

Khi lắp bộ lọc khí trên đường cấp khí vào, cần giữ nhiệt độ môi trường xung quanh ở mức tối thiểu để tránh giảm lưu lượng. Có thể giảm được nhiệt độ khí vào bằng cách đặt ống hút khí vào bên ngoài buồng hay nhà đặt máy nén.

3. Sụt áp trong bộ lọc khí

Việc lắp đặt một bộ lọc khí vào máy nén là cần thiết. Các nhà sản xuất máy nén thường cung cấp một loại bộ lọc chuyên dụng cho khí vào để bảo vệ máy nén. Việc lọc không khí vào máy nén càng tốt thì khối lượng bảo dưỡng càng giảm. Tuy nhiên, cần giảm thiểu sự sụt áp qua bộ lọc khí vào để ngăn ngừa hiệu ứng thắt hẹp làm giảm công suất máy nén. Một trong những cách tốt nhất là lắp một đồng hồ đo chênh áp để giám sát tình trạng của bộ lọc khí vào. Sụt áp qua một bộ lọc khí vào còn mới không được vượt quá 3 pound/ inch² (psi).

Bảng 12. Tác động của sự sụt áp suất qua bộ lọc khí vào đối với mức tiêu thụ điện (Confederation of Indian Industries)

Sụt áp suất qua bộ lọc khí (mm cột nước)	Tăng mức tiêu thụ điện (%)
0	0
200	1,6
400	3,2
600	4,7
800	7,0

Theo quy tắc chung, “Cứ mỗi mức sụt áp suất hút 250 mm cột nước do tắc bộ lọc, vv... mức tiêu thụ năng lượng của máy nén sẽ tăng thêm khoảng 2% với cùng một năng suất”. Vì vậy, nên định kỳ làm sạch bộ lọc khí vào để giảm thiểu sụt áp.

4. Bộ làm mát giữa các cấp (trung gian) và làm mát sau

Phần lớn các máy nén đa cấp đều có bộ làm mát trung gian. Khi cơ năng được cấp cho khí nén, nhiệt độ của khí tăng lên. Bộ làm mát sau được lắp đặt sau cấp nén cuối cùng để giảm nhiệt độ khí cấp. Khi nhiệt độ khí giảm, hơi nước trong không khí ngưng tụ lại, được phân tách, thu hồi và xả ra khỏi hệ thống. Hầu hết nước ngưng từ máy nén có bộ làm mát trung gian được loại bỏ ngay tại các bộ làm mát trung gian, và phần còn lại sẽ được loại bỏ trong bộ làm mát sau. Ở phần lớn các hệ thống công nghiệp, trừ những hệ thống cung cấp khí nén tới những thiết bị không nhạy cảm nhiệt, đều cần có quá trình làm mát sau. Ở một số hệ thống nén, bộ làm mát sau

được tích hợp với bộ máy nén, trong khi ở một số hệ thống khác, bộ làm mát sau là một thiết bị rời. Một vài hệ thống có cả hai lựa chọn.

Một cách lý tưởng, nhiệt độ khí vào ở mỗi cấp của máy nén đa cấp phải tương tự như nhiệt độ khí vào ở cấp đầu tiên. Đây được xem là “làm mát hoàn hảo” hoặc nén đẳng nhiệt. Nhưng trên thực tế, nhiệt độ khí vào ở các cấp tiếp theo thường cao hơn ở cấp đầu, dẫn tới mức tiêu thụ điện cao hơn, vì phải xử lý một thể tích lớn hơn cho cùng một tác vụ.

Bảng 13. Tác động của làm mát trung gian đối với mức tiêu thụ điện của máy nén(Confederation of Indian Industries)

Chi tiết	Làm mát không hoàn hảo	Làm mát hoàn hảo (giá trị cơ sở)	Nước làm mát được làm lạnh
Nhiệt độ vào ở cấp 1 (°C)	21,1	21,1	21,1
Nhiệt độ vào ở cấp 2 (°C)	26,6	21,1	15,5
Năng suất (nm ³ /min)	15,5	15,6	15,7
Công suất hữu dụng (kW)	76,3	75,3	74,2
Tiêu thụ năng lượng cụ thể (nm ³ /min)	4,9	4,8	4,7
% thay đổi	+2,1	Giá trị tham khảo	-2,1

Sử dụng nước ở nhiệt độ thấp hơn làm giảm tiêu thụ điện. Tuy nhiên, nhiệt độ nước làm mát quá thấp sẽ làm độ ẩm trong không khí ngưng tụ, nếu không được xả bỏ, nước ngưng sẽ làm hỏng xy lanh.

Tương tự như vậy, nếu làm mát ở bộ làm mát sau không hiệu quả (do cặn bám, vv...), sẽ làm không khí ẩm, nóng đi vào bình tích, tạo thêm nước ngưng tụ trong các bình tích khí và đường ống phân phối, làm tăng ăn mòn, sụt áp và rò rỉ trong đường ống cũng như trong các thiết bị sử dụng cuối cùng. Vì vậy, cần làm sạch định kỳ và đảm bảo đủ lưu lượng ở nhiệt độ hợp lý cả ở các bộ làm mát trung gian lẫn bộ làm mát sau để đảm bảo duy trì kết quả hoạt động mong muốn.

5. Đặt áp suất làm việc

Với cùng một năng suất, máy nén tiêu thụ nhiều điện hơn ở áp suất cao hơn. Không nên vận hành máy nén ở mức áp suất vượt quá áp suất vận hành tối ưu. Hiệu suất thể tích của một máy nén cũng giảm khi áp suất cấp cao hơn.

a. Giảm áp suất cấp

Khả năng giảm (tối ưu hoá) mức đặt áp suất cấp cần được thực hiện thông qua các nghiên cứu kỹ về yêu cầu áp suất ở những thiết bị khác nhau và về sụt áp trên đường phân phối từ nguồn cấp khí nén tới các điểm sử dụng.

Nếu một hộ tiêu thụ hoặc một nhóm thiểu số các hộ tiêu thụ cần áp suất cao hơn nhóm còn lại trong dây chuyền, nên xem xét việc lắp riêng một hệ thống cho nhóm đó hoặc lắp đặt thêm máy tăng áp suất khí nén tại các hộ tiêu thụ này, nhờ đó có thể duy trì nhóm đa số vận hành ở áp suất thấp. Vận hành hệ thống máy nén ảnh hưởng một phần đến giá thành của khí nén. Chẳng hạn như, vận hành máy ở mức 120 psi thay vì 100 psi sẽ tiêu tốn hơn 10% năng lượng, cũng như tăng tỷ lệ rò rỉ. Cần nỗ lực giảm áp suất đặt của máy nén và hệ thống xuống mức thấp nhất có thể.

Bảng 14: Tác động của việc giảm áp suất cấp đối với mức tiêu thụ điện
(Confederation of Indian Industries)

Giảm áp suất		Tiết kiệm điện (%)		
Từ (bar)	xuống đến (bar)	Làm mát bằng nước một cấp	Làm mát bằng nước hai cấp	Làm mát bằng khí hai cấp
6,8	6,1	4	4	2,6
6,8	5,5	9	11	6,5

Chú ý: Giảm áp suất 1 bar trong máy nén sẽ giảm tiêu thụ điện từ 6 – 10 %.

b. Điều biến máy nén thông qua thiết lập áp suất tối ưu

Khi có một hoặc nhiều hơn máy nén cấp cho cho một đầu phân phối chung, cần vận hành máy nén sao cho chi phí sản xuất khí nén là nhỏ nhất:

- + Nếu tất cả các máy nén giống nhau, có thể điều chỉnh áp suất đặt sao cho chỉ có một máy nén xử lý những biến động về tải, còn những máy khác hoạt động ở điều kiện gần đầy tải.
- + Nếu các máy nén có năng suất khác nhau, cần điều chỉnh áp suất sao cho chỉ máy nén nhỏ nhất thực hiện điều biến (thay đổi lưu lượng).
- + Nếu các máy nén khác loại cùng làm việc với nhau, mức tiêu thụ năng lượng không tải là rất quan trọng. Cần dùng máy nén có công suất không tải thấp nhất để điều biến.
- + Nhìn chung, những máy nén có công suất tải thấp hơn sẽ phải thực hiện điều biến.

- + Các máy nén có thể được phân loại theo mức tiêu thụ năng lượng riêng, ở các áp suất khác nhau, với các máy có hiệu suất năng lượng cao nhất đáp ứng phần lớn nhu cầu hệ thống.

c. Tách biệt các nhu cầu áp cao và áp thấp

Nếu nhu cầu áp suất thấp nhiều, nên phát khí nén áp suất cao và thấp riêng rẽ và cấp riêng cho từng bộ phận thay vì phát với áp suất cao rồi dùng van giảm áp để giảm áp suất, sau đó cấp cho các hộ tiêu thụ áp suất thấp sẽ gây lãng phí năng lượng.

d. Thiết kế nhằm giảm thiểu sụt áp trên hệ thống đường ống phân phối

Sụt áp xảy ra khi khí nén đi qua hệ thống phân phối và xử lý. Một hệ thống thiết kế tốt sẽ có mức tổn thất áp suất ít hơn 10% áp suất đầu của máy nén, đo từ đầu ra của bình tích tới hộ tiêu thụ.

Ống càng dài và đường kính càng nhỏ thì tổn thất ma sát càng nhiều. Để giảm sụt áp hiệu quả, có thể sử dụng một hệ thống khép kín với lưu lượng hai chiều. Sụt áp gây ra do mòn và do bản thân các thành phần của hệ thống là những yếu tố quan trọng.

Sụt áp quá mức do chọn kích thước ống không chuẩn, bộ lọc bị tắc, các mối nối và ống mềm kích thước không chuẩn sẽ gây ra lãng phí năng lượng. Bảng 9 mô tả mức tổn thất năng lượng nếu ống có đường kính nhỏ.

Mức sụt áp hợp lý điển hình ở các ngành công nghiệp là 0,3 bar từ bộ phân phối chính tại điểm xa nhất và 0,5 bar ở hệ thống phân phối.

Bảng 15. Sụt áp điển hình trên đường phân phối khí nén với ống ở các kích thước khác nhau (Confederation of Indian Industries)

Đường kính ống danh nghĩa (mm)	Sụt áp (bar) trên 100 m	Tổn thất điện tương ứng (kW)
40	1,80	9,5
50	0,65	3,4
65	0,22	1,2
80	0,04	0,2
100	0,02	0,1

6. Giảm thiểu rò rỉ

Rò rỉ khí nén sẽ gây lãng phí điện đáng kể. Vì rất khó thấy các rò rỉ không khí, cần phải sử dụng các biện pháp khác để xác định các chỗ rò. Cách tốt nhất để tìm ra vết

rò là sử dụng bộ dò âm thanh siêu âm, để tìm ra những âm thanh xì hơi tần số cao do rò khí.

Phát hiện rò rỉ bằng siêu âm là phương pháp tìm rò rỉ phổ biến nhất. Có thể sử dụng phương pháp này cho nhiều dạng phát hiện rò rỉ khác nhau.

Rò rỉ thường hay xảy ra ở các mối nối. Có thể xử lý bằng cách rất đơn giản là xiết chặt mối nối hoặc rất phức tạp như là thay các thiết bị hỏng, gồm khớp nối, ống ghép, các đoạn ống, ống mềm, gioăng, các điểm xả ngưng và bẫy ngưng. Trong rất nhiều trường hợp, rò rỉ có thể do làm sạch các đoạn ren không đúng cách hoặc lắp vòng đệm làm kín không chuẩn. Chọn các ống ghép, ống ngắt, ống mềm và ống cứng có chất lượng cao và lắp đặt đúng cách, sử dụng ren làm kín phù hợp để tránh rò rỉ về sau.

7. Xả nước ngưng

Sau khi khí nén rời buồng nén, bộ làm mát sau của máy nén sẽ giảm nhiệt độ khí xả xuống dưới điểm sương và do đó, một lượng hơi nước đáng kể sẽ ngưng tụ. Để xả nước ngưng, các máy nén có lắp sẵn bộ làm mát sau được trang bị thêm một thiết bị tách nước ngưng hoặc bẫy ngưng.

Trong trường hợp trên, nên lắp một van khóa gần cửa đẩy của máy nén. Đồng thời, nên nối một đường xả ngưng với lỗ xả ngưng ở bình tích. Để vận hành tốt, đường xả ngưng phải có độ dốc từ bình chứa ra ngoài. Có thể sẽ có nước ngưng thêm nếu đường ống phân phối làm khí lạnh đi và do vậy, tại những điểm thấp trên đường ống phân phối nên có bẫy ngưng và đường xả nước ngưng. Ống dẫn khí nén sau cửa đẩy phải có cùng kích thước với đầu ống nối trên cửa đẩy của máy nén sau bộ tiêu âm. Tất cả đường ống và ống nối phải phù hợp với áp suất khí nén.

Cần xem xét kỹ kích thước ống từ đầu ống nối trên máy nén. Nghiên cứu kỹ chiều dài, kích thước ống, số lượng và kiểu của ống nối và van để máy nén có thể đạt hiệu suất tối ưu.

8. Kiểm soát sử dụng khí nén

Khi hệ thống khí nén đã sẵn có, các kỹ sư của nhà máy thường có xu hướng muốn sử dụng khí nén để cung cấp cho các thiết bị cần áp suất thấp như cánh khuấy, vận tải bằng khí nén hoặc cấp khí cho buồng đốt. Tuy nhiên, các ứng dụng này nên lấy khí cấp từ quạt thổi, là thiết bị được thiết kế chuyên dụng cho áp suất thấp. Như vậy sẽ giảm rất nhiều chi phí và năng lượng so với sử dụng khí nén.

9. Điều khiển máy nén

Máy nén khí sẽ không hiệu quả nếu chúng được vận hành ở mức thấp hơn nhiều so với sản lượng theo định mức. Để tránh trường hợp chạy thêm các máy nén khí không cần thiết, nên lắp đặt một bộ điều khiển để tự động bật và tắt máy nén, tùy theo nhu cầu. Và nếu giữ áp suất của hệ thống khí nén được ở mức càng thấp càng tốt, hiệu suất sẽ được cải thiện và giảm được rò rỉ khí nén.

10. Thực hiện bảo dưỡng

Việc thực hiện bảo dưỡng hiệu quả sẽ cải thiện rất nhiều hiệu suất hoạt động của hệ thống máy nén. Dưới đây là một số gợi ý cho việc bảo dưỡng và vận hành hiệu quả hệ thống khí nén công nghiệp:

- + Bôi trơn: Cần kiểm tra áp suất dầu của máy nén bằng mắt thường hàng ngày, và thay bộ lọc dầu hàng tháng.
- + Bộ lọc khí: Bộ lọc khí vào dễ bị tắc nghẽn, nhất là ở những môi trường nhiều bụi. Cần định kỳ kiểm tra và thay thế các bộ lọc.
- + Bẫy ngưng: cần định kỳ mở các bẫy ngưng vận hành bằng tay để xả chất lỏng tích tụ sau đó đóng lại; cần kiểm tra định kỳ những bẫy tự động để đảm bảo chúng không bị rò rỉ khí.
- + Bộ làm khô khí: Làm khô khí sử dụng rất nhiều năng lượng. Với những bộ làm khô được làm lạnh, thường xuyên kiểm tra và thay các bộ lọc sơ bộ vì bộ làm khô khí thường có các đường thông bên trong nhỏ, các đường này có thể bị tắc bởi các chất bẩn. Các bộ làm khô hoàn lưu cần có bộ lọc tách dầu hiệu quả ở bộ phận vào vì các thiết bị này không hoạt động tốt nếu dầu bôi trơn từ máy nén phủ trên các chất làm khô. Nhiệt độ bộ làm khô phải được giữ ở mức dưới 100°F để tránh tăng tiêu thụ các chất làm khô, các chất này phải được nạp đầy lại sau mỗi 3 - 4 tháng, tùy theo mức độ tiêu thụ.

6. Bơm và hệ thống bơm

Hệ thống bơm chiếm gần 20% nhu cầu điện trên thế giới và chiếm khoảng từ 25 - 50% nhu cầu sử dụng năng lượng trong các hoạt động của hệ thống công nghiệp (US DOE, 2004).

Bơm có hai mục đích chính:

- Vận chuyển chất lỏng từ nơi này tới nơi khác (v.d nước từ tầng nước ngầm lên bể chứa)
- Lưu thông chất lỏng trong một hệ thống (v.d nước làm mát hoặc chất bôi trơn trong máy hoặc thiết bị)

1. Vận hành bơm gần điểm đạt hiệu suất cao nhất (BEP)
2. Đảm bảo mức NPSH thích hợp tại điểm lắp đặt
3. Điều chỉnh hệ thống bơm và tổn thất bơm để giảm tối đa sự tiết lưu.
4. Đảm bảo sẵn có các thiết bị cơ bản như đồng hồ áp suất, đồng hồ đo lưu lượng.
5. Sử dụng thiết bị điều khiển tốc độ vô cấp hoặc điều chỉnh thứ tự cho hệ thống gồm nhiều bơm để thích hợp với những dao động tải lớn.
6. Tránh sử dụng từ hai bơm trở lên cho cùng một ứng dụng.
7. Sử dụng máy bơm phụ trợ cho những tải nhỏ cần áp suất cao.
8. Nâng cao hiệu suất của thiết bị trao đổi nhiệt, giảm sự chênh lệch nhiệt độ giữa đầu vào và đầu ra thay vì tăng lưu lượng.
9. Sửa chữa vòng đệm để giảm thiểu tổn thất nước do nhỏ giọt.
10. Cân bằng hệ thống để giảm thiểu lưu lượng và giảm nhu cầu sử dụng năng lượng của bơm.
11. Tránh bơm cột áp với dòng nước chảy xuống tự do (gravity), và sử dụng hiệu ứng xi phông.
12. Thực hiện cân bằng nước để giảm thiểu mức tiêu thụ nước, và tối ưu hoạt động của bơm.
13. Tránh tuần hoàn nước làm mát trong các thiết bị DG, bơm nước cấp cho tháp làm mát, máy nén khí, hệ thống làm lạnh, bơm bình ngưng và các bơm sử dụng trong quá trình.
14. Với những trường hợp nhiều bơm cùng hoạt động, cần kết hợp cẩn thận hoạt động của các bơm để tránh tiết lưu.
15. Thay các bơm cũ bằng bơm sử dụng năng lượng hiệu quả.
16. Nâng cao hiệu suất của bơm quá cỡ, lắp thêm bộ điều khiển tốc độ vô cấp, giảm cỡ/thay bánh công tác, hoặc thay bằng bơm nhỏ hơn
17. Tối ưu hoá số cấp trong bơm đa cấp nếu có giới hạn áp suất.
18. Giảm trở lực của hệ thống thông qua đánh giá sụt áp suất và tối ưu hoá kích cỡ bơm.
19. Thường xuyên kiểm tra mức độ rung để dự đoán những hỏng hóc ồ ồ, trực không thẳng, mất cân bằng, vv...

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

1. Điều chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi tốc độ

a. Giải thích về các tác động của tốc độ

Bánh công tác quay của bơm ly tâm tạo ra cột áp. Vận tốc dài phụ thuộc tuyến tính với tốc độ quay của trục. Vì vậy, sự thay đổi tốc độ quay sẽ tác động trực tiếp đến hiệu suất của máy bơm.

Các thông số hoạt động của bơm (lưu lượng, cột áp, công suất) sẽ thay đổi với các tốc độ quay khác nhau. Để kiểm soát bơm an toàn tại các tốc độ khác nhau, cần hiểu được mối liên quan giữa hai yếu tố này. Phương trình giải thích mối quan hệ đó gọi là “Định luật hấp dẫn”:

- + Lưu lượng (Q) tỷ lệ với tốc độ quay (N).
- + Cột áp (H) tỷ lệ với bình phương tốc độ quay.
- + Năng lượng (P) tỷ lệ với lập phương tốc độ quay.

Như đã thấy từ quy tắc trên, tăng tốc độ quay của bơm ly tâm lên gấp đôi sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên 8 lần. Ngược lại, chỉ với mức giảm tốc độ nhỏ cũng sẽ dẫn đến mức giảm tiêu thụ năng lượng rất lớn. Điều này là cơ sở cho giải pháp tiết kiệm năng lượng ở máy bơm ly tâm với các yêu cầu lưu lượng khác nhau.

Cần lưu ý rằng kiểm soát lưu lượng bằng cách điều chỉnh tốc độ luôn hiệu quả hơn cách sử dụng van. Bởi vì van có thể làm giảm lưu lượng nhưng không làm giảm năng lượng bơm tiêu thụ. Ngoài lợi ích tiết kiệm năng lượng, việc giảm tốc độ còn mang lại những lợi ích sau.

- + Kéo dài tuổi thọ của ổ đỡ vì ổ đỡ truyền thủy lực lên bánh công tác (được tạo thành bởi áp suất bên trong vỏ bơm), lực này giảm tương ứng với bình phương của tốc độ. Với bơm, tuổi thọ của ổ đỡ tỷ lệ với bậc bảy của tốc độ (N⁷).
- + Giảm độ rung và tiếng ồn và tăng tuổi thọ của vòng bít với điều kiện là điểm hoạt động nằm trong dải hoạt động cho phép.

b. Sử dụng thiết bị điều khiển tốc độ vô cấp (VSD)

Điều chỉnh tốc độ của bơm là cách hiệu quả nhất để điều chỉnh lưu lượng, vì khi tốc độ bơm giảm, tiêu thụ năng lượng cũng giảm. Phương pháp được sử dụng nhiều nhất để giảm tốc độ bơm là sử dụng thiết bị điều khiển tốc độ vô cấp (VSD).

VSD cho phép điều chỉnh tốc độ bơm trong một dải liên tục, tránh nhu cầu chuyển từ tốc độ này sang tốc độ khác như ở động cơ nhiều tốc độ. VSD điều chỉnh tốc độ bơm sử dụng hai loại hệ thống:

- + VSD cơ học bao gồm khớp ly hợp thủy lực, đai điều chỉnh được và puli.

- + VSD điện bao gồm khớp dòng xoáy, thiết bị điều chỉnh động cơ rôto dây quấn và thiết bị biến tần (VFD). VFD là thiết bị phổ biến nhất, giúp điều chỉnh tần số điện cấp cho động cơ và thay đổi tốc độ quay của động cơ.

Với rất nhiều hệ thống, VFD là phương tiện giúp nâng cao hiệu suất hoạt động của bơm trong các điều kiện hoạt động khác nhau. Ngoài việc giúp tiết kiệm năng lượng, các ứng dụng VSD còn có các ưu điểm (US DOE, 2004):

- + Tăng cường kiểm soát quá trình vì VSD có thể điều chỉnh những biến động nhỏ về lưu lượng nhanh hơn.
- + Nâng cao độ tin cậy của hệ thống nhờ giảm ăn mòn bơm, ổ đỡ và vòng đệm.
- + Giảm chi phí vốn và chi phí bảo trì vì không cần sử dụng thêm van điều chỉnh, đường ống rẽ nhánh và thiết bị khởi động truyền thống.
- + Công suất thiết bị khởi động mềm: VSD cho phép động cơ có dòng khởi động thấp hơn

2. Sử dụng các bơm song song để đáp ứng các nhu cầu khác nhau

Sử dụng hai bơm song song và tắt một bơm đi khi nhu cầu giảm có giúp tiết kiệm năng lượng rất nhiều. Có thể sử dụng các bơm có lưu lượng khác nhau. Các bơm lắp song song là lựa chọn khi cột áp tĩnh cao hơn cột áp tổng hơn 50%.

3. Loại bỏ van điều chỉnh lưu lượng

Một biện pháp nữa để điều chỉnh lưu lượng bằng cách đóng hoặc mở van xả (còn gọi là van tiết lưu). Phương pháp này giúp giảm lưu lượng nhưng không giảm mức tiêu thụ năng lượng, vì cột áp tổng (cột áp tĩnh) tăng.

Biện pháp này làm tăng độ rung và ăn mòn, vì vậy làm tăng chi phí bảo trì bơm và giảm tuổi thọ. VSD là giải pháp tốt hơn nếu xét từ góc độ sử dụng năng lượng hiệu quả.

4. Loại bỏ điều chỉnh lưu lượng bằng cách rẽ nhánh

Có thể giảm lưu lượng bằng cách sử dụng hệ thống điều chỉnh bằng cách rẽ nhánh. Trong hệ thống này, đường đẩy được chia thành hai dòng đi vào hai đường ống khác nhau. Một đường ống đưa chất lỏng đến điểm quy định, đường ống thứ hai đưa chất lỏng quay trở lại nguồn. Nói cách khác, một phần chất lỏng được bơm vòng tròn không phục vụ cho mục đích nào, vì vậy gây lãng phí năng lượng. Do đó, nên tránh sử dụng giải pháp này.

5 Điều chỉnh bật/tắt bơm

Một cách sử dụng năng lượng hiệu quả đơn giản và hợp lý là giảm lưu lượng bằng cách bật và tắt bơm, nhưng không thường xuyên. Giải pháp này có thể ứng dụng khi bơm được dùng để nạp đầy bể chứa, từ bể chứa chất lỏng đi vào quy trình với một tốc độ ổn định. Trong hệ thống này, các thiết bị điều chỉnh được lắp ở mức tối thiểu và cao nhất trong bể để bật và tắt bơm. Một số công ty sử dụng biện pháp này để tránh mức nhu cầu tối đa (tức là bơm ở những giờ thấp điểm).

6. Giảm kích thước của bánh công tác

Thay đổi đường kính của bánh công tác sẽ tạo ra thay đổi tương ứng ở vận tốc theo chiều dọc của bánh công tác. Tương tự với định luật hấp dẫn, phương trình sau đây được sử dụng cho đường kính D của bánh công tác:

$$\begin{aligned} Q &\propto D \\ H &\propto D^2 \\ P &\propto D^3 \end{aligned}$$

Thay đổi đường kính của bánh công tác là một giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả giúp kiểm soát lưu lượng bơm. Tuy nhiên khi sử dụng giải pháp này cần chú ý những yếu tố sau:

- + Không sử dụng giải pháp này khi lưu lượng thay đổi.
- + Kích thước của bánh công tác không được giảm xuống quá 25% so với kích thước ban đầu của bánh công tác, nếu không sẽ bị rung do xâm thực và giảm hiệu suất bơm.
- + Cần giữ cân bằng bơm, cần giảm kích thước đều ở các mặt bánh công tác.

Thay bánh công tác là một giải pháp tốt hơn là giảm kích thước của bánh công tác, nhưng tốn tiền hơn và đôi khi bánh công tác nhỏ hơn lại nhỏ quá.

Bảng 16. So sánh các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả đối với bơm
(theo US DOE 2001)

Thông số	Thay van điều chỉnh	Giảm kích thước bánh công tác	VFD
Đường kính bánh công tác	430 mm	375 mm	430 mm
Cột áp bơm	71,7 m	42 m	34,5 m
Hiệu suất bơm	75,1%	72.1%	77%
Lưu lượng	80 m ³ /hr	80 m ³ /hr	80 m ³ /hr
Công suất tiêu thụ	23,1 kW	14 kW	11,6 kW

6. Hệ thống làm lạnh

Làm lạnh được sử dụng để làm mát hoặc lưu giữ sản phẩm trong môi trường nhiệt độ thấp. Hệ thống làm lạnh hấp thụ nhiệt từ nơi cần làm lạnh và truyền nhiệt hấp thụ ra khu vực khác, có nhiệt độ cao hơn.

Hệ thống làm lạnh dùng trong các quy trình công nghiệp (như dây chuyền làm lạnh) hoặc cho các mục đích sinh hoạt là:

- + Thiết bị điều biến công suất thấp dạng giãn nở trực tiếp tương tự như tủ lạnh sinh hoạt.
- + Dây chuyền làm lạnh trung tâm sử dụng nước lạnh với nước lạnh là chất tải lạnh thứ cấp với dải biến thiên nhiệt độ trên 5°C. Thiết bị này có thể sử dụng để tạo đá.
- + Dây chuyền làm lạnh bằng muối sử dụng muối ở nhiệt độ thấp hơn làm môi chất lạnh thứ cấp cho các thiết bị ứng dụng cần nhiệt độ dưới không, với hệ thống điều hòa cục bộ hoặc trung tâm.
- + Công suất của dây chuyền đạt 50 TR (tấn lạnh) thường được xem là công suất nhỏ, 50 đến 250 TR là công suất vừa và trên 250 TR là công suất lớn.

1. Công suất làm lạnh sẽ giảm đi 6% nếu nhiệt độ của nước ngưng tăng thêm $3,5^{\circ}\text{C}$.
2. Giảm nhiệt độ của nước ngưng đi $5,5^{\circ}\text{C}$ sẽ làm giảm mức độ tiêu thụ điện của máy nén đi từ 20 - 25%.
3. Giảm nhiệt độ của nước làm lạnh tại đầu vào đi $0,55^{\circ}\text{C}$ sẽ làm giảm tiêu thụ điện năng của máy nén đi 3%.
4. Lớp cặn lắng đọng dày 1 mm trong đường ống nước ngưng sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên 40%.
5. Nhiệt độ bay hơi tăng $5,5^{\circ}\text{C}$ sẽ làm giảm tiêu thụ điện năng của máy nén đi 20 - 25%.

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

1. Tối ưu hoá bộ trao đổi nhiệt của quá trình

Các doanh nghiệp SME thường có xu hướng áp dụng biên độ an toàn cao cho việc vận hành, giá trị này có thể ảnh hưởng đến áp suất hút của máy nén/điểm thiết lập của thiết bị bay hơi. Ví dụ như, một yêu cầu làm lạnh quy trình ở 15°C sẽ cần môi chất lạnh ở nhiệt độ thấp hơn, nhưng dải này có thể dao động từ 6°C đến khoảng 10°C . Với nước lạnh ở 10°C , nhiệt độ của môi chất lạnh phải thấp hơn (khoảng -5°C đến $+5^{\circ}\text{C}$). Nhiệt độ môi chất lạnh quyết định áp suất hút tương ứng của chất lạnh, áp suất hút đó lại quyết định điều kiện đầu vào cho máy nén lạnh. Áp dụng lực phát động tốt ưu/tối đa (chênh lệch nhiệt độ) có thể giúp đạt được áp suất hút cao nhất có thể tại máy nén, và giảm thiểu tiêu thụ năng lượng. Điều này đòi hỏi phải định cỡ chính xác diện tích truyền nhiệt của bộ trao đổi nhiệt quá trình và thiết bị bay hơi cũng như hợp lý hoá yêu cầu về nhiệt độ để đạt giá trị cao nhất có thể. Mỗi mức tăng nhiệt độ thiết bị bay hơi thêm 1°C có thể tiết kiệm 3% năng lượng tiêu thụ. Công suất TR của thiết bị đó sẽ tăng theo nhiệt độ thiết bị bay hơi, như cho trong bảng dưới đây.

Bảng 17. Những giá trị điển hình minh họa tác động của sự biến đổi nhiệt độ thiết bị bay hơi đối với mức tiêu thụ năng lượng của máy nén

Nhiệt độ thiết bị bay hơi (°C)	Công suất lạnh* (tấn)	Tiêu thụ năng lượng cụ thể	Mức tăng kW/tấn (%)
5,0	67,58	0,81	-
0,0	56,07	0,94	16,0
-5,0	45,98	1,08	33,0
-10,0	37,20	1,25	54,0
-20,0	23,12	1,67	106,0

* Nhiệt độ bình ngưng 40°C

Để hợp lý hoá diện tích trao đổi nhiệt, hệ số trao đổi nhiệt về phía môi chất lạnh có thể dao động trong khoảng từ 1400 – 2800 watts /m²K. Diện tích trao đổi nhiệt phía môi chất lạnh là 0,5 m²/TR và cao hơn ở thiết bị bay hơi.

Bình ngưng trong dây chuyền làm lạnh là một thiết bị rất quan trọng, ảnh hưởng đến công suất TR và nhu cầu tiêu thụ năng lượng. Với môi chất lạnh bất kỳ, nhiệt độ ngưng tụ và áp suất ngưng tụ tương ứng phụ thuộc vào diện tích truyền nhiệt, hiệu quả của quá trình truyền nhiệt và loại làm mát sử dụng. Một mức nhiệt độ ngưng tụ thấp hơn có nghĩa là máy nén phải hoạt động trong vi sai về áp suất thấp hơn do áp suất đẩy được cố định bởi thiết kế và hiệu suất của bình ngưng.

Trên thực tế, việc lựa chọn bình ngưng là giữa làm mát bằng không khí, làm mát bằng không khí với nước phun, và làm mát qua trao đổi nhiệt. Bộ trao đổi nhiệt hình ống và dạng vỏ sò lớn được sử dụng làm bình ngưng có thấp giải nhiệt hoạt động tốt cho phép hoạt động ở giá trị áp suất đẩy thấp và nâng cao công suất TR của dây chuyền làm lạnh.

Nếu môi chất lạnh R22 được sử dụng trong bình ngưng dạng ống và vỏ sò làm mát bằng nước thì áp suất đẩy là 15 kg/cm². Nếu cũng loại môi chất lạnh này được sử dụng trong bình ngưng làm mát bằng không khí thì áp suất đẩy là 20 kg/cm². Điều này cho thấy mức tải nén cần thêm là bao nhiêu, với mức tải thêm này sẽ làm tăng thêm tiêu thụ năng lượng khoảng 30% ở dây chuyền.

Một trong những giải pháp tốt nhất tại giai đoạn thiết kế là lựa chọn bình ngưng dạng ống và vỏ sò làm mát bằng nước thay cho những lựa chọn rẻ tiền hơn như loại bình ngưng làm mát bằng không khí hoặc bình ngưng không khí phun nước.

Tác động của nhiệt độ bình ngưng đối với nhu cầu sử dụng năng lượng của dây chuyền được cho trong bảng dưới đây

Bảng 18. Những giá trị điển hình minh họa tác động của sự biến đổi trong nhiệt độ bình ngưng đối với mức tiêu thụ năng lượng

Nhiệt độ ngưng (°C)	Công suất làm lạnh (tấn)	Tiêu thụ năng lượng cụ thể (kW / TR)	Mức tăng kW/TR (%)
26,7	31,5	1,17	-
35,0	21,4	1,27	8,5
40,0	20,0	1,41	20,5

* Máy nén pittông sử dụng môi chất lạnh R-22.
Nhiệt độ thiết bị bay hơi -10°C

2. Bảo trì bề mặt trao đổi nhiệt

Khi đã mua máy nén, bảo trì hiệu quả là yếu tố then chốt giúp tối ưu hoá mức tiêu thụ năng lượng. Có thể cải thiện trao đổi nhiệt bằng cách đảm bảo sự phân cách hợp lý giữa dầu bôi trơn và môi chất lạnh, làm tan băng ở giàn lạnh, và tăng vận tốc chất tải lạnh thứ cấp (không khí, nước, vv...). Tuy nhiên, vận tốc tăng sẽ dẫn đến mức sụt áp lớn hơn trong hệ thống và tiêu thụ năng lượng cao hơn ở bơm và quạt. Vì vậy, cần phân tích kỹ để xác định vận tốc tối ưu.

Ống bình ngưng bị tắc nghẽn khiến máy nén phải làm việc nhiều hơn để đạt công suất mong muốn. Ví dụ như lớp cặn bám dày 0,8 mm trong ống bình ngưng sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên tới 35%. Tương tự như vậy, thiết bị bay hơi bị tắc nghẽn (do dầu bôi trơn đóng cặn trong phần lấy khí vào) sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng.

Việc lựa chọn, định cỡ và bảo trì tháp giải nhiệt cũng quan trọng như vậy. Cứ mỗi mức giảm nhiệt độ nước từ tháp giải nhiệt là 0,55°C sẽ làm giảm tiêu thụ năng lượng xuống 3%.

Bảng 19. Các giá trị điển hình minh họa tác động của việc bảo trì không phù hợp đối với mức tiêu thụ năng lượng của máy nén

Điều kiện	Nhiệt độ bay hơi (°C)	Nhiệt độ ngưng (°C)	Công suất làm lạnh* (tấn)	Tiêu thụ năng lượng cụ thể (kW/tấn)	Tăng kW/tấn (%)
Bình thường	7,2	40,5	17,0	0,69	-
Bình ngưng bẩn	7,2	46,1	15,6	0,84	20,4
Thiết bị bay hơi bẩn	1,7	40,5	13,8	0,82	18,3
Thiết bị bay hơi và bình ngưng bẩn	1,7	46,1	12,7	0,96	38,7

* Hệ thống máy nén pittông 15 tấn. Tuy nhiên, thay đổi phần trăm của mức tiêu thụ năng lượng là do hậu quả của việc bảo trì kém.

3. Phân cấp để nâng cao hiệu suất

Để máy nén hoạt động hiệu quả, tỷ suất nén phải thấp, để giảm áp suất và nhiệt độ đẩy. Với những thiết bị ứng dụng nhiệt độ thấp có tỷ suất nén cao, và cần dải nhiệt độ rộng, sử dụng máy nén pittông đa cấp hoặc máy nén ly tâm/trục vít thường được ưa chuộng hơn và mang tính kinh tế hơn (do hạn chế trong thiết kế thiết bị).

Có hai loại hệ thống đa cấp có thể sử dụng với mọi loại máy nén: hỗn hợp và phân cấp. Với máy nén rôto hoặc pittông, nên sử dụng máy nén hai cấp với nhiệt độ tải từ -20°C đến -58°C , còn với máy ly tâm nên ở nhiệt độ khoảng -43°C .

Trong hệ thống đa cấp, một máy nén cấp 1 được định cỡ để đáp ứng tải làm mát, đưa vào phần hút của máy nén thứ hai sau khi khí được làm mát trung gian. Một phần dung dịch áp suất cao từ bình ngưng được giãn áp và để sử dụng cho làm mát phụ dung dịch. Vì vậy, máy nén thứ hai phải đáp ứng tải của thiết bị bay hơi và khí giãn áp. Một môi chất lạnh đơn được sử dụng trong hệ thống, và hai máy nén cùng thực hiện nhiệm vụ nén ngang nhau. Do đó, việc kết hợp hai máy nén với tỷ suất thấp có thể mang lại tỷ suất nén cao.

Với nhiệt độ trong dải từ -46°C đến -101°C , hệ thống phân cấp được ưa chuộng hơn. Trong hệ thống này, hai hệ thống riêng biệt sử dụng các môi chất lạnh khác nhau được nối với nhau sao cho một hệ thống thải nhiệt sang hệ thống còn lại. Ưu điểm chính của hệ thống này là một chất lạnh nhiệt độ thấp, có nhiệt độ hút cao và

thể tích riêng thấp, có thể được lựa chọn cho cấp thấp để đáp ứng yêu cầu nhiệt độ thấp.

4. Điều chỉnh công suất với tải của hệ thống

Trong quá trình hoạt động non tải, nhiệt độ của thiết bị bay hơi tăng lên và nhiệt độ của bình ngưng giảm, giúp tăng COP. Nhưng cùng lúc đó, sự sai lệch so với điểm làm việc theo thiết kế và việc tổn thất cơ học sẽ làm tăng mức tiêu thụ trong tổng số năng lượng tiêu thụ, mức tăng này vượt quá hiệu quả tiết kiệm nhờ tăng COP, khiến cho hiệu suất non tải thấp hơn.

Vì vậy, cần phải xem xét hoạt động non tải vì hầu hết các thiết bị làm lạnh đều có tải thay đổi. Tải có thể thay đổi do sự thay đổi của nhiệt độ và nhu cầu làm mát của quá trình. Việc điều chỉnh công suất với tải của hệ thống là một bài toán khó, đòi hỏi phải hiểu rõ hiệu suất của máy nén, và sự biến đổi của điều kiện xung quanh, cũng như cần nắm bắt được mức tải làm mát.

5. Điều chỉnh năng suất của máy nén và sử dụng năng lượng hiệu quả

Có một số cách để điều chỉnh năng suất máy nén. Điều chỉnh năng suất máy nén pittông thông qua trút tải xy lanh sẽ làm tăng điều biến (từng bước một). Ngược lại, việc điều biến liên tục các máy nén ly tâm thông qua điều chỉnh cánh và máy nén trục vít bằng các van trượt. Vì vậy, điều chỉnh nhiệt độ yêu cầu hệ thống phải được thiết kế cẩn thận. Thông thường, khi sử dụng máy nén pittông cho các thiết bị ứng dụng có tải biến đổi nhiều, nên điều chỉnh máy nén bằng cách đo nhiệt độ của nước đưa quay trở lại (hay là chất tải lạnh thứ cấp) thay vì đo nhiệt độ của nước ra từ thiết bị làm lạnh. Điều này giúp tránh việc quay vòng tắt - bật nhiều quá hoặc việc tải/trút tải không cần thiết của máy nén. Tuy nhiên, nếu sự dao động của tải không lớn, nên đo nhiệt độ của nước ra từ thiết bị làm lạnh. Cách này có ưu điểm là giúp tránh hoạt động ở nhiệt độ nước thấp, đặc biệt khi lưu lượng giảm ở mức tải thấp. Nên đo nhiệt độ nước ra ở máy làm lạnh ly tâm và trục vít.

Điều chỉnh công suất thông qua điều chỉnh tốc độ là giải pháp hiệu quả nhất. Tuy nhiên, khi thực hiện điều chỉnh tốc độ ở máy nén pittông, cần đảm bảo rằng hệ thống bôi trơn không bị ảnh hưởng. Với máy nén ly tâm, người ta thường giới hạn điều chỉnh tốc độ khoảng 50 % công suất để tránh bị xung. Với mức dưới 50%, có thể điều chỉnh cánh hoặc thực hiện rẽ nhánh để điều biến công suất.

Hiệu suất của máy nén trục vít ở mức non tải thường cao hơn ở máy nén ly tâm hoặc máy nén pittông, nên máy nén trục vít thường được sử dụng trong trường hợp hay phải hoạt động ở mức non tải. Có thể tối ưu hoá hiệu suất của máy nén trục vít bằng cách thay đổi tỷ suất lưu lượng. Trong một số trường hợp, điều này có thể dẫn

đến hiệu suất đầy tải cao hơn so với máy nén ly tâm và pittông. Nhờ khả năng máy nén trục vít chịu được dầu nhờn, trong một số trường hợp máy nén trục vít được ưa chuộng hơn.

6. Làm lạnh đa cấp để đáp ứng các nhu cầu của dây chuyền

Việc lựa chọn hệ thống làm lạnh cũng phụ thuộc vào dải biến thiên nhiệt độ mong muốn của dây chuyền. Với các ứng dụng khác nhau cần dải nhiệt độ rộng, sử dụng nhiều tổ (một số tổ nằm rải rác trong dây chuyền) thay vì sử dụng một dây chuyền trung tâm lớn sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn. Một ưu điểm nữa là sự linh hoạt và độ tin cậy. Có thể lựa chọn các tổ tùy theo khoảng cách tải làm mát cần cung cấp. Các tổ tại trung tâm tải sẽ giảm tổn thất phân phối của hệ thống. Mặc dù có sử dụng hệ thống gồm nhiều tổ có những ưu điểm này, các dây chuyền trung tâm thường có mức tiêu thụ năng lượng thấp hơn vì tại mức tải giảm xuống, mức tiêu thụ năng lượng có thể giảm đáng kể do sử dụng bình ngưng và bề mặt thiết bị bay hơi lớn.

Rất nhiều doanh nghiệp sử dụng một trạm máy nén tại vị trí trung tâm để đáp ứng tải. Thông thường, các thiết bị làm lạnh cấp vào thiết bị gia nhiệt chung từ đó các nhánh toả đi các vị trí trong dây chuyền. Với cách lắp đặt này, phải hết sức thận trọng khi vận hành non tải. Để vận hành hiệu quả, tải của mỗi thiết bị làm lạnh phải được đo chặt chẽ. Vận hành một máy làm lạnh đơn lẻ ở mức đầy tải sẽ hiệu quả hơn là vận hành hai thiết bị làm lạnh ở chế độ non tải. Hệ thống phân phối cần được thiết kế sao cho mỗi máy làm lạnh đơn lẻ có thể cung cấp cho toàn bộ các nhánh. Cần lắp đặt thêm các van cách ly để tách riêng các phần khi không cần làm mát. Việc này giúp làm giảm sụt giảm áp suất của hệ thống và giảm tiêu thụ năng lượng trong hệ thống bơm. Các máy nén trong hệ thống cần được tải hết công suất trước khi vận hành máy nén tiếp theo. Trong một số trường hợp, lắp các thiết bị làm lạnh có công suất thấp hơn riêng rẽ, có thể vận hành theo kiểm soát bật - tắt để đạt tải tối đa, với những thiết bị làm lạnh lớn hơn đáp ứng tải chính.

Điều chỉnh lưu lượng cũng là cách rất phổ biến giúp đáp ứng các mức nhu cầu khác nhau. Trong những trường hợp đó, tiết kiệm từ việc bơm ở lưu lượng thấp hơn cần được cân nhắc với sự truyền nhiệt ở dàn lạnh do vận tốc giảm. Trong một số trường hợp, việc vận hành ở lưu lượng bình thường, với việc vận hành các máy nén ở các kỳ không tải tuần tự lâu hơn (hoặc tắt hẳn) có thể giúp tiết kiệm nhiều hơn.

7. Lưu trữ nước mát

Tùy theo bản chất của tải, sử dụng các thiết bị lưu trữ nước lạnh được bảo ôn tốt sẽ kinh tế hơn. Có thể nạp đầy thiết bị lưu trữ để đáp ứng nhu cầu của quá trình để máy làm lạnh không phải hoạt động liên tục. Hệ thống này sẽ khá kinh tế nếu chỉ có sự thay đổi nhỏ trong nhiệt độ ở mức có thể chấp nhận được. Ngoài ra, hệ thống này

còn có thêm ưu điểm là thiết bị làm lạnh hoạt động ở những lúc nhu cầu điện thấp, giúp giảm tiền điện do tải tối đa. Mức tính tiền sử dụng điện vào thời điểm đêm của một số nhà cung cấp điện là một ưu điểm của việc sử dụng thiết bị lưu trữ. Ngoài ra giải pháp này còn có một lợi ích nữa là do nhiệt độ môi trường bên ngoài thấp hơn vào ban đêm nên nhiệt độ bình ngưng vào đêm cũng thấp hơn, vì vậy giúp tăng COP.

Nếu sự dao động của nhiệt độ trong khoảng không chấp nhận được thì việc sử dụng thiết bị lưu trữ có thể sẽ kém kinh tế hơn vì chất tải lạnh thứ cấp sẽ được lưu trữ ở nhiệt độ thấp hơn so với yêu cầu để thu nhiệt. Chi phí phát sinh để làm mát xuống nhiệt độ thấp hơn có thể vượt quá lợi ích của cách làm này. Giải pháp tùy theo từng trường hợp cụ thể. Ví dụ như, trong một số trường hợp có thể sử dụng bộ trao đổi nhiệt lớn, với mức chi phí thấp hơn so với mức vận hành thiết bị làm lạnh nhiệt độ thấp, để tận dụng lợi ích của việc sử dụng thiết bị lưu trữ kể cả khi sự dao động của nhiệt độ không chấp nhận được. Hệ thống làm đá, lưu trữ đá thay cho nước, thường mang lại hiệu quả kinh tế.

8. Đặc điểm thiết kế của hệ thống

Ở thiết kế toàn bộ dây chuyền, việc áp dụng những kinh nghiệm thực tế thích hợp sẽ giúp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng đáng kể. Cần xem xét đến những khu vực sau:

- + Thiết kế của tháp giải nhiệt với các bánh công tác FRP và khối đệm dạng màng, tấm chắn nước PVC, vv....
- + Sử dụng nước được làm mềm cấp cho bình ngưng thay cho nước thô.
- + Sử dụng độ dày bảo ôn một cách kinh tế cho các đường ống lạnh, bộ trao đổi nhiệt, xem xét chi phí thu nhiệt và áp dụng các kinh nghiệm như phương pháp đo hồng ngoại - đặc biệt được ứng dụng trong công nghiệp xử lý/sản xuất phân bón/hoá chất lớn.
- + Bao phủ mái / Hệ thống làm mát, Trần giả/nếu có thể áp dụng để giảm thiểu tải lạnh.
- + Sử dụng thiết bị thu hồi nhiệt có hiệu quả sử dụng năng lượng cao như bộ trao đổi nhiệt không khí – không khí để làm lạnh sơ bộ không khí thông qua trao đổi nhiệt gián tiếp; điều chỉnh độ ẩm tương ứng nhờ bộ trao đổi nhiệt gián tiếp thay vì sử dụng bộ gia nhiệt cho đường ống sau khi làm lạnh.
- + Sử dụng hệ thống có lưu lượng khí biến đổi, sử dụng màng chống bức xạ mặt trời; Tối ưu hoá cường độ sáng tại khu vực cần điều hoà không khí; tối ưu hoá số lần trao đổi khí ở khu vực cần điều hoà không khí và một vài ví dụ khác.

7. Hệ thống chiếu sáng

Chiếu sáng sử dụng nguyên tắc chuyển năng lượng điện thành quang năng sinh ra ánh sáng. Theo ước tính, tiêu thụ năng lượng của việc chiếu sáng chiếm khoảng 20 – 45% tổng tiêu thụ năng lượng của một toà nhà thương mại và khoảng 3 – 10% trong tổng tiêu thụ năng lượng của một nhà máy công nghiệp.

- Thay thế các bóng đèn sợi đốt vofram bằng các đèn huỳnh quang hay đèn compact sẽ tiết kiệm được 75 - 80% năng lượng.
- Thay thế các bóng đèn tuýp truyền thống bằng các bóng đèn đời mới có hiệu suất năng lượng cao hơn kết hợp với dùng các ballast điện tử giúp giảm từ 40 - 50% mức tiêu thụ năng lượng.
- Hiệu điện thế cấp tăng 10% sẽ làm giảm tuổi thọ của bóng đèn đi 1/3.
- Hiệu điện thế cấp tăng 10% sẽ làm tăng mức tiêu thụ điện năng của bóng đèn lên tương đương 10 %.

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

1. Sử dụng chiếu sáng tự nhiên

Tiện ích của việc chiếu sáng tự nhiên thay thế chiếu sáng bằng điện vào ban ngày đã được nhiều người biết đến. Một vài phương pháp kết hợp chiếu sáng ban ngày là:

- + Sử dụng chiếu sáng phía bắc nếu khung đỡ mái che loại răng cưa là loại công nghiệp chung.
- + Các thiết kế đổi mới có thể phù hợp vì chúng loại trừ độ chói của ánh sáng ban ngày và rất hợp với nội thất. Các dải kính chạy suốt bề ngang của mái nhà theo các khoảng đều có thể cung cấp chiếu sáng tốt, đồng nhất trong các xưởng công nghiệp và các nhà kho.
- + Một thiết kế tốt kết hợp với các cửa sổ ở trần nhà làm bằng chất liệu FRP cùng với trần giả trong suốt và trong mờ có thể cung cấp chiếu sáng không có ánh sáng chói, trần giả cũng giảm hơi nóng từ ánh sáng tự nhiên.
- + Sử dụng cửa với mái vòm FRP có kiến trúc cơ bản có thể loại trừ việc sử dụng đèn điện trong hành lang của các nhà cao tầng.
- + Cũng nên sử dụng ánh sáng tự nhiên từ cửa sổ. Tuy nhiên, cửa sổ nên được thiết kế tốt để tránh ánh sáng chói. Nên sử dụng các giá ánh sáng để cung cấp ánh sáng tự nhiên không có ánh sáng chói.

2. Giảm số lượng đèn để giảm lượng chiếu sáng thừa

Giảm số lượng đèn là một phương pháp hiệu quả để giảm tiêu thụ năng lượng chiếu sáng. Giảm chiều cao lắp đặt của đèn, cung cấp bộ đèn hiệu quả và sau đó tháo bớt đèn sẽ đảm bảo việc chiếu sáng hầu như không bị ảnh hưởng gì. Nên giảm số lượng đèn ở những không gian trống nơi không có hoạt động làm việc.

3. Chiếu sáng theo công việc

Chiếu sáng theo công việc là cung cấp độ chiếu sáng tốt theo yêu cầu chỉ tập trung vào diện tích thực, ở đó công việc được thực hiện trong khi việc chiếu sáng chung cho xưởng hoặc văn phòng chỉ giữ ở mức thấp hơn. Có thể tiết kiệm được năng lượng bởi vì đèn có công suất thấp cũng có thể tạo ra chiếu sáng theo công việc tốt. Ở một vài nhà máy dệt, giảm độ cao của các chùm đèn tuýp đã làm tăng thêm độ chiếu sáng và cũng giảm được gần 40% số chùm đèn. Đã nhận thấy lợi ích kép của việc tiêu thụ năng lượng thấp hơn và chi phí thay thế thấp hơn. Ở một vài ngành kỹ thuật, chiếu sáng theo công việc trong các thiết bị máy móc được cung cấp bởi các đèn huỳnh quang compact (CFL). Thậm chí trong các văn phòng, chiếu sáng theo bàn khu biệt bằng các đèn huỳnh quang compact (CFL) có thể được ưa chuộng hơn, thay vì cung cấp số lượng lớn đèn tuýp huỳnh quang chiếu sáng chung đồng bộ.

4. Lựa chọn đèn và bộ đèn hiệu suất cao

Chi tiết về các loại đèn thông dụng được tóm tắt bên dưới. Từ danh sách này, khả năng tiết kiệm năng lượng của đèn có thể được xác định bằng cách thay thế bằng những loại hiệu suất hơn.

Bảng 20. Thông tin về các loại đèn thường được sử dụng

Loại đèn	Công suất danh nghĩa của đèn tính bằng óát (Tổng công suất gồm cả thất thoát chấn lưu tính bằng óát)	Hiệu suất tính bằng Lumen/Oát (Gồm cả thất thoát chấn lưu khi sử dụng)	Chỉ số hoàn màu	Tuổi thọ đèn
Phục vụ chiếu sáng chung (GLS) (Bóng đèn dây tóc)	15,25,40,60,75,100,150,200, 300,500 (không chấn lưu)	8 đến 17	100	1000
Halogen Vonfam (Cực đơn)	75,100,150,500,1000,2000 (không chấn lưu)	13 đến 25	100	2000

Loại đèn	Công suất danh nghĩa của đèn tính bằng oát (Tổng công suất gồm cả thất thoát chấn lưu tính bằng oát)	Hiệu suất tính bằng Lumen/Oát (Gồm cả thất thoát chấn lưu khi sử dụng)	Chỉ số hoàn màu	Tuổi thọ đèn
Halogen Vonfam (Cực kép)	200,300,500,750,1000, 1500, 2000 (không chấn lưu)	16 đến 23	100	2000
Đèn tuýp huỳnh quang (được lắp đầy bằng Agon)	20,40,65 (32,51,79)	31 đến 58	67 đến 77	5000
Đèn tuýp huỳnh quang (được lắp đầy bằng Krypton)	18,36,58 (29,46,70)	38 đến 64	67 đến 77	5000
Đèn huỳnh quang compact (CFLS) (không có vỏ lăng kính)	5, 7, 9,11,18,24,36 (8,12,13,15,28,32,45)	26 đến 64	85	8000
Đèn huỳnh quang compact (CFLS) (có vỏ lăng kính)	9,13,18,25 (9,13,18,25) nghĩa là công suất danh nghĩa gồm cả tiêu thụ chấn lưu).	48 đến 50	85	8000
Đèn hỗn hợp thủy ngân	160 (chấn lưu bên trong, công suất danh nghĩa gồm cả tiêu thụ chấn lưu)	18	50	5000
Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)	80,125,250,400,1000, 2000 (93,137,271,424,1040, 2085)	38 đến 53	45	5000
Đèn Halogen kim loại (Cực đơn)	250,400,1000,2000 (268,427,1040,2105)	51 đến 79	70	8000
Đèn Halogen kim loại (Cực kép)	70,150,250 (81,170,276)	62 đến 72	70	8000
Đèn hơi natri cao áp	70,150,250,400,1000	69 đến 108	25 đến 60	>12000

Loại đèn	Công suất danh nghĩa của đèn tính bằng óát (Tổng công suất gồm cả thất thoát chấn lưu tính bằng óát)	Hiệu suất tính bằng Lumen/Óát (Gồm cả thất thoát chấn lưu khi sử dụng)	Chỉ số hoàn màu	Tuổi thọ đèn
(HPSV)	(81,170,276,431,1060)			
Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)	35,55,135 (48,68,159)	90 đến 133		>12000

Những ví dụ sau về thay thế đèn là rất thông dụng.

- + Lắp đèn halogen kim loại thay cho đèn hơi natri/thủy ngân
- + Lắp đèn hơi natri cao áp (HPSV) cho các ứng dụng không cần nhiều độ hoàn màu
- + Lắp đèn chỉ báo panen LED thay thế đèn dây tóc.

Các loại đèn được sử dụng phụ thuộc vào chiều cao lắp đặt, độ hoàn màu cũng là một yếu tố định hướng. Bảng bên dưới tóm tắt khả năng thay thế cùng với khả năng tiết kiệm.

Bảng 21: Tiết kiệm bằng cách sử dụng đèn hiệu quả hơn

Đèn đang dùng	Thay thế bởi	Khả năng tiết kiệm năng lượng, %
GLS (Đèn nóng sáng)	Đèn huỳnh quang compact (CFL)	38 - 75
	Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)	45 - 54
	Halogen kim loại	66
	Đèn hơi natri cao áp (HPSV)	66 - 73
Đèn tuýp tiêu chuẩn (Argon)	Đèn tuýp mỏng (Krypton)	9 - 11
Đèn halogen vonfam	Đèn tuýp (Krypton)	31 - 61
	Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)	54 - 61
	Halogen kim loại	48 - 73
	Đèn hơi natri cao áp (HPSV)	48 - 84
Đèn hỗn hợp thủy ngân	Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)	41

Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)	Halogen kim loại	37
	Đèn hơi natri cao áp (HPSV)	34 - 57
	Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)	62
Halogen kim loại	Đèn hơi natri cao áp (HPSV)	35
	Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)	42
Đèn hơi natri cao áp (HPSV)	Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)	42

5. Giảm điện áp cấp cho đèn chiếu sáng

Giảm điện áp cấp cho đèn chiếu sáng có thể tiết kiệm năng lượng miễn là chấp nhận sự sụt giảm hiệu suất sáng. Ở rất nhiều khu vực, điện áp lưới vào ban đêm cao hơn bình thường, vì thế giảm điện áp có thể tiết kiệm năng lượng.

Bảng 22: Sự khác biệt về hiệu suất sáng và tiêu thụ điện

Chi tiết	Điện áp thấp hơn 10%	Điện áp cao hơn 10%
Đèn huỳnh quang		
Hiệu suất sáng	Giảm 9%	Tăng 8%
Điện nạp	Giảm 15%	Tăng 81%
Đèn HPMV		
Hiệu suất sáng	Giảm 20%	Tăng 20%
Điện nạp	Giảm 16%	Tăng 17%
Đèn hỗn hợp thủy ngân		
Hiệu suất sáng	Giảm 24%	Tăng 30%
Điện nạp	Giảm 20%	Tăng 20%
Đèn halogen kim loại		
Hiệu suất sáng	Giảm 30%	Tăng 30%
Điện nạp	Giảm 20%	Tăng 20%
Đèn HPSV		
Hiệu suất sáng	Giảm 28%	Tăng 30%
Điện nạp	Giảm 20%	Tăng 26%

Đèn LPSV		
Hiệu suất sáng	Giảm 4%	Giảm 2%
Điện nạp	Giảm 8%	Tăng 3%

6. Chấn lưu điện tử

Chấn lưu điện tử thông thường được sử dụng để cung cấp điện áp cao hơn để thắp đèn tuýp và hạn chế dòng điện trong suốt thời gian hoạt động bình thường. Bảng bên dưới biểu thị lượng tiết kiệm gần đúng khi sử dụng chấn lưu điện tử.

Bảng 23: Lượng tiết kiệm khi sử dụng chấn lưu điện tử

Loại đèn	Với chấn lưu điện tử thông thường	Với chấn lưu điện tử	Lượng điện tiết kiệm, Oát
Đèn tuýp 40W	51	35	16
Đèn hơi Natri hạ áp 35W	48	32	16
Đèn hơi Natri cao áp 70W	81	75	6

7. Đèn tuýp huỳnh quang T8

Đèn tuýp huỳnh quang hiện đang được dùng là loại T10 (40w) và T8 (36W). Nếu thay thế đèn T10 - 40W bằng đèn T8 - 36W sẽ tiết kiệm được 10% năng lượng chiếu sáng.

8. Bảo dưỡng chiếu sáng

Bảo dưỡng rất quan trọng với hiệu suất ánh sáng. Mức sáng sẽ giảm theo thời gian do sự lão hoá của đèn và bụi trong giá đèn, đèn và bề mặt phòng. Các yếu tố này có thể giảm tổng chiếu sáng là khoảng 50% hoặc hơn trong khi đó, đèn tiếp tục sử dụng đầy đủ điện. Những bảo dưỡng gợi ý cơ bản dưới đây giúp ngăn chặn điều này:

- + Lau sạch bụi ở giá đèn, đèn và chao đèn từ 6 đến 24 tháng một lần.
- + Thay chao đèn nếu chúng chuyển màu vàng.
- + Lau sạch hoặc sơn lại phòng nhỏ mỗi năm một lần và phòng lớn 2 đến 3 năm một lần. Lau sạch bụi ở bề mặt đèn vì bụi làm giảm lượng sáng chúng phản xạ.

B. Năng lượng nhiệt

1. Nhiên liệu và quá trình cháy

Những nhiên liệu: than, dầu FO & DO, và khí tự nhiên được gọi là nhiên liệu hoá thạch; các dạng nhiên liệu khác như củi, trấu, vỏ hạt điều... được gọi là biomass.

Quá trình cháy là sự oxy hoá nhanh nhiên liệu để tạo ra nhiệt hoặc nhiệt và ánh sáng. Quá trình đốt cháy nhiên liệu hoàn tất chỉ khi được cấp một lượng thích hợp oxy.

C	+	O ₂	→	CO ₂	+	8.084 kcal/kg Cacbon
2C	+	O ₂	→	2CO	+	2.430 kcal/kg Cacbon
2H ₂	+	O ₂	→	2H ₂ O	+	28.922 kcal/kg Hydro
S	+	O ₂	→	SO ₂	+	2.224 kcal/kg lưu huỳnh

Quá trình đốt cháy cần không khí. Khối lượng không khí cần thiết được tính theo phương trình phản ứng gọi là khối lượng lý thuyết.

Để quá trình đốt cháy tối ưu, khối lượng không khí cháy thực tế phải cao hơn mức yêu cầu trên lý thuyết. Lượng khí dư được đặc trưng bởi hệ số khí dư λ .

- + Hệ số không khí dư $\lambda = \text{lượng thực tế} / \text{lý thuyết}$.
- + λ quá lớn: không khí dư hấp thụ nhiệt làm tăng tổn thất nhiệt theo khói lò.
- + λ quá nhỏ ($\lambda < 1$) nhiên liệu cháy không hoàn toàn, CO trong khói lò cao tạo khói mờ hóng bám vào ống truyền nhiệt, $T_{\text{khói lò}}$ cao, hiệu suất nổi hơi giảm.

Hệ số không khí dư thích hợp:

Nhiên liệu	λ	O ₂ [% trong khói lò]
Khí	1,1	2,2
Dầu FO	1,2	4,0
Củi	1,3	4,5
Than		
+ Dạng bột	1,25 - 1,3	4,3 - 4,9
+ Lò ghi xích	1,35 - 1,4	5,5 - 6,0
+ Nạp thủ công	1,40 - 1,6	6,1 - 7,9

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

1. Sấy sơ bộ dầu đốt cháy

Khi nhiệt độ giảm, độ nhớt của dầu trong lò và LSHS (Dầu nặng chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp) sẽ tăng lên, cản trở việc bơm dầu. Ở nhiệt độ môi trường xung quanh thấp (dưới 25°C), rất khó bơm dầu đốt lò. Để loại bỏ trở ngại này, người ta thường sấy sơ bộ dầu theo hai cách sau:

- Gia nhiệt cho toàn bộ bể. Với cách sấy theo khối lượng lớn này, các ống hơi được đặt dưới đáy bể và được bảo ôn toàn bộ;
- Dầu được sấy khi qua bộ sấy của dòng chảy ngoài. Để giảm mức tiêu thụ hơi cần thiết, nên bảo ôn bể khi sử dụng phương pháp sấy theo khối lượng lớn.

Trong trường hợp tốc độ dòng vượt quá công suất của bộ sấy ngoài, hoặc khi sử dụng nhiên liệu LSHS thì chúng ta sử dụng cách sấy theo khối lượng lớn. Với cách sấy dầu chảy ra ngoài, chỉ sấy cho dầu chảy ra khỏi bể đạt đến nhiệt độ bơm. Bộ sấy dầu chảy ra ngoài là bộ trao đổi nhiệt hoặc điện, gia nhiệt trung bình.

2. Kiểm soát nhiệt độ của dầu đốt cháy

Kiểm soát dầu theo nhiệt độ là biện pháp cần thiết nhằm phòng tránh hiện tượng quá nhiệt, nhất là khi lưu lượng dầu giảm hoặc dừng lại. Điều này rất quan trọng với bộ sấy điện, vì dầu có thể bị carbon hoá nếu trong bộ sấy không có dầu chảy qua. Cần lắp thêm bộ điều chỉnh nhiệt ở những bộ phận dầu chảy tự do vào ống hút. Nhiệt độ dầu thích hợp phụ thuộc vào loại dầu. Không bao giờ bảo quản dầu ở trên nhiệt độ này vì như vậy sẽ dẫn đến mức tiêu thụ năng lượng cao hơn.

3 Chuẩn bị nhiên liệu than

a. Định cỡ than

Định cỡ than thích hợp là một trong những biện pháp chính để đảm bảo đốt cháy hiệu quả. Định cỡ than thích hợp, tùy theo từng kiểu hệ thống đốt sẽ giúp quá trình đốt thuận lợi, giảm tổn thất qua tro xỉ than và mang lại hiệu quả đốt cháy cao.

Có thể giảm kích thước than bằng đập hoặc nghiền, thường sử dụng để đập than là máy nghiền quay, máy nghiền trục và nghiền búa.

Trước khi đập, than cần qua sàng, và chỉ những viên than kích cỡ quá khổ mới được đưa vào máy đập. Nhờ vậy giúp giảm mức tiêu thụ điện của máy đập. Những kinh nghiệm thực tiễn trong việc đập than bao gồm:

- + Kết hợp sử dụng sàng để tách riêng các than mịn và nhỏ để tránh tạo ra thêm các hạt mịn trong quá trình đập.

- + Kết hợp sử dụng thiết bị tách từ để tách những mẫu sắt trong than có thể làm hỏng máy đập.

Bảng 24. Kích thước than phù hợp với các hệ thống đốt khác nhau

STT	Kiểu hệ thống đốt	Kích thước (mm)
1.	Đốt thủ công	
	(a) Thông gió tự nhiên	25 - 75
	(b) Thông gió cưỡng bức	25 - 40
2.	Đốt lò	
	(a) Lò ghi xích	
	i) Thông gió tự nhiên	25 - 40
	ii) Thông gió cưỡng bức	15 - 25
	(b) Lò ghi cố định	15 - 25
3.	Lò hơi dùng nhiên liệu phun	75% dưới 75 μ m
4	Buồng lửa tầng sôi	< 10 mm

b Làm ẩm than

Những hạt than mịn sẽ gây ra trục trặc trong quá trình đốt do các hiệu ứng phân loại. Tách riêng than mịn và những hạt to hơn sẽ giảm đáng kể nhờ trộn than với nước. Nước sẽ khiến những hạt than mịn bám vào hạt lớn hơn do sức căng bề mặt của độ ẩm, nhờ vậy loại bỏ những hạt mịn rơi xuống thanh ghi hoặc bị gió cuốn đi. Khi phun nước lên than, phải đảm bảo độ ẩm đồng nhất, và nên phun vào dòng than đang rơi xuống.

Nếu % hạt mịn quá cao, làm ướt than có thể giảm % cacbon không cháy hết và không khí dư cần cho quá trình cháy. Bảng dưới đây cho biết mức độ phun nước, tùy theo % hạt mịn trong than.

Bảng 25. Mức độ phun nước: những hạt mịn trên độ ẩm bề mặt trong than

Hạt mịn (%)	Độ ẩm bề mặt (%)
10 - 15	4 - 5
15 - 20	5 - 6
20 - 25	6 - 7
25 - 30	7 - 8

c. Trộn than

Khi than có lượng hạt mịn quá nhiều, nên trộn những hạt than có kích thước lớn với lượng than chứa hạt mịn. Trộn than giúp giới hạn lượng hạt mịn được đốt không quá 25%. Trộn than có chất lượng khác nhau giúp lượng than cấp lò đồng đều.

4. Thiết bị kiểm soát quá trình cháy

Thiết bị kiểm soát quá trình đốt cháy hỗ trợ mở đốt kiểm soát mức cung nhiên liệu, không khí, (tỷ lệ nhiên liệu trên không khí), và loại bỏ khí của quá trình cháy nhằm đạt được hiệu suất lò hơi tối ưu. Khối lượng nhiên liệu nạp vào lò đốt phải tỷ lệ với áp suất hơi và khối lượng hơi theo yêu cầu. Thiết bị kiểm soát quá trình cháy cũng cần thiết như thiết bị an toàn nhằm đảm bảo lò hơi vận hành an toàn.

Các loại thiết bị kiểm soát quá trình cháy bao gồm:

- **Thiết bị Tắt/bật:** Là thiết bị kiểm soát đơn giản nhất, thiết bị tắt/bật để đặt lò đốt cháy ở mức 100% hoặc tắt. Chỉ những lò hơi nhỏ mới sử dụng thiết bị này.
- 1. **Thiết bị kiểm soát Cao/thấp/tắt:** Loại thiết bị kiểm soát CAO/THẤP/TẮT phức tạp hơn một chút. Lò đốt sẽ có hai mức độ cháy. Lò được vận hành ở mức cháy chậm hơn và được chuyển sang mức độ cháy 100% khi cần. Lò đốt có thể được chuyển sang vị trí cháy thấp hơn, ở mức tải thấp hơn. Loại thiết bị này phù hợp với các lò hơi cỡ vừa.
- 2. **Kiểm soát sự điều biến:** Kiểm soát sự điều biến được thực hiện trên nguyên tắc thay đổi tốc độ cháy phù hợp với nhu cầu áp suất hơi. Các động cơ điều biến sử dụng các thiết bị cơ học truyền thống hoặc các van điện tử để điều chỉnh không khí sơ cấp, không khí thứ cấp và nhiên liệu cấp cho mỏ đốt. Điều biến hoàn toàn có nghĩa là ngọn lửa, nhiên liệu và không khí được giữ ở mức tối ưu để đạt hiệu suất toả nhiệt cao nhất.

3.2.2.1. Lò hơi

Lò hơi là một thiết bị giúp đưa nhiệt của quá trình đốt cháy cho nước cho đến khi nước được đun nóng hoặc thành hơi. Nước nóng hoặc hơi được sử dụng là tác nhân tải nhiệt cấp cho những quá trình sản xuất cần tiêu thụ nhiệt.

1. Giảm lượng khí dư đi 5% sẽ tăng hiệu suất nồi hơi lên 1% (hoặc giảm hàm lượng o xy thừa trong khói lò đi 1% sẽ tăng hiệu suất nồi hơi lên 1%).
2. Kiểm soát nhiệt độ khói lò: càng thấp càng tốt. Nhiệt độ khói lò cao hơn mức 200°C cho thấy tiềm năng thu hồi nhiệt thải. Nhiệt độ khói lò giảm 22°C sẽ tăng hiệu suất lò hơi 1%.
3. Nhiệt độ của nước cấp tăng thêm 6°C do sử dụng các thiết bị thu hồi nhiệt thải và nước ngưng tương đương với tiết kiệm được 1% mức tiêu thụ nhiên liệu.
4. Nếu làm nóng trước không khí cấp cho quá trình cháy, với nhiệt độ tăng thêm 20°C bằng cách sử dụng thiết bị thu hồi nhiệt thải sẽ tiết kiệm được 1% tiêu thụ nhiên liệu.
5. Hãy hạn chế tối đa quá trình cháy không hoàn toàn.
6. Giảm tổn thất do cặn và muội: nhiệt độ khói lò thải cao với mức khí dư bình thường cho thấy hoạt động truyền nhiệt kém. Lớp muội (phía tiếp xúc với nhiên liệu cháy) dày 3 mm sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên 2,5 %. Một lớp cặn (phía nước) có thể gây tổn thất 5 – 8% năng lượng.
7. Kiểm soát xả đáy tự động: mỗi 10% xả đáy ở lò hơi 15 kg/cm² sẽ dẫn đến tổn thất hiệu suất là 3%.
8. Hãy giảm thiểu tổn thất nhiệt do bức xạ và đối lưu.
9. Kiểm soát tải lò hơi: hiệu suất tối đa của lò hơi đạt được ở mức 2/3 đầy tải. Hiệu suất tối ưu khi hoạt động ở mức 65 - 85% đầy tải, vận hành ít lò hơi ở mức tải cao hơn sẽ hiệu quả hơn là vận hành nhiều lò hơi ở mức tải thấp.

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

1. Kiểm soát nhiệt độ khói lò

Nhiệt độ khói lò nên càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, nhiệt độ này không nên thấp tới mức hơi nước ở ống xả ngưng tụ ở thành ống. Điều này quan trọng với những nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao vì nhiệt độ thấp sẽ dẫn đến ăn mòn do lưu huỳnh bị đóng sừng. Nhiệt độ khói lò cao hơn mức 200°C cho thấy tiềm năng thu hồi nhiệt thải. Nhiệt độ cao như vậy cũng cho thấy có cặn bám trong thiết bị truyền/thu hồi nhiệt, vì vậy cần tiến hành xả đáy sớm để làm sạch nước/hơi.

2. Đun nóng sơ bộ nước cấp sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt

Thông thường, khí thải của lò hơi dạng vỏ sò 3 bậc có nhiệt độ khoảng 200 - 300°C. Do đó, có tiềm năng thu hồi nhiệt từ khói lò. Nhiệt độ khói lò thải từ lò hơi thường được duy trì ở mức tối thiểu 200°C, để lưu huỳnh oxit trong khói lò không bị ngưng tụ và

gây ra ăn mòn ở bề mặt truyền nhiệt. Khi sử dụng năng lượng sạch như khí tự nhiên, LPG hoặc dầu, lợi ích kinh tế từ thu hồi nhiệt sẽ cao hơn vì nhiệt độ khí lò có thể được duy trì ở mức dưới 200°C.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng phụ thuộc vào loại lò hơi và nhiên liệu sử dụng. Với lò hơi dạng vỏ sò cũ điển hình, với nhiệt độ khí lò thải ra là 260°C, có thể sử dụng thiết bị Economizer (bộ hâm nước) để giảm xuống 200°C, tăng nhiệt độ nước cấp 15°C. Hiệu suất nhiệt toàn phần có thể sẽ tăng 3%. Với lò hơi dạng vỏ sò 3 bậc sử dụng khí thiên nhiên tiên tiến, nhiệt độ khí lò thải 140°C, sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt ngưng tụ sẽ giảm nhiệt độ xuống còn 65°C, tăng hiệu suất nhiệt lên 5%.

3. Sấy nóng sơ bộ không khí cấp cho lò

Sấy nóng sơ bộ không khí cấp lò là lựa chọn thay thế cho đun nóng sơ bộ nước. Để tăng hiệu suất nhiệt lên 1%, cần tăng nhiệt độ khí cháy lên 20°C. Phần lớn các lò đốt dầu và gas sử dụng trong dây chuyền lò hơi là có thiết kế không phù hợp với nhiệt độ sấy khí sơ bộ cao.

Các lò đốt hiện đại có thể chịu được nhiệt độ sấy khí sơ bộ cao hơn nhiều, vì vậy nên sử dụng thiết bị này như là bộ trao đổi nhiệt ở khí thải như là giải pháp thay thế cho thiết bị economizer, khi không gian hoặc nhiệt độ thu hồi nước cấp cao đáp ứng được yêu cầu.

4. Quá trình cháy không hoàn toàn

Quá trình cháy không hoàn toàn có thể là do thiếu không khí hoặc thừa nhiên liệu hoặc việc phân bố nhiên liệu không hợp lý. Có thể thấy rõ khi quá trình cháy không hoàn toàn nếu quan sát màu hoặc khói và cần điều chỉnh ngay.

Với trường hợp hệ thống đốt dầu hoặc ga, CO hoặc khói (chỉ xảy ra với hệ thống đốt dầu) với mức khí dư bình thường hoặc cao sẽ cho thấy các trục trặc của hệ thống. Một nguyên nhân thường thấy của quá trình đốt cháy không hoàn toàn là tỷ lệ pha trộn nhiên liệu và không khí ở lò đốt sai. Dầu cháy kém có thể là do độ nhớt không chuẩn, đầu đốt bị tắc, hiện tượng cacbon hoá ở đầu đốt và sự xuống cấp của thiết bị khuyếch tán.

Với lò đốt than, cacbon chưa cháy có thể dẫn đến tổn thất rất lớn. Điều này xảy ra khi có carbon trong xỉ và tăng thêm lượng nhiệt cấp cho lò hơi lên hơn 2%. Kích thước than không đồng đều cũng có thể là một nguyên nhân khiến quá trình cháy không hoàn toàn. Ở buồng lửa ghi xích, những hạt than to sẽ cháy hết, còn những hạt nhỏ và mịn sẽ làm tắc đường thông khí, gây ra phân phối không khí không đều. Với những buồng lửa phun, việc điều chỉnh gió và hệ thống cháy quá lớn có thể ảnh hưởng đến sự tổn thất cacbon. Tăng lượng hạt mịn trong than nghiền cũng có thể

gây tổn thất cacbon.

5. Kiểm soát khí dư

Bảng dưới đây đưa ra khối lượng trên lý thuyết khí cần để đốt với các loại nhiên liệu khác nhau.

Trong tất cả các trường hợp thực tế, cần một lượng khí dư để đảm bảo quá trình cháy hoàn toàn, cho phép có sai số trong quá trình đốt và đảm bảo các điều kiện khí lò thích hợp đối với một số loại nhiên liệu. Lượng khí dư tối ưu cho hiệu suất cao nhất của lò hơi là khi tổng lượng tổn thất do quá trình cháy không hoàn toàn và tổn thất do nhiệt thải qua khói lò được giảm thiểu. Mức độ khí dư này có thể dao động tùy thuộc thiết kế lò, loại lò, nhiên liệu và các biến số của quy trình. Mức độ khí dư này có thể được xác định thông qua các kiểm định với các tỷ lệ nhiên liệu khí khác nhau.

CÁC SỐ LIỆU QUÁ TRÌNH CHÁY TRÊN LÝ THUYẾT		
CÁC NHIÊN LIỆU NỒI HƠI PHỔ BIẾN		
Nhiên liệu	kg không khí cần/kg nhiên liệu	CO₂ % trong khí lò đạt được trên thực tế
Nhiên liệu rắn		
Bã mía	3,3	10 - 12
Coal (bitum)	10,7	10 - 13
Than non	8,5	9 - 13
Vỏ trấu	4,5	14 - 15
Gỗ	5,7	11 - 13
Nhiên liệu lỏng		
Dầu đốt	13,8	9 - 14
LSHS	14,1	9 - 14

Bảng 26. Các số liệu quá trình cháy trên lý thuyết của các nhiên liệu phổ biến

CÁC MỨC KHÍ DƯ ĐIỂN HÌNH VỚI CÁC LOẠI NHIÊN LIỆU KHÁC NHAU		
Nhiên liệu	Các loại lò đốt hoặc buồng đốt	Khí dư (% theo khối lượng)
Than nghiền	Lò nước làm mát hoàn toàn để loại bỏ xỉ hoặc tro khô	15 - 20
	Lò nước làm mát một phần để loại bỏ tro khô	15 - 40
Than	Buồng lửa ghi cố định	30 - 60
	Buồng lửa ghi di động nước làm mát	30 - 60
	Lò ghi xích và lò ghi di động	15 - 50
	Buồng lửa nhiên liệu cấp dưới	20 - 50
Dầu nhiên liệu	Lò đốt dầu	15-20
	Lò đốt đa nhiên liệu và ngọn lửa bằng	20-30
Khí tự nhiên	Lò đốt áp suất cao	5-7
Gỗ	Dạng Dutch (10 - 23% qua ghi lò) và dạng Hoffft	20-25
Bã mía	Tất cả các lò	25 - 35
Dịch đen	Lò thu hồi khí và quá trình bột hoá soda	30 - 40

Bảng 27. Các mức khí dư điển hình của các nhiên liệu khác nhau

Kiểm soát khí dư ở mức tối ưu luôn giúp giảm tổn thất qua khói lò; cứ mỗi 1% khí dư giảm sẽ giúp tăng hiệu suất khoảng 0,6% .

Hiện nay có các phương pháp khác nhau nhằm kiểm soát khí dư:

- + Sử dụng thiết bị phân tích Oxy cầm tay và đồng hồ đo lưu lượng khí để ghi các thông số định kỳ giúp hướng dẫn người vận hành điều chỉnh lưu lượng khí nhằm đạt được vận hành tối ưu. Có thể giảm khí dư lên tới 20%.
- + Phổ biến nhất là thiết bị phân tích Oxy liên tục với đồng hồ đo lưu lượng khí được gắn bên trong để đọc thông số, từ đó người vận hành có thể điều chỉnh lưu lượng khí. So với hệ thống trước, thiết bị này có thể giúp giảm được thêm 10 - 15%.

- + Thiết bị phân tích Oxy liên tục tương tự có thiết bị van điều tiết điều khiển từ xa, từ đó các thông số sẽ có sẵn trong buồng điều khiển. Nhờ vậy người vận hành có thể kiểm soát từ xa nhiều hệ thống đốt cùng lúc.
- + Thiết bị phức tạp nhất là hệ thống điều khiển van điều tiết tự động có chi phí rất cao, chỉ phù hợp với những hệ thống lớn.

6. Giảm thiểu tổn thất nhiệt do bức xạ và đối lưu

Bề mặt bên ngoài của lò hơi dạng vỏ sò nóng hơn xung quanh. Do đó, bề mặt này sẽ bị tổn thất nhiệt ra xung quanh, tùy thuộc vào diện tích bề mặt và sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và xung quanh.

Tổn thất nhiệt ở lò hơi dạng vỏ sò thường là tổn thất năng lượng cố định, không phụ thuộc vào đầu ra của lò hơi. Các lò hơi thiết kế hiện đại, mức tổn thất này có thể chỉ là 1,5% tổng năng suất tỏa nhiệt ở mức cao nhất, nhưng sẽ tăng lên khoảng 6%, nếu lò hơi chỉ vận hành ở mức 25% đầu ra.

Sửa chữa hoặc tăng cường bảo ôn sẽ giúp giảm tổn thất nhiệt qua thành và ống lò hơi.

7. Kiểm soát xả đáy tự động

Xả đáy liên tục không được kiểm soát sẽ rất lãng phí. Vì vậy nên lắp đặt thiết bị kiểm soát xả đáy tự động, tương ứng với độ dẫn của nước lò hơi và pH. Mỗi 10% xả đáy ở lò hơi 15 kg/cm² sẽ dẫn đến tổn thất hiệu suất là 3%.

8. Giảm tổn thất do cặn và muội

Ở lò hơi đốt than và dầu, muội bám vào ống, là yếu tố cách nhiệt, cản trở trao đổi nhiệt. Cần loại bỏ muội một cách thường xuyên. Nhiệt độ khói lò tăng có thể là do muội bám nhiều quá. Cặn bám cũng gây ra những ảnh hưởng như vậy với nước. Nhiệt độ khí lò thải cao với mức khí dư bình thường cho thấy hoạt động truyền nhiệt kém. Hoạt động truyền nhiệt kém có thể do muội khí hoặc cặn bám. Với cặn bám ở nước cần xem xét lại quy trình xử lý nước và làm sạch ống. Ước tính, nhiệt độ khí lò cứ tăng 22°C sẽ gây ra tổn thất nhiệt ước tính khoảng 1%.

Cần thường xuyên kiểm tra và ghi lại nhiệt độ khí lò vì chỉ số này phản ánh lượng muội bám. Khi nhiệt độ khí lò vượt quá nhiệt độ của lò hơi mới được làm sạch khoảng 20°C cũng là lúc phải loại bỏ muội. Do đó, chúng tôi đề xuất lắp đặt nhiệt kế theo thang độ tại nơi đặt ống khói để quan trắc nhiệt độ khí thải.

Ước tính, lớp muội dày 3 mm sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên 2,5% do nhiệt độ khí lò tăng. Có thể phải ngừng dây chuyền theo định kỳ để làm sạch bề mặt lò bức xạ, ống, thiết bị Economizer và sấy khí để loại bỏ những muội bám khó chịu này.

9. Giảm áp suất lò hơi

Đây là một cách hiệu quả giúp giảm tiêu thụ nhiên liệu, nếu có thể, xuống khoảng từ 1 - 2%. Áp suất hơi thấp hơn sẽ giảm nhiệt độ hơi bão hòa và không thu hồi nhiệt khói lò, nhiệt độ của khói lò cũng giảm xuống ở mức tương tự.

Hơi thường được tạo thành ở mức áp suất/nhiệt độ cao nhất của một quy trình nhất định. Trong một số trường hợp, quy trình không vận hành liên tục, và có những lúc có thể giảm áp suất lò. Nhưng cũng cần nhớ rằng, việc giảm áp suất lò hơi sẽ giảm thể tích riêng của hơi trong lò, và loại không khí ra khỏi đầu ra của lò hơi một cách hiệu quả, mang theo nước. Cán bộ phụ trách năng lượng của công ty cần xem xét những tác dụng của việc giảm áp suất một cách cẩn thận, trước khi đề xuất thực hiện. Nên giảm áp suất theo từng giai đoạn, và không nên giảm nhiều hơn 20%.

10. Thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp lắp cho quạt, quạt thổi và máy bơm

Thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp là một cách hiệu quả giúp tiết kiệm năng lượng. Nhìn chung, kiểm soát khí bị ảnh hưởng bởi các van điều tiết của quạt hút cưỡng bức. Mặc dù những van điều tiết là cách kiểm soát rất đơn giản, nhưng chúng thiếu chính xác, có các đặc tính kiểm soát kém chỉ tại điểm đầu và điểm cuối của khoảng vận hành. Nhìn chung, nếu lò hơi có mức tải thay đổi, nên xem xét khả năng thay van điều tiết bằng thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp.

11. Kiểm soát tải lò hơi

Hiệu suất tối đa của lò hơi không đạt được ở mức đầy tải, mà là ở mức 2/3 đầy tải. Nếu tải lò hơi giảm xuống nữa, hiệu suất cũng có xu hướng giảm. Ở sản lượng bằng không, hiệu suất của lò hơi bằng không, và nhiên liệu đốt sẽ chỉ tạo ra tổn thất. Những hệ số ảnh hưởng đến hiệu suất lò hơi bao gồm:

- + Khi giảm tải, giá trị lưu lượng khí lò qua các ống cũng giảm. Khi lưu lượng khí giảm với cùng một diện tích truyền nhiệt sẽ làm giảm một chút nhiệt độ khí lò, làm giảm tổn thất nhiệt.
- + Ở dưới mức nửa tải, các thiết bị cháy cần thêm khí dư để đốt cháy hết nhiên liệu. Vì thế, tổn thất nhiệt tăng.

Nói chung, hiệu suất lò hơi có thể giảm đáng kể xuống dưới mức 25% tải và nên tránh vận hành lò hơi dưới mức này càng ít càng tốt.

12 Lịch trình vận hành lò hơi chuẩn

Vì lò hơi đạt hiệu suất tối ưu khi hoạt động ở mức 65 - 85% đầy tải, nhìn chung, vận hành ít lò hơi ở mức tải cao hơn sẽ hiệu quả hơn là vận hành nhiều lò hơi ở mức tải thấp.

13. Thay thế lò hơi

Tiềm năng tiết kiệm nhờ thay thế lò hơi phụ thuộc vào thay đổi của hiệu suất toàn phần dự kiến. Về mặt tài chính, giải pháp thay lò hơi sẽ rất hấp dẫn nếu lò hơi đang sử dụng có những yếu tố sau:

- + Cũ và không hiệu quả.
- + Không thể sử dụng nhiên liệu thay thế rẻ tiền hơn.
- + Kích cỡ quá to hoặc quá nhỏ so với các yêu cầu hiện tại
- + Được thiết kế không phù hợp với các điều kiện tải lý tưởng

Nghiên cứu tính khả thi cần xem xét tất cả các khả năng có sẵn nhiên liệu lâu dài và kế hoạch phát triển của công ty. Cần tính đến các yếu tố tài chính và kỹ thuật. Vì những dây chuyền lò hơi truyền thống có tuổi thọ hơn 25 năm, cần nghiên cứu kỹ trước khi tiến hành thay thế.

14. Hơi và mạng nhiệt

Hơi đã trải qua một quãng đường dài từ thời kỳ được ứng dụng cho đầu máy xe lửa và cuộc Cách mạng Công nghiệp. Ngày nay hơi là một phần quan trọng và không thể tách rời của công nghệ hiện đại. Không có hơi, các ngành công nghiệp thực phẩm, dệt, hoá chất, năng lượng, nhiệt và giao thông sẽ không còn tồn tại hoặc hoạt động như cách hiện nay. Hơi cung cấp cho các phương tiện giao thông một lượng năng lượng lớn từ một buồng hơi tự động, trung tâm, buồng hơi này tạo ra hơi một cách hiệu quả, kinh tế cung cấp cho điểm sử dụng. Vì vậy, khi hơi chuyển dịch trong hệ thống, nó được xem như là nguồn cung cấp và vận chuyển năng lượng.

Vì rất nhiều lý do, hơi là một trong những hàng hoá được sử dụng rộng rãi nhất trong vận chuyển năng lượng nhiệt. Sự sử dụng hơi rộng rãi trong ngành công nghiệp với các nhiệm vụ khác nhau, từ tạo ra cơ năng cho tới ứng dụng gia nhiệt cho không gian và các thiết bị quá trình.

1. Nếu 1 van hơi không được bảo ôn thì tổn thất bằng 1m chiều dài ống không bảo ôn
2. Nếu 1 bích không được bảo ôn thì tổn thất bằng 0,5m chiều dài ống không được bảo ôn
3. Hơi nước cứ qua 1 khuỷu nhiệt độ giảm đi 1°C
4. Một đường ống trần (không bọc cách nhiệt) đường kính 150 mm và chiều dài 100m vận chuyển hơi bão hoà ở 8 kg/cm² sẽ gây lãng phí 25000 lít dầu đốt lò một năm.
5. Có thể giảm được 70% tổn thất nhiệt bằng cách bọc một lớp polypropylene (nhựa) hình cầu đường kính 45 mm lên bề các bề mặt nóng nước ngưng hoặc chất lỏng nóng có nhiệt độ 90°C.
6. Một lỗ thủng đường kính 3 mm trên một đường ống hơi 7 Kg/cm² sẽ làm lãng phí 32.650 lít dầu một năm.
7. Hãy loại bỏ không khí có trong hơi: một lớp màng không khí có bề dày 0,25 mm sẽ gây trở kháng cho quá trình truyền nhiệt tương tự như một bức tường bằng đồng dày 330 mm.
8. Thu hồi 1 m³ nước ngưng quay về lò hơi tương đương tiết kiệm 10 kg dầu FO.

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

1. Quản lý bẫy hơi

Có thể giảm tổn thất năng lượng bằng cách sử dụng bẫy hơi, cần chú ý đến các yếu tố sau:

- + Kiểm tra bẫy hơi
- + Bảo trì định kỳ, tùy theo loại bẫy hơi và thiết bị sử dụng bẫy hơi.
- + Thay các bộ phận bên trong. Việc thay thế và làm lại bẫy hơi đơn giản nếu tuân theo các hướng dẫn về bảo trì. Luôn luôn tham khảo ý kiến của nhà sản xuất về công nghệ thích hợp để bảo trì bẫy hơi.
- + Thay bẫy hơi khi cần thiết.

2. Tránh rò rỉ hơi

Rò rỉ hơi là một nguồn tổn thất năng lượng, cần tránh. Người ta ước tính, cứ mỗi lỗ có đường kính 3 mm trên đường ống chở 7kg/cm² hơi sẽ làm tổn thất 33.000 lít dầu nhiên liệu mỗi năm. Rò rỉ hơi ở những khu vực áp suất cao tốn kém hơn ở áp suất thấp. Cần ngay lập tức chú ý đến vết rò hơi bất kỳ. Trên thực tế, nhà máy cần xem xét một chương trình kiểm tra thường xuyên để xác định các vết rò trên đường ống,

van, bích và các mối nối. Bằng cách bịt kín tất cả các chỗ rò, chúng ta có thể sẽ ngạc nhiên trước mức tiết kiệm nhiên liệu có thể lên tới 5% mức tiêu thụ hơi ở một doanh nghiệp vừa hoặc nhỏ và thậm chí có thể cao hơn với những hệ thống có nhiều bộ phận của quá trình.

Để tránh rò rỉ, nên xem xét việc thay thế các điểm nối bích hiện đang bị hở ở các hệ thống cũ bằng các mối hàn.

3. Cung cấp hơi khô cho quá trình

Hơi tốt nhất sử dụng để gia nhiệt cho quá trình công nghiệp là hơi bão hoà khô. Hơi ẩm làm giảm nhiệt toàn phần trong hơi. Nước cũng tạo thành tấm màng ướt trên bề mặt trao đổi nhiệt, các bẫy hơi quá tải và các thiết bị ngưng. Cần lưu ý rằng lò hơi không có thiết bị gia nhiệt chỉ cung cấp được khoảng từ 95 - 98% hơi khô. Độ khô của hơi phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, như mực nước trong lò hơi. Ngay cả một yếu tố đơn giản như xử lý nước lò hơi không đúng cũng có thể là một nguyên nhân tạo ra hơi ẩm. Vì thiết bị quá trình cần dùng hơi bão hoà khô, cần chú ý đến hoạt động của lò hơi và vật liệu ống.

Hơi ẩm có thể làm giảm năng suất của hệ thống, chất lượng sản phẩm và làm hỏng phần lớn các thiết bị trong hệ thống. Mặc dù thoát nước và bẫy hơi kỹ càng có thể loại bỏ hầu hết nước, nhưng những cách này không thể xử lý các hạt nước lơ lửng trong hơi. Để loại bỏ những hạt nước này, người ta lắp thêm thiết bị phân ly trong đường ống hơi. Hơi do lò hơi được thiết kế để tạo thành hơi bão hoà thường bị ẩm. Mặc dù độ khô có thể thay đổi tùy theo loại lò hơi, hầu hết các loại lò hơi tạo thành hơi có độ khô từ 95 – 98%. Hàm lượng nước trong hơi tạo thành bởi lò hơi sẽ tăng lên nếu dòng hơi tạo ra từ lò hơi tăng lên. Một thiết bị phân ly có thể được lắp đặt trên đường ống hơi chính hoặc trên ống nhánh để giảm độ ẩm trong hơi và cải thiện chất lượng hơi cấp vào thiết bị.

4. Sử dụng hơi ở mức áp suất thấp nhất có thể được cho quá trình

Một nghiên cứu về hơi chỉ ra rằng, nhiệt ẩn trong hơi giảm khi áp suất hơi tăng. Nhiệt ẩn của hơi tham gia vào quá trình gia nhiệt khi sử dụng ở hệ thống gia nhiệt gián tiếp, chẳng hạn như bộ trao đổi nhiệt. Vì vậy, quan trọng là giá trị này cần giữ ở mức càng cao càng tốt. Điều này chỉ có thể đạt được với áp suất hơi thấp hơn. Như vậy, cần tạo ra và phân phối hơi ở áp suất cao nhất có thể nhưng lại sử dụng hơi ở áp suất càng thấp càng tốt vì như vậy nhiệt ẩn sẽ cao hơn. Tuy nhiên áp suất hơi càng thấp thì nhiệt độ hơi cũng càng thấp. Vì nhiệt độ là lực dẫn động ở quá trình trao đổi nhiệt ở áp suất hơi thấp hơn, tốc độ trao đổi nhiệt sẽ chậm lại và kéo dài thời gian của quá trình. Với những thiết bị có tổn thất cố định cao (như các xy lanh sấy lớn), áp suất thấp hơn có thể dẫn đến tiêu thụ hơi tăng do thời gian của quá trình bị kéo

dài. Tuy nhiên, cũng có một số thiết bị ở một số doanh nghiệp vẫn có thể giảm được tiêu thụ hơi ở áp suất thấp hơn mà không làm ảnh hưởng đến thời gian của quá trình. Vì vậy, có hạn chế đối với việc giảm áp suất hơi. Tùy theo thiết kế của thiết bị, cần lựa chọn áp suất hơi thấp nhất mà thiết bị có thể hoạt động mà không ảnh hưởng đến thời gian sản xuất hoặc mức tiêu thụ hơi.

5. Sử dụng hợp lý hơi phun trực tiếp

Việc gia nhiệt chất lỏng bằng hơi phun trực tiếp thường được ưa chuộng. Thiết bị sử dụng rất đơn giản, rẻ tiền và dễ bảo trì. Không cần đến hệ thống thu hồi nước ngưng. Quá trình gia nhiệt nhanh, nhiệt cảm của hơi cũng được sử dụng cùng với nhiệt ẩn, giúp quá trình sử dụng nhiệt hiệu quả. Với những quá trình mà việc pha loãng không thành vấn đề, có thể gia nhiệt bằng cách phun hơi lên chất lỏng, tức là áp dụng phun hơi trực tiếp. Trong trường hợp nồng độ của bể không cho phép sự pha loãng, tức là không thể phun hơi trực tiếp thì có thể sử dụng phun hơi gián tiếp. Một cách lý tưởng, hơi phun cần được ngưng tụ hoàn toàn vì bọt sẽ xuất hiện trong chất lỏng. Điều này chỉ có thể thực hiện được nếu áp suất hơi đầu vào giữ ở mức rất thấp - khoảng $0,5\text{kg/cm}^2$ - và chắc chắn là không được vượt quá 1kg/cm^2 . Nếu áp suất cao, vận tốc của bọt hơi sẽ tăng và không có đủ thời gian để ngưng tụ trước khi chạm tới bề mặt.

6. Giảm thiểu các vật cản trong trao đổi nhiệt

Các tấm kim loại có thể không phải là vật cản duy nhất trong quá trình trao đổi nhiệt. Có thể là một tấm màng không khí, nước ngưng và cặn trên thành ống. Đối với bề mặt của vật truyền nhiệt, có thể xuất hiện các lớp cặn và lớp màng. Sự khuấy động của vật truyền nhiệt có thể loại bỏ ảnh hưởng của lớp màng và thường xuyên làm sạch bề mặt của vật truyền nhiệt sẽ hạn chế ảnh hưởng của lớp cặn. Việc thường xuyên làm sạch bề mặt của hệ thống hơi có thể giúp tăng tốc độ truyền nhiệt nhờ giảm độ dày của lớp cặn, tuy nhiên giải pháp này không phải lúc nào cũng khả thi. Có thể giảm lớp cặn này bằng cách vận hành lò hơi thích hợp và loại bỏ những hạt nước có chứa tạp chất lò hơi.

Ngưng tụ dưới dạng màng

Để loại bỏ nước ngưng hoàn toàn không đơn giản. Khi hơi ngưng tụ và bị mất entanpi hoá hơi, trên bề mặt trao đổi nhiệt có thể tạo thành giọt nước. Những giọt nước này sẽ kết hợp lại với nhau để tạo thành một lớp màng ngưng tụ. Lớp màng này có thể tạo ra trở lực cho quá trình truyền nhiệt nhiều hơn so với bề mặt gia nhiệt thép gấp 100 - 150 lần và hơn đồng từ 500 - 600 lần.

Ngưng tụ dưới dạng giọt

Nếu những hạt nước trên bề mặt trao đổi nhiệt không hợp nhất ngay và không tạo thành màng nước ngưng thì hiện tượng ngưng tụ “dưới dạng giọt” xảy ra. Nói chung, hiệu suất truyền nhiệt của quá trình ngưng tụ dưới dạng giọt cao hơn nhiều so với quá trình ngưng tụ dạng màng.

Vì quá trình ngưng tụ dạng giọt có diện tích bề mặt truyền nhiệt lớn hơn so nên hệ số truyền nhiệt có thể cao hơn 10 lần so với quá trình ngưng tụ dạng màng. Trong thiết kế bộ trao đổi nhiệt có quá trình ngưng tụ dạng giọt, sức cản nhiệt của nó thường rất nhỏ so với các vật cản nhiệt khác. Tuy nhiên, trên thực tế các điều kiện để duy trì quá trình ngưng tụ dạng giọt rất khó đạt được.

Nếu bề mặt được bao phủ bằng chất để tránh bị ướt, có thể duy trì điều kiện ngưng tụ dạng giọt trong một thời gian. Để thực hiện điều này người ta phủ lên bề mặt truyền nhiệt có quá trình ngưng tụ dạng giọt các vật liệu như Silicon, PTFE và axit béo. Tuy nhiên, những lớp phủ này sẽ dần bị mất hiệu quả do một số quá trình như oxy hoá hoặc tắc nghẽn và cuối cùng sẽ chuyển thành quá trình ngưng tụ dạng màng.

Vì không khí là một lớp bảo ôn tốt, nó tạo ra trở lực lớn hơn đối với quá trình truyền nhiệt. Không khí có thể tạo ra trở lực lớn gấp từ 1.500 – 3.000 lần so với thép và từ 8.000 – 16.000 lần so với đồng. Điều này có nghĩa là một lớp màng không khí chỉ dày 0,025 mm có thể tạo ra trở lực cho quá trình truyền nhiệt tương đương với một tấm vách bằng đồng dày 400 mm. Tất nhiên tất cả những mối tương quan này còn phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ ở mỗi lớp màng. Những lớp màng cản trở quá trình truyền nhiệt này không chỉ làm tăng độ dày của toàn bộ lớp dẫn mà còn làm giảm đáng kể độ dẫn nhiệt trung bình. Lớp màng càng tạo ra nhiều trở lực với lưu lượng bao nhiêu, gradient nhiệt độ càng lớn bấy nhiêu. Điều này có nghĩa là để đạt được cùng một nhiệt độ sản phẩm mong muốn, áp suất hơi phải cao hơn nhiều. Sự hiện diện của lớp màng không khí và nước trên bề mặt truyền nhiệt ở trong quá trình hoặc các ứng dụng gia nhiệt là không thường xuyên.

Để đạt được sản lượng đầu ra mong muốn và giảm thiểu chi phí hoạt động của hệ thống hơi, cần duy trì hiệu suất gia nhiệt cao bằng cách giảm độ dày của các lớp màng trên bề mặt ngưng tụ, và loại bỏ chúng khỏi hơi cấp sẽ giúp tăng hiệu suất gia nhiệt.

7. Thông khí hợp lý

Sau thời gian ngừng hoạt động, khi hơi được đưa trở lại vào ống, trong ống chứa đầy không khí. Khối lượng không khí và các khí không ngưng tụ khác sẽ hoà vào

hơi, dù những khí này chỉ chiếm một tỷ trọng nhỏ so với hơi. Khi hơi ngưng tụ, những khí này sẽ tích tụ trong đường ống và bộ trao đổi nhiệt. Cần lưu ý khi xả chúng. Hậu quả của việc không loại bỏ không khí là thời gian gia nhiệt kéo dài và hiệu suất của hệ thống và quá trình giảm.

Không khí có trong hệ thống cũng ảnh hưởng đến nhiệt độ của hệ thống hơi. Không khí sẽ đưa áp suất vào trong hệ thống, áp suất này bổ sung vào áp suất của hơi, tạo ra áp suất toàn phần. Do đó, áp suất hơi và nhiệt độ của hơi/hỗn hợp khí thực tế sẽ thấp hơn áp suất đo được trên đồng hồ.

Quan trọng hơn nữa là ảnh hưởng của không khí đến quá trình trao đổi nhiệt. Một lớp không khí dày chỉ 1 mm có thể tạo ra trở lực với nhiệt tương tự như một lớp nước dày 25 μm , bằng một lớp sắt dày 2 mm hoặc lớp đồng dày 15 mm. Vì vậy, rất cần phải loại bỏ không khí khỏi hệ thống hơi.

Vị trí thông khí tự động ở hệ thống hơi (hoạt động theo nguyên tắc tương tự như bẫy hơi nhiệt tĩnh) phải cao hơn mực nước ngưng sao cho chỉ có không khí hoặc hơi/hỗn hợp không khí có thể lên tới. Vị trí tốt nhất là ở cuối đường ống dẫn hơi chính. Cần sử dụng ống để dẫn khí xả từ lỗ thông khí ra một vị trí an toàn. Ngoài ra, ống thông khí cũng cần phải được đặt:

- + Song song với bẫy hơi có phao hở (inverted bucket trap) hoặc bẫy hơi nhiệt tĩnh. Các bẫy này đôi khi thông khí rất chậm lúc khởi động.
- + Trong không gian hơi phức
- + Tại vị trí có không gian hơi lớn (VD nồi hấp) và hỗn hợp hơi/không khí có thể ảnh hưởng đến chất lượng của quá trình sản xuất.

8. Giảm thiểu nước va

Nước va là tiếng ồn do nước ngưng va chạm vào đường ống, hệ thống và thiết bị với tốc độ cao. Dưới đây là một số nguyên nhân:

- + Vì vận tốc nước ngưng cao hơn bình thường cho nên động năng của chúng mất đi cao hơn.
- + Nước đậm đặc và không nén ép được vì vậy do đó không có hiệu ứng “giảm chấn” khi khí gặp các trở lực.
- + Năng lượng của nước va mất đi do trở lực của hệ thống đường ống như các van và đầu nối.

Biểu hiện của nước va được thể hiện bằng tiếng ồn lớn. Trong một số trường hợp nước va có thể làm vỡ đường ống, thiết bị, tạo ra những tiếng nổ lớn rất nguy hiểm và kết quả là dẫn đến tổn thất hơi. Vì vậy các công việc thiết kế, lắp đặt và bảo dưỡng cần phải được thực hiện tốt để tránh sự xuất hiện nước va.

Thông thường nước va chỉ xảy ra ở những điểm trũng trong đường ống. Những khu vực này do:

- + Đường ống bị võng xuống.
- + Sử dụng van giảm áp không đúng.
- + Lắp thiết bị lọc thô không chuẩn.
- + Thoát nước trong đường ống hơi không thích hợp.
- + Vận hành không đúng – mở van quá nhanh lúc khởi động, khi đó đường ống đang lạnh,

Tóm tắt lại, có thể giảm thiểu khả năng nước ngưng trong ống bằng cách:

- + Lắp đường ống hơi dốc dần theo hướng dòng hơi, và lắp các lỗ thoát nước tại những khoảng nhất định và tại những điểm trũng.
- + Lắp van một chiều sau tất cả các bẫy hơi, nếu không có van một chiều, nước ngưng sẽ chảy ngược trở lại đường ống hơi hoặc hệ thống hơi khi đóng máy.
- + Mở van tĩnh từ từ để nước ngưng, nằm trong hệ thống chảy qua bẫy thoát nước, trước khi bị hơi vận tốc cao cuốn theo. Điều này rất quan trọng khi khởi động.

9. Bảo ôn đường ống hơi và các thiết bị nóng của quá trình

Cần bảo ôn để tránh tổn thất nhiệt do bức xạ từ đường ống hơi.

10. Tăng cường thu hồi nước ngưng

Tỷ lệ phần trăm năng lượng trong nước ngưng so với hơi có thể chênh lệch trong khoảng từ 18% tại áp suất 1 bar tới 30% tại áp suất 14 bar. Rõ ràng là nên thu hồi nước ngưng. Nếu nước này được đưa trở lại lò hơi, tiêu thụ nhiên liệu của lò hơi sẽ giảm. Với mỗi mức tăng nhiệt độ nước cấp lên 6°C sẽ giúp tiết kiệm khoảng 1% lượng nhiên liệu sử dụng cho lò hơi .

Một công ty Dệt may tại Thành phố Hồ Chí Minh đã đầu tư 198,5 triệu đồng để thu hồi nước ngưng của hệ thống máy jet quay về làm nước cấp cho lò hơi đã tiết kiệm được 574 tấn dầu FO/năm tương đương tiết kiệm 2,01 tỷ đồng/năm. Thời gian hoàn vốn giản đơn 1,2 tháng. Lợi ích môi trường: giảm 7.500 m³ nước thải/năm, giảm phát thải khí: 1.722 tấn CO₂/năm, 17 tấn SO₂/năm, 16 tấn bụi/năm.

11. Thu hồi hơi giãn áp

Hơi giãn áp được giải phóng từ nước ngưng có nhiệt độ cao khi nhiệt độ nước ngưng giảm xuống. Ví dụ như, khi hơi đưa ra khỏi lò hơi và áp suất lò hơi bị sụt, một phần nước trong lò hơi sẽ bị giãn áp để hỗ trợ cho hơi 'hoạt tính' được tạo thành từ nhiệt ở nhiên liệu lò hơi.

Khi sử dụng hơi giãn áp, cần xác định khối lượng hơi giãn áp. Có thể xác định khối lượng hơi giãn áp thông qua tính toán hoặc tham khảo từ các bảng hoặc đồ thị đơn giản.

12. Sử dụng máy nén nhiệt để tận dụng hơi áp suất thấp

Trong rất nhiều trường hợp, hơi áp suất thấp được tái sử dụng làm nước sau khi ngưng tụ khi không có giải pháp tái sử dụng nào khác. Trong rất nhiều trường hợp, có thể nén hơi áp suất thấp với hơi áp suất cao và tái sử dụng làm hơi áp suất trung bình. Năng lượng chính trong hơi là nhiệt ẩn, vì vậy nén nhiệt có thể tăng thu hồi nhiệt thải lên rất nhiều. Máy nén nhiệt là một thiết bị đơn giản có một vòi phun hơi áp suất cao vào chất lỏng vận tốc cao. Dòng chất lỏng có vận tốc cao sẽ cuốn theo hơi áp suất thấp và nén lại trong venturi. Thiết bị này thường được sử dụng trong thiết bị bay hơi, tại đó hơi được nén lại và sử dụng làm hơi gia nhiệt.

3.7. Giảm thiểu rác thải

3.7.1. Các vấn đề liên quan tới giảm thiểu rác thải tại các SME LÀ GÌ?

Định nghĩa chung

Rác thải được định nghĩa là các đầu ra không phải sản phẩm, không có giá trị thị trường hoặc có giá trị tiêu cực đối với thị trường. Rác thải có thể là chất rắn, lỏng hoặc khí hoặc đặc quánh như hồ.

**Trong tiếp cận của SXSH, chất thải là một dạng tài nguyên không được đặt đúng chỗ!
Hãy tìm những cơ hội để khai thác sử dụng chúng**

Định nghĩa dựa trên chất lượng rác thải

Tùy theo chất lượng, rác thải được phân loại như sau:

- **Khoáng chất**

Rác thải khoáng là loại khoáng chất trơ, không hòa tan, không phân hủy. Rác thải khoáng về bản chất là an toàn, có thể đổ bỏ mà không cần công nghệ xử lý chôn lấp đặc biệt hay các biện pháp quản lý rác thải chôn lấp về lâu dài.

- **Phi khoáng chất**

Rác thải được phân loại phi khoáng chất nếu có khả năng phản ứng hóa học hoặc sinh học. Rác này hòa tan được, phân hủy được. Khi vứt bỏ rác thải này cần có công nghệ xử lý, chôn lấp đặc biệt và/hoặc các công nghệ xử lý chôn lấp lâu dài. Rác phi khoáng chất có thể trở thành khoáng chất thông qua công nghệ xử lý rác thải.

Công nghệ xử lý rác thải được chia thành các loại sau:

- **Tái sử dụng, tái sản xuất, tái chế**

- Tái sử dụng là tận dụng thành phần, bộ phận hoặc sản phẩm nào đó sau khi nó đã được loại khỏi vòng đời phục vụ của nó. Tái sử dụng không bao gồm quá trình sản xuất, tuy nhiên có thể bao gồm việc làm sạch, sửa chữa, tân trang khi chuyển đổi sử dụng.
- Tái sản xuất là tận dụng thành phần, bộ phận hoặc sản phẩm nào đó sau khi nó đã được loại khỏi vòng đời phục vụ của nó, chuyển sang một quá trình sản xuất mới đi xa hơn việc làm sạch, sửa chữa, tân trang khi chuyển đổi sử dụng.
- Tái chế là khôi phục và tái sử dụng vật liệu từ phế liệu hoặc rác, phục vụ cho quá trình sản xuất sản phẩm mới. Thu hồi năng lượng (được gọi là tái chế nhiệt) không được coi là tái chế, mà là thiêu đốt rác. Các quá trình xử lý ban đầu tạo điều kiện để tái chế rác thải được coi là một phần của quy trình tái chế.

- Tái sử dụng mở

Vật liệu được tái chế, tái sử dụng hoặc tái sản xuất không quay trở lại sử dụng trong đơn vị đó, mà quay lại thị trường

- Tái sử dụng đóng

Vật liệu được tái chế, tái sử dụng hoặc tái sản xuất quay trở lại sử dụng trong đơn vị đó. Tái chế ngay trong quá trình là dạng tái sử dụng đóng gần nhất.

- **Đốt rác**

Đốt rác sẽ giảm thể tích rác thải rắn. Đốt rác tạo nên những dòng rác thải khác như khí thải, bụi, xỉ, nhiệt....cần phải xử lý riêng biệt.

Các loại hình đốt rác thải:

- Thiêu đốt rác ở nhiệt độ thấp
- Thiêu đốt rác ở nhiệt độ cao
- Thiêu trong lò xi măng

- **Chôn lấp vệ sinh**

Một khu chôn lấp vệ sinh là một khu đất có kiểm soát, trên đó rác thải được đổ theo cách thức phù hợp với tiêu chuẩn, luật lệ, chỉ thị của một cơ quan điều hành. Rác thải được đổ xuống các rãnh hoặc ngay trên mặt đất, nén lại bằng các máy móc cơ khí và sau đó được chôn lấp bằng đất và lớp phủ trên cùng.

- **Bãi rác**

Một bãi rác lộ thiên là một khu đất không có kiểm soát, trên đó rác thải được đổ bỏ, có thể hợp pháp hoặc bất hợp pháp

- **Các trường hợp đặc biệt: Xử lý bước đầu và cất chứa rác tạm thời tại chỗ**

- Xử lý bước đầu – Quá trình xử lý bước đầu là quá trình chuẩn bị rác thải để đốt hoặc chôn lấp. Cho mục đích này, xử lý bước đầu không bao gồm một công nghệ xử lý rác riêng biệt nào. Rác sau khi trải qua xử lý bước đầu độc lập sẽ được đốt hoặc chôn lấp.

- Dự trữ tạm thời tại chỗ
- Rác thải được dự trữ tạm thời tại chỗ và chưa rõ công nghệ xử lý rác thải nào nên được áp dụng cần phân loại theo công nghệ xử lý rác thải riêng. Đơn vị xử lý sẽ phải đặc biệt chú ý đến việc lấy thông tin đầy đủ về công nghệ được sử dụng và các quá trình liên quan trong thời gian dự trữ tạm thời tại chỗ.

3.7.2. TẠI SAO giảm thiểu rác thải có lợi cho DNVVN?

Rác thải gây ra ô nhiễm và do đó tạo ra những lo ngại về rác thải, quan trọng nhất là ô nhiễm đất đai.

Rác thải sinh hoạt ngày càng chứa nhiều hóa chất do các chất tẩy rửa và các sản phẩm khác. Điều này cần nhấn mạnh bởi chi phí xử lý đất nhiễm độc rất đắt đỏ, các chương trình ngăn ngừa ô nhiễm là chiến lược được ưu tiên hơn trong việc quản lý rác thải.

Thu gom, tái chế, xử lý và thải ra một lượng ngày càng tăng các loại chất thải rắn và nước thải vẫn là thách thức lớn đối với cả các quốc gia phát triển và đang phát triển. Điều đáng lo ngại là rác thải sinh ra ngày một nhiều: các nguồn tài nguyên có hạn đang biến thành những hàng hóa dùng một lần, các hàng hóa sinh ra khí nhà kính (GHG) rất nhanh chóng bị chôn lấp. Cùng lúc đó, con người ngày càng nhận ra rằng rác thải cũng là một tài nguyên.

Đốt rác ngoài trời ở các nước đang phát triển là nguyên nhân đáng kể gây ra ô nhiễm không khí, bao gồm cả các hiểm họa đối với sức khỏe của các cộng đồng sống lân cận. Cần lưu ý rằng chất thải từ quá trình chôn lấp rác thải sẽ tiếp diễn trong nhiều thập kỷ sau khi rác thải được chôn lấp.

3.7.2. Thực hiện chương trình giảm thiểu rác thải trong SME NHƯ THẾ NÀO?

Các doanh nghiệp có thể thực hiện chương trình giảm thiểu rác thải tại doanh nghiệp của mình như sau:

Bước 1: Vẽ biểu đồ rác

Để xây dựng một hệ thống quản lý rác thải, doanh nghiệp nên bắt đầu bằng việc xác định vấn đề chính hoặc loại rác thải chính có liên quan tới quá trình hoạt động hoặc lĩnh vực sản xuất công nghiệp của riêng của doanh nghiệp. Bởi vậy, bước ban đầu là thu thập và nghiên cứu tất cả các tài liệu và thông tin có sẵn liên quan tới quá trình làm việc, nhà máy hay khối công nghiệp của khu vực. Những điểm sau sẽ đây sẽ đưa ra một vài gợi ý về những tài liệu cần thiết:

- Sơ đồ địa hình nhà máy có sẵn hay không?
- Sơ đồ quy trình sản xuất có sẵn không?
- Trước đó rác thải công nghệ từng được quản lý hay chưa?
- Có bản đồ về khu vực xung quanh trong đó chỉ rõ nguồn nước, thủy văn và nơi ở của người dân hay không?
- Liệu có nhà máy nào trong khu vực có các quy trình tương tự hay không?

Những câu hỏi quan trọng:

- Những loại rác thải nào trực tiếp liên quan đến hoạt động của công ty?
- Nước được sử dụng nhiều nhất ở vị trí nào?
- Hóa chất mà công ty sử dụng có những chỉ dẫn đặc biệt về công dụng và cách sử dụng hay không?
- Công ty có trả các loại phí xử lý và đổ rác hay không? Đó là những phí gì?
- Điểm đổ bỏ rác thải rắn, lỏng và khí của công ty ở đâu?

Chuẩn bị sơ đồ quy trình

Mục tiêu của việc mô tả rõ ràng dòng quy trình là để hiểu rõ loại rác nào phát sinh tại bước nào trong quy trình và tại sao. Các bước cần lưu ý như sau :

- **Tại đâu và vào lúc nào quy trình bắt đầu?**
Cán bộ chịu trách nhiệm sẽ bắt đầu thu thập thông tin và bàn bạc thêm về rác thải ở công ty.
- **Tại đâu và lúc nào quy trình kết thúc?**
Để trả lời câu hỏi này, cán bộ chịu trách nhiệm cần truy tới địa điểm các loại rác thải được hình thành.
- **Liệt kê tất cả các bước và hoạt động trong quy trình**
- **Sắp xếp tất cả các hoạt động thành một chuỗi**
Sắp xếp lại các loại rác và vị trí phát sinh rác theo chuỗi rác thải hình thành và xử lý.

Bước 2: Cân bằng nguyên liệu

Các bước:

- **Xác định đầu vào**

Định lượng đầu vào như nguyên liệu thô, hóa chất, nước, không khí, năng lượng.

- **Đo mức độ tái chế/tái sử dụng rác thải hiện tại**

Lưu ý đến số lượng thùng rác được đổ bỏ hàng ngày. Có thể cần đo hoặc đoán khối lượng của chúng. Một số loại rác có thể được trực tiếp tái sử dụng và chuyển từ đơn vị này sang đơn vị khác; một số loại khác đòi hỏi xử lý trước khi có thể tái sử dụng. Phải định lượng được các dòng rác tái sử dụng.

- **Định lượng đầu ra của quy trình sản xuất**

Đầu ra bao gồm sản phẩm sơ cấp, sản phẩm phụ, nước thải, khí thải, chất thải rắn và lỏng cần được cất giữ và đưa ra khỏi khu vực sản xuất để đổ bỏ hoặc tái chế/tái sử dụng.

- **Rác thải ngoài khu vực sản xuất**

Quy trình sản xuất có thể sinh ra những loại rác không thể xử lý ngay trong khu vực công ty, nhà máy. Những loại rác này cần vận chuyển tới địa điểm ngoài nhà máy để xử lý và thải bỏ. Những loại rác thải dạng này thường là chất lỏng không ngậm nước, bùn hoặc chất rắn. Giảm thiểu loại rác này sẽ trực tiếp dẫn đến tăng lợi nhuận.

- **Khớp các thông tin đầu vào và đầu ra cho một khâu vận hành**

Tổng khối lượng đầu vào phải cân bằng với khối lượng đầu ra. Cân bằng nguyên liệu cần được xác định để hiểu rõ hơn về đầu vào và đầu ra của sản xuất, đặc biệt là rác thải, của một đơn vị sản xuất như những khu vực nơi thông tin không chính xác hoặc khó xác định.

- **Cân bằng nguyên liệu sơ bộ cho từng công đoạn vận hành**

Sử dụng định luật bảo toàn: cái gì vào sẽ phải ra.

- **Đánh giá cân bằng nguyên liệu**

Từng chi tiết nhỏ, hay cả tổng thể tạo nên cân bằng nguyên liệu cần được tìm hiểu kỹ để tìm ra lỗi hỏng hoặc sự thiếu chính xác trong các thông tin đã thu thập. Nếu như đầu ra ít hơn đầu vào, có nghĩa là có mất mát hoặc có rác thải. Đầu ra có thể lớn hơn đầu vào, nếu như có lỗi đo lường và đánh giá, hoặc một số yếu tố đầu vào bị bỏ qua.

- **Tinh lọc cân bằng nguyên liệu**

Tiến hành cân bằng nguyên liệu liên tục, lặp đi lặp lại: không nên cho rằng dữ liệu là chính xác 100% ngay từ khi bắt đầu.

Bước 3: Xác định nguồn rác

Rác có thể được tạo ra do nguyên liệu thô nhiễm bẩn, do bản thân quy trình sản xuất (một phản ứng hóa học có thể tạo ra một lượng sản phẩm phụ nhất định; dầu bôi trơn có thể tích tụ bụi bẩn theo thời gian và cần thay thế), dọn rửa (vứt bỏ những nguyên liệu ra khỏi máy móc khi chuyển sang sản xuất sản phẩm khác), do quản lý chất lượng (những sản phẩm lỗi kỹ thuật).

Quan sát kỹ quá trình sản xuất sẽ giúp xác định được rất nhiều nguồn rác thải và cách thức ngăn chặn chúng. Giảm thiểu rác thải ngay tại nguồn phát sinh là ưu tiên hàng đầu. Những loại rác không thể tránh được nên tái sử dụng (ví dụ vải vụn có thể dùng làm giẻ lau, những tấm kim loại bỏ đi có thể dùng lại trong máy móc) và cái không thể tái sử dụng nên được tái chế (ví dụ kim loại, dung môi, sợi).

Bước 4: Cân nhắc các giải pháp

Phân loại và đặt hàng các loại nguyên vật liệu

Không nên đặt hàng thừa nguyên liệu, đặc biệt là các loại nguyên liệu thô hoặc thành phần dễ hỏng, khó bảo quản. Cố gắng mua các loại nguyên liệu thô dưới dạng dễ xử lý.

Tại các doanh nghiệp chế biến tinh bột sắn, với giải pháp kiểm soát lượng tạp chất: đất, cát lẫn vào trong sắn nguyên liệu trước khi nhập, thời điểm thu mua nguyên liệu, quy định tạp chất khi thu mua nguyên liệu, kiểm soát nguyên liệu sắn của khi nhập, ... có thể giúp giảm 1,1% tạp chất trong tổng lượng nguyên liệu nhập. Lượng tạp chất chủ yếu là đất cát, đầu mẩu gốc sắn. Điều này giúp giảm lượng chất thải.

Tiếp nhận nguyên liệu:

Cần yêu cầu nhà cung cấp phải quản lý chất lượng bằng cách từ chối không nhận các kiện hàng vỡ, rò rỉ hoặc không dán nhãn. Quan sát bằng mắt tất cả các loại nguyên vật liệu đến nơi sản xuất. Kiểm tra khối lượng từng bao hàng, kiểm tra khối lượng hàng tới có tương đương với khối lượng đặt hàng hay không, thành phần và chất lượng có đúng hay không.

Bảo quản nguyên liệu:

Lắp đặt thiết bị kiểm soát trên các thùng chứa lớn để tránh tràn và vành đai bảo vệ để chứa lượng tràn ra. Sử dụng các loại thùng có thể nâng hoặc ném lên, với cạnh tròn để dễ tháo cạn và rửa. Các thùng chuyên dụng, chỉ chứa một loại vật liệu, ít phải cọ rửa hơn là các thùng chứa nhiều loại. Đảm bảo các thùng dạng ống được dự trữ ở nơi ổn định, tránh vỡ đổ khi bảo quản. Cần áp dụng

Kiểm soát chặt chẽ nguyên liệu nhập về để giảm tạp chất lẫn trong tôm nguyên liệu và bảo quản tốt nguyên liệu trong vận chuyển và nhập đã giúp một doanh nghiệp thủy sản giảm được nguyên liệu hỏng vào khoảng 0,2% tổng lượng nguyên liệu, tương đương tiết kiệm 63 triệu VNĐ/năm.

quy trình kiểm tra thùng chứa, thường xuyên làm sạch thùng và ghi rõ vật liệu đựng trong thùng để tránh nhầm lẫn. Sử dụng thùng kín, không bay hơi để tránh thất thoát.

Chuyển giao và xử lý vật liệu, nước

Giảm thiểu thời gian vận chuyển vật liệu. Kiểm tra đường truyền vật liệu tránh tràn, rò rỉ. Kiểm tra xem liệu ống dẫn có quá dài hay không. Hứng nước tháo từ các đầu ống, lắp thiết bị hạn chế rò rỉ để giảm thất thoát nước.

Nước làm mát các động cơ lớn tại các doanh nghiệp nếu được tuần hoàn tái sử dụng cũng là một cơ hội để giảm lượng nước thải.

Kiểm soát quy trình sản xuất:

Phản hồi về việc giảm tiêu thụ nước có tác động thúc đẩy sản xuất ra sao. Nhân viên cần phải được thông tin đầy đủ về việc tại sao cần hành động để tiết kiệm nước, và làm điều đó họ sẽ đạt được gì. Thiết kế một chương trình điều khiển để kiểm tra chất thải và rác thải từ mỗi đơn vị sản xuất. Thường xuyên bảo dưỡng tất cả các thiết bị sẽ giúp giảm thất thoát trong quy trình sản xuất.

Lau dọn vệ sinh:

Hạn chế lượng nước sử dụng để cọ rửa, xả các bình, thùng chứa, sử dụng nước vô tội vạ sẽ gây áp lực lên dòng nước thải. Lắp đặt các van tự đóng để tránh nước chảy tràn. Nghiên cứu cách thức dự trữ và sử dụng lại nước rửa trước khi thải bỏ, áp dụng tương tự đối với các dung dịch tẩy rửa, những loại này có thể sử dụng nhiều hơn một lần.

Siết chặt các quy trình dọn dẹp và vệ sinh cũng có thể giúp giảm đáng kể rác thải.

Phân loại rác:

Phân loại rác thải có thể mang lại những cơ hội tốt hơn cho tái sử dụng và tái chế rác thải, tiết kiệm đáng kể tiền bạc vào chi phí nguyên liệu thô. Những loại rác đơn giản thường có giá trị hơn là các loại rác hòa lẫn hoặc rác hỗn hợp. Nhiều loại rác lẫn lộn với nhau có thể làm trầm trọng hơn các vấn đề về môi trường. Nếu như nhiều rác thải tập trung trộn lẫn với một lượng lớn các dòng nước/khí thải không độc hại, kết quả sẽ là một khối lượng rác khổng lồ cần xử lý. Bởi vậy, phân tách rác có thể mở rộng phạm vi tái chế, tái sử dụng rác, trong khi đồng thời giảm chi phí xử lý.

Các giải pháp Giảm thiểu rác thải

Rác thải vận chuyển

Các sản phẩm hư hỏng

- Đưa các sản phẩm hư hỏng về lại quá trình sản xuất để sửa chữa.

Vật liệu đóng gói

- Phân loại riêng các loại rác như giấy, nhựa, kim loại. Bán những vật liệu có thể tái chế.

Rác sinh hoạt

Căng tin

- Thay đổi thực đơn và lượng thực phẩm trong mỗi thực đơn để giảm hàng tồn kho.
- Hợp đồng với nhà sản xuất để sử dụng các loại đồ đóng gói có thể tái sử dụng được cho quá trình vận chuyển.
- Mua một lượng thực phẩm vừa đủ.
- Làm phân compost từ các loại rác phân hủy sinh học được
- Thu gom dầu thải và tìm người mua (sử dụng dầu thải như nhiên liệu, ví dụ quá trình sản xuất xà phòng, chất bôi trơn hoặc cho các sản phẩm diesel sinh học)

Rác thải phòng thí nghiệm

Mẫu vật thải

- Đảm bảo thải bỏ rác phòng thí nghiệm theo cách thức phù hợp.
- Giảm kích cỡ mẫu vật.
- Xem xét lại quá trình lấy mẫu.
- Đưa các mẫu vật chưa sử dụng quay trở lại quá trình thí nghiệm (hoặc đưa cho khách hàng).

Rác văn phòng

Quản lý rác thải

- Tái chế hoặc bán các hộp mực dùng hết. Ở nhiều nơi, có nhiều nhóm tình nguyện thu gom các hộp mực miễn phí.

- Tránh sử dụng pin dùng một lần, nên dùng pin sạc được.
- Chỉ in những thứ cần thiết.
- In hai mặt.
- Thu thập giấy in bỏ đi, sử dụng cho mục đích khác, như ghi chép.

Rác thải sản xuất

Nguyên liệu rác

- Kiểm tra nguyên liệu trước để xác định chúng phù hợp với quá trình sản xuất hiện dùng hay không.
- Trả các vật liệu hết hạn về nơi sản xuất.
- Tách riêng các dòng nước thải.
- Bảo quản hàng hóa, tránh thời tiết tác động.
- Sử dụng các thùng hàng chuyên dụng để chứa các vật liệu nguy hiểm.
- Chuyển sử dụng nguyên liệu dạng bột sang dạng viên để tránh rơi vãi.
- Chuyển sang sử dụng các loại thùng hàng tái sử dụng được, toa chở hàng rời.
- Vận chuyển các sản phẩm dạng lỏng trong các xe bồn, các hệ thống bơm và đường ống.
- Sử dụng van đóng ngắt khô (hạn chế rò rỉ nước).
- Chỉ sản xuất đúng và đủ số lượng cần thiết/được yêu cầu.
- Thay thế bằng các nguyên liệu thô không độc hoặc ít độc hại.
- Sử dụng hệ thống quản lý máy tính để:
 - Tối ưu hóa quá trình hoạt động hàng ngày
 - Tự động mở, đóng hoặc thay đổi sản phẩm
- Tìm thị trường cho phế phẩm.
- Lắp đặt thiết bị cách nhiệt tái sử dụng.
- Tách riêng và tái sử dụng các loại bụi thải trong quy trình sản xuất.
- Xem xét lại quy trình và tần xuất lấy mẫu để giảm số lượng.
- Tái chế các mẫu.

Rác thải trong khâu bảo quản

Các sản phẩm hỏng

- Sửa chữa các sản phẩm hỏng, đưa những sản phẩm này quay lại sản xuất.

Nguyên liệu đóng gói

- Chia rác thành các loại giấy, nhựa và kim loại, bán các nguyên liệu tái chế được.

3.8. An toàn sức khỏe nghề nghiệp

3.8.1. Các vấn đề liên quan tới An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp (ATSKNN) tại các DN VVN LÀ GÌ?

Theo thống kê của Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO), cứ 7 phút trên thế giới lại có một công nhân bị chết vì tai nạn lao động và hàng năm có khoảng 120 triệu trường hợp chấn thương do tai nạn lao động. Bên cạnh đó, ILO cũng ước tính tỷ lệ mắc mới các bệnh nghề nghiệp hàng năm trên thế giới là từ 68 triệu tới 157 triệu trường hợp, trong số đó 30 – 40% trường hợp có thể dẫn tới các bệnh mãn tính, khoảng 10% có thể mất khả năng lao động và từ 0.5 tới 1% là tử vong. Người lao động ở các nước đang phát triển như Việt Nam thường phải đối diện với nguy cơ về vấn đề ATSKNN cao hơn so với các nước phát triển do điều kiện lao động lạc hậu hơn, dịch vụ chăm sóc sức khỏe và trang thiết bị tương ứng chưa đầy đủ và ý thức phòng chống các nguy cơ này còn hạn chế.

Phần lớn những tai nạn hoặc tổn thương từ nơi làm việc là có thể phòng ngừa được. Các giải pháp phòng ngừa bao gồm từ những hành động đơn giản và không tốn nhiều chi phí tới các can thiệp về kỹ thuật công nghệ. Yếu tố mang tính quyết định là cách thức quản lý, cam kết của cả người lao động và lãnh đạo doanh nghiệp.

Thống kê cho thấy trong năm 2009 đã xảy ra 6.250 vụ tai nạn lao động làm 6.421 người bị nạn, có 507 vụ tai nạn lao động chết người làm 550 người chết, 1.221 người bị thương nặng và có 88 vụ có từ 2 người bị nạn trở lên.

Số vụ tai nạn lao động năm 2009 so với năm 2008 tăng 414 vụ (tăng 7,09%), tổng số nạn nhân tăng 374 người (tăng 6,18%).

Nguồn: Thông báo tình hình TNLD năm 2009 - Bộ LĐTBXH

Những tác động của các sự cố về an toàn và sức khỏe đối với các doanh nghiệp:

- Chi phí y tế;
- Chi phí đền bù;
- Giảm thời gian làm việc hữu ích;
- Giảm hiệu quả sản xuất;
- Đào tạo và đào tạo lại công nhân;
- Môi trường làm việc không phù hợp nên năng suất lao động thấp;
- Hư hỏng thiết bị, nhà xưởng và chi phí sửa chữa;
- Hình ảnh của doanh nghiệp trước công luận bị suy giảm;
- Vi phạm luật lao động và mất hợp đồng do không tuân thủ.

Thông thường các vấn đề liên quan tới an toàn và sức khỏe được chia thành 3 nhóm như sau:

- Các yếu tố liên quan tới sức khỏe:
 - Vi khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, bức xạ nhiệt),
 - Hóa chất (bụi, khí, hơi bốc, phóng xạ);
 - Tác nhân vật lý (ánh sáng, tiếng ồn, rung);
 - Các vi sinh vật gây hại;
 - Nhân trắc học (vị trí đặt thiết bị, các thiết bị hỗ trợ, thời gian làm việc và cách thức tổ chức công việc);

Báo cáo về tình hình y tế lao động của Tổ chức Y tế Thế giới cho thấy, khoảng 30 - 50% lực lượng lao động có tiếp xúc với các yếu tố độc hại trong môi trường lao động có thể gây bệnh nghề nghiệp như 50 yếu tố vật lý, 100.000 hoá chất, 200 yếu tố vi sinh vật, 20 điều kiện về tổ chức lao động gây căng thẳng thần kinh, tâm sinh lý trong quá trình lao động.

(Nguồn: Cục Y tế Dự phòng và Môi trường)

- Các yếu tố liên quan tới an toàn:
 - An toàn cháy nổ.
 - An toàn điện.
 - An toàn máy móc.
 - Quản lý nội vi (bảo dưỡng thiết bị).
- Các yếu tố liên quan tới tiện ích:
 - Nước uống.
 - Khu toilet hay buồng tắm rửa.
 - Căng – tin.
 - Tủ thuốc/dụng cụ sơ cứu.

3.8.2. TẠI SAO DNVVN cần coi trọng vấn đề ATSKNN?

Tác hại của tai nạn lao động là khá rõ ràng: ngoài việc bản thân người lao động phải chịu đau đớn về thể chất hoặc bất lợi về tinh thần, gia đình của họ bị ảnh hưởng do gánh nặng kinh tế mà kể cả doanh nghiệp cũng chịu các tác động do các chi phí phát sinh và hình ảnh bị suy giảm từ các vụ việc xảy ra. Đứng từ góc độ người sử dụng lao động, kiểm soát được vấn đề an toàn và sức khỏe nghề nghiệp (ATSKNN) luôn đi kèm với tiết kiệm được các

Ước tính của Ngân hàng thế giới (WB) cho thấy chi phí cho các vụ việc giải quyết tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp có thể chiếm tới 10 - 20% của tổng sản phẩm quốc dân ở một số quốc gia.

chi phí để bù sức khỏe, giảm chi phí sửa chữa máy móc và nâng cao năng suất lao động.

Khi thực hành tốt vấn đề ATSKNN, rõ ràng doanh nghiệp sẽ tạo ra một môi trường làm việc an toàn cho chính người sử dụng lao động, người lao động và khách tới thăm doanh nghiệp. Những lợi ích chính mà doanh nghiệp thu được bao gồm:

- Năng suất lao động tăng;
- Giảm thời gian nghỉ việc do tác hại của tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp;
- Giảm các chi phí sửa chữa thiết bị;
- Giảm các chi phí đền bù cho người lao động;
- Mối quan hệ giữa người sử dụng lao động và người lao động được cải thiện;
- Công tác quản lý dễ dàng hơn do tâm lý người lao động được cải thiện;
- Giảm nguy cơ vi phạm luật lao động;
- Hình ảnh của doanh nghiệp trong mắt khách hàng và cộng đồng được nâng cao;

3.8.3. Triển khai chương trình ATSKNN NHƯ THẾ NÀO?

Để bảo đảm vấn đề ATSKNN tại nơi làm việc luôn được thực thi một cách chủ động thì cần phải có xuất phát điểm là cam kết lâu dài của các bên liên quan thay vì chỉ là những nỗ lực nhất thời. Doanh nghiệp nên xây dựng một hệ thống (hoặc lồng ghép với bất kỳ một hệ thống quản lý nào hiện có) để loại trừ, cách ly, giảm thiểu và phòng tránh các rủi ro và nguy cơ mất ATSKNN.

Chính sách về ATSKNN

Xây dựng chính sách về an toàn và sức khỏe là một hình thức thể hiện cam kết và đồng thời là biện pháp quan trọng giúp xác định rõ ràng nhiệm vụ và trách nhiệm của chủ doanh nghiệp và từng người lao động về an toàn và sức khỏe tại nơi làm việc. Đây cũng là một phương thức để đảm bảo những quy định và thực hành thống nhất trong mọi bộ phận của doanh nghiệp. Phụ lục 2 trình bày một ví dụ về chính sách ATSKNN.

Doanh nghiệp có thể thành lập Ban An toàn và Sức khỏe nhằm mục đích điều hành một cách có hệ thống

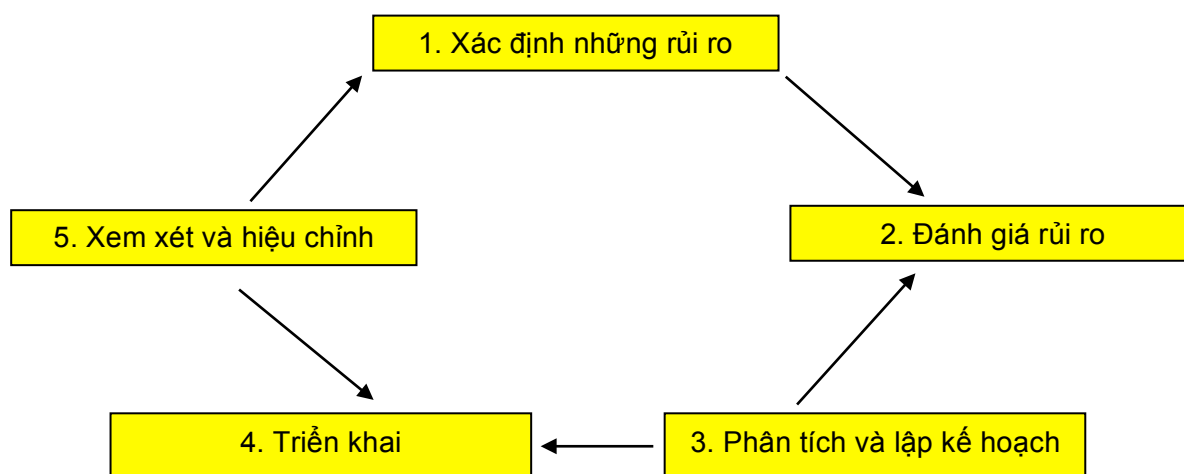
Cam kết từ phía chủ sử dụng lao động: cung cấp một môi trường làm việc an toàn và chủ động nâng cao nhận thức cho người lao động.

Cam kết của người lao động: Tự giác thực thi các biện pháp bảo vệ sự an toàn và sức khỏe, chủ động phát hiện những nguy cơ về ATSKNN và đề xuất biện pháp phòng ngừa.

việc thực thi chính sách về ATSKNN và chia sẻ trách nhiệm giữa người lao động và lãnh đạo DN khi xây dựng văn hóa ATSKNN tại DN. Đây là hình thức hoạt động phối hợp giữa công nhân và cán bộ quản lý để thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Tiến hành đánh giá về các nguy cơ tại doanh nghiệp và đề xuất các giải pháp với lãnh đạo DN;
- Xây dựng một chiến lược quản lý nguy cơ để nhận diện và kiểm soát các nguy cơ tiềm ẩn về ATSKNN tại DN;
- Điều tra mọi biểu hiện bệnh nghề nghiệp và tai nạn xuất hiện tại nơi làm việc và khuyến nghị các biện pháp giảm thiểu với lãnh đạo;
- Tham vấn ý kiến các chuyên gia khi cần;
- Giải đáp các thắc mắc và phàn nàn về vấn đề ATSKNN của mọi người trong DN;
- Lưu hồ sơ về các vấn đề ATSKNN và đánh giá ảnh hưởng của mỗi biện pháp được tiến hành;
- Truyền đạt các thông tin về ATSKNN để nâng cao ý thức của mọi người trong DN.

Phương pháp có hệ thống



1. Xác định những rủi ro

Nguyên tắc chính của vấn đề ATSKNN là phòng ngừa việc xảy ra những sự cố. Mục đích của việc xây dựng sơ đồ rủi ro là nhằm giúp cho doanh nghiệp nắm được tổng quan về những vị trí có khả năng gây tác động xấu tới vấn đề ATSKNN, nhờ đó DN không chỉ tạo khả năng phòng ngừa được các tình huống nguy hiểm, mà còn liên tục bảo đảm năng suất và chất lượng công việc. Để kích lệ trách nhiệm cá nhân và đồng thời hỗ trợ việc tìm ra các giải pháp thiết thực và hiệu quả, cần khuyến khích người lao động tham gia vào quá trình này.

Để nhận diện những nguy cơ về ATSKNN, doanh nghiệp có thể tìm kiếm thông tin hệ thống hồ sơ của chính doanh nghiệp về các vụ việc tai nạn lao động và khám sức khỏe cho người lao động, từ các tài liệu hướng dẫn sử dụng thiết bị, hóa chất (phiếu thông tin an toàn hóa chất - MSDS), tác động sức khỏe/tâm lý đã được thống kê, ... Có những nguy cơ về ATSKNN là hiển nhiên khi đây là những vấn đề chung của từng ngành sản xuất, bên cạnh đó, tại mỗi doanh nghiệp cũng tiềm ẩn những rủi ro liên quan tới trình độ quản lý và nhận thức của doanh nghiệp.

Các nguy cơ về sức khỏe tại nơi làm việc tới từ 3 tác nhân chủ yếu sau:

- **Hóa học:** Tác nhân hóa học bao gồm những hóa chất nguy hại tới sức khỏe con người bao gồm các dạng như bụi, khói, khí, hơi, chất lỏng, chất rắn. Các hóa chất độc hại có thể thâm nhập vào cơ thể thông qua các con đường như hô hấp (hít vào qua phổi), tiếp xúc qua da, tiêu hóa (theo thức ăn), ...
- **Vật lý:** Tác nhân vật lý bao gồm tiếng ồn, ánh sáng, độ rung, thông gió, nhiệt độ.

Tiếng ồn là những âm thanh gây khó chịu và ảnh hưởng không tốt tới công việc và nghỉ ngơi của người lao động. Tiếng ồn có thể tác động trực tiếp tới người lao động từ không gian xung quanh, xuyên qua sàn nhà, hoặc dội lại từ tường hoặc trần nhà. Tiếng ồn gây tác động tiêu cực tới hệ thần kinh trung ương, hệ tim mạch, thính giác và nhiều cơ quan khác.

Việc chiếu sáng tại nơi làm việc phụ thuộc vào bản chất công việc, môi trường làm việc và thị lực của người công nhân.

Rung chấn là dao động cơ học của vật thể đàn hồi sinh ra khi trọng tâm hoặc trục đối xứng của chúng xô dịch trong không gian hoặc do sự thay đổi có tính chu kỳ về hình dạng mà chúng có ở trạng thái tĩnh. Rung chấn, cũng giống tiếng ồn, sẽ ảnh hưởng xấu tới thần kinh trung ương, hệ tim mạch rồi tới các bộ phận khác. Tác hại dễ thấy nhất là các bệnh về xương khớp của người lao động, đặc biệt khi họ thường xuyên phải sử dụng những thiết bị cầm tay tạo độ rung và với những công việc lặp đi lặp lại. Nhiều nghiên cứu cho thấy hiện tượng cộng hưởng rung chấn xảy ra mạnh ở

Nếu người đối diện với bạn (hoặc đứng cách xa bạn khoảng một cánh tay) không thể nghe rõ bạn khi bạn đang nói ở cường độ bình thường thì bạn đang đứng ở trong một môi trường quá ồn (con người có thể chịu được 4 tiếng ở ngưỡng tiếng ồn 80dB).

Tần số rung chấn gây hại dao động từ 1 – 80Hz. Mức rung động nhạy cảm nhất tác động vào cơ thể con người là từ 4 – 12Hz, tác động vào ruột, tim và cột sống, ... còn các rung động từ 20 – 30Hz tác động vào đầu. Các phương tiện đi lại và máy móc trong công nghiệp thường có tần số rung chấn từ 1 - 20Hz.
(Nguồn: Cẩm nang ngành lâm nghiệp)

Nhiều nghiên cứu cho thấy hiện tượng cộng hưởng xảy ra mạnh ở tư thế đứng thẳng của công nhân, lúc đó dao động của máy móc dễ truyền vào cơ thể và làm cho công nhân chóng mặt.

tư thế đứng thẳng của công nhân, lúc đó dao động của máy móc dễ truyền vào cơ thể và làm cho công nhân chóng mệt mỏi.

Thông gió đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra một môi trường làm việc an toàn cho người lao động. Thông gió có tác dụng giảm nhẹ các nguy cơ mất an toàn do các tác nhân hóa chất. Mỗi công nhân cần ít nhất 10m³ không khí trong khu vực làm việc và không gian phải có sự luân chuyển không khí phù hợp.

Nhiệt độ trong không gian làm việc là một yếu tố quan trọng có tác động tới sự an toàn và sức khỏe của người lao động. Các yếu tố môi trường (như độ ẩm và nguồn nhiệt) tại không gian làm việc kết hợp với các yếu tố cá nhân (như trang phục của người lao động và yêu cầu về sự vận động cơ thể xuất phát từ công việc) sẽ tác động tới nhiệt độ thích hợp của người lao động. Những nguy cơ đối với sức khỏe của người lao động tăng dần khi nhiệt độ môi trường làm việc chênh lệch so với nhiệt độ thích hợp.

Theo một khảo sát của Viện Vệ sinh Y tế Công cộng Tp. Hồ Chí Minh, 83% công nhân may (trực tiếp ngồi may) bị rối loạn cơ xương do tư thế làm việc có đặc trưng gò bó trong suốt ca lao động.

Những năm gần đây, Tổ chức Lao động Thế giới và Tổ chức Y tế Thế giới đã coi RLCX do nghề nghiệp là một bệnh dịch mới cần tập trung giải quyết.

(Nguồn: www.baodatviet.vn)

- **Nhân trắc học:** tư thế làm việc là một yếu tố rất quan trọng có liên quan tới sự xuất hiện và phát triển của các bệnh rối loạn cơ xương, cận thị, hô hấp. Các yếu tố nhân trắc học gây nên tình trạng bệnh tại các cơ sở sản xuất bao gồm ghế ngồi không phù hợp, ngồi sai tư thế, đứng quá lâu trên sàn cứng, thao tác công việc đơn điệu nhưng tần số thao tác cao, thời gian nghỉ ngơi quá ít, ...

Các nguy cơ về an toàn tại nơi làm việc bao gồm 4 vấn đề chủ yếu sau:

- **Nguy cơ cháy:** Nguy cơ cháy xuất phát từ các nguồn phát lửa tiềm ẩn (bật lửa, hút thuốc, các điểm đấu nối điện không an toàn, những nơi có thể có ma sát lớn, ...), vật liệu dễ bắt cháy (giấy, vải, gỗ, hóa chất, nhiên liệu, ...) trong toàn bộ khu vực sản xuất, ví dụ .
- **Nguyên cơ mất an toàn điện:** Nguy cơ mất an toàn điện tiềm ẩn ở cách đi dây điện không tốt, quá tải mạch điện, dây điện/công tắc/cách đấu nối đầu dây bị hở, khu vực có hệ thống dây trần thiếu cảnh báo và biện pháp bảo vệ cần thiết, thiết bị không được nối đất, tủ điện, biến áp không được che chắn, ...
- **Nguy cơ mất an toàn máy móc:** các bộ phận chuyển động/phát nhiệt của thiết bị không được che chắn/cảnh báo, bộ phận chứa hóa chất/nhiên liệu/dầu

bồi trơn bị rò rỉ, công nhân không được trang bị kiến thức vận hành máy móc an toàn là sẽ tiềm ẩn các vấn đề mất an toàn máy móc.

- **Quản lý nội vi:** Bố trí mặt bằng sản xuất, đường đi trong khu vực sản xuất không hợp lý, vệ sinh thiết bị kém, thiếu sơ đồ và chỉ dẫn an toàn sẽ làm tăng các nguy cơ mất an toàn và rủi ro tới sức khỏe người lao động.

2. Đánh giá rủi ro

Việc đánh giá rủi ro nhằm mục đích xác định tần suất và mức độ tác hại của từng loại rủi ro. Có thể thực hiện đánh giá rủi ro dựa vào việc khảo sát các hồ sơ ATSK được lưu trữ tại doanh nghiệp và trả lời các câu hỏi như sau:

- Điều gì cần đặc biệt quan tâm về SKATNN tại khu vực đang nói tới?
- Nếu sự cố xảy ra lượng người phải sơ tán sẽ như thế nào?
- Trong số những người phải sơ tán có người già và người khuyết tật không?
- Liệu có thiết bị điện nào có khả năng bị dính nước hay không?
- Các biện pháp chữa cháy hiện có đã thỏa đáng chưa?
- Các nguồn đánh lửa/nhiên liệu đã được kiểm soát chưa?
- Đã có biện pháp cảnh báo cháy trong trường hợp mất điện hay chưa?
- Đèn khẩn cấp có hoạt động tốt không?
- Hệ thống cảnh báo cháy có thường xuyên được kiểm tra không?
- Toàn thể công nhân viên có được tập huấn để biết phải xử trí thế nào khi có cháy không?
- Công ty có trang bị các bình chữa cháy phù hợp và công nhân viên có sử dụng được hay không?
- Phương tiện thoát hiểm có được chỉ dẫn rõ ràng và có đủ lớn so với số lượng người tối đa trong trường hợp xảy ra sự cố không?
- Công nhân viên có hiểu được sự cần thiết phải duy trì các phương tiện thoát hiểm hay không?
-

- **Có thể tham khảo Ma trận rủi ro khi thực hiện đánh giá rủi ro.**
- Mỗi rủi ro được đánh giá ở 2 khía cạnh là “Khả năng xảy ra” và “Tác hại” khi xảy ra. Với khía cạnh “Khả năng”, điểm số được cho có thể sẽ là 1 (hầu như không xảy ra), 2 (khả năng xảy ra là thấp), 3 (có thể xảy ra), 4 (khả năng xảy ra là cao) và 5 (chắc chắn sẽ xảy ra). Tương tự như vậy, khía cạnh “Tác hại” cũng sẽ được cho bằng các điểm số: 1 (tác hại không đáng kể), 2 (tác hại nhỏ), 3 (gây hại), 4 (tác động lớn) và 5 (tác hại thảm khốc).
- Ma trận sẽ được dựng lên bằng cách cho điểm từng rủi ro: Rủi ro = “Khả năng” * “Tác hại”

Chắc chắn	5	10	15	20	25
Khả năng cao	4	8	12	16	20
Có thể xảy ra	3	6	9	12	15
Khả năng thấp	2	4	6	8	10
Hầu như không xảy ra	1	2	3	4	5
	Không đáng kể	Tác hại nhỏ	Gây hại	Tác động lớn	Thảm khốc

- DN tự xác định tiêu chí chấp nhận rủi ro của bản thân DN khi đánh giá rủi ro, ví dụ: từ 1 - 5 điểm là rủi ro ở mức độ thấp, 5 - 12 điểm là rủi ro ở mức độ trung bình và 15 - 20 là rủi ro ở mức độ cao.
- Với các rủi ro ở mức độ thấp, DN có thể tìm kiếm các giải pháp đơn giản để liên tục cải thiện. Với các rủi ro ở mức độ trung bình, DN cần phải tìm cách để đưa chúng về mức thấp, còn với các rủi ro ở mức độ cao thì buộc phải có những giải pháp kịp thời (công nghệ, quản lý) để giảm nhẹ nguy cơ.

3. Phân tích và lập kế hoạch

Sau khi đã xác định và đánh giá được những nguy cơ tiềm ẩn, DN sẽ tiến hành phân tích các nguy cơ cần quan tâm để đưa ra các giải pháp và từ đó lập kế hoạch để cải thiện tình hình.

Hầu hết các giải pháp ATSKNN là các giải pháp đòi hỏi ít chi phí. Các giải pháp được sử dụng có thể phân ra 2 nhóm gồm các giải pháp kỹ thuật và các giải pháp quản lý.

- Các giải pháp kỹ thuật hướng tới mục tiêu giảm thiểu rủi ro, cách ly rủi ro với con người và tìm kiếm thay thế bằng nguyên liệu hoặc quy trình kỹ thuật an toàn hơn.
- Các giải pháp quản lý là việc theo dõi hệ thống đang vận hành để có thể cô lập, giảm thiểu hoặc loại bỏ những rủi ro.

Một số giải pháp kỹ thuật có thể áp dụng bao gồm:

Yếu tố		Giải pháp
Tác nhân hóa học		<ul style="list-style-type: none"> - Cách ly khu vực dùng hóa chất độc hại; - Các hóa chất được sử dụng phải có bản thông số an toàn vật liệu (MSDS) đi kèm được dịch ra tiếng Việt và dán ở kho và nơi sử dụng, - Lắp đặt hệ thống thu khí/hơi ô nhiễm phát sinh tại khu vực sản xuất; - Tìm hóa chất khác thay thế để giảm độc tính, liều lượng (ví dụ: sử dụng các sơn hoặc keo gốc nước ít độc hại hơn); - Thay thế quy trình sản xuất để giảm bớt việc sử dụng hóa chất độc hại; - Công nhân được trang bị và sử dụng đầy đủ thiết bị bảo vệ cá nhân thích hợp (quần áo, mặt nạ/khẩu trang, găng tay...) khi tiếp xúc với hóa chất;
Tác nhân vật lý	Tiếng ồn	<ul style="list-style-type: none"> - Cách ly thiết bị phát sinh tiếng ồn lớn; - Kiểm tra nguyên nhân phát sinh tiếng ồn; - Bảo dưỡng tốt các thiết bị phát sinh tiếng ồn; - Lắp đặt các tấm vách, đệm để hấp thụ tiếng ồn; - Cung cấp dụng cụ bảo vệ tai (nút lỗ tai, bao tai...) khi cường độ tiếng ồn vượt ngưỡng cho phép;
	Chiếu sáng	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra để xác định mức độ chiếu sáng phù hợp tại các vị trí làm việc; - Tận dụng ánh sáng thiên nhiên (sử dụng các tấm lợp ánh sáng mặt trời) - Lắp đặt các bóng đèn ở vị trí phù hợp; - Sử dụng chao và chụp đèn giúp tăng sáng và tập trung ánh sáng; - Tại các vị trí có rủi ro cao về tai nạn khi ánh sáng đột ngột tắt thì cần có biện pháp chiếu sáng khẩn cấp tự động.
	Rung chấn	<ul style="list-style-type: none"> - Giảm tỷ lệ tốc độ/trọng lượng của các thiết bị gây rung chấn; - Trang bị hệ thống giảm xóc/rung chấn tốt hơn cho các thiết bị; - Giảm thời lượng công nhân phải sử dụng các thiết bị gây rung cục bộ (chẳng hạn rung cánh tay); - Tìm cách cơ khí hóa quy trình để chấm dứt hoặc hạn chế sử dụng các thiết bị điều khiển động cơ bằng tay; - Trang bị các máy móc có cường độ rung tốt hơn, có sử dụng đệm cao su để giảm rung chấn; - Bảo dưỡng tốt các thiết bị; - Trang bị găng tay làm giảm độ rung từ bộ điều khiển

		sang người vận hành.
	Thông gió và nhiệt độ	<ul style="list-style-type: none"> - Tận dụng bố trí các cửa sổ; - Bố trí hệ thống quạt thông gió phù hợp để tạo được luồng không khí luân chuyển trong nhà xưởng và cung cấp không khí tươi từ ngoài vào; - Bố trí hệ thống làm mát bằng nước; - Giảm bớt thời gian công nhân phải làm việc trong các khu vực có nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp; - Cung cấp trang phục lao động phù hợp (môi trường nóng hoặc môi trường lạnh); - Bố trí đủ thức uống giải nhiệt cho công nhân;
	Nhân trắc học	<ul style="list-style-type: none"> - Cung cấp chỗ tựa lưng, ghế ngồi, ghế tựa, tấm thảm đệm để đứng, dép/giày, phù hợp để giảm căng thẳng cho các vị trí thao tác cần thời gian đứng dài; - Sắp đặt công cụ làm việc nằm trong tầm với, tư thế làm việc thoải mái (vai được thư giãn, cánh tay được để thẳng về phía trước); - Công nhân cần được thiết kế tư thế ngồi hoặc đứng làm việc hợp lý, tầm nhìn của mắt phải cách dụng cụ lao động 30 - 40cm ; - Sắp xếp công việc để có thời gian giải lao ngắn (5 - 10 phút) giữa ca;
	An toàn cháy	<ul style="list-style-type: none"> - Cách ly các mối lửa khỏi các loại nhiên liệu, vật liệu dễ cháy - Cung cấp đầy đủ thiết bị phòng cháy chữa cháy; - Bảo đảm hệ thống cấp nước chữa cháy phải hoạt động; - Bình chữa cháy phải đặt đúng quy định (không có vật cản trở lối tiếp cận tới bình chữa cháy); - Bình chữa cháy phải thường xuyên kiểm tra để bảo đảm hoạt động bình thường;
	An toàn điện	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định và bảo vệ những hệ thống dây điện trần; - Bảo vệ các hệ thống ngắt mạch và cầu chì trong các hộp/tủ an toàn; - Bảo đảm mọi thiết bị đều được nối đất; - Cách điện 2 bậc và nối đất các thiết bị điện cầm tay. - Công tác nguồn tổng cần được thiết kế để dễ tiếp cận và được chỉ dẫn rõ ràng để có thể ngắt điện ngay khi có sự cố khẩn cấp.
	An toàn máy móc	<ul style="list-style-type: none"> - Các bộ phận nguy hiểm (bộ phận quay, bộ phận có chứa hóa chất, bộ phận có tính chất sắc nhọn có thể gây thương tích...) của thiết bị phải được che chắn; - Các bộ phận che chắn của thiết bị cần phải chắc chắn, cố định hoặc khó di chuyển.
	Quản lý nội vi	<ul style="list-style-type: none"> - Lối thoát hiểm phải được thiết kế hợp lý và được vẽ

	<p>sơ đồ tại các bộ phận;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hành lang thoát hiểm phải được bảo đảm thông thoáng, cửa thoát hiểm luôn mở được ra phía ngoài; - Các loại rác thải phải được để trong các vật chứa thích hợp và phải được thu dọn định kỳ; - Mặt bằng sản xuất cần được thu xếp gọn gàng, không vương vãi các vật không cần thiết, đặc biệt là các vật dễ cháy, vật gây trơn trượt;
Quản lý nội vi	<ul style="list-style-type: none"> - Các chất lỏng dễ bắt lửa cần được dán nhãn để chỉ báo và lưu giữ ở nơi an toàn; - Thực hiện tổ chức khu vực theo phương pháp 5S;

Các giải pháp đưa ra sẽ được thảo luận trong nhóm chuyên trách (Ban ATSK) để lựa chọn những giải pháp ưu tiên thực hiện trước, lập kế hoạch và trình ban lãnh đạo DN phê duyệt.

<p>Một số giải pháp quản lý có thể áp dụng gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tập huấn định kỳ cho toàn bộ công nhân viên về phòng cháy chữa cháy để nâng cao ý thức của người lao động và bảo đảm mọi người đều biết cách xử trí khi có sự cố cháy nổ. - Tập huấn cho toàn bộ công nhân viên về các sơ cứu tại nơi làm việc; - Bố trí các tủ thuốc sơ cứu và nhân viên y tế phù hợp; - Bố trí các tiện ích như nước uống, nhà vệ sinh, căng tin,... đầy đủ và hợp vệ sinh (cung cấp xà phòng rửa tay, bảo đảm chống nhiễm khuẩn cho nước uống và thức ăn, khuyến khích các thao tác vệ sinh cơ bản cho toàn bộ công nhân viên,...); - Nơi ăn uống phải bố trí ở xa khu vực làm việc (hoặc ở đầu gió), để tránh bụi, khói và các chất độc hại từ quá trình sản xuất; - Tổ chức khám chữa bệnh định kỳ (ít nhất là theo quy định của luật lao động) cho toàn thể công nhân viên; - Cung cấp đầy đủ trang thiết bị bảo hộ lao động cá nhân, khu vực nghỉ ngơi và các tiện ích khác (nếu phù hợp) để công nhân viên yên tâm làm việc;
--

4. Triển khai

Kế hoạch triển khai các giải pháp đã lựa chọn phải bảo đảm định rõ “Công việc cụ thể phải làm”, “Ai chịu trách nhiệm”, “Khuôn khổ thời gian như thế nào”, “Nguồn lực được phân bổ ra sao”, “Theo dõi kết quả như thế nào”.

Dựa trên kế hoạch này, các giải pháp sẽ được tổ chức thực hiện một cách chặt chẽ và giám sát được từng bước thực hiện.

5. Xem xét và hiệu chỉnh

Kết quả triển khai các giải pháp được biểu thị bằng các chỉ số giám sát. Các chỉ số này sẽ được lưu hồ sơ để đánh giá được hiệu quả thực hiện giải pháp. Dựa trên cơ

sở đó ban ATSK sẽ biết được giải pháp nào cần tiếp tục duy trì, giải pháp nào cần có sự điều chỉnh để mang lại kết quả mong muốn.

Ngoài ra ban ATSK cũng cần phải định kỳ tiến hành đánh giá và nhận diện rủi ro để biết được rủi ro nào đã được khống chế tốt hoặc có thể phát hiện ra những rủi ro mới.