

CHƯƠNG TRÌNH HỢP TÁC ĐỐI TÁC NĂNG LƯỢNG
VIỆT NAM – ĐAN MẠCH (DEPP3)

Cẩm nang công nghệ tiết kiệm năng lượng trong hệ thống quạt gió

Dự thảo

Viegand
Maagøe

MỤC ĐÍCH VÀ NỘI DUNG CỦA CẨM NANG

Mục tiêu chung của cẩm nang này là mô tả các giải pháp và biện pháp cần lưu ý khi lập kế hoạch và mua mới các quạt hoặc máy thổi cỡ lớn cho hệ thống khí thải, quạt công nghệ, v.v. hoặc khi lập kế hoạch cải tạo các hệ thống hiện có.

Cẩm nang này nhằm chia sẻ kiến thức về các vấn đề liên quan đến hiệu quả năng lượng cho các quạt và máy thổi cỡ lớn được sử dụng trong các hệ thống khí thải, sấy khô, vận chuyển vật liệu, v.v. Cẩm nang này không đề cập về nội dung liên quan đến hệ thống HVAC và thông gió phòng.

Ngoài việc đề cập đến các vấn đề hiệu quả năng lượng, cẩm nang này còn nhằm chia sẻ kiến thức khi chuẩn bị lắp đặt thiết bị mới bao gồm những yếu tố cần lưu ý và quy trình mua sắm.

Cẩm nang gồm các phần sau:

- Phần 1: Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống quạt và máy thổi.
- Phần 2: Lựa chọn và lắp đặt quạt và máy thổi mới.
- Phần 3: Quy trình mua sắm đối với hệ thống quạt và máy thổi cỡ lớn.

Có thể tham khảo thông tin chi tiết hơn trong các phụ lục của cẩm nang:

- Phụ lục 1: Danh sách các nhà cung cấp trong nước và quốc tế được chọn cho các quạt và máy thổi cỡ lớn.

Cẩm nang cũng mô tả các trường hợp cải tạo hệ thống quạt cũng như một số trường hợp kinh doanh tương tự khi thay thế các quạt và máy thổi cũ kém hiệu quả bằng các thiết bị mới có hiệu suất cao.

Content

1	Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống quạt và máy thổi cỡ lớn.	4
1.1	Hệ thống quạt và máy thổi cỡ lớn	4
1.1.1	Những điều quan sát được từ ngành công nghiệp Việt Nam	5
1.2	Hiệu suất của quạt	5
1.2.1	Đo lường hiệu suất quạt.....	7
1.3	Hiệu suất động cơ.....	8
1.4	Hiệu suất của dây đai và bộ truyền động.....	10
1.5	Tổn thất áp suất trong hệ thống	12
1.5.1	Ổng thông gió mềm	13
1.5.2	Bộ tiêu âm.....	13
1.5.3	Quạt tăng áp	13
1.5.4	Van điều tiết điều chỉnh lưu lượng khí không đổi tự động và bộ trộn	14
1.6	Vận hành quạt và máy thổi.....	14
1.7	Chiến lược kiểm	15
1.7.1	Quạt tốc độ cố định.....	15
1.7.2	Lắp đặt 2 quạt.....	15
1.7.3	Cánh dẫn hướng đầu vào.....	16
1.7.4	Biến tần (VSD - Variable Speed Drive).....	16
	Ví dụ 4 – Điều khiển tốc độ bằng biến tần.....	16
1.7.5	Những điều cần tránh	17
1.8	Công nghệ lọc	18
1.8.1	Luồng khí đầu vào.....	18
1.8.2	Luồng khí thải.....	18
1.8.2.1	Bộ lọc bụi túi vải.....	18
1.8.2.2	Lọc bụi gió xoáy (cyclone)	18
1.8.2.3	Bộ lọc tĩnh điện	19
1.8.3	Vận hành	19
1.9	Bảo trì.....	19
1.9.1	Quạt và động cơ.....	19
1.9.2	Đường ống khí	19
1.9.3	Bộ lọc	19
1.9.4	Dây đai	19
1.9.5	Van điều tiết.....	20
1.9.6	Hệ thống điều khiển	20
1.10	Các tiềm năng tiết kiệm năng lượng khác	20
1.10.1	Giảm tiêu thụ không tải.....	20

1.10.2	Cải thiện các chụp hút khói và điềm hút.....	20
2	Lựa chọn và trang bị quạt và máy thổi mới	22
2.1	Nhu cầu vận hành	22
2.1.1	Hệ thống thông gió	22
2.1.1.1	Nguyên tắc khép kín - Hình 14 (a)	23
2.1.1.2	Nguyên tắc thu - Hình 14 (b).....	23
2.1.1.3	Nguyên tắc bắt - Hình 14 (c)	23
2.1.1.4	Nguyên tắc cơ học - Hình 14 (d)	24
2.1.1.5	Thông gió đơn giản - Hình 14 (e)	24
2.1.1.6	So sánh	24
2.2	Công nghệ.....	24
2.2.1	Quạt ly tâm.....	24
2.2.2	Quạt hướng trục.....	25
2.2.3	Máy thổi.....	26
2.2.4	Lựa chọn quạt	26
2.2.5	Định luật ái lực của quạt.....	27
2.2.6	Hệ thống điều khiển	28
2.3	Thiết kế ống dẫn.....	28
2.4	Các yếu tố khác cần cân nhắc	29
2.4.1	Vỏ quạt.....	29
2.4.2	Nhiệt độ không khí	29
2.4.3	Quá trình nhiệt độ cao và khí	29
2.4.4	Bụi	29
2.4.5	Kết nối lưới điện.....	29
2.5	Phương pháp thực hiện	29
3	Quy trình mua sắm hệ thống quạt gió và máy thổi mới	31
3.1	Giai đoạn tiền khả thi	31
3.2	Giai đoạn khả thi	33
3.3	Giai đoạn đấu thầu	34
3.3.1	Xác định phạm vi cuối cùng	34
3.3.2	Thông số kỹ thuật	34
3.3.3	Đảm bảo hiệu suất	34
3.3.4	Hợp đồng dịch vụ.....	34
3.4	Giai đoạn ký hợp đồng	34
3.5	Các giai đoạn sau của dự án.....	35

1 Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống quạt và máy thổi cỡ lớn

Mức tiêu thụ năng lượng của quạt và máy thổi cỡ lớn trong ngành công nghiệp Việt Nam chiếm một phần đáng kể trong tổng mức tiêu thụ năng lượng, điển hình như:

- Ngành xi măng
- Ngành sắt và kim loại
- Ngành chế biến gỗ
- Các quy trình riêng lẻ như buồng sấy và lò nung, v.v.

Hình 1 dưới đây minh họa một ví dụ về hệ thống quạt công nghiệp cỡ lớn.

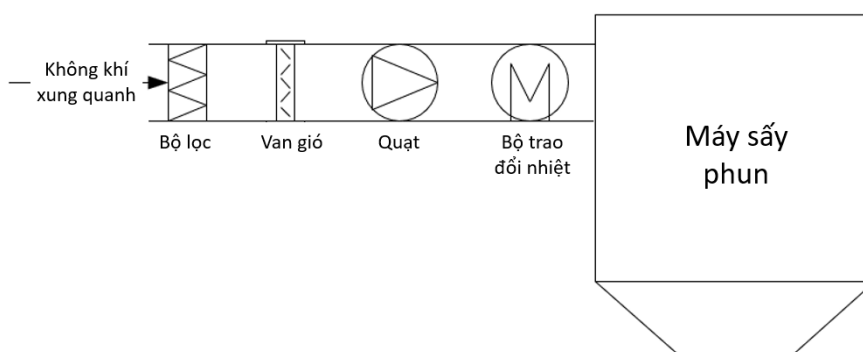


Hình 1 Quạt cỡ lớn trong ngành sắt và kim loại.

Phần này trình bày các yếu tố chính trong việc sử dụng năng lượng cho các hệ thống quạt và máy thổi cỡ lớn và các phương án có thể được xem xét để giảm tiêu thụ năng lượng.

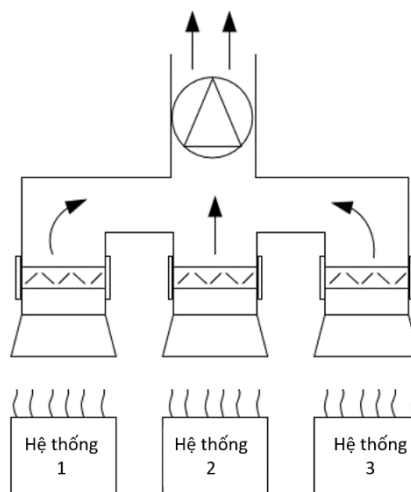
1.1 Hệ thống quạt và máy thổi cỡ lớn

Các hệ thống quạt và máy thổi khác nhau ở cách vận hành lưu chuyển không khí và áp suất hệ thống. Quạt và máy thổi đều được sử dụng cho khí đầu vào và khí thải. Hình 2 minh họa một quạt công nghiệp đơn giản được sử dụng để cung cấp không khí nóng cho máy sấy phun.



Hình 2 Sơ đồ quạt công nghiệp đơn giản dùng cho quá trình sấy.

Một hệ thống điển hình khác được minh họa trong Hình 3, minh họa một hệ thống khí thải đơn giản từ nhiều dây chuyền, nơi không khí ô nhiễm được loại bỏ khỏi các quy trình sản xuất và khu vực làm việc ra ngoài môi trường.



Hình 3 Sơ đồ hệ thống thải đơn giản.

Hiệp hội Kỹ sư Cơ khí Hoa Kỳ (ASME) đã đưa ra các định nghĩa sau đây giữa quạt và máy thổi, xem tại Bảng 1.

Bảng 1 Phân loại quạt và quạt thổi theo ASME [1].

Thiết bị	Áp suất riêng
Quạt	$\leq 1,11$
Máy thổi	1,11 đến 1,20

Máy thổi được sử dụng để hướng không khí hoặc khí gas đến một điểm nhất định hoặc hướng cụ thể bằng quạt và các kênh điều khiển, trong khi quạt lưu thông không khí trong một không gian xác định.

Máy thổi có thể có kích thước rất lớn – lên tới vài trăm kW trong khi quạt thường nhỏ hơn nhiều.

1.1.1 Những điều quan sát được từ ngành công nghiệp Việt Nam

Qua quan sát từ các chuyến làm việc thực địa đến các doanh nghiệp công nghiệp tại Việt Nam, một số khu vực tiềm năng tiết kiệm năng lượng đáng kể gồm:

- Nhiều quạt đã cũ, hiệu suất khá thấp so với công nghệ hiện đại.
- Thường thì công suất của quạt được điều khiển bằng van điều tiết thay vì biến tần.
- Các ống dẫn và kênh vận chuyển không khí hoặc khí thải bị rò rỉ khiến không khí giả xâm nhập vào hệ thống.
- Ống dẫn và thiết bị bị bẩn làm tăng tổn thất áp suất.
- Các phương pháp điều khiển rất đơn giản và thường sử dụng điều khiển bật/tắt thủ công.
- Trong hệ thống thải, các ống dẫn không được sử dụng sẽ được đóng lại thủ công hoặc không thể đóng được.

Vì những lý do kể trên, việc kiểm tra máy thổi và hệ thống quạt được đánh giá có thể tiết kiệm năng lượng đáng kể.

1.2 Hiệu suất của quạt

Hiệu suất của quạt/máy thổi phụ thuộc vào một số điều kiện như loại quạt, góc của cánh quạt, áp suất, vỏ bọc, tốc độ, v.v.

Các nhà sản xuất thường sử dụng hai cách để xác định hiệu suất của quạt:

- Hiệu suất cơ học/tổng thể

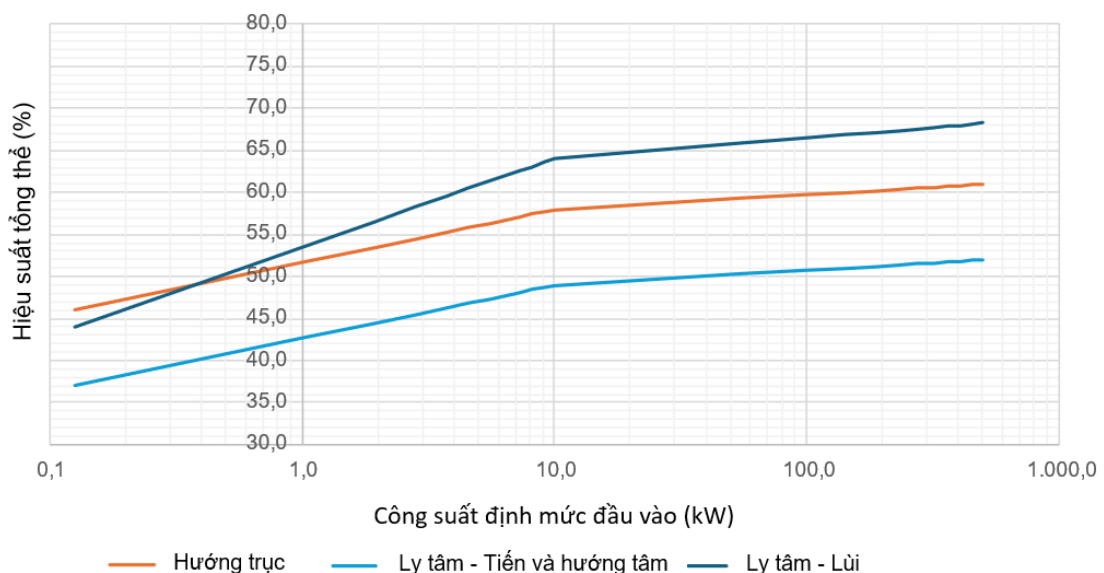
- Hiệu suất tĩnh

Cả hai cách này đều thể hiện mức độ hiệu quả của quạt trong việc chuyển đổi công suất điện thành dòng khí và áp suất. **Hiệu suất tĩnh** được tính toán dựa trên công suất đầu vào của quạt và sự chênh lệch *áp suất tĩnh* trước và sau quạt. Áp suất tĩnh là thế năng được quạt đưa vào hệ thống.

Hiệu suất tổng được tính dựa trên công suất đầu vào của quạt và chênh lệch *áp suất tổng* trước và sau quạt. Áp suất tổng là tổng của áp suất tĩnh và *áp suất động/vận tốc*. Áp suất động là áp suất dọc theo dòng chảy do luồng không khí qua ống dẫn tạo ra. Nếu biết áp suất động thì có thể tính được vận tốc dòng không khí và ngược lại.

Liên minh châu Âu quy định các yêu cầu tối thiểu về hiệu suất tĩnh và hiệu suất tổng trong EU327/2011 [2] cho các loại quạt khác nhau. Hình 4 cho thấy hiệu suất tổng thể tối thiểu cho các quạt được chọn dựa trên công suất đầu vào. Như được trình bày, yêu cầu về hiệu suất tăng lên cùng với kích thước của quạt.

Hiệu suất tổng thể tối thiểu cho các quạt được chọn theo EU327/2011



Hình 4 Hiệu suất tổng tối thiểu yêu cầu cho các quạt thông gió được chọn theo EU327/2011 [2].

Hình 4 trình bày hiệu suất yêu cầu tối thiểu của quạt, nhưng các quạt hiện có trên thị trường được cho là có hiệu suất cao hơn. Hiệu suất cực đại của các quạt được chọn được liệt kê trong Bảng 2. Bảng 2 chỉ trình bày hiệu suất của quạt, chứ không phải là hiệu suất tổng. Để có hiệu suất tổng thể, cần phải cộng thêm hiệu suất của động cơ và hiệu suất của biến tần (biến tần – hiệu suất).

Bảng 2 Hiệu suất cực đại của các quạt được chọn. Để có hiệu suất tổng, cần cộng thêm hiệu suất của động cơ và hiệu suất của biến tần.

	Quạt hướng trực			Quạt ly tâm		
	Cánh dẫn	kiểu ống	Cánh quạt	Cánh thẳng	Cánh ngược	Cánh xuôi
Phạm vi hiệu suất cực đại	80%-90%	60%-70%	45%-50%	60%-70%	75%-85%	50%-60%

Trong trường hợp hiệu suất của quạt thấp hơn các yêu cầu nêu trong EU327/2011, khuyến nghị thay quạt hiện tại bằng một quạt mới hiệu quả hơn. *Cách đo lường hiệu suất của quạt được mô tả ở phần 1.2.1.*

Chẩn đoán tình trạng:

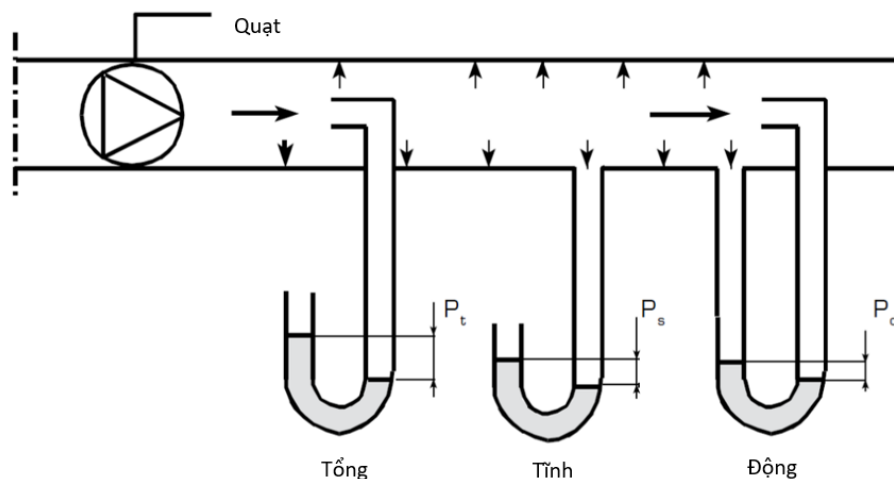
Thực hiện các bước sau:

- Đo áp suất tĩnh và áp suất tổng theo mục 1.2.1 cùng với mức tiêu thụ điện năng.
- Tính hiệu suất tổng của quạt/máy thổi. Nếu hiệu suất dưới yêu cầu trong EU327/2011, nên thay quạt.
- Nếu cần thay quạt, đầu tiên kiểm tra xem có thể giảm yêu cầu lưu lượng khí hoặc áp suất không.
- Liên hệ với nhà cung cấp với dữ liệu cập nhật để vận hành quạt mới.

1.2.1

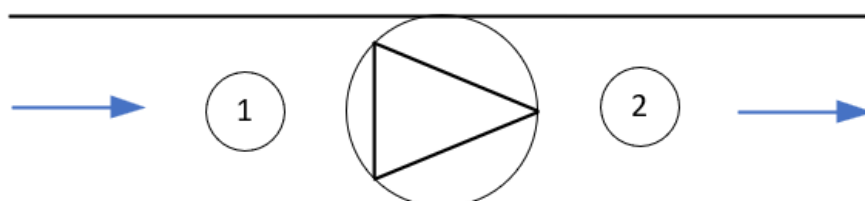
Đo lường hiệu suất quạt

Hiệu suất của quạt có thể được đo bằng cách sử dụng áp kế và ống pitot. Hình 5 minh họa cách đo các áp suất khác nhau trong ống dẫn.



Hình 5 Minh họa cách đo áp suất tĩnh, động và tổng trong ống dẫn [3].

Để đo hiệu suất tĩnh và hiệu suất tổng, phải biết chênh lệch áp suất tĩnh và động trên quạt, tức là các áp suất phải được đo trước và sau quạt, xem Hình 6.



Hình 6 Các điểm đo để xác định hiệu quả của quạt.

Hiệu suất tĩnh khi đó được tính như sau:

$$\eta_{\text{tĩnh}} = \frac{(p_{s2} - p_{s1}) [Pa] \cdot m_v \left[\frac{m^3}{s} \right]}{P_{in} [W]}$$

Tổng hiệu suất được tính:

$$\eta_{tổng} = \frac{((p_{s2} + p_{d2}) - (p_{s1} + p_{d1})) [Pa] \cdot \dot{m}_v \left[\frac{m^3}{s} \right]}{P_{in} [W]}$$

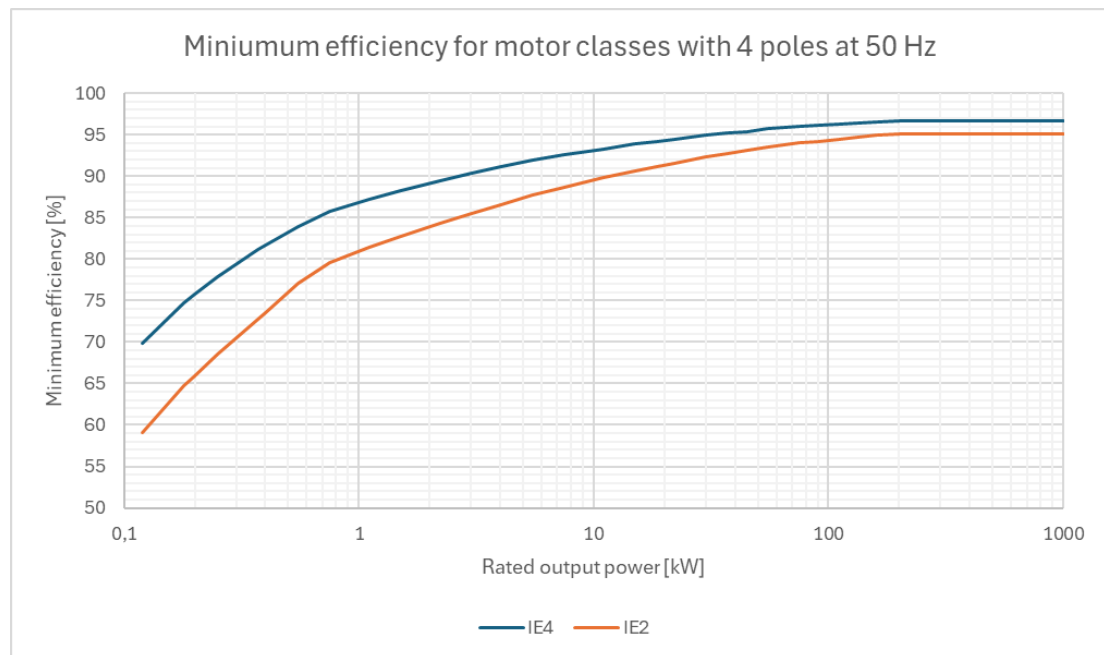
1.3 Hiệu suất động cơ

Hiện nay, những quạt tốt nhất được trang bị động cơ điện sử dụng công nghệ dòng điện một chiều không chổi than (DC), còn gọi là động cơ chuyển mạch điện tử (động cơ EC), với bộ biến tần tích hợp để điều khiển tải liên tục và cánh quạt có tổn thất khí động học thấp.

Quạt nên được dẫn động trực tiếp, tức là cánh quạt được gắn trực tiếp vào trục của động cơ điện. Trong phạm vi lưu lượng và áp suất cao hơn, động cơ EC vẫn chưa khả dụng. Công nghệ động cơ tốt nhất hiện có là động cơ điện xoay chiều AC có bộ biến tần IE4.

Sự khác biệt giữa động cơ EC và động cơ AC là động cơ AC có thể hoạt động rất hiệu quả ở tải đầy đủ. Tuy nhiên, khi sử dụng ở chế độ tải một phần, tổn thất trong động cơ AC trở nên nghiêm trọng hơn so với động cơ EC có bộ biến tần tích hợp.

Hình 7 dưới đây trình bày sự khác biệt giữa hiệu suất yêu cầu tối thiểu đối với động cơ IE2 và IE4 dựa trên quy định EU2019/1781 của EU từ ngày 04-01-2023 [4].



Hình 7 Hiệu suất yêu cầu tối thiểu cho các lớp động cơ khác nhau dựa trên EU2019/1781 từ ngày 01-04-2023 [4].

Dựa trên Hình 7 và công suất đầu ra định mức của động cơ, thay thế động cơ IE2 bằng động cơ IE4 cho tiềm năng tiết kiệm tới 10% lượng điện tiêu thụ. Bảng 3 cho thấy phạm vi hiệu suất yêu cầu tối thiểu đối với động cơ dựa trên hiệu suất và số cực. Có thể tham khảo chi tiết trong EU2019/1781.

Bảng 3 Hiệu suất yêu cầu tối thiểu cho các loại động cơ khác nhau với số cực và công suất đầu ra định mức từ 0,12 kW đến 1000 kW ở tần số 50 Hz. Hiệu suất thấp nhất với công suất đầu ra 0,12 kW và số cực cao nhất với công suất 1000 kW. Theo EU2019/1781 từ ngày 04-01-2023 [4]

Hiệu suất động cơ	2 cực	4 cực	6 cực	8 cực
IE2	53,6%-95%	59,1%-95,1%	50,6%-95%	39,8%-93,5%
IE3	60,8%-95,8%	64,8%-96%	57,7%-95,8%	50,7%-94,6%
IE4	66,5%-96,5%	69,8%-96,7%	64,9%-96,6%	62,3%-95,4%

Ngoài tiêu chuẩn được quy định bởi EU, còn một loại động cơ hiệu suất cao hơn nữa là IE5. Tùy thuộc vào ứng dụng và điều kiện, loại này có thể giảm tổn thất năng lượng lên tới 40% [5] so với IE3. Nguyên nhân là do động cơ IE5 không yêu cầu điện để truyền tới rotor.

Những cải tiến về hiệu suất được thể hiện rõ ràng nhất đối với các động cơ nhỏ hơn và các động cơ có số giờ vận hành cao mỗi năm. Có thể cân nhắc việc thay thế để giảm chi phí năng lượng. Cần khảo sát để có cái nhìn tổng quan những động cơ nào nên thay thế để tiết kiệm điện.

Đối với các động cơ còn lại, cần một chính sách để bộ phận bảo trì có thể thay thế bằng các động cơ tiết kiệm năng lượng hơn.

Nhìn chung, luôn khuyến nghị mua các động cơ có hiệu suất cao nhất. Tuy nhiên, tùy thuộc vào tình hình thực tế, không phải lúc nào thay động cơ IE4 bằng động cơ IE5 cũng hợp lý khi động cơ hiện tại cũng có biến tần. Do hiệu suất cao hơn, động cơ IE5 có thể chạy với số vòng quay cao hơn (vòng quay/phút) từ việc giảm trượt trong rotor, nhưng nếu quạt hoặc máy thổi không thể tận dụng số vòng quay bổ sung này, thì sẽ không tiết kiệm được chút nào.

Phân tích tình huống:

Thực hiện các bước sau.

- Kiểm tra hiệu suất của động cơ được kết nối với quạt.
 - o Nếu bảng thông số không cung cấp thông tin, hãy liên hệ với nhà cung cấp.
 - Kiểm tra số giờ vận hành của các động cơ cụ thể vì mức tiết kiệm có liên quan chặt chẽ đến số giờ vận hành của động cơ.
 - Nếu hiệu suất dưới IE4, liên hệ với nhà cung cấp để tìm hiểu xem có thể thay thế động cơ hiện tại bằng một động cơ hiệu quả hơn không.
-

Ví dụ 1 : Thay thế quạt và động cơ hiệu suất thấp

Tên công ty: CÔNG TY TNHH SẢN XUẤT THỊNH VIỆT II	
Địa chỉ: Đường ĐT 746, ấp Bình Khánh, xã Khánh Bình, huyện Tân Uyên, tỉnh Bình Dương	
Tóm tắt dự án: Cải tạo hệ thống thông gió cho nhà máy (sử dụng quạt siêu tiết kiệm điện)	
Năm thực hiện: 2020	
Tình trạng trước khi thực hiện	Kết quả

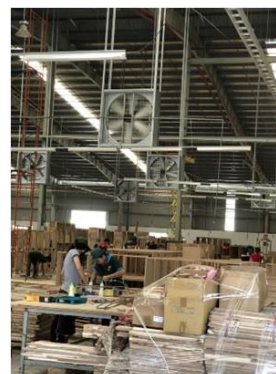
Thịnh Việt là một trong những nhà sản xuất đồ nội thất hàng đầu tại tỉnh Bình Dương, Việt Nam.



Trong quá trình sản xuất đồ gỗ nội thất phát sinh một lượng lớn bụi gỗ, ảnh hưởng đến môi trường làm việc của công nhân. Hệ thống quạt thông gió cần số lượng quạt lớn nên tiêu thụ điện năng đáng kể (khoảng 10 giờ làm việc/ngày và 300 ngày làm việc/năm).

Việc sử dụng động cơ điện xoay chiều 3 pha thông thường có hiệu suất thấp, dao động từ 70 đến 75%. Vì vậy, nhà máy đã lựa chọn quạt thông gió STEELFAN - 138A được trang bị động cơ biến tần DC không chổi than.

Nhà máy đã lắp đặt 66 quạt thông gió STEELFAN - 138A được trang bị động cơ biến tần DC không chổi than.



Hình ảnh hệ thống thông gió mới

Kết quả của dự án:

Tổng chi phí đầu tư:	69,3 triệu đồng
Tiết kiệm năng lượng:	91.080 kWh/năm
Tiết kiệm chi phí	227,7 triệu đồng
Thời gian hoàn vốn	3,8 năm

1.4 Hiệu suất của dây đai và bộ truyền động

Trong nhiều trường hợp, quạt được kết nối với động cơ thông qua bộ truyền động dây đai, điều này có thể gây ra tổn thất năng lượng lên đến 10%. Con số này có thể cao hơn nếu dây đai không được bảo trì đúng cách hoặc điều chỉnh bánh răng không chính xác. Nói chung, nếu quạt có dẫn động trực tiếp thì sẽ ít tổn thất hơn.

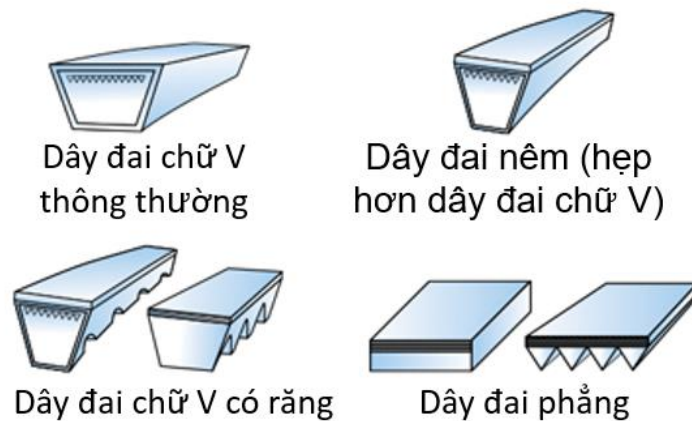
Tuy nhiên, trong một số trường hợp có thể cần sử dụng dây đai để tách biệt động cơ khỏi quạt. Điều này có thể do nguy cơ quạt bị chặn đột ngột khỏi các vật thể trong đường dẫn, dẫn đến trường hợp dẫn động trực tiếp khiến động cơ bị hỏng.

Trong trường hợp này, dây đai có thể giúp bảo vệ động cơ vì nó vẫn có thể chạy nhưng dây đai sẽ bị hỏng trước. Trong trường hợp khác, do thiếu không gian, cần có dây đai để nối quạt và động cơ. Hình 8 cho thấy hai trường hợp các quạt thông gió có dẫn động bằng dây đai, trong đó hình bên trái cho thấy nên tránh dây đai và hình bên phải cho thấy cần dây đai do giới hạn không gian cho khu vực dịch vụ.



Hình 8 Ví dụ về quạt thông gió điều khiển bằng dây đai.

Nếu cần phải sử dụng dây đai, nên chọn các loại dây đai hiệu suất cao để giảm trượt và tổn thất năng lượng. Hình 9 cho thấy các loại dây đai khác nhau thường được sử dụng.



Hình 9 Bản vẽ sơ đồ của các loại dây đai phổ biến nhất [6].

Đai chữ V cổ điển là loại kém hiệu quả nhất với tổn thất lên tới 10%. Sử dụng dây đai nêm, dây đai răng cưa, dây đai đồng bộ hoặc các loại dây đai hiệu suất cao tương tự có thể giảm tổn thất năng lượng xuống khoảng 1% tổng lượng điện sử dụng bởi quạt hoặc máy thổi. Bảng 4 cho thấy các hiệu suất khác nhau của bộ truyền động đai.

Bảng 4 Hiệu quả của các loại dây đai thông dụng nhất khi lắp đặt [3]. Trong suốt thời gian sử dụng, hiệu quả sẽ giảm.

	Hiệu quả
Truyền động trực tiếp	100%
Dây đai V cổ điển	93%-98%
Dây đai V răng cưa	96%-98%
Dây đai răng	97%-99%
Dây đai phẳng	97%-99%

Phân tích tình huống:

Thực hiện các bước sau.

- Kiểm tra tình trạng của dây đai và bánh răng.
 - o Nếu dây đai bị lỏng hoặc có rung động thì nên thay dây đai.
- Kiểm tra xem có thể thay đổi từ truyền động dây đai sang truyền động trực tiếp không.
 - o Liên hệ với nhà cung cấp để làm rõ.

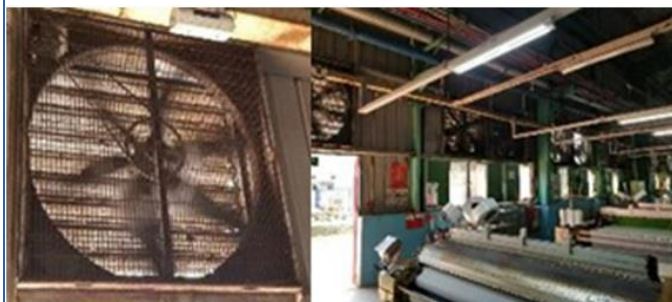
Ví dụ 2 : Thay thế quạt thông gió truyền động bằng dây đai bằng quạt truyền động trực tiếp

Tóm tắt dự án: Một doanh nghiệp dệt nhuộm ở Long An đã thay thế quạt truyền động dây đai bằng quạt truyền động trực tiếp có hiệu suất cao hơn.

Năm thực hiện: 2019

Tình trạng trước khi thực hiện

Hệ thống quạt thông gió sử dụng loại quạt dẫn động bằng dây đai (công suất 1,5 Hp, lưu lượng gió 33.000 m³ /h).



Quạt thông gió

Bộ truyền động đai có hiệu suất thấp do tổn thất năng lượng vì tỏa nhiệt dây dẫn điện, ma sát, giãn dây đai, hệ số trượt cao. Kết quả làm giảm hiệu suất truyền động từ động cơ điện đến cánh quạt và giảm tuổi thọ sử dụng. Ngoài ra, tiếng ồn của bộ truyền đai lớn hơn so với bộ truyền động trực tiếp có cùng công suất.

Kết quả

Nhà máy đã thay thế chín (9) quạt cũ bằng quạt truyền động trực tiếp mới.



Quạt mới (truyền động trực tiếp)

Quạt mới có công suất 1 Hp (lưu lượng gió 45.000 m³ /h) giúp giảm điện năng tiêu thụ >33%.

Kết quả của dự án:

Tổng chi phí đầu tư:	126,5 triệu đồng
Tiết kiệm điện:	32.340 kWh/năm
Tiết kiệm chi phí:	53,3 triệu đồng
Thời gian hoàn vốn:	2,4 năm

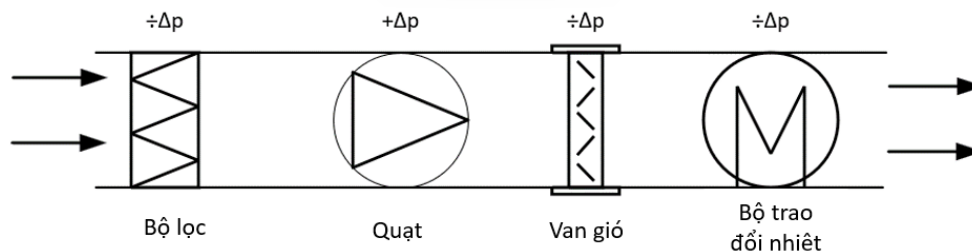
1.5 Tổn thất áp suất trong hệ thống

Tổn thất áp suất trong hệ thống, còn được gọi là trở lực của hệ thống, được tạo ra từ tổng của các tổn thất áp suất tính xuất phát từ cấu hình của ống dẫn, các bộ chụp và các tổn thất áp suất qua thiết bị, ví dụ:

- Van điều tiết
- Bộ giảm âm
- Bộ lọc
- Bộ trao đổi nhiệt
- V.v.

Trở lực hệ thống phụ thuộc rất nhiều vào lưu lượng khí, vì trở lực tỷ lệ theo bình phương của lưu lượng khí đi qua hệ thống. Để vượt qua mức trở lực tăng dần, quạt cần tăng thêm tốc độ dẫn đến tăng tiêu thụ điện năng. Do đó, đường ống dẫn càng lớn thì càng giảm trở lực từ các chi tiết như đoạn ống bị uốn cong, xoắn và các thành phần khác.

Ngoài các ống dẫn, thiết bị trong hệ thống phải được thiết kế sao cho tổn thất áp suất thấp nhất có thể. Hình 10 thể hiện sơ đồ hệ thống quạt đơn giản dùng để gia nhiệt không khí.



Hình 9 Sơ đồ hệ thống quạt gia nhiệt không khí.

Đối với hệ thống trong Hình 10, tổn thất áp suất gia tăng do có sự xuất hiện của bộ lọc, van điều tiết và bộ trao đổi nhiệt. Trong hệ thống này, cần kiểm tra xem có thể giảm áp suất bằng cách thay đổi thiết kế hoặc thay đổi yêu cầu, ví dụ như bộ lọc. Cân nhắc phương án này nếu bộ lọc loại bỏ nhiều hạt bụi hơn mức cần thiết; *xem thêm chi tiết trong mục 1.8.*

Van điều tiết có chức năng kiểm soát luồng không khí, nhưng có thể thay thế bằng cách lắp VFD cho quạt. Phương án này không chỉ giúp giảm sụt áp hệ thống, mà còn giúp quạt chạy hiệu quả hơn; *xem thêm chi tiết trong mục 1.7.*

Trên đây là những thay đổi nhỏ đối với hệ thống. Trong trường hợp thay đổi lớn hơn hoặc cải tạo đường ống sẽ thay đổi đáng kể trở lực dẫn đến hệ thống quạt kém hiệu quả. Khi đó, cân nhắc thay quạt mới được thiết kế theo yêu cầu của hệ thống mới để duy trì hiệu quả.

Luôn quan sát mức độ bám bẩn của các bộ phận, như bộ lọc, hệ thống lọc và dàn trao đổi nhiệt, để kiểm soát tổn thất áp suất tăng theo thời gian.

Trong một số trường hợp, có thể thiết lập đường vòng (bypass) tự động cho các bộ phận gây tổn thất áp suất lớn khi các thành phần này không được sử dụng, ví dụ như cuộn sưởi hoặc làm mát.

1.5.1 Ống thông gió mềm

Ống mềm dùng cho hệ thống hút gió cục bộ tại khu vực hàn nên tránh sử dụng ống dài. Thay vào đó, nên sử dụng các ống thẳng tối đa có thể.

1.5.2 Bộ tiêu âm

Bộ tiêu âm được sử dụng để giảm độ ồn từ quạt và máy thổi. Việc sử dụng bộ tiêu âm sẽ làm tăng sụt áp cho hệ thống và do đó làm tăng mức tiêu thụ năng lượng cho quạt. Để giảm sụt áp, bộ tiêu âm phải được thiết kế với vận tốc không khí giữa các vách ngăn tối đa là 10 m/s hoặc 6 m/s đối với bộ tiêu âm góc [3].

1.5.3 Quạt tăng áp

Sử dụng quạt tăng áp để khắc phục tổn thất áp suất trong các ống dẫn nhỏ đặt xa ống dẫn chính thay vì tăng áp suất tổng của hệ thống chính. Đôi khi việc thiết lập một hệ thống nhỏ riêng biệt còn thuận tiện hơn thay vì lắp đặt các ống dẫn dài để phục vụ một nhu cầu nhỏ ở xa.

1.5.4 Van điều tiết điều chỉnh lưu lượng khí không đổi tự động và bộ trộn

Khi sử dụng van điều tiết điều chỉnh lưu lượng khí không đổi tự động và bộ trộn trong hệ thống phân phối không khí, điều quan trọng là không sử dụng áp suất quá cao trong ống chính đi tới van điều tiết. Áp suất trong ống chính nên được thiết lập sao cho áp suất ở van điều tiết được lắp xa nhất trong hệ thống chính xác theo yêu cầu.

1.6 Vận hành quạt và máy thổi

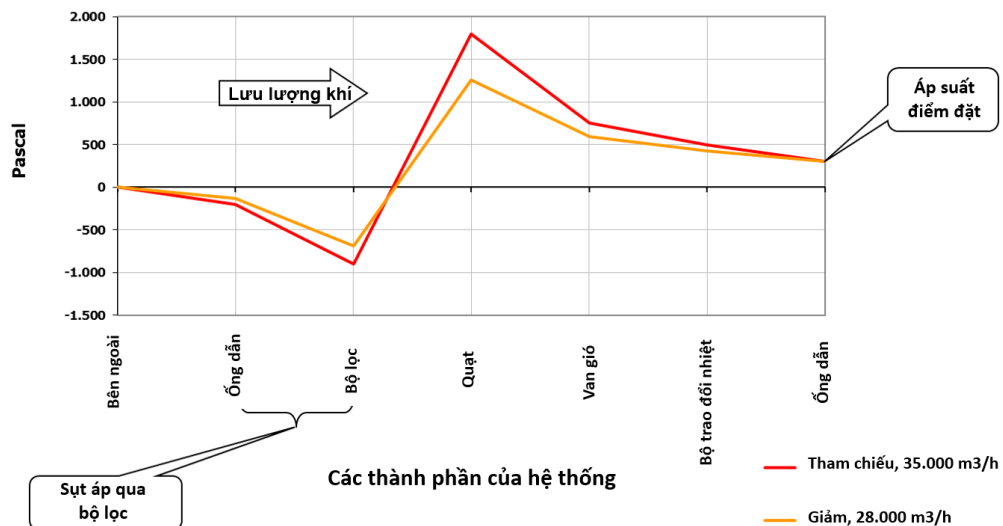
Trong ngành công nghiệp, lưu lượng khí được cung cấp trong quy trình không tương ứng với nhu cầu thực tế. Thông thường quạt cung cấp quá nhiều hoặc quá ít không khí. Nếu quạt có kích thước quá lớn với nhu cầu thì sẽ tiêu tốn năng lượng, và việc thay thế quạt bằng loại nhỏ hơn được thiết kế theo nhu cầu sẽ có tiềm năng tiết kiệm năng lượng. Giảm lưu lượng không khí có thể tiết kiệm đáng kể vì giảm 10% lưu lượng khí sẽ giảm tiêu thụ năng lượng đến 27%. *Xem phần 2.2.5 để biết thêm thông tin.*

Việc quạt được thiết kế để cung cấp lưu lượng trung bình với áp suất cao nhưng thực tế lại vận hành với lưu lượng cao và áp suất thấp cũng ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu suất.

Một điểm cần lưu ý là nguồn gốc của nhu cầu lưu lượng khí và áp suất. Nếu nhu cầu về lưu lượng khí và áp suất có thể được xem xét và giảm mà không làm ảnh hưởng đến bất kỳ yêu cầu pháp lý hoặc quy trình nào, thì có thể giảm tiêu thụ năng lượng trong quạt.

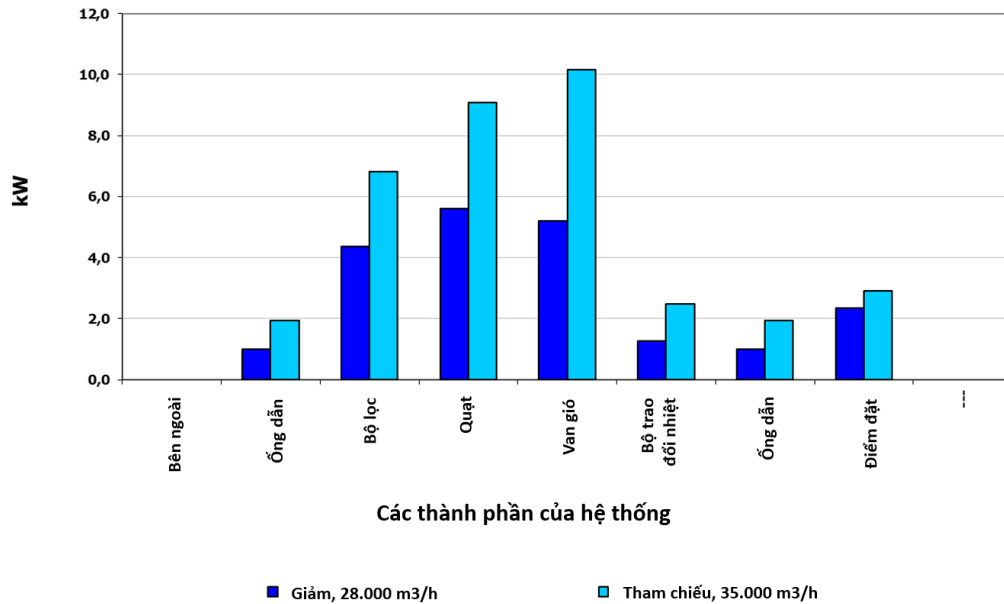
Hình 11 và Hình 12 minh họa ảnh hưởng của việc giảm lưu lượng đối với tổn thất áp suất và tổn thất công suất trong hệ thống. Ví dụ này dựa trên một hệ thống đơn giản được trình bày trong Hình 9.

Giá trị áp suất qua hệ thống



Hình 10 Ví dụ về sự thay đổi áp suất trong hệ thống, dựa trên hệ thống được hiển thị trong Hình 9.

**Tổn thất điện năng trên toàn bộ hệ thống,
không bao gồm tổn thất VSD**



Hình 11 Kết quả từ việc giảm lưu lượng không khí và áp suất từ Hình 10 về tổn thất công suất.

Có thể tiết kiệm năng lượng đáng kể bằng cách giảm lưu lượng khí trong hệ thống.

Phân tích tình huống:

Thực hiện các bước sau:

- Xem xét nhu cầu sản xuất liên quan đến lưu lượng khí và áp suất.
- So sánh dữ liệu thiết kế của quạt với vận hành thực tế.
- Nếu thiết kế và vận hành khác biệt đáng kể, có thể quạt cần thay thế.
 - o Liên hệ với chuyên gia/nhà cung cấp để tìm loại quạt phù hợp.

1.7 Chiến lược kiểm

Tùy vào phạm vi thay đổi của nhu cầu lưu lượng khí, có thể để điều chỉnh quạt với nhiều phương pháp khác nhau.

1.7.1 Quạt tốc độ cố định

Nếu nhu cầu luôn luôn không đổi, không cần thiết phải điều chỉnh gì khác ngoài việc bật-tắt, miễn là quạt và động cơ/hệ truyền động của nó được chọn kỹ để hoạt động tối ưu.

Cảnh báo: Tránh thiết kế ầu dẫn đến lắp đặt quạt quá kích thước, sau đó điều chỉnh lại bằng cách như lắp biến tần, dẫn đến hệ thống liên tục vận hành kém hiệu quả.

1.7.2 Lắp đặt 2 quạt

Trong trường hợp có hai nhu cầu lưu lượng khí riêng biệt, trong đó một nhu cầu thấp hơn đáng kể so với nhu cầu kia và có thời gian hoạt động lâu ở trạng thái này, cần cân nhắc lắp riêng một quạt nhỏ. Sử dụng van điều tiết bật-tắt để tùy chỉnh hoạt động từng quạt theo nhu cầu, như trong các hệ thống khí thải, quạt nhỏ hơn sẽ hoạt động khi lò không hoạt động.

1.7.3 Cánh dẫn hướng đầu vào

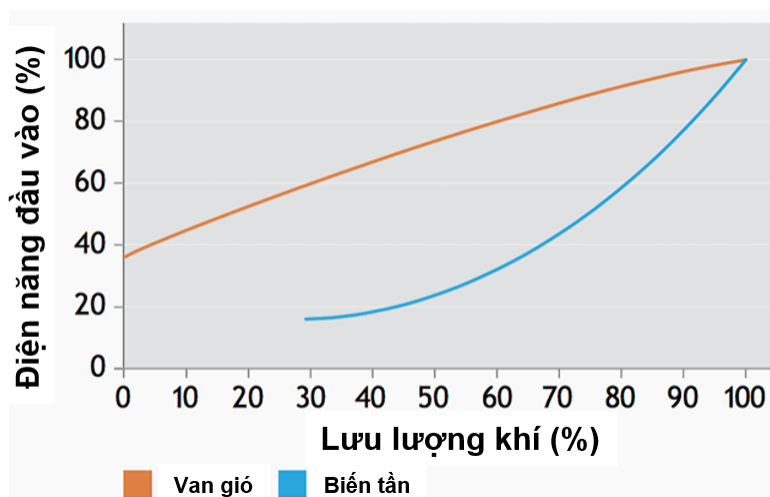
Nếu nhu cầu lưu lượng khí thay đổi từ 100% xuống 60%, sử dụng quạt dẫn hướng cơ học là một phương án thay thế ưu tiên cho van điều tiết biến thiên. Phương pháp này thường thấy trong trường hợp lắp đặt quạt rất lớn (hoặc cũ) và có thể được sử dụng cho cả quạt ly tâm và quạt hướng trục. Phương pháp này có hiệu quả khá tốt ở phạm vi động cao và chắc chắn tốt hơn so với van điều tiết truyền thống.

1.7.4 Biến tần (VSD - Variable Speed Drive)

Hiện nay, biến tần điện tử (VSD) có thể điều khiển động cơ quạt từ rất nhỏ đến hàng MW và là lựa chọn ưu tiên trong hầu hết các trường hợp. VSD có thể được sử dụng cho mọi loại động cơ điện (đồng bộ, không đồng bộ, DC, SR, v.v.) nếu chúng được chế tạo có chủ đích cho loại động cơ được chọn.

Các động cơ quạt nhỏ thường được trang bị biến tần tích hợp, và thậm chí toàn bộ cụm quạt/động cơ/VSD có thể là một phần linh kiện duy nhất. VSD chất lượng tốt có hiệu suất điện nội bộ rất cao, nhưng cần lưu ý hiệu suất kết hợp khi điều khiển động cơ ngoài phạm vi thiết kế, được xác định bởi tần số và điện áp (điều này đặc biệt áp dụng cho động cơ không đồng bộ).

Hình 13 minh họa tiềm năng tiết kiệm khi sử dụng biến tần thay vì van điều tiết. Như được trình bày, VSD tiết kiệm năng lượng đáng kể so với van điều tiết trong việc điều chỉnh lưu lượng khí.



Hình 12 So sánh công suất đầu vào của van điều tiết và biến tần VSD.

Ví dụ 4 – Điều khiển tốc độ bằng biến tần

Tại trạm hàn có nhiều hệ thống thông gió cục bộ, các quạt được điều khiển như một hệ thống áp suất không đổi. Lắp đặt VSD trên tất cả các quạt sẽ giúp giảm năng lượng đáng kể như trong Bảng 5.

Bảng 5. Biến tần trong hệ thống thông gió khí thải khi hàn. Mức tiết kiệm OPEX dựa trên 1,8 triệu đồng/MWh điện.

Quá trình	Thông gió khí thải hàn
Tiêu thụ năng lượng	427 MWh/năm
Dự án	Lắp VSD trên quạt
Tiết kiệm năng lượng	128 MWh (30%)
Vốn đầu tư	1.000.000.000 đồng
Thời gian hoàn vốn	4,1 năm

1.7.5 Những điều cần tránh

Nên tránh mọi loại kỹ thuật điều chỉnh lưu lượng khí chính có tổn thất cao cả khi tổn thất được tạo ra trong quạt/bộ truyền động hoặc trong lưu lượng khí. Điều này thậm chí còn quan trọng hơn với các hệ thống có nhiều giờ hoạt động trong năm.

- Van điều tiết hạn chế lưu lượng khí do tăng trở lực hệ thống.
- Van điều tiết thoát khí khỏi hệ thống.
- Khớp nối thủy lực.
- Đai truyền động biến thiên.
- Động cơ hai hoặc ba tốc độ.

Ví dụ 4: Tích hợp biến tần cho máy thổi

Tên công ty: CÔNG TY CỔ PHẦN MDF VRG KIÊN GIANG	
Địa chỉ: Lô M, Đường Số 1, Khu Công Nghiệp Thạnh Lộc, Xã Thạnh Lộc, Huyện Châu Thành, Tỉnh Kiên Giang, Việt Nam	
Tóm tắt dự án: Lắp biến tần để cải thiện hiệu quả năng lượng cho quạt.	
Năm thực hiện:	
<p>Tình trạng trước khi thực hiện</p> <p>Hệ thống hiện tại sử dụng động cơ tốc độ cố định chạy ở công suất tối đa, bất kể nhu cầu. Điều này dẫn đến hiệu suất thấp và tiêu thụ năng lượng không cần thiết, gây ra chi phí vận hành cao và lượng khí thải carbon lớn.</p>	<p>Kết quả</p> <p>Tổng quan về công nghệ: Biến tần (VSD) là các hệ thống điện tử điều khiển tốc độ quay của động cơ điện bằng cách điều chỉnh tần số và điện áp của nguồn điện cấp cho động cơ. Biến tần giúp vận hành động cơ hiệu quả năng lượng hơn so với các hệ thống chạy ở tốc độ cố định truyền thống. Công nghệ này đặc biệt phù hợp trong công nghiệp, nơi nhu cầu tốc độ động cơ thay đổi trong suốt quá trình sản xuất.</p> <p>Kết quả mong đợi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hiệu quả năng lượng: Giảm mức tiêu thụ năng lượng bằng cách cho phép động cơ hoạt động ở tốc độ thay đổi, điều chỉnh theo thời gian thực dựa trên nhu cầu sản xuất. - Tiết kiệm chi phí: Giảm chi phí tiền điện và chi phí vận hành nhờ sử dụng năng lượng hiệu quả. - Tác động môi trường: Giảm lượng khí thải carbon của quá trình sản xuất bằng cách tiêu thụ ít năng lượng hơn. - Bảo trì và tuổi thọ: Kéo dài tuổi thọ của thiết bị động cơ do giảm lực ép cơ học khi vận hành ở tốc độ tối đa liên tục
Kết quả của dự án:	
Tổng chi phí đầu tư:	1.179.450.000 đồng
Tiết kiệm năng lượng:	631.744 kWh/năm
Tiết kiệm chi phí:	1.122.609.088 đồng
Thời gian hoàn vốn:	1,05 năm
Giảm CO ₂ :	427.438 kg/năm

1.8 Công nghệ lọc

Để bảo vệ thiết bị và đảm bảo rằng các hạt có hại hoặc không mong muốn không thải ra môi trường xung quanh, các bộ lọc được sử dụng cho cả luồng không khí đầu vào và đầu ra. Đối với cả bộ lọc ở dòng khí đầu vào và đầu ra, cần xem xét tốc độ dòng khí qua bộ lọc, tổng lượng bụi và hạt lưu trữ, cũng như kích thước hạt tối thiểu thiết bị có thể lọc.

Như bất kỳ thiết bị nào khác trong hệ thống không khí, bộ lọc tạo ra sụt áp mà quạt phải khắc phục. Độ sụt áp phụ thuộc vào kích thước của hạt cần lọc và sẽ tăng khi kích thước hạt cần lọc giảm. Do đó, các bộ lọc không nên lọc các hạt nhỏ hơn mức cần thiết vì điều này sẽ làm tăng kích thước và tiêu thụ năng lượng của quạt. Bên cạnh các yếu tố đã đề cập, cần cân nhắc cả nhiệt độ, độ ẩm và khả năng cháy của bụi.

Cần chọn đúng bộ lọc, đặc biệt cần để ý cách bảo trì và vận hành. Cần giám sát các bộ lọc để đảm bảo chúng được làm sạch hoặc thay thế đúng thời hạn nhằm hạn chế sự sụt áp. Bộ lọc bị tắc sẽ tạo ra tải không cần thiết cho quạt để đảm bảo luồng không khí yêu cầu. *Hoạt động bảo trì được mô tả chi tiết hơn ở phần 1.9.*

1.8.1 Luồng khí đầu vào

Tùy vào yêu cầu lượng khí đầu vào sẽ có các công nghệ lọc khác nhau tương ứng. Nếu các bộ lọc ở dòng khí đầu vào chỉ dùng để bảo vệ thiết bị thì nên sử dụng các bộ lọc có cấp G1-G4 hoặc F5-F9.

Nếu có yêu cầu đặc biệt về không khí cho sản xuất, có thể sử dụng bộ lọc HEPA hoặc ULPA. Tuổi thọ của các bộ lọc này có thể được kéo dài bằng cách lắp đặt một bộ lọc, tối thiểu là loại F8, trước bộ lọc HEPA hoặc ULPA.

1.8.2 Luồng khí thải

Các bộ lọc cho dòng khí thải là hệ thống phức tạp hơn so với các bộ lọc ở đầu vào. Điều này là do với một số quy trình công nghệ, ví dụ công đoạn sấy khô trong ngành sữa, một số sản phẩm có thể bị theo vào cùng luồng khí thải. Một phần trong số sản phẩm này có thể được thu hồi trong hệ thống lọc để tái sử dụng hoặc bán dưới dạng sản phẩm phụ.

1.8.2.1 Bộ lọc bụi túi vải

Bộ lọc túi hoạt động bằng cách đưa không khí chứa các hạt qua một bộ lọc hình túi, giúp giữ lại các hạt khi không khí bị ép qua vật liệu lọc. Để duy trì luồng không khí và giảm thiểu sự sụt áp qua bộ lọc, các bộ lọc này được làm sạch định kỳ bằng cách lắc mạnh hoặc sử dụng luồng không khí ngược để đẩy các hạt vật chất ra khỏi bộ lọc. Vật liệu này sau đó có thể được thu gom và tái sử dụng trong quá trình sản xuất. Chu kỳ làm sạch nên được thiết lập dựa trên mức sụt áp tối đa cho phép qua bộ lọc.

Để duy trì hiệu quả và đảm bảo không có rủi ro vi sinh do tích tụ vật liệu trên các bộ lọc, các bộ lọc cần được thay thường xuyên. Giả sử trong trường hợp các sản phẩm có tính dính cao, ví dụ như bột sữa, cần phải vệ sinh/thay túi lọc thường xuyên hơn.

Bộ lọc túi có thể kém hiệu quả hơn nếu nhiệt độ khí thải trên 240°C và có khí thải dính làm giảm hoặc chặn luồng khí đi qua túi lọc. Vì bộ lọc cần được thay đổi thường xuyên, từ hai lần một năm đến 5 năm một lần tùy theo sản xuất nên chi phí bảo trì cao [7].

1.8.2.2 Lọc bụi gió xoáy (cyclone)

Lọc bụi gió xoáy sử dụng lực ly tâm để loại bỏ các hạt nặng hơn khỏi khí mang. Hiệu suất của lọc bụi gió xoáy chủ yếu phụ thuộc vào đặc tính hình học của bộ tách lọc bụi gió xoáy và lực ly tâm được áp dụng. Bán kính của bộ tách lọc bụi gió xoáy càng nhỏ thì gia tốc ly tâm càng lớn, hiệu suất tách càng

cao. Tuy nhiên, cần lưu ý trong giai đoạn thiết kế rằng bán kính nhỏ cũng làm tăng độ sụt áp, ảnh hưởng tiêu cực đến mức tiêu thụ năng lượng của quạt.

Lọc bụi gió xoáy thường được sử dụng để lọc các hạt trên 10 µm, nhưng các lọc bụi gió xoáy hiệu suất cao có thể lọc các hạt nhỏ đến 2,5 µm [7]. Chi phí xây dựng hệ thống trên tương đối cao nhưng chi phí vận hành sẽ thấp hơn so với các công nghệ khác do độ sụt áp thấp.

1.8.2.3 Bộ lọc tĩnh điện

Bộ lọc tĩnh điện lọc không khí bằng cách cung cấp điện tích cho các hạt, cho phép chúng bị tách ra dưới tác động của trường điện.

Các bộ lọc này có thể lọc các hạt nhỏ đến 0,1 µm mà không gây ra sự sụt áp lớn cho hệ thống, chỉ từ 0,001 bar đến 0,004 bar và có yêu cầu năng lượng thấp [7].

1.8.3 Vận hành

Việc lựa chọn bộ lọc phụ thuộc vào nhu cầu sử dụng, chẳng hạn như kích thước hạt tối đa có thể chấp nhận được sau bộ lọc cũng như độ sụt áp tối đa có thể chấp nhận được. Sự sụt áp không chỉ xác định loại bộ lọc mà còn ảnh hưởng đến tần suất cần làm sạch hoặc thay thế bộ lọc.

Trong một số trường hợp, có thể lắp đặt nối tiếp các bộ lọc, ví dụ như sau một lọc bụi gió xoáy là một bộ lọc túi. Với cấu hình này, lọc bụi gió xoáy sẽ loại bỏ các hạt lớn hơn trước khi không khí đi vào bộ lọc túi, giúp kéo dài tuổi thọ của túi lọc, đồng thời lọc các hạt nhỏ hơn mà lọc bụi gió xoáy không thể tách ra khỏi không khí.

1.9 Bảo trì

Việc bảo trì thường xuyên không chỉ giúp tiết kiệm năng lượng đáng kể mà còn kéo dài tuổi thọ của thiết bị và hệ thống, và giúp duy trì hiệu suất cao. Cần thực hiện kiểm tra tổng thể toàn bộ hệ thống một cách thường xuyên, tránh việc bảo trì kém dẫn tới hệ thống hoạt động rất không hiệu quả.

1.9.1 Quạt và động cơ

Quạt và động cơ cần được kiểm tra thường xuyên để đảm bảo hiệu suất. Cần kiểm tra xem quạt có còn nguyên vẹn không (không có cánh quạt nào bị gãy, ổ bi giữa động cơ và quạt không bị hư hỏng hay bị bẩn, v.v.), có quay đúng hướng không. Quạt và động cơ không được bảo trì đúng cách có thể dẫn đến hoạt động không ổn định và tăng mức tiêu thụ điện.

1.9.2 Đường ống khí

Các đường ống khí cần được kiểm tra thường xuyên để phát hiện các rò rỉ hoặc hư hỏng, tránh tăng áp suất hay yêu cầu lưu lượng của quạt hoặc máy thổi. Bên cạnh đó, đường ống khí cũng cần được vệ sinh thường xuyên để giảm trở lực hệ thống.

1.9.3 Bộ lọc

Bộ lọc nên được thay đổi thường xuyên dựa trên mức giảm áp suất tối đa cho phép, cần được giám sát tự động, cung cấp tín hiệu khi đến thời điểm cần thay thế. Nếu không có thể khiến bộ lọc bị tắc, dẫn đến tăng chênh lệch áp suất mà quạt phải tăng tốc để vượt qua nếu không lưu lượng không khí trong hệ thống sẽ giảm.

Mặc dù bộ lọc được giám sát tự động để thay thế, việc này vẫn cần được kiểm tra thực tế để đảm bảo không có bộ lọc nào bị rách, dẫn đến các hạt không mong muốn lọt qua bộ lọc.

1.9.4 Dây đai

Nên tránh sử dụng dây đai nhất có thể như đã đề cập ở phần 1.4. Trong trường hợp cần sử dụng dây đai, cần kiểm tra thường xuyên xem có bị lỏng không, có cần siết chặt hoặc thay thế không. Dây đai nếu bị lỏng sẽ bắt đầu trượt, quạt không thể cung cấp lưu lượng khí mong muốn và hiệu suất giảm đáng kể.

Dây đai lỏng cũng có nguy cơ bị đứt hoặc trượt ra khỏi các pu-ly. Ngoài ra, các pu-ly phải không bị hư hỏng, và tất cả các ổ trục phải quay trơn tru mà không bị rung động.

1.9.5 Van điều tiết

Như đã đề cập trong mục 1.7, không nên sử dụng van điều tiết để điều chỉnh lưu lượng khí. Thay vào đó, nên sử dụng biến tần (VFD). Trong trường hợp sử dụng van điều tiết, cần kiểm tra cơ cấu van thường xuyên để đảm bảo không bị hư hỏng và hoạt động như mong muốn. Nếu van điều tiết được thiết kế để có thể mở hoàn toàn và/hoặc đóng hoàn toàn, cần kiểm tra thực tế có đúng theo thiết kế không. Nếu van điều tiết gặp vấn đề với việc mở chính xác, có thể dẫn đến giảm lưu lượng khí trong hệ thống hoặc tăng tiêu thụ điện cho cùng một lưu lượng khí.

1.9.6 Hệ thống điều khiển

Cần đảm bảo bảo dưỡng hệ thống điều khiển thường xuyên, bao gồm vệ sinh quạt và bộ lọc bên trong. Cập nhật và sao lưu hệ thống, đồng thời đảm bảo rằng hiển thị đồ họa (graphics) và số liệu các thành phần (component numbers) đều được cập nhật. Kiểm tra để đảm bảo rằng các dây đai và động cơ đều trong tình trạng tốt, và tốc độ được chọn phù hợp với tốc độ hệ thống điều khiển lập trình.

1.10 Các tiềm năng tiết kiệm năng lượng khác

1.10.1 Giảm tiêu thụ không tải

Nếu trong quá trình sản xuất có lúc cần lưu lượng khí chạy không tải hoặc dừng lại, hệ thống không khí cũng nên tự động giảm lưu lượng khí xuống mức tối thiểu hoặc tắt hẳn. Hệ thống điều khiển sản xuất cần gửi tín hiệu đến hệ thống điều khiển quạt và/hoặc van điều tiết.

1.10.2 Cải thiện các chụp hút khói và điểm hút

Chụp hút khói, tủ thổi khí Laminar (LAF-benches), và các hệ thống thông gió cục bộ khác thuộc về kiến thức chuyên môn, nhưng một số kỹ thuật tiết kiệm năng lượng chung vẫn áp dụng:

- Thông thường, nếu có nhiều điểm hút hơn được kết nối với một hệ thống hút khí thải duy nhất thì nhu cầu về lưu lượng khí và áp suất từ mỗi điểm sẽ được báo tín hiệu đến một bộ điều khiển tính toán tổng nhu cầu lưu lượng khí cho cả hệ thống hút khí thải, đặc biệt là hệ thống cung cấp khí thay thế.
- Tận dụng nhiệt từ khí thải có thể được áp dụng trong một số trường hợp. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng khí thải có thể lẫn tạp chất, thậm chí có tính ăn mòn trong quá trình sản xuất. Để tránh ô nhiễm chéo, có thể thu hồi nhiệt bằng cách sử dụng mạch chất lỏng truyền nhiệt nối giữa hai bộ trao đổi nhiệt. Hệ thống này cũng có thể kết hợp với máy bơm nhiệt.
- Các điểm hút nhỏ hơn kết nối với một hệ thống hút khí thải duy nhất cần được trang bị van điều tiết tự động hoặc thủ công để báo tín hiệu ngừng khi tất cả van điều tiết đã đóng.

Ví dụ 4: Thay thế hệ thống hút tập trung bằng quạt hút riêng tại các điểm hút

Một xưởng giầy ở Hồ Chí Minh đã thay quạt hút lớn bằng quạt hút nhỏ cho từng vị trí mài.



Hình 1.10.1: Thay quạt hút lớn bằng quạt hút nhỏ

Quạt hút lớn có công suất hoạt động 24kW, hút bụi cho 26 vị trí mài, tương đương với mức tiêu thụ điện năng khoảng 0,92 kW/vị trí mài.

Nhà máy đã đầu tư hệ thống hút riêng cho từng vị trí mài, bao gồm một quạt hút nhỏ 3Hp và một túi lọc bụi riêng biệt. Công suất hoạt động của quạt đo được khoảng 0,33 kW/vị trí mài, tương đương với tiềm năng tiết kiệm khoảng 64%.

Tiết kiệm năng lượng: 28.400 kWh/năm

Mức đầu tư: 260 triệu đồng

Tiết kiệm chi phí: 54 triệu đồng/năm

Thời gian hoàn vốn: 4,8 năm

2 Lựa chọn và trang bị quạt và máy thổi mới

Việc lựa chọn một quạt hoặc máy thổi mới phụ thuộc vào lưu lượng, áp suất, loại vật liệu xử lý, không gian và hiệu suất. Ngoài ra, cần lựa chọn phương pháp điều khiển phù hợp cho mục đích cụ thể.

Phần này cung cấp hướng dẫn lựa chọn loại quạt và phương pháp điều khiển phù hợp cho nhu cầu cụ thể.

2.1 Nhu cầu vận hành

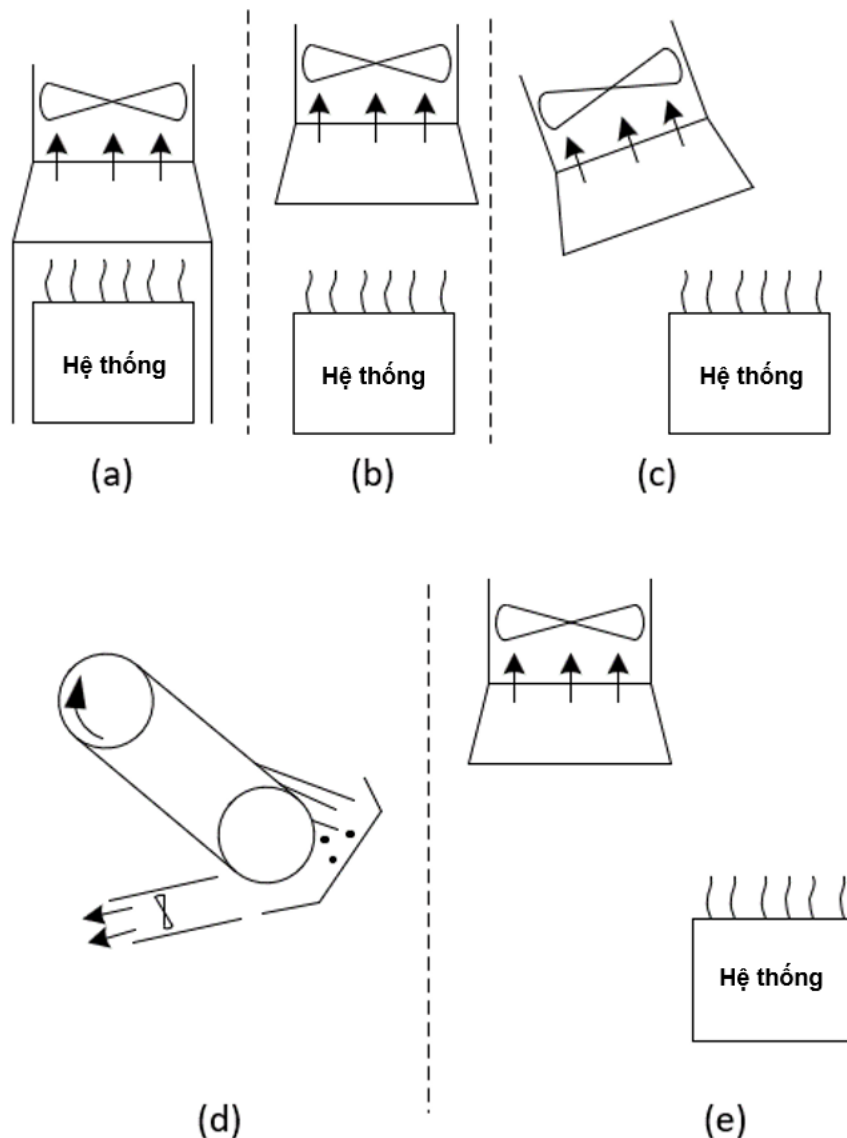
Trước khi đặt hàng bất kỳ quạt hoặc máy thổi mới nào, cần phân tích yêu cầu của quy trình sản xuất để tối ưu hóa, do đó thông số về lưu lượng và áp suất không khí cần phải chính xác. Trong một số trường hợp, lưu lượng không khí được xác định bởi yêu cầu sản xuất, như tốc độ truyền nhiệt hoặc lượng khí thải cần xử lý. Trong trường hợp khác, ví dụ hệ thống thông gió, lưu lượng không khí phụ thuộc nhiều vào cách xây dựng hệ thống. *Điều này được mô tả chi tiết hơn trong phần 2.1.1.*

Trở lực hệ thống chính xác thường khó dự đoán hoặc tính toán hơn. Trong trường hợp tối ưu, có thể tiến hành phân tích chi tiết để xác định độ sụt áp qua chiều dài, các điểm uốn cong, co và giãn nở trong hệ thống ống dẫn, độ sụt áp qua các thiết bị như bộ trao đổi nhiệt, bộ lọc, v.v. Chúng cần được bổ sung vào yêu cầu áp suất cho sản xuất. Độ sụt áp khi đó cũng nên được giảm càng nhiều càng tốt như mô tả trong phần 1.5.

Nhìn chung, hệ thống được thiết kế với biên an toàn rộng sẽ dẫn đến sử dụng quạt quá lớn, vận hành ngoài điểm thiết kế với hiệu suất kém. Do đó, cần xác định lưu lượng và áp suất chính xác nhất có thể để đạt được hiệu suất từ điểm thiết kế của quạt.

2.1.1 Hệ thống thông gió

Trước khi mua quạt mới, hệ thống thông gió cần được thiết kế nhằm loại bỏ ô nhiễm với lượng không khí tối thiểu, từ đó giảm mức tiêu thụ năng lượng trong quá trình vận hành. Hình 13 minh họa các nguyên tắc khác nhau của hệ thống thông gió, *được mô tả thêm trong phần 2.1.1.1 đến 2.1.1.5.*



Hình 13 Minh họa các nguyên tắc thông gió khác nhau cho sản xuất. (a) thông gió khép kín, (b) nguyên tắc thu, (c) nguyên tắc bắt, (d) nguyên tắc cơ học và (e) nguyên tắc thải đơn giản.

2.1.1.1 Nguyên tắc khép kín - Hình 13(a)

Hệ thống này khép kín hoặc khép kín một phần và quạt hút không khí bị ô nhiễm. Trong trường hợp này, không khí bị ô nhiễm chỉ có thể rời khỏi khu vực khép kín thông qua hệ thống thông gió, xem Hình 13(a). Nguyên tắc này được sử dụng cho các quá trình như nung chảy.

2.1.1.2 Nguyên tắc thu - Hình 13(b)

Trong trường hợp này, quá trình thải nằm ở phía trên hệ thống, xem Hình 13(b), thường xuất hiện trong quy trình gia nhiệt như đúc, nung chảy, hàn, v.v. trong đó không khí được làm nóng. Không khí bị ô nhiễm được làm nóng trong quá trình này sẽ di chuyển lên trên điểm hút khí.

2.1.1.3 Nguyên tắc bắt - Hình 13(c)

Nguyên tắc này phù hợp nhất cho các quy trình không cần gia nhiệt vì quá nhiều năng lượng được sử dụng để vượt qua các lực nhiệt động học. Nếu các nguồn được làm nóng thì nên đổi sang sử dụng nguyên tắc thu. Theo nguyên tắc này, một luồng khí mạnh được tạo ra để thu gom tạp chất tại điểm hút

khí, xem Hình 13(c), thường được sử dụng trong các hệ thống hàn hoặc để loại bỏ bụi gỗ và kim loại, cùng hơi từ sản xuất.

Trong trường hợp này, điểm hút cần được đặt gần và hướng về phía nguồn.

2.1.1.4 Nguyên tắc cơ học - Hình 13(d)

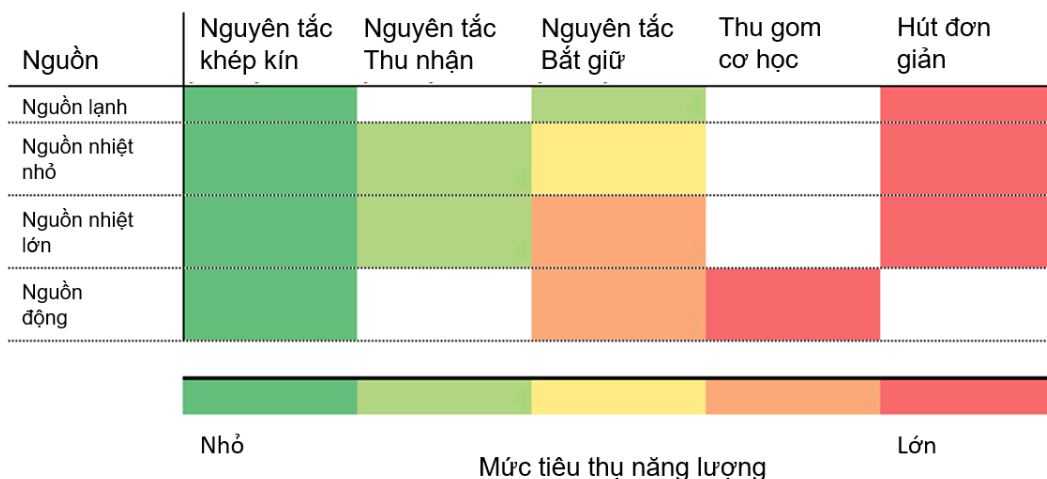
Nguyên tắc cơ học phù hợp nhất với các nguồn ô nhiễm động như máy mài khi các hạt có kích thước khá lớn bị ném hoặc thổi xuống bộ phận chống tia lửa và sau đó được quạt hút ra ngoài, xem Hình 14(d).

2.1.1.5 Thông gió đơn giản - Hình 13(e)

Theo nguyên tắc này, điểm hút khí ở xa nguồn, thường thấy khi sử dụng quạt hút trên mái để hút nhiệt hoặc chất ô nhiễm từ các quy trình khác nhau, như minh họa trong Hình 14(e). Đây là phương pháp đơn giản nhất và cũng kém hiệu quả nhất để loại bỏ chất ô nhiễm vì cần lượng không khí lớn so với nguyên tắc thu hoặc bắt.

2.1.1.6 So sánh

Hình 14 so sánh mức tiêu thụ năng lượng cho các nguồn khác nhau với các nguyên tắc thông gió khác nhau. Như minh họa, nguyên tắc khép kín nói chung là phương pháp tiết kiệm năng lượng nhất và nên được sử dụng khi có thể.



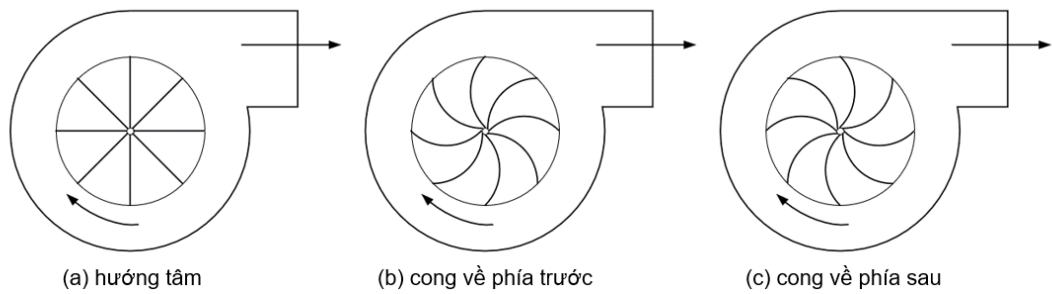
Hình 14 Xếp hạng mức tiêu thụ năng lượng cho quy trình thông gió với các nguồn và nguyên tắc khác nhau. Các ô màu trắng cho biết nguyên tắc không phù hợp với nguồn [3].

2.2 Công nghệ

2.2.1 Quạt ly tâm

Trong quạt ly tâm, luồng không khí đổi hướng hai lần, một lần khi đi vào và lần thứ hai là khi đi ra. Có ba loại quạt ly tâm chính:

- Quạt hướng tâm
- Quạt cánh cong về phía trước
- Quạt cánh cong về phía sau



Hình 15 Sơ đồ các loại quạt ly tâm khác nhau.

Quạt hướng tâm, xem Hình 16 (a), phù hợp với các ứng dụng cần áp suất tĩnh cao, và dòng khí có thể bị ô nhiễm nặng. Do thiết kế đơn giản, những quạt này có thể hoạt động ở nhiệt độ cao.

Quạt cong về phía trước, xem Hình 16 (b), phù hợp trong môi trường sạch và hoạt động ở nhiệt độ thấp hơn. Loại quạt này phù hợp nhất để di chuyển khối lượng lớn không khí với áp suất tương đối thấp.

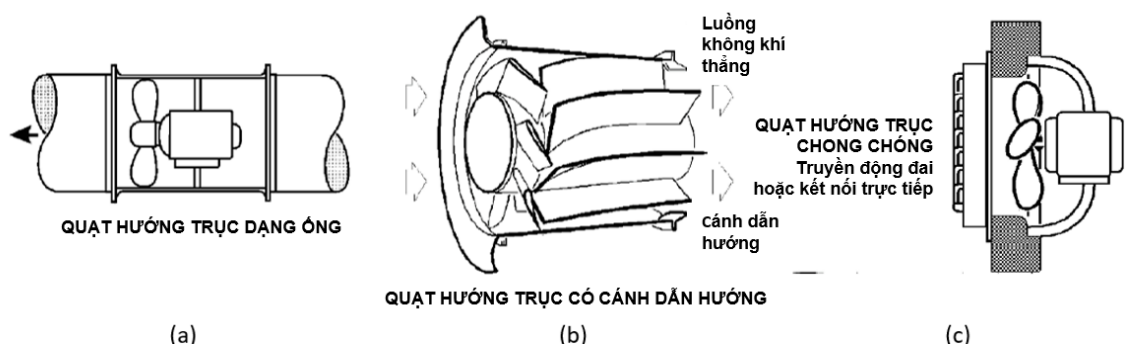
Quạt cong về phía sau, xem Hình 16 (c), hiệu quả hơn quạt cong về phía trước và có thể phù hợp với các ứng dụng cần áp suất cao cùng với luồng khí trung bình cao. Do các cánh cong, loại quạt này phù hợp nhất cho không khí hoặc khí không có bụi vì bụi và các hạt khác có thể tích tụ trên các cánh quạt.

Một ưu điểm của quạt ly tâm là động cơ và hệ thống truyền động được đặt bên ngoài luồng không khí, do đó có thể sử dụng cho các quy trình nhiệt độ cao. Nhiệt độ tối đa cho phép được thông báo bởi nhà sản xuất.

2.2.2 Quạt hướng trục

Với quạt hướng trục, không khí đi vào và đi ra khỏi quạt mà không thay đổi hướng. Các loại quạt hướng trục chính bao gồm:

- Quạt hướng trục dạng ống
- Quạt hướng trục có cánh dẫn hướng
- Quạt hướng trục chong chóng



Hình 16 Sơ đồ các loại quạt hướng trục khác nhau [1].

Đối với quạt hướng trục dạng ống như hình 17 (a), quạt được bao quanh bởi một vỏ ngoài để cải thiện hiệu suất luồng không khí. Quạt quay nhanh hơn so với quạt trục chong chóng, cho phép hoạt động dưới áp suất cao lên đến 4 kPa với hiệu suất lên đến 65%.

Quạt hướng trục có cánh dẫn hướng, giống như quạt hướng trục dạng ống nhưng hiệu quả hơn do có các cánh dẫn hướng và có thể được sử dụng cho áp suất lên đến 5 kPa. Quạt hướng trục có cánh dẫn hướng nói chung là loại quạt hiệu quả nhất và nên được sử dụng nếu có thể.

Quạt trục chong chóng, xem Hình 16(c), thích hợp cho tốc độ thấp và nhiệt độ vừa phải, các ứng dụng cần lưu lượng lớn không khí với áp suất thấp hoặc thoát tự do, chẳng hạn như quạt gắn tường trong các tòa nhà công nghiệp. Những quạt này hoạt động với hiệu suất 50% hoặc thấp hơn.

Đối với quạt hướng trục, động cơ và hệ thống truyền động được đặt trong luồng không khí, điều này, tùy thuộc vào nhà cung cấp, sẽ đặt ra các giới hạn về nhiệt độ tối đa cho phép trong ống dẫn.

2.2.3 Máy thổi

Máy thổi được sử dụng khi cần áp suất lên tới 120 kPa và các loại chính là máy thổi ly tâm và máy thổi dịch chuyển tích cực.

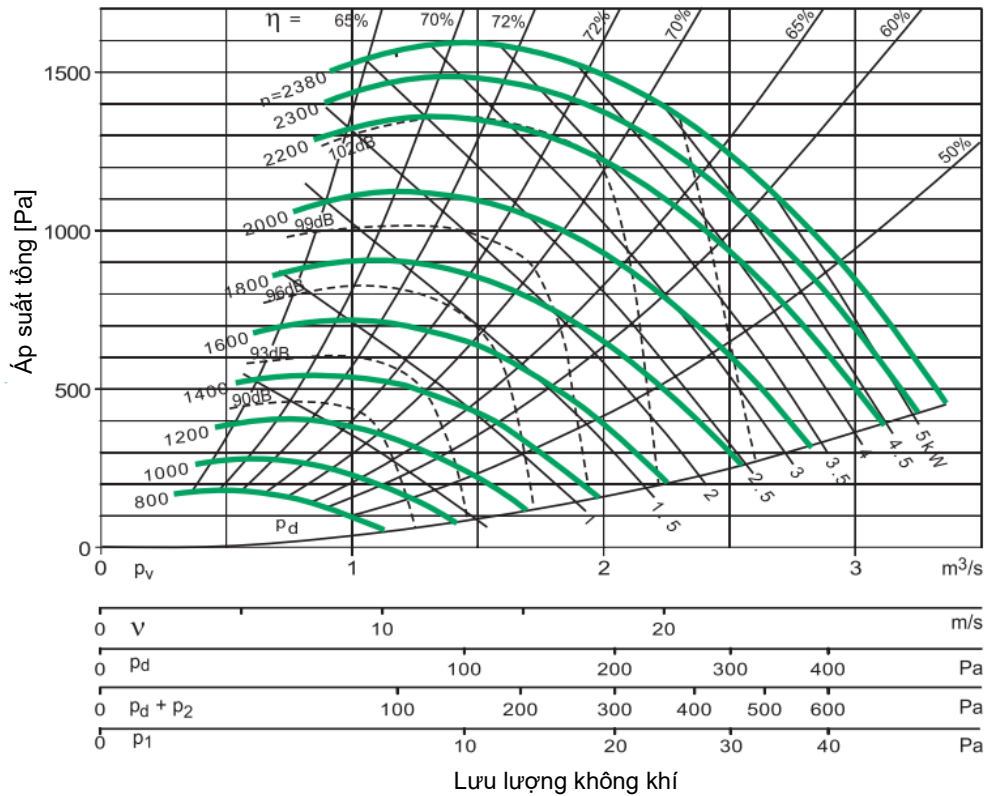
Máy thổi ly tâm thường hoạt động với áp suất từ 35 kPa đến 70 kPa. Loại này thường được sử dụng nếu có rủi ro tắc nghẽn thấp, vì lưu lượng khí có xu hướng giảm đáng kể khi áp suất hệ thống tăng lên.

Máy thổi dịch chuyển tích cực cung cấp một lượng khí không đổi mà không bị ảnh hưởng bởi sự biến đổi của áp suất hệ thống. Những máy thổi này phù hợp nếu dễ bị tắc nghẽn, vì chúng có áp suất đủ để thổi bay vật liệu bị tắc.

2.2.4 Lựa chọn quạt

Việc lựa chọn quạt phụ thuộc rất nhiều vào nhu cầu sử dụng. Quạt ly tâm phù hợp cho lưu lượng thấp đến trung bình ở áp suất cao, trong khi quạt hướng trục phù hợp cho lưu lượng từ thấp đến cao ở áp suất thấp.

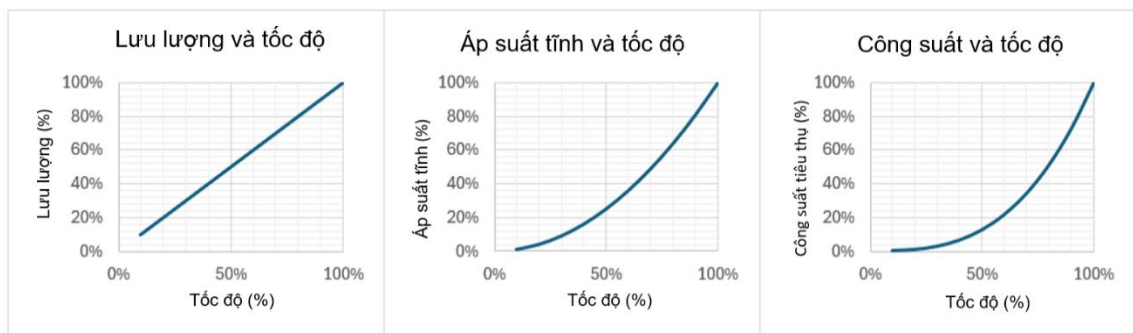
Một điểm quan trọng khác là cần kiểm tra đường đặc tính của quạt. Đường đặc tính minh họa hiệu suất của quạt trong các điều kiện vận hành khác nhau. Hình 18 hiển thị đường đặc tính của một loại quạt ly tâm cụ thể. Từ đó, có thể tính toán hiệu suất của quạt ở các lưu lượng, tốc độ và áp suất khác nhau, và chọn quạt có hiệu suất cao nhất dựa trên điểm vận hành cụ thể. Phần 1.6 mô tả tính toán đến điểm vận hành thực tế, và Hình 18 giải thích lý do. Một thay đổi trong lưu lượng hoặc áp suất yêu cầu có thể thay đổi đáng kể tổng hiệu suất và mức năng lượng tiêu thụ cụ thể của quạt.



Hình 17 Đường đặc tính quạt ly tâm CNA-CNB của Novenco [8].

2.2.5 Định luật ái lực của quạt

Tất cả các quạt hoạt động theo một tập hợp các quy luật liên quan đến tốc độ, công suất và áp suất. Thay đổi tốc độ của quạt sẽ thay đổi độ tăng áp suất và công suất cần thiết để vận hành với tốc độ mới. Hình 19 minh họa tác động của tốc độ quạt đến lưu lượng, áp suất tĩnh và tiêu thụ công suất.



Hình 18 Tốc độ quạt ảnh hưởng đến lưu lượng, áp suất tĩnh và tiêu thụ công suất [1].

Hình 18 dựa trên các định luật dưới đây:

Lưu lượng và tốc độ

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Áp suất tĩnh và tốc độ

$$\frac{SP_1}{SP_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

Công suất và tốc độ

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

Trong đó Q là lưu lượng, N là tốc độ, SP là áp suất tĩnh và P là công suất.

Các quy luật trên cho thấy, trước khi đầu tư vào các quạt mới, thực hiện một nghiên cứu tối ưu hóa rất quan trọng để giảm nhu cầu lưu lượng khí để giảm nhu cầu về tốc độ, dẫn tới giảm yêu cầu về công

suất quạt tới lũy thừa 3 như đã chỉ ra. Điều này cho thấy cần ưu tiên khi tối ưu hóa hệ thống quạt và máy thổi, như được minh họa trước đó ở Hình 11 và Hình 12.

2.2.6 Hệ thống điều khiển

Một hệ thống điều khiển hoạt động tốt (dù nhỏ và cục bộ hay lớn và toàn bộ) là điều cần thiết để cải thiện hiệu suất năng lượng hệ thống. Các vấn đề chính liên quan đến hệ thống điều khiển bao gồm:

- Kiểm tra hệ thống điều khiển có thể kiểm soát các quạt theo yêu cầu và tính phù hợp giữa kích thước quạt/động cơ/bộ truyền động và nhu cầu.
- Hệ thống điều khiển có khả năng vận hành ở giá trị cài đặt cao và thấp, cũng như ở các giá trị báo động cao và thấp. Ngoài ra, hệ thống cần có khả năng xác định độ trễ xung quanh các giá trị cao và thấp cũng như các hằng số thời gian.
- Vận hành với biên độ càng lớn càng tốt giữa các ngưỡng cao và thấp cho bất kỳ giá trị điều khiển nào (đặc biệt là khi áp dụng các giá trị nhiệt độ và độ ẩm).
- Đo lưu lượng nên được thực hiện bằng đồng hồ đo lưu lượng đã được hiệu chuẩn vĩnh viễn và có áp suất giảm ít nhất có thể (ví dụ: phương pháp xoáy, pitot hoặc dây nóng).
- Đo áp suất nên được thực hiện bằng hai cảm biến áp suất đã được hiệu chuẩn vĩnh viễn được đặt trước và sau quạt.
- Kiểm tra để đảm bảo tất cả các phép đo và tín hiệu từ hệ thống được hiển thị chính xác trên màn hình hệ thống điều khiển tự động. Thông thường, những thông số này bao gồm lưu lượng và áp suất, áp suất chênh lệch, công suất động cơ, tín hiệu từ các công tắc an toàn, công tắc áp suất chênh lệch, và trong một số trường hợp là các giá trị nhiệt độ và độ ẩm.
- Kiểm tra để đảm bảo các tín hiệu điều khiển động cơ quạt, van điều tiết, van, bơm và động cơ quay tạo ra phản ứng đúng tại các thành phần.
- Luôn sử dụng tín hiệu phản hồi thực cho màn hình hiển thị cho người vận hành. Nếu sử dụng phản hồi tính toán, phản hồi đó phải được hiển thị bằng dấu hiệu rõ ràng.

2.3 Thiết kế ống dẫn

Ống dẫn nên được thiết kế với ít góc rẽ, khúc uốn cong, v.v., để giảm trở lực hệ thống. Hơn nữa, việc thiết kế ống dẫn dạng tròn thay vì dạng vuông giúp giảm trở lực hệ thống. Về vận tốc của không khí trong ống dẫn, các giá trị trong Bảng 6 có thể được sử dụng làm hướng dẫn.

Bảng 6 Hướng dẫn về vận tốc không khí trong ống dẫn.

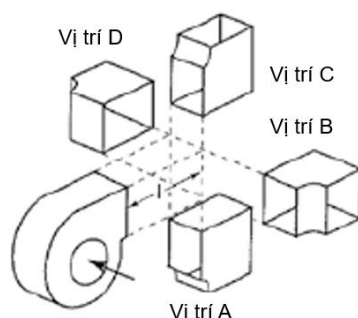
	Quá trình	Vận chuyển vật liệu
Vận tốc của không khí	15 m/giây	30 m/s

Nhìn chung, đầu vào của quạt ly tâm có thể có một khúc rẽ như thấy trong Hình 1, nhưng nên tránh vì nó làm tăng sụt áp. Nếu ống dẫn kết nối với đầu vào của quạt thì phải là ống dẫn thẳng.

Đầu ra của quạt ly tâm cũng thường làm tăng sụt áp không cần thiết. Quan trọng là ống dẫn ở đầu ra phải theo hướng xoáy của không khí để giảm thiểu tổn thất. Thiết kế kém có thể làm giảm hiệu suất của quạt đến 10%.

Nếu không khí đầu ra lệch hướng xoáy, cần lắp đặt một ống dẫn thẳng sau đầu ra để giảm thiểu tổn thất. Chiều dài của ống dẫn nên ít nhất gấp hai lần đường kính thủy lực.

Hình 20 minh họa các thiết kế đầu ra khác nhau của quạt ly tâm. Vị trí A không gây tổn thất nếu yêu cầu về chiều dài thẳng giữa đầu ra quạt và đầu vào khúc uốn được đảm bảo. Vị trí B không gây tổn thất. Vị trí C và D gây giảm hiệu suất của quạt lần lượt là 10% và 5%.



Hình 19 Thiết kế đầu ra của quạt ly tâm [3].

Nhìn chung, kích thước của khúc uốn nên tuân theo hướng dẫn trong Bảng 7.

Bảng 7 Hướng dẫn xác định kích thước bán kính uốn cong trong ống dẫn [3].

Hướng dẫn	
Hệ thống áp suất thấp	Bán kính uốn \geq đường kính ống
Hệ thống áp suất trung bình và cao	Bán kính uốn / đường kính ống ≥ 2

2.4 Các yếu tố khác cần cân nhắc

2.4.1 Vô quạt

Hiệu suất của quạt cũng phụ thuộc vào thiết kế vô quạt và ống dẫn. Thiết kế vô quạt với bộ cảm ứng hoặc khuếch tán thường hiệu quả hơn so với vô quạt dạng vuông. Điều kiện đầu vào và đầu ra, ví dụ như xoáy và nhiễu loạn do lưới, van điều tiết, v.v., có thể ảnh hưởng đáng kể đến đường đặc tính hiệu suất của quạt. Tương tự, các khúc uốn và góc ở đầu vào hoặc đầu ra có thể thay đổi vận tốc không khí và do đó thay đổi các đặc tính của quạt. Nên cân nhắc những yếu tố trên trong quá trình chọn quạt vì ảnh hưởng đối với đường đặc tính hiệu suất của quạt.

2.4.2 Nhiệt độ không khí

Nhiệt độ đầu vào của không khí cũng là một yếu tố quan trọng vì ảnh hưởng đến mật độ của không khí. Điều này ảnh hưởng đến lưu lượng và khả năng tăng áp suất của quạt. Nếu nhiệt độ thay đổi đáng kể cần cung cấp thông tin cho nhà sản xuất để tính toán thiết kế quạt phù hợp.

2.4.3 Quá trình nhiệt độ cao và khí

Nhà sản xuất phải biết nhiệt độ mà không khí và khí thải đi vào quạt hoặc máy thổi, cũng như thành phần của khí. Những yếu tố này ảnh hưởng đến lựa chọn vật liệu chế tạo để đảm bảo tuổi thọ của quạt.

2.4.4 Bụi

Nhà sản xuất nên biết nồng độ bụi dự kiến và tính chất của bụi nếu có khả năng xuất hiện các hạt bụi trong ống dẫn, vì điều này ảnh hưởng đến lựa chọn vật liệu cho quạt hoặc máy thổi.

2.4.5 Kết nối lưới điện

Cung cấp thông tin về kết nối điện sẵn có cho nhà sản xuất để đảm bảo quạt có thể kết nối với lưới điện. Cần chỉ rõ điện áp và loại động cơ để loại bỏ các vấn đề tương thích giữa quạt và lưới điện.

2.5 Phương pháp thực hiện

Phần 2.1 đến 2.4 cung cấp cái nhìn tổng quan về các yếu tố cần cân nhắc khi đặt hàng quạt hoặc máy thổi mới.

Những điểm chính có thể được tóm tắt như sau:

1. Trước tiên, tối ưu hóa nhu cầu lưu lượng không khí và giảm áp suất.

2. Đảm bảo thông tin chính xác nhất có thể về lưu lượng không khí và áp suất mà quạt hoặc máy thổi cần đạt được.
3. Chuẩn bị thông tin về lưu lượng không khí, áp suất, bụi, nguồn điện lưới và nhiệt độ không khí và nhiệt độ của quá trình công nghiệp.
4. Kiểm tra các điểm trong phần 1 của hướng dẫn này để đảm bảo tất cả thiết bị và giải pháp mới là tốt nhất. Giải pháp tiết kiệm năng lượng khi lắp đặt thiết bị mới rẻ nhất và dễ tích hợp nhất.

3 Quy trình mua sắm hệ thống quạt gió và máy thổi mới

Quy trình mua sắm cho hệ thống quạt và máy thổi khí mới thường liên quan đến việc bảo trì và thay thế thiết bị đã cũ hỏng, vì vậy quá trình này khá đơn giản. Tuy nhiên, cần phải kiểm tra xem có giải pháp tối ưu hơn không và liệu giải pháp có khả thi trong điều kiện hiện tại hay không. Phần này mô tả quy trình đầu tư vào thiết bị mới.

Để thực hiện điều này, quy trình mua sắm nên tuân theo các bước dưới đây:

1. Giai đoạn tiền khả thi
2. Giai đoạn khả thi
3. Giai đoạn đấu thầu
4. Giai đoạn đánh giá hồ sơ dự thầu

Các bước tiếp theo như triển khai, thử nghiệm, và vận hành hệ thống làm lạnh sẽ không được mô tả trong ngữ cảnh này.

3.1 Giai đoạn tiền khả thi

Mục tiêu của giai đoạn tiền khả thi là xác định dự án thực hiện và đánh giá các giải pháp tổng thể thay thế để có thể kết luận phương án nào là tốt nhất.

Thách thức mà hầu hết các ngành công nghiệp phải đối mặt trong giai đoạn này là liệu có nên chọn giải pháp tiết kiệm, hiệu quả kém hơn hay giải pháp đắt hơn nhưng hiệu quả hơn với chi phí vận hành thấp hơn. Khuyến nghị nên đánh giá kỹ lưỡng và tài liệu hóa các lựa chọn này để ban lãnh đạo có thể đưa ra quyết định đúng đắn.

Thêm nữa, nên cân nhắc liệu thiết lập hiện tại trong quy trình sản xuất có còn phù hợp trong tương lai hay không.

Cách đơn giản nhất thường là cài đặt thiết bị mới mà không cần suy xét thêm, nhưng các nghiên cứu kỹ hơn có thể phát hiện ra các giải pháp thay thế. Do đó, giai đoạn tiền khả thi cần đánh giá kỹ và tài liệu hóa cơ sở thiết kế cho dự án và so sánh các yếu tố khác nhau trong chiến lược giải pháp, ví dụ:

1. Mục đích của dự án là gì?

Cần xác định chính xác lý do cần xem xét khi lắp đặt quạt gió hoặc máy thổi mới.

Như mô tả trước đó, lý do phổ biến nhất để khởi động một dự án mới liên quan đến quạt hoặc máy thổi là do chi phí bảo trì cao hoặc thiết bị đã cũ hỏng.

Tuy nhiên, quạt mới hoặc tối ưu hóa hệ thống hiện tại cũng có thể mang lại nhiều lợi ích khác, chẳng hạn như:

- Giảm chi phí vận hành (bao gồm năng lượng, nhân sự và bảo trì).
- Lưu lượng khí phù hợp hơn với nhu cầu.
- Cải thiện môi trường làm việc.
- Giảm lượng khí thải carbon.
- Tuân thủ quy định hiện hành.
- Tăng giá trị thị trường của sản phẩm nhờ giảm thiểu tác động môi trường.

Giá trị kết hợp của các lợi ích này có thể vượt qua giá trị của việc tiết kiệm chi phí năng lượng. Do đó, cần cân nhắc những yếu tố này trong nghiên cứu tiền khả thi và làm nổi bật những yếu tố được coi là quan trọng nhất.

Ngoài ra, một chiến lược để trở nên hiệu quả hơn về mặt năng lượng và chi phí hoặc để giảm lượng khí thải carbon cũng có thể là lý do để khởi động một dự án.

2. Phạm vi của dự án là gì?

Một dự án có thể đơn giản chỉ là thay mới, ví dụ thay quạt, van điều tiết, ống dẫn khí, v.v. đã cũ hỏng, cũng có thể do cần lắp đặt một hệ thống mới, ví dụ như khi mở rộng một nhà máy sản xuất với một máy sấy phun mới hoặc mở rộng hệ thống thông gió hiện tại, thay đổi chiến lược điều khiển, v.v.

Cần mô tả phạm vi dự kiến của dự án trong các giai đoạn đầu.

3. Nhu cầu nào cần được đáp ứng?

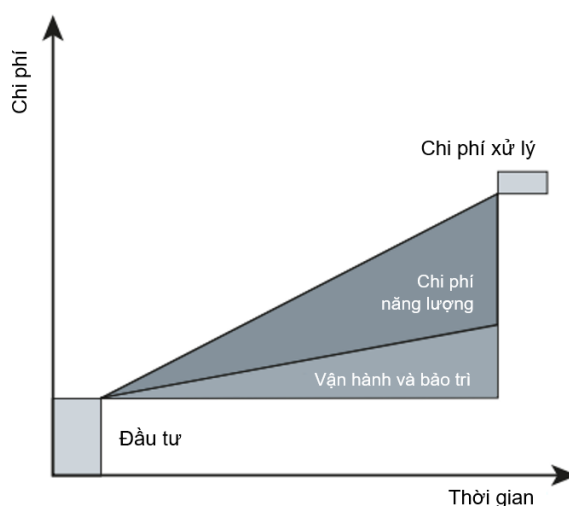
Cần tiến hành điều tra kỹ lưỡng nhu cầu để đảm bảo rằng thiết bị mới được định hình đúng và nhu cầu về lưu lượng khí hoặc áp suất đã được giảm thiểu hết mức có thể.

Nếu quạt đã hỏng, cần đánh giá xem liệu quạt mới nên được thiết kế như quạt cũ hay có thể tối ưu hóa bằng cách đánh giá xem có thể giảm tiêu thụ năng lượng bằng một phương pháp điều khiển khác hoặc thiết kế ống dẫn khí khác như đã mô tả trong phần 1 hay không. Cũng cần đánh giá một trường hợp phổ biến khác xem điểm vận hành có thay đổi so với điểm thiết kế của quạt cũ hay không.

4. Sử dụng công nghệ nào?

Có nhiều công nghệ và nguyên lý thông gió cần cân nhắc để lựa chọn giải pháp. Những điều này sẽ ảnh hưởng lớn đến tác động tổng thể về môi trường của dự án.

Hãy cân nhắc mục đích của dự án để lựa chọn giữa quạt, phương pháp điều khiển, thiết kế ống dẫn khí, v.v. Hình 21 minh họa cách phân bổ chi phí theo thời gian sử dụng của thiết bị mới, cho thấy chi phí năng lượng và vận hành sẽ tăng lên trong suốt vòng đời. Do đó, việc đầu tư vào công nghệ hiệu quả hơn là hợp lý, mặc dù đắt hơn, để giảm năng lượng và chi phí vận hành trong suốt vòng đời và cải thiện TCO của khoản đầu tư.



Hình 20 Minh họa cách phân bổ chi phí trong suốt vòng đời của thiết bị mới.

Khi đã đánh giá các yếu tố trên, cần lập ngân sách đầu tư tương đối chính xác (CAPEX và OPEX) để ban lãnh đạo có thể phân bổ ngân sách cho dự án. Hơn nữa, cần thu thập tài liệu về hiệu suất năng lượng hiện tại để có thể so sánh hiệu suất năng lượng sau khi lắp đặt và kết luận liệu giải pháp có tiết kiệm năng lượng không.

Báo cáo tiền khả thi phải mô tả mục đích, cơ sở thiết kế của dự án và đánh giá khoản đầu tư dự kiến (CAPEX) và chi phí vận hành dự kiến (OPEX) cho mỗi giải pháp thay thế đã xác định.

Như vậy, báo cáo tiền khả thi phải mô tả phương án kinh doanh của dự án gồm các giải pháp thay thế liên quan. Phương án kinh doanh phải bao gồm đánh giá tổng chi phí sở hữu (TCO) cho các giải pháp thay thế được tính toán dưới dạng NPV.

Báo cáo này sẽ được trình bày cho ban lãnh đạo công ty để quyết định các bước tiếp theo. Nhìn chung, khuyến nghị tổ chức một cuộc trao đổi với ngân hàng về lựa chọn tài chính cho các giải pháp thay thế. Một số ngân hàng có các dịch vụ vay và tài trợ hấp dẫn cho các giải pháp bền vững, từ đó có thể có tác động đáng kể đến chi phí triển khai và hơn thế nữa. Vì vậy, cần làm rõ và quyết định ngay từ các giai đoạn đầu phát triển dự án.

Các cuộc họp với ban quản lý sẽ thống nhất các bước tiến hành tiếp theo. Phạm vi của dự án cần được ghi chép trong báo cáo tổng kết và bắt đầu giai đoạn khả thi.

3.2 Giai đoạn khả thi

Mục tiêu của giai đoạn khả thi là thiết lập giải pháp sơ bộ cho phương án ưu tiên và lập ngân sách đầu tư tương đối chính xác (CAPEX và OPEX) để ban lãnh đạo có thể phân bổ ngân sách cho việc triển khai dự án.

Điều này càng quan trọng hơn đối với các dự án lớn bao gồm quạt, ống dẫn, bộ lọc, bộ điều khiển mới, v.v. Trong một dự án chỉ cần thay thế quạt hoặc VSD, khoản đầu tư thường có quy mô mà ngân sách bảo trì có thể trang trải.

Thông tin và hiểu biết của các nhà cung cấp rất quan trọng và có lợi, không chỉ cho nghiên cứu khả thi mà còn có thể mang lại những ý tưởng mới cho cấu hình của hệ thống và các giải pháp ưu tiên. Hơn nữa, các nhà cung cấp có thể cung cấp ước tính chi phí chính xác hơn.

Nghiên cứu khả thi và báo cáo khả thi sau đó phải bao gồm tất cả các đánh giá cần thiết để đạt được giải pháp tối ưu nhất và có thể gồm các nội dung sau:

- Phạm vi dự án
- Mô tả chi tiết dự án
- Tối ưu hóa nhu cầu cần đáp ứng
- Tối ưu hóa tổng chi phí sở hữu (TCO) trong giai đoạn mười năm
- Phân tích tài chính, tức là chi phí đầu tư và vận hành (CAPEX và OPEX)
- Phương án tài chính (Ví dụ: trợ cấp)
- Đánh giá tác động đến hoạt động của doanh nghiệp
- Đánh giá các tác động khác
- Rủi ro dự án
- Tổng quan về phê duyệt và khung pháp lý
- Kế hoạch thực hiện
- Tổ chức dự án, bao gồm các nhà cung cấp ưu tiên
- Khuyến nghị cho các bước tiếp theo

Kết quả của nghiên cứu khả thi là một báo cáo được sử dụng làm cơ sở cho quyết định đầu tư của ban lãnh đạo.

Cuối cùng, nghiên cứu khả thi phải được trình bày cho ban lãnh đạo để xin phê duyệt ngân sách cho các khoản đầu tư (CAPEX).

3.3 Giai đoạn đấu thầu

Dựa trên nghiên cứu khả thi và phê duyệt CAPEX từ ban lãnh đạo, việc chuẩn bị chi tiết dự án sẽ bao gồm một số giai đoạn.

3.3.1 Xác định phạm vi cuối cùng

Thiết lập phạm vi chính xác của hợp đồng và các hạng mục thường sẽ bao gồm:

- Lắp đặt hoàn chỉnh hệ thống quạt
- Kết nối hệ thống điện
- Chiến lược điều khiển và hệ thống (giao diện với hệ thống điều khiển hiện tại)
- Giao hàng và lắp ráp
- Cách nhiệt
- Kiểm tra và chạy thử ban đầu (phối hợp chặt chẽ với chủ sở hữu)
- Vận hành thử nghiệm
- Đo tiếng ồn
- Tài liệu hóa, gồm hiệu suất năng lượng và tiết kiệm
- Bàn giao và nghiệm thu dự án
- Phụ tùng thay thế và hợp đồng dịch vụ (tùy chọn)

Danh sách trên phụ thuộc rất nhiều vào dự án thực tế sẽ được thực hiện.

3.3.2 Thông số kỹ thuật

Các yêu cầu đối với thiết bị phải được mô tả rõ ràng và không gây nhầm lẫn, đặc biệt là mô tả hiệu suất tổng thể của hệ thống cung cấp:

Môi trường:

- Yêu cầu về tiếng ồn

Chức năng

- Lưu lượng khí và áp suất cung cấp
- Hiệu suất tổng thể của quạt
- Mức tiêu thụ điện tối đa (ở mức tải 100%)
- Hệ thống ống dẫn phải không có rò rỉ (nếu lắp đặt ống dẫn mới)
- Chiến lược điều khiển

Cần xác định cụ thể cách thử nghiệm hiệu suất thực tế, tránh tranh luận về phương pháp, thời gian, mẫu thử, và tính toán sau này.

Cũng cần mô tả cách xử lý các sai lệch và những điều kiện cần đáp ứng trước khi thực hiện bàn giao, đặc biệt đối với dự án lớn có lắp đặt mới các hệ thống so với việc thay thế quạt hoặc chuyển từ van điều tiết sang VSD.

3.3.3 Đảm bảo hiệu suất

Trước khi thiết lập các điều kiện để đảm bảo hiệu suất, cần đánh giá các điều kiện vận hành để đảm bảo rằng có thể thực hiện các thử nghiệm.

3.3.4 Hợp đồng dịch vụ

Việc đưa các phụ tùng thay thế và bảo trì hệ thống quạt vào hợp đồng sẽ giúp vận hành với chi phí hợp lý trong những năm sau.

3.4 Giai đoạn ký hợp đồng

Việc đánh giá báo giá có hai mục đích chính:

- Xác định các sai lệch so với hồ sơ mời thầu
- Cho các nhà thầu có tiềm năng điều kiện đàm phán giá

Trong quá trình làm rõ về kỹ thuật, cần tìm hiểu kỹ hai báo giá hấp dẫn nhất để đảm bảo minh bạch, không có sự hiểu lầm và sai lệch so với hồ sơ mời thầu.

Sau khi làm rõ và đàm phán giá cuối cùng, hợp đồng có thể được hoàn tất.

3.5 Các giai đoạn sau của dự án

Cần theo dõi chặt chẽ giai đoạn lắp đặt và vận hành để đảm bảo rằng các quyết định thiết kế quan trọng trong giai đoạn khả thi và đấu thầu được thực hiện.

Sau khi dự án đã được lắp đặt và vận hành, cần tiến hành đánh giá tổng quát thông qua thu thập và tài liệu hóa hiệu suất năng lượng mới. Điều này không chỉ liên quan đến đảm bảo hiệu suất mà còn đánh giá liệu giải pháp có tiết kiệm năng lượng không, vì đó có thể là một trong những lý do chính để khởi động dự án ngay từ đầu. Việc đánh giá dự án có thể bao gồm các câu hỏi như:

- Dự án có đạt hiệu quả năng lượng như tính toán không?
- Dự án có hoàn thành trong phạm vi ngân sách không?
- Hệ thống mới có hoạt động như mong muốn không?
- Có tiềm năng tối ưu hóa nào khác có thể xem xét sau đó hay không?

References

[1] Hiệu quả năng lượng trong các tiện ích điện, Sách hướng dẫn thi lấy chứng chỉ quốc gia dành cho nhà quản lý năng lượng và kiểm toán viên năng lượng, Cục tiết kiệm năng lượng.

[2] Yêu cầu về thiết kế sinh thái đối với quạt chạy bằng động cơ có công suất điện đầu vào từ 125 W đến 500 kW.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0327-20170109>

Truy cập ngày 24-06-2024.

[3] Den lille blå omventilation. Dansk Energi

<https://elforsk.dk/udgivelser>

Truy cập ngày 24-06-2024.

[4] Yêu cầu thiết kế sinh thái đối với động cơ điện và bộ truyền động biến tốc

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R1781-20230124>

Truy cập ngày 24-06-2024.

[5] ĐỘNG CƠ IE5: TẦM QUAN TRỌNG, LỢI ÍCH VÀ CÁCH CHÚNG TÔI SỬ DỤNG CHÚNG

<https://www.dutypoint.com/ie5-motors/>

Truy cập ngày 24-06-2024.

[6] Báo cáo luồng công việc 1, Đơn vị chuyển đổi Danida & Carbon thấp (LCTU)

[7] Tài liệu tham khảo về Kỹ thuật sẵn có tốt nhất (BAT) cho ngành Thực phẩm, Đồ uống và Sữa

<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>

Truy cập ngày 24-06-2024.

[8] QUẠT LY TÂM NHIỆT ĐỘ TIÊU CHUẨN VÀ MỞ RỘNG CNA-CNB

<https://www.novenco-building.com/media/1333/cna-cnb-cat-gb-mu15544-0517.pdf>

Truy cập ngày 25-06-2024.

Appendix1. Nhà cung cấp sẵn có

KHÔNG.	Tên công ty	Địa chỉ nhà máy	Trang web	Thông gió kiểu
Nhà cung cấp trong nước				
1	Công ty TNHH Châu Phú	Lô A110, Đường số 2, Khu công nghiệp Thái Hòa, Ấp Tân Hòa, Xã Đức Lập Hạ, Huyện Đức Hòa, Tỉnh Long An, Việt Nam	http://www.chauphu.com/	Quạt công nghiệp, hệ thống thông gió
2	Công Ty TNHH Sản Xuất Thương Mại Thiết Bị Công Nghiệp Nam Tiến	182/1G Ấp Tân Thới 3, Xã Tân Hiệp, Huyện Hóc Môn, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://hutbui.vn/	Quạt hút, linh kiện và hệ thống thông gió
3	Công ty Cổ phần Kỹ thuật Công nghệ Hải Yến	103 Phạm Văn Chiêu, Phường 14, Quận Gò Vấp, TP.HCM	www.hytech.vn	Điều Hòa Trung Tâm, Thông Gió, Điện Lạnh Công Nghiệp
4	Công ty TNHH Công Nghiệp Nghệ Năng	Số 77, đường ĐT 743, KP. Đông Tác, phường Tân Đông Hiệp, thành phố Dĩ An, tỉnh Bình Dương.	https://nghenang.vn/	Quạt hút, bộ phận thông gió & hệ thống HVAC
5	Công Ty TNHH Cơ Điện Đại Phong	Số 6/9 Đỗ Văn Day, Phường Tân Hiệp, Quận Hóc Môn, TP.HCM (TP.HCM)	www.quatdaiphong.com	Quạt công nghiệp, hệ thống làm mát
6	Công Ty TNHH Sản Xuất Thương Mại Và Cơ Điện Phương Linh.	Chi nhánh miền Nam - Trung tâm Điện máy Phương Linh 4: Địa chỉ: Số 28/9 Trường Chinh, Phường Tân Thới Nhất, Quận 12, TP.HCM	https://phuonglinh.vn/	Quạt công nghiệp, hệ thống thông gió, làm mát
7	Công Ty Cổ Phần Thiết Bị Công Nghiệp Toàn Cầu	Số 134 Hàng Bạc, Phường Hàng Bạc, Quận Hoàn Kiếm, Thành phố Hà Nội, Việt Nam	https://quattoancau.vn/	Quạt công nghiệp, hệ thống thông gió, làm mát
8	Đức Phong Technology & Công ty Cổ phần Tự động hóa (Dpta)	161 Ngô Quyền, Phường Hiệp Phú, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	www.dpta.com	Hệ thống thông gió, làm mát
9	Công Ty TNHH Thương Mại Và Dịch Vụ Kỹ Thuật Mặt Trời Việt	Quốc Lộ 51, Khu Phố Tân Hành, Phường Phú Mỹ, Thị Xã Phú Mỹ, Tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu	https://bangtaivietsun.com.vn/	Hệ thống thông gió, làm mát

Nhà cung cấp quốc tế				
10	Công ty Nederman Việt Nam	16 Đặng Tất, P. Tân Định, Quận 1, TP.HCM (TP.HCM)	https://www.nederman.com/	Quạt, hệ thống hút bụi công nghiệp
11	Công Ty TNHH Xuất Nhập Khẩu Thiết Bị Duy Anh-Đại Diện Chính Thức Của Donaldson Tại Việt Nam	Số 86, đường Lê Trọng Tấn, Phường Khương Mai, Quận Thanh Xuân, Thành phố Hà Nội, Việt Nam	https://donaldson-vietnam.vn/	Các thành phần của hệ thống thông gió
12	Venti Oelde quạt thông gió fabrik Oelde GmbH	Robert-Schuman-Ring 21, D-59302 Oelde, Đức	https://www.venti-oelde.com/products	Quạt công nghiệp
13	VENTEC DUNG DỊCH HOWDEN	69330, Auvergne-Rhône-Alpes, Meyzieu, Pháp, Số 1E Nguyễn Văn Thụ, P., Đường, Q. 1, TP.HCM, Việt Nam	https://www.howden.com/	Quạt công nghiệp HVAC
14	Quạt EuroVent	Công ty TNHH TN Metal Works 92/1 Moo.7 Petchkasem Rd., Omnoi, Krathumban, Samut sakorn 74130	http://www.euroventbutter.com/	Quạt công nghiệp HVAC
15	Reitz (Reitz Holding GmbH & Co.)	Konrad-Reitz-Straße 1, D-37671 Hörter-Albaxen, Đức	www.reitzgroup.com	Quạt công nghiệp