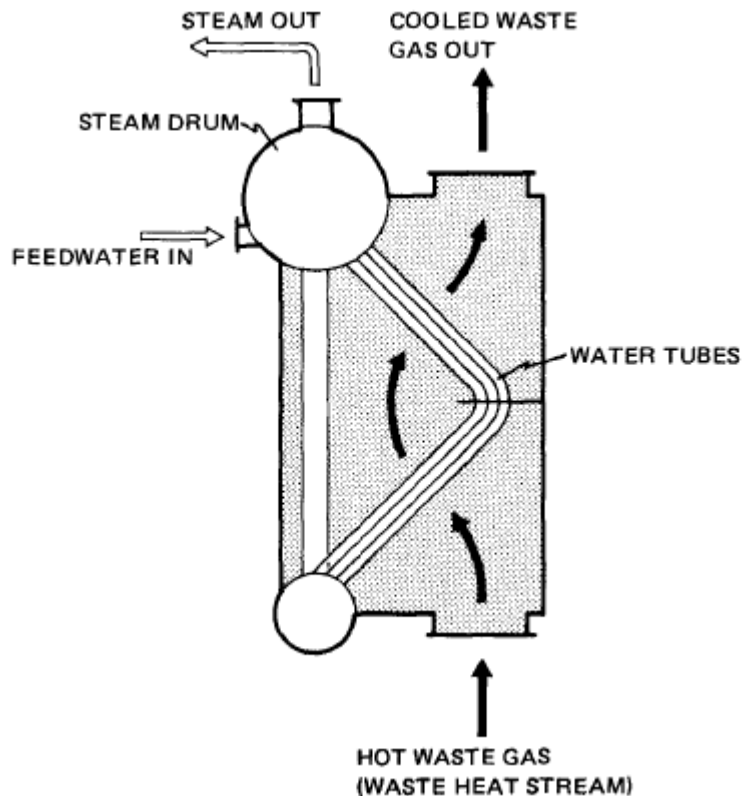
Nồi hơi nhiệt thải là các nồi hơi dạng ống nước loại thường trong đó khí xả nóng từ tuabin khí, máy thiêu kết, vv... đi qua một số các ống song song có chứa nước. Nước được ngưng hơi vào ống và được thu hồi trong ống góp hơi, từ đây hơi được đưa ra ngoài để sử dụng làm hơi gia nhiệt hoặc tham gia vào quy trình.

Do khí xả thường ở mức nhiệt độ trung bình và để tiết kiệm diện tích, có thể sản xuất ra loại nồi hơi nhỏ gọn hơn nếu như các ống nước có cánh tản nhiệt để tăng diện tích truyền nhiệt hiệu quả bên khí. Hình 12 minh họa một thùng lắng bùn bao gồm một bộ các ống mà qua đó khí nóng đi theo đường kép và một ống góp hơi để thu hồi sản phẩm trên bề mặt nước. Áp suất tại vị trí sản sinh hơi và tốc độ sản sinh hơi phụ thuộc vào nhiệt độ nhiệt thải.

Áp suất của hơi tinh khiết với sự có mặt của chất lỏng là một hàm của nhiệt độ chất lỏng từ nơi chất lỏng bay hơi. Bảng hơi cho thấy mối quan hệ giữa hơi bão hòa và nhiệt độ. Nếu nhiệt thải tại khí xả không đủ để sản sinh ra lượng hơi cần thiết thì có thể bổ sung thêm mỏ đốt phụ để đốt nhiên liệu tại nồi hơi nhiệt thải hoặc mỏ đốt sau để khí xả thải ra. Nồi hơi nhiệt thải được thiết kế với công suất từ 25 m³ tương đương với gần 30.000 m³ /phút của khí xả

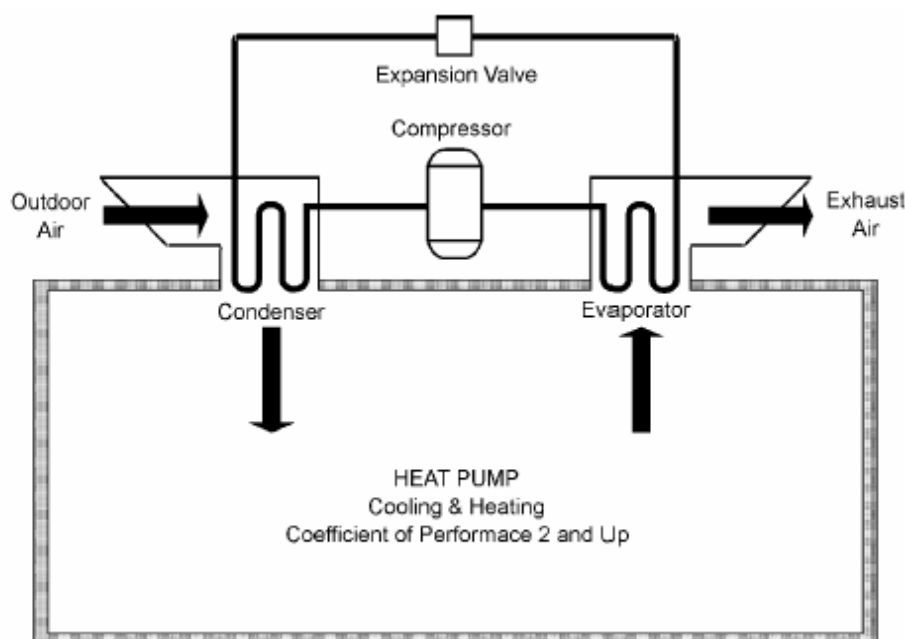
2.10 Bơm nhiệt

Trong số các thiết bị thương mại đã đề cập ở trên, chúng ta thấy rằng nhiệt thải được truyền từ chất lỏng nóng tới chất lỏng có nhiệt độ thấp hơn. Theo lẽ tự nhiên nhiệt “đi xuống dưới” nghĩa là từ hệ thống có nhiệt độ cao tới hệ thống nhiệt độ thấp hơn. Khi năng lượng được truyền hoặc chuyển đổi liên tục, sẽ không thể lúc nào cũng sẵn có năng lượng để sử dụng. Cuối cùng năng lượng có ứng suất thấp đến mức (năng lượng nằm tại nơi có nhiệt độ thấp) không còn có thể tạo hàm được nữa.



Hình 12. Nồi hơi thu hồi nhiệt thải dạng ống nước hai đường

(Phòng Nông nghiệp và thực phẩm nông nghiệp Canada)



Hình 13. Sơ đồ bơm nhiệt
(SADC, 1999)

Thực tế cho thấy trong các hoạt động công nghiệp chất lỏng có nhiệt độ ít hơn 120°C (hay tốt hơn cả là 150°C để có biên độ an toàn) được đặt làm mức hạn chế để thu hồi nhiệt thải do nguy cơ ngưng tụ các chất lỏng mài mòn. Tuy nhiên, do giá nhiên liệu liên tục tăng nên kể cả những nhiệt thải như vậy vẫn có thể sử dụng tiết kiệm để sưởi nhà và cho các ứng dụng khác cần nhiệt độ thấp hơn. Có thể đảo chiều dòng năng lượng tức thời bằng cách sử dụng một hệ thống nhiệt động lực học gọi là bơm nhiệt.

Phần lớn các bơm nhiệt đều làm việc theo nguyên tắc tuần hoàn hơi nén. Trong chu trình này, môi chất được tách hẳn khỏi dòng nguồn (nhiệt thải, với nhiệt độ của Tin) và dòng sử dụng (nhiệt được sử dụng trong quy trình, Tout) và được tái sử dụng tuần hoàn và vì vậy được gọi là “chu trình kín”. Trong bơm nhiệt xảy ra các quá trình sau:

- Tại thiết bị bay hơi, nhiệt được tách khỏi nguồn nhiệt để làm sôi môi chất;
- Thiết bị nén nén môi chất và do đó làm tăng áp suất và nhiệt độ của chất. Hơi nhiệt độ thấp được nén bằng thiết bị nén cần ngoại công. Công thực hiện trên hơi làm tăng áp suất và nhiệt độ tới mức năng lượng sẵn sàng để sử dụng.
- Nhiệt được phân phối tới thiết bị ngưng;
- Áp suất của chất tuần hoàn (chất lỏng truyền lực) được giảm tới điều kiện trong thiết bị bay hơi tại van tiết lưu nơi chu trình bắt đầu lặp lại.

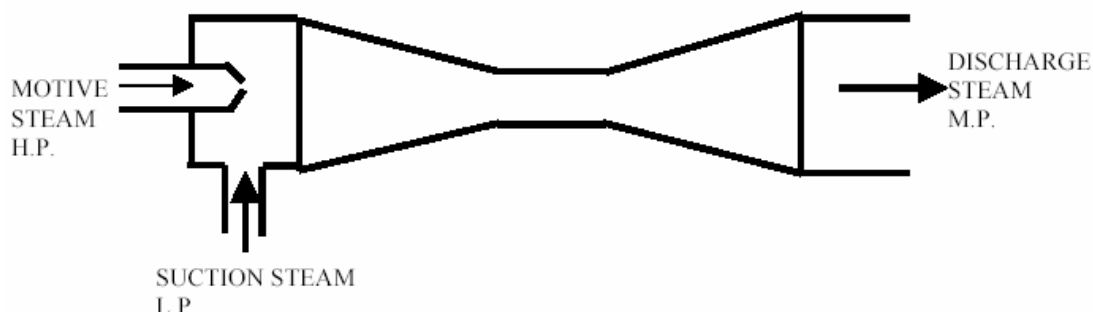
Bơm nhiệt được thiết kế thành hệ thống sưởi trong đó năng lượng nhiệt độ thấp từ không khí, nước hoặc đất được nâng tới nhiệt độ sưởi bằng cách thực hiện công nén với một thiết bị nén chạy bằng động cơ điện. Hình 13 minh họa cấu trúc bơm nhiệt.

Bơm nhiệt có khả năng nâng nhiệt tới một giá trị gấp hai năng lượng thiết bị tiêu thụ. Bơm nhiệt đang được ứng dụng ngày càng nhiều và rất nhiều ngành công nghiệp đã thu được lợi nhuận nhờ thu hồi nhiệt thải cấp thấp bằng cách nâng nhiệt độ nhiệt thải và sử dụng nó trong dòng quy trình chính.

Ứng dụng bơm nhiệt tỏ ra hữu hiệu nhất khi có thể sử dụng kết hợp cả hai khả năng sưởi và làm mát. Một ví dụ cụ thể là nhà máy sản xuất nhựa. Tại đây nước làm mát từ nhiệt được sử dụng để làm mát máy đúc áp lực còn nhiệt thoát ra từ bơm nhiệt được sử dụng để sưởi nhà máy hay văn phòng. Những ví dụ khác về lắp đặt bơm nhiệt bao gồm sấy sản phẩm, duy trì môi trường khô ráo để lưu kho và sấy khí nén.

2.11 Máy nén nhiệt

Trong nhiều trường hợp, hơi áp suất rất thấp được tái sử dụng làm nước sau khi ngưng tụ vì không có giải pháp tái sử dụng nào tối ưu hơn. Trong nhiều trường hợp có thể nén hơi áp suất thấp này thành hơi áp suất cao và tái sử dụng làm hơi áp suất trung gian. Phần lớn năng lượng trong hơi ở giá trị nhiệt ẩn và vì vậy, nén nhiệt sẽ tạo ra một bước cải tiến đáng kể khi thu hồi nhiệt thải.



Hình 14. Máy nén nhiệt

Máy nén nhiệt là một thiết bị đơn giản với vòi phun, tại đây hơi HP được nâng lên thành chất lỏng gia tốc cao. Như vậy hơi LP được tạo ra bằng truyền xung lượng và sau đó được tái nén trong một vòi phun tỏa. Hình 14 minh họa máy nén nhiệt.

Máy nén nhiệt thường được sử dụng tại các thiết bị bay hơi, tại đây hơi sôi được tái nén và sử dụng thành hơi gia nhiệt.

3. ĐÁNH GIÁ THU HỒI NHIỆT

Phần này giải thích cách đánh giá tiềm năng thu hồi nhiệt thải và đưa ra các ví dụ.

3.1 Xác định chất lượng nhiệt thải

Khi thu hồi nhiệt thải, cần xem xét trước hết là chất lượng nhiệt thải.

Dựa vào loại quy trình, có thể loại bỏ nhiệt thải tại bất kỳ nhiệt độ nào từ nhiệt độ thấp của nước làm mát đến nhiệt độ cao của khí thải trong lò luyện hay lò nung công nghiệp. Thông thường, nhiệt độ cao hơn tương ứng với thu hồi nhiệt chất lượng cao hơn và lợi nhuận so với chi phí cao hơn. Trong bất kỳ nghiên cứu về thu hồi nhiệt thải nào cũng vô cùng cần thiết phải có ứng dụng của nhiệt được thu hồi. Những ví dụ điển hình về sử dụng nhiệt thu hồi bao gồm gia nhiệt sơ bộ không khí đốt, sưởi hoặc gia nhiệt sơ bộ nước cấp nồi hơi hay nước trong quy trình sản xuất. Nếu thu hồi nhiệt nhiệt độ cao có thể sử dụng hệ thống tầng bậc thu hồi nhiệt thải để đảm bảo thu hồi được lượng nhiệt tối đa với tiềm năng sử dụng cao nhất. Một ví dụ về kỹ thuật thu hồi nhiệt thải là sử dụng giai đoạn nhiệt độ cao để gia nhiệt sơ bộ không khí và giai đoạn nhiệt độ thấp để gia nhiệt nước cấp cho quy trình sản xuất hay để sản sinh hơi.

3.1.1 Chất lượng và tiềm năng sử dụng

Khi xem xét tiềm năng thu hồi nhiệt, nên ghi lại tất cả các nguồn thải khả thi, chất lượng và tiềm năng sử dụng của chúng (xem Bảng 1)

Bảng 1. Nguồn nhiệt thải và chất lượng

STT	Nguồn nhiệt thải	Chất lượng nhiệt thải và tiềm năng sử dụng
1	Nhiệt tại khói lò	Nhiệt độ càng cao giá trị tiềm năng thu hồi nhiệt càng lớn
2	Nhiệt trong dòng hơi	Cũng giống như nhiệt tại khói lò nhưng khi ngưng tụ lại cũng có thể thu hồi nhiệt ẩn
3	Nhiệt bức xạ & đối lưu thất thoát từ bề mặt ngoài của thiết bị	Cấp thấp – nếu được thu hồi, có thể sử dụng để sưởi nhà hoặc gia nhiệt sơ bộ không khí
4	Thất thoát nhiệt trong nước làm mát	Cấp thấp – sẽ hữu ích nếu trao đổi nhiệt với nước tự nhiên đi vào
5	Thất thoát nhiệt trong quá trình cung cấp nước làm mát hoặc thải nước làm mát	1. Cấp cao nếu có thể tận dụng để giảm nhu cầu làm lạnh 2. Cấp thấp nếu bộ phận làm lạnh được sử dụng như một bơm nhiệt
6	Nhiệt trong các sản phẩm ra khỏi quy trình	Chất lượng phụ thuộc vào nhiệt độ
7	Nhiệt trong các chất thải dạng khí và dạng lỏng ra khỏi quy trình	Kém, nếu bị ô nhiễm nặng và do vậy cần có thiết bị trao đổi nhiệt hợp kim

3.1.2 Tiềm năng thu hồi đối với các quy trình công nghiệp khác nhau

Có thể thu hồi nhiệt thải từ các quy trình công nghiệp khác nhau. Có sự phân biệt rõ giữa nhiệt độ thấp, nhiệt độ trung bình và nhiệt độ cao của nhiệt thải.

Bảng 2 cho biết nhiệt độ của khí thải từ các thiết bị xử lý công nghiệp trong vùng nhiệt độ cao. Tất cả các kết quả này đều từ quy trình đốt nhiên liệu trực tiếp.

Bảng 2. Nhiệt độ nhiệt thải điển hình trong vùng nhiệt độ cao từ các nguồn khác nhau

Loại thiết bị	Nhiệt độ (°C)
Lò tinh luyện niken	1370 – 1650
Lò tinh luyện nhôm	650 – 760
Lò tinh luyện kẽm	760 – 1100
Lò tinh luyện đồng	760 – 815
Lò nung thép	925 – 1050
Lò phân xạ đồng	900 – 1100
Lò đáy bằng ngoài trời	650 – 700
Lò nung xi măng (quy trình sấy)	620 – 730
Lò nung chảy thủy tinh	1000 – 1550
Nhà máy hydro	650 – 1000
Lò thiêu kết chất thải rắn	650 – 1000
Lò thiêu kết hút khói	650 – 1450

Bảng 3 cho biết nhiệt độ của khí thải từ các thiết bị xử lý công nghiệp trong vùng nhiệt độ trung bình. Hầu hết nhiệt thải trong vùng nhiệt độ này đều đến từ khí xả của các bộ phận trong quy trình đốt trực tiếp.

Bảng 3. Nhiệt độ nhiệt thải điển hình trong vùng nhiệt độ trung bình từ các nguồn khác nhau

Loại thiết bị	Nhiệt độ (°C)
Xả nôi hơi	230 – 480
Xả tuabin khí	370 – 540
Xả động cơ pittông	315 – 600
Xả động cơ pittông (tuabin chịu tải)	230 – 370
Lò xử lý nhiệt	425 – 650
Lò nướng và sấy	230 – 600
Máy cán nghiền xúc tác	425 – 650
Hệ thống làm mát lò ủ	425 – 650

Bảng 4 liệt kê một số nguồn nhiệt trong vùng nhiệt độ thấp. Trong vùng nhiệt độ này, thường không thực tiễn khi tách công sinh ra từ nguồn mặc dù hoàn toàn có thể loại trừ sản sinh hơi nếu có nhu cầu về hơi áp suất thấp. Nhiệt thải nhiệt độ thấp có thể có ích trong trường hợp bổ sung cho mục đích gia nhiệt sơ bộ.

Bảng 4. Nhiệt độ nhiệt thải điển hình trong vùng nhiệt độ thấp từ các nguồn khác nhau

Nguồn	Nhiệt độ °C
Ngưng hơi từ quy trình	55-88
Nước làm mát từ:	32-55
Cửa lò luyện	
Giá đỡ	32-88
Máy hàn	32-88
Máy đúc áp lực	32-88
Lò ủ	66-230
Khuôn định hình	27-88
Máy nén khí	27-50
Bơm	27-88

Nguồn	Nhiệt độ °C
Động cơ đốt trong	66-120
Thiết bị ngưng tụ làm lạnh và điều hòa không khí	32-43
Thiết bị ngưng tụ lỏng chất lỏng	32-88
Lò sấy khô, sấy và nung	93-230
Chất lỏng xử lý nóng	32-232
Chất rắn xử lý nóng	93-232

3,2 Xác định khối lượng nhiệt thải

Trong bất kỳ trường hợp thu hồi nhiệt nào cũng cần biết khối lượng nhiệt có thể thu hồi được và khối lượng sử dụng được.

Có thể tính tổng lượng nhiệt có thể thu hồi được theo công thức sau:

$$Q = V \times \rho \times C_p \times \Delta T$$

Trong đó,

Q là entanpi, đơn vị kcal

V là lưu tốc của chất, đơn vị m³/giờ

ρ là tỉ trọng khối lò đơn vị kg/m³

C_p là nhiệt dung riêng của chất, đơn vị kCal/kg oC

ΔT là chênh lệch nhiệt độ, đơn vị oC

Ví dụ

Một công ty sản xuất giấy lớn xác định cơ hội tiết kiệm tài chính bằng cách thu hồi nhiệt từ nước thải nóng. Nước thải xả ra từ vùng hoạt động là 10000 kg/giờ tại 75⁰C. Thay vì xả nước này ra đường xả, công ty quyết định gia nhiệt sơ bộ 10000 kg/giờ nước lạnh công vào với nhiệt độ trung bình hàng năm là 20⁰C bằng cách cho nước thải qua thiết bị trao đổi nhiệt dòng ngược có hệ thống súc rửa để giảm lắng cặn. Với hệ số thu hồi là 58% và thời gian vận hành là 5000 giờ mỗi năm, tiết kiệm nhiệt hàng năm (Q) là:

$$Q = m \times \eta \times C_p \times \Delta T$$

Trong đó,

Q là entanpi, đơn vị kcal

m là lưu tốc khối

C_p là nhiệt dung riêng của chất, đơn vị kCal/kg oC, trong nước điển hình

ΔT là chênh lệch nhiệt độ, đơn vị oC

η là hệ số thu hồi

Như vậy, trong ví dụ này

$$m = 1000 \text{ kg/giờ} = 10000 \times 5000 \text{ kg/năm} = 50000000 \text{ kg/năm}$$

$$C_p = 1 \text{ kCal/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = (75 - 20)^{\circ}\text{C} = 55^{\circ}\text{C}$$

$$\eta = \text{hệ số thu hồi nhiệt} = 58\% \text{ hay } 0,58$$

Q được tính như sau:

Thiết bị nhiệt: Thu hồi nhiệt thải

$$\begin{aligned} Q &= 50000000 \times 1 \times 55 \times 0,58 \\ &= 1595000000 \text{ kCal/năm} \end{aligned}$$

Nhiệt trị ròng (GCV của dầu) = 10.200 kCal/kg

Tiết kiệm dầu tương ứng = $159500000 / 10200 = 156372$ lít

Giá dầu = 0,35 US\$/lít

Tiết kiệm tài chính = 54730 US\$/năm

4. GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ

Khu vực thu hồi nhiệt tiềm năng phụ thuộc vào kiểu quy trình công nghiệp và vì vậy có thể giới thiệu trong các mô đun thiết bị năng lượng khác.

5. BẢNG DANH SÁCH GIẢI PHÁP

Các giải pháp tối đa hóa mức sử dụng năng lượng hiệu quả quan trọng nhất khi ứng dụng thu hồi nhiệt thải là

- Thu hồi nhiệt từ khói lò, nước làm mát động cơ, khí xả động cơ, hơi nước áp suất thấp, khí xả lò sấy, xả đáy nồi hơi, vv
- Thu hồi nhiệt từ khí thải lò thiêu
- Sử dụng nhiệt thải để đốt dầu nhiên liệu, gia nhiệt nước cấp nồi hơi, gia nhiệt khí bên ngoài, vv
- Sử dụng nhiệt thải thiết bị làm mát để gia nhiệt nước nóng
- Sử dụng bơm nhiệt
- Sử dụng làm lạnh hấp thụ
- Sử dụng tuabin nhiệt, hệ thống ống xoắn, hệ thống đường ống nhiệt và thiết bị trao đổi khí tới khí.

Những giải pháp thu hồi nhiệt thải còn được giới thiệu trong các mô đun thiết bị năng lượng khác.

6. BẢNG TÍNH

Phần này bao gồm các bảng tính sau:

- Câu hỏi điều tra về thu hồi nhiệt
- Ma trận các ứng dụng và thiết bị thu hồi nhiệt

Bảng tính 1. Câu hỏi điều tra về thu hồi nhiệt

1. Bạn muốn thu hồi nhiệt từ thiết bị nào? Lò nướng, lò luyện, vv.

- Lò nướng
- Lò nung
- Khói lò
- Lò nung chảy
- Máy sấy
- Lò hơi
- Lò nướng
- Máy đúc áp lực
- Lò luyện
- Lò đứng
- Máy sấy sơn
- Khí xả
- Các thiết bị khác (Ghi cụ thể)

2. Dòng chảy bên nóng:

- a. Khí xả nóng thoát ra khỏi thiết bị này tại nhiệt độ nào?
- b. Khối lượng của khí xả nóng này là gì?

3. Khí xả nóng này có sạch không (khí tự nhiên, prôpan, dầu nhiên liệu #2) hay khí có chứa chất bẩn hoặc chất ăn mòn như sunfua, clorua, vv?

Sạch:	Bẩn:
Khí xả từ:	Khí xả từ và/hoặc chứa:
_____ Không khí	_____ Dầu nhiên liệu
_____ Khí tự nhiên	_____ Than
_____ Prôpan	_____ Sunfua _____ %
_____ Dầu nhiên liệu	_____ Clorua _____ %
_____ Điện	_____ Hơi sơn _____ %
_____ Những thứ khác	_____ Những thứ khác _____ %

4. Dòng chảy bên lạnh:

Nhiệt độ chất lỏng đi vào	⁰ C	
dung tích chất lỏng đi vào	⁰ C	
Nhiệt độ chất lỏng thoát ra mong muốn	⁰ C	
Năng lượng cần thu hồi	kJ/giờ	
Dòng chảy sẵn có	L/s	

5. Chi phí nhiên liệu: (USD/kg)

6. Giờ vận hành

Bảng tính 2. Ma trận các ứng dụng và thiết bị thu hồi nhiệt thải

Thiết bị thu hồi Device	Vùng Nhiệt	Nguồn phổ biến	Những ứng dụng phổ
Thiết bị thu hồi nhiệt bức xạ	H	Khí xả lò hơi hoặc lò thiêu	Gia nhiệt sơ bộ không khí đốt cháy
Thiết bị thu hồi nhiệt đối lưu	M-H	Lò ủ hoặc ủ đều, lò nung chảy, mỏ đốt sau, thiết bị thiêu khí, mỏ đốt ống bức xạ, lò gia nhiệt lại	Gia nhiệt sơ bộ không khí đốt cháy
Máy thu hồi nhiệt của lò luyện	H	Lò nung chảy thép và thủy tinh	Gia nhiệt sơ bộ không khí đốt cháy
Bánh xe nhiệt kim loại	L-M	Lò sấy khô và sấy, khí xả lò hơi	Gia nhiệt sơ bộ không khí đốt cháy, Sưởi
Bánh xe nhiệt gốm	M-H	Khí xả lò thiêu hoặc nồi hơi lớn hơn	Gia nhiệt sơ bộ không khí đốt cháy
Máy thu hồi nhiệt kiểu ống có cánh tản nhiệt	L-M	Khí xả lò hơi	Gia nhiệt sơ bộ nước bổ sung cho nồi hơi
Máy thu hồi nhiệt kiểu ống bọc	L	Nước ngưng làm lạnh, hơi thải, nước ngưng chưng cất, chất làm lạnh từ động cơ, thiết bị nén khí, giá đỡ và chất bôi trơn	Dòng chất lỏng cần gia nhiệt
Đường ống nhiệt	L-M	Lò sấy, nung và sấy khô, Hơi thải, máy sấy không khí, lò nung và lò lửa quặng	Gia nhiệt sơ bộ không khí cháy, gia nhiệt sơ bộ nước bổ sung cho nồi hơi, sản sinh hơi, nước nóng trong, sưởi
Nồi hơi nhiệt thải	M-H	Khí thải từ tuabin khí, động cơ pittông, lò thiêu và lò luyện	Sản sinh hơi hoặc nước nóng

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

Agriculture and Agri-Food Canada, Departmental Electronic Publications. *Heat Recovery for Canadian Food and Beverage Industries*. 2001.

www.agr.gc.ca/cal/epub/5181e/images/5181e_pic85.gif and
www.agr.gc.ca/cal/epub/5181e/5181-0007_e.html

Department of Coal, Government of India. *Coal and Industrial Furnaces – Efficient Utilization*. 1985

Hardtech Group. www.hardtech.es/hgg_tt_hrt.0.html

King Fahad University of Petroleum & Minerals. 2003.

http://faculty.kfupm.edu.sa/me/antar/Shell_Tube/classes/Shell-and-tube.jpg

Petroleum Conservation Research Association (PCRA), Ministry of Petroleum. *Fuel Economy in Furnaces and Waste heat recovery*. Industrial Booklet 5. 1998. www.pcr.org

Reay, D.A. and Span, F.N. *Heat Recovery Systems*. 1979.

Reay, D.A. *Low Temperature Waste Heat Recovery in the Process Industry*. Good Practice Guide No. 141. 1996.

SADC Energy Sector. *Module 15. Heat Recovery Systems*. Developed as part of the SADC Industrial Energy Management Project for the Canadian International Development Agency. www.siemco.zw/manuals/htm 1999.

Sustainable Energy Authority of Victoria (SEAV), Australia. *Best Practice Design, Technology and Management, Module 5*. 2004.

www.seav.vic.gov.au/ftp/advice/business/info_sheets/HeatRecoveryInfo_0_a.pdf

Copyright:

Copyright © United Nations Environment Programme (year 2006)

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or any other commercial purpose whatsoever without prior permission from the United Nations Environment Programme.

Bản quyền

Copyright © Chương trình môi trường liên hợp quốc (năm 2006)

Ấn bản này có thể tái xuất bản toàn bộ hoặc một phần và cho bất kỳ mục đích giáo dục hay phi lợi nhuận nào mà không có sự cho phép đặc biệt từ người giữ bản quyền với điều kiện phải nêu nguồn của ấn bản. UNEP mong rằng sẽ nhận được bản sao của bất kỳ ấn bản nào có sử dụng ấn bản này như nguồn thông tin. Không sử dụng ấn bản này để bán lại hay cho bất kỳ mục đích thương mại nào khác mà không có sự cho phép trước đó từ Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc

Disclaimer:

This energy equipment module was prepared as part of the project "Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific" (GERIAP) by the National Productivity Council, India. While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the accuracy or completeness of the contents, and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into other languages than English. This is the translated version from the chapter in English, and does not constitute an official United Nations publication.

Khuyến cáo:

Mô đun thiết bị năng lượng này được thực hiện là một phần của dự án "Giảm Phát Thải Khí Nhà Kính từ Hoạt Động Công Nghiệp ở Khu vực Châu Á và Thái Bình Dương" (GERIAP) bởi Ủy ban Năng suất Quốc gia Ấn Độ. Mặc dù đã cố gắng nhiều để đảm bảo nội dung của báo cáo này là chính xác và phù hợp để tham khảo, UNEP không có trách nhiệm về tính chính xác hay hoàn thiện của nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ mất mát hay thiệt hại mà có thể liên quan trực tiếp hay gián tiếp cho việc sử dụng hay dựa vào nội dung của báo cáo này gây ra, bao gồm cả bản dịch sang các thứ tiếng khác ngoài tiếng Anh. Đây là bản dịch từ chương bằng tiếng Anh và không là ấn bản chính thức của Liên hợp quốc.