

# Tổng chi phí sở hữu (TCO)



## Máy gom bụi và khói công nghiệp

Camfil Farr APC

Tổng chi phí sở hữu TCO

Kiểm soát không khí ô nhiễm



Khi đề cập đến máy gom bụi loại cartridge làm sạch hoạt động theo nguyên lý xung ngược, có 3 hạng mục chính cần xem xét khi đánh giá tổng chi phí sở hữu TCO. Hạng mục đầu tiên cần xem xét là tổng số năng lượng cần thiết để vận hành bộ phận thiết bị mỗi ngày. Hạng mục thứ hai là vật tư tiêu hao trong suốt thời gian sử dụng thiết bị. Hạng mục thứ ba là bảo trì, bảo dưỡng hay thời gian sửa chữa thiết bị và chi phí thay thế vật tư tiêu hao. Bên dưới là đặc điểm chính của các hạng mục trên và các thành phần của chúng.

### Tổng chi phí sở hữu TOC

- Hạng mục năng lượng
  - Chi phí điện
    - Các mô-tơ hiệu suất cao
    - Bộ biến tần
  - Chi phí khí nén
  - Chi phí phát xạ CO<sub>2</sub>
- Hạng mục vật tư tiêu hao
  - Chi phí thay thế cartridge
  - Chi phí vận chuyển
  - Chi phí kiểm kê
- Hạng mục bảo trì, bảo dưỡng
  - Chi phí nhân công
  - Chi phí thay thế
  - Chi phí thời gian chết của máy



### Thảo luận

Chi phí điện – Tổng điện năng tiêu thụ khi vận hành máy gom bụi. Mặc dù, máy gom bụi có nhiều tải tiêu thụ điện năng khác nhau như mạch thời gian, mô-tơ, ... thì phần tiêu thụ điện năng nhiều nhất vẫn là quạt thông gió, dùng để vận chuyển không khí vào hệ thống. Đó là cơ hội tiềm năng nhất để tiết kiệm điện năng. Cần phải hiểu rằng độ tổn hao áp suất vì sai trong hệ thống liên quan trực tiếp với tổng điện năng tiêu thụ của hệ thống gom bụi. Mặc dù đường ống cũng có liên quan đến tổng độ tổn hao áp suất, nhưng khi lựa chọn máy gom bụi, ở đây chỉ tập trung vào bộ lọc và thiết bị điều khiển năng lượng vì chúng thay đổi độ hao trong suốt quá trình vận hành hệ thống.





Cũng cần phải hiểu rằng khi vận hành hệ thống gom bụi thông thường, tổng điện năng tiêu thụ bởi quạt thông gió tỉ lệ thuận với tổng lượng khí vận chuyển qua hệ thống. Tổng lượng khí vận chuyển qua hệ thống giảm thì tổng điện năng yêu cầu để vận chuyển nó cũng giảm. Vì lý do đó, tổng tiết kiệm tính theo điện năng, thường nhỏ khi so sánh bộ lọc HemiPleat với bộ lọc của đối thủ suốt chu kỳ sống của hệ thống. Khi không tính điện năng tiêu thụ của thiết bị điều khiển (bộ biến tần), tổng tiết kiệm khi chọn bộ lọc HemiPleat là tốt nhất và có ý nghĩa, khi đánh giá các thành phần khác trong tổng chi phí sở hữu TOC. Hình E.1 giải thích điều đó bằng đồ thị. Cần chú ý trục tung của đồ thị của đồ thị biểu sự thay đổi bộ lọc với các chi phí vật tư tiêu hao, chi bảo trì, bảo dưỡng, thay thế.

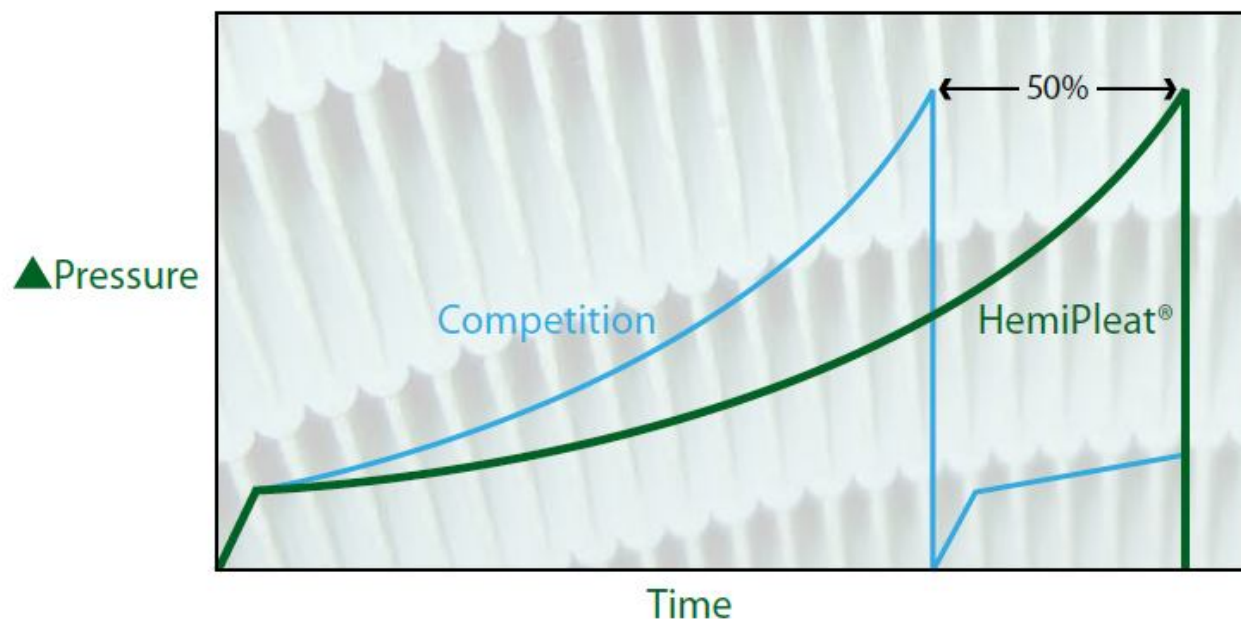


Figure E.1 – Gold Series HemiPleat Filter Life Comparison

Bởi vì áp suất tỉ lệ trực tiếp với tổng lượng khí vận chuyển qua hệ thống và tổng lượng khí vận chuyển qua hệ thống lại tỉ lệ với tổng điện năng tiêu thụ bởi quạt thông gió, vì vậy khi sử dụng bộ biến tần là một phần của hệ thống vận hành với bộ lọc HemiPleat để duy trì áp suất vi sai nhỏ hơn trong suốt chu kỳ sống của nó sẽ tiết kiệm được chi phí đáng kể. Cần lưu ý khi không sử dụng bộ biến tần thì lượng không khí qua hệ thống mật độ không cao và bộ lọc HemiPleat đã được chứng minh không biết bao nhiêu lần chu kỳ sống lâu hơn ít nhất 50% so với các đối thủ khác.

Các loại chi phí:

- Chi phí khí nén: tổng lượng khí nén khi vận hành máy gom bụi. Nhờ thiết kế đặc biệt của HemiPleat, giảm được lượng khí nén làm sạch bộ lọc và duy trì áp suất rơi thấp hơn.
- Chi phí phát xạ CO<sub>2</sub>: mặc dù phần tiết kiệm chi phí phần này không hiện hữu rõ trong tổng chi phí sở hữu; lượng phát xạ CO<sub>2</sub> từ hoạt động của máy gom bụi giảm đáng kể; nhờ đó giảm chi phí bảo vệ môi trường.
- Chi phí thay cartridge: khi thay bộ lọc, chi tốn tiền cho bộ lọc cần thay thế.
- Chi phí vận chuyển: tổng số tiền cần thiết để đưa bộ lọc thay thế đến vị trí đặt máy gom bụi.



- Chi phí kiểm kê: Thông thường các lọc thay thế ít khi nhận được đúng ngày thay thế chúng vào hệ thống. Chi phí này là số tiền thực hiện kiểm kê các lọc thay thế.
- Chi phí nhân công: Tổng số nhân công cần thiết để thực hiện bảo trì, thay thế các bộ lọc.
- Chi phí thay thế: Phụ thuộc vào loại vật liệu cần lọc. Chi phí này là số tiền thực hiện thay thế bộ lọc.
- Chi phí thời gian chết máy: chi phí này thay đổi tùy theo điều kiện, nhưng nó tỉ lệ với thời gian bị bỏ phí vì phải thực hiện thay lọc.



## Vận hành bộ biến tần

Khi vận hành hệ thống gom bụi không sử dụng bộ biến tần, tổng lượng không khí vận chuyển qua hệ thống thay đổi trong suốt quá trình hoạt động của máy gom bụi. Khi bộ lọc bị bẩn do các vật liệu khác bám vào, áp suất tĩnh qua hệ thống tăng lên và làm giảm lượng không khí vận chuyển. Khi thiết kế hệ thống, và chọn quạt thông gió, vào khoảng 4 hoặc 5 inch nước đối với máy gom bụi có bộ lọc bị bẩn. Với các bộ lọc mới, áp suất vi sai thấp, lượng khí vận chuyển nhiều hơn yêu cầu. So sánh bộ lọc HemiPleat với bộ lọc đối thủ, chi phí tuổi thọ tốt hơn ở hạng mục năng lượng của thành phần khí nén, vật tư tiêu hao, và hạng mục bảo trì, bảo dưỡng. Nguyên nhân là do bộ lọc HemiPleat cho phép vận chuyển nhiều lượng khí vào hệ thống hơn.

Bộ lọc sẽ sử dụng nhiều năng lượng hơn ở các tầng trước của chu trình và ít năng lượng hơn ở các tầng sau. Trên cả chu kỳ sống của hệ thống, khi chỉ so sánh thành phần điện của hạng mục năng lượng, chi phí tiết kiệm cũng gần bằng toàn bộ hạng mục so sánh. Một lần nữa, điều đó được giải thích ở hình E.1: xem xét vùng diện tích ở phía trên đường cong khi tổng năng lượng được sử dụng ở thời điểm nào đó.

Thông thường, trang bị van kiểu lá chắn ở lối ra của quạt thông gió để thay đổi áp suất tĩnh trong hệ thống. Khi bộ lọc còn mới, van kiểu lá chắn đóng kín hơn để đạt được lưu lượng mong muốn. Sau một thời gian, bộ lọc nhiều bụi bẩn, van kiểu lá chắn mở nhiều hơn để tăng lưu lượng không khí. Nếu được sử dụng hợp lý, chi phí năng lượng sử dụng bộ lọc HemiPleat chứng minh tiết kiệm được trung bình 1” w.g áp suất tĩnh trên chu kỳ sống của bộ lọc. Tính toán đó dựa trên cơ sở quạt thông gió, vận hành với tốc độ không đổi thông qua phân tích mối quan hệ xác định tổng năng lượng tiêu thụ. Hình VDF.1 hiển thị mối quan hệ năng lượng trong trường hợp quạt tốc độ không đổi. Hình VDF.2 hiển thị mối quan hệ năng lượng trong trường hợp quạt tốc độ thay đổi.





GS16 on printing

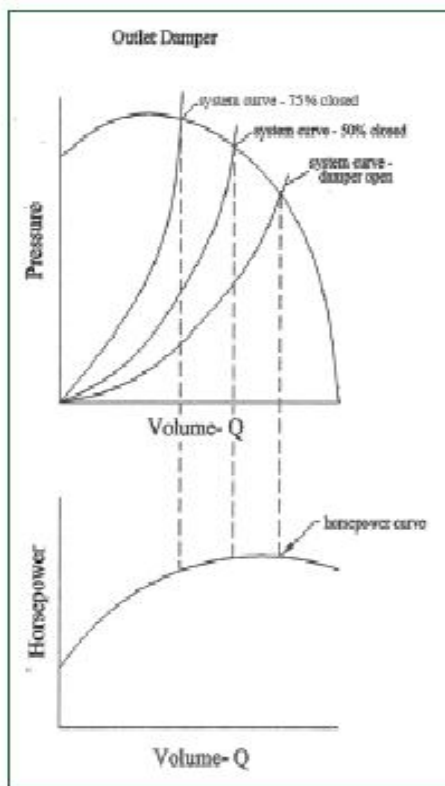


Figure VFD.1  
Energy  
Relationship  
of a Constant  
Speed Fan.

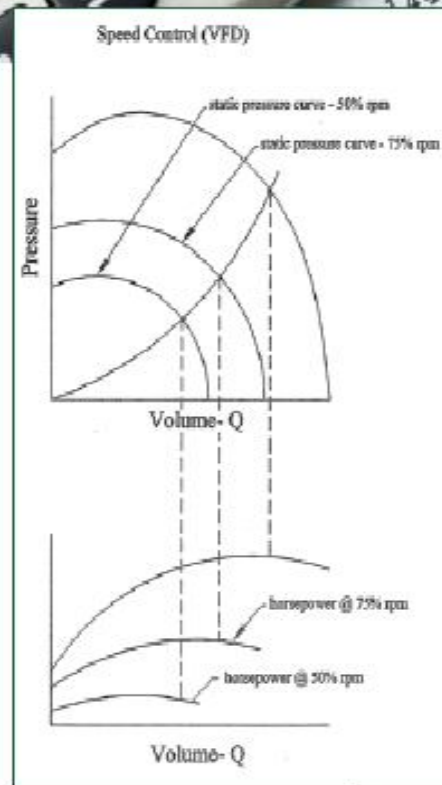


Figure VFD.2 – Energy  
Relationship of a  
Variable Speed Fan

Việc sử dụng bộ biến tần có thể xem như là biện pháp điều khiển tốc độ quạt theo phương pháp điện năng thay cho việc điều khiển theo tổng lượng khí vận chuyển qua hệ thống. Khi bộ lọc còn mới, tốc độ quạt cần giảm xuống để đạt được lưu lượng mong muốn. Trái lại, khi bộ lọc dính nhiều bụi bẩn, cần tăng tốc độ để duy trì lưu lượng không khí qua hệ thống. Để duy trì lưu lượng không khí mong muốn, sử dụng điều khiển điện năng hiệu quả hơn; và giảm được đáng kể tổng năng lượng tiêu thụ. Với quạt tốc độ thay đổi, tổng năng lượng thay đổi thay tốc độ quạt.

Hình VFD.2 hiển thị các mối quan hệ bằng đồ thị. Với việc sử dụng bộ biến tần, thực tiễn đã chứng minh được tiết kiệm trung bình 4” w.g. áp suất tĩnh suốt chu kỳ tuổi thọ của bộ lọc. Tùy thuộc vào các ứng dụng đặc biệt khác nhau, chi phí lắp ráp VFD cho máy gom bụi cũng sẽ thay đổi tương ứng. Tuy nhiên, lợi nhuận thu hồi vốn đầu tư thường dưới một năm.



# TÍNH TOÁN TỔNG CHI PHÍ SỞ HỮU

## Bảng dữ liệu sơ cấp

01	Số ngày hệ thống vận hành trong một năm	365 ngày
02	Số giờ hệ thống vận hành trong một ngày	24 giờ
03	Lưu lượng không khí hệ thống yêu cầu	10,400 cfm
04	Chi phí 1 kw-h	0.1 đô
05	Chi phí không sản xuất trong một giờ	500 đô
06	Chi phí bộ lọc HemiPleat	120 đô
07	Chi phí bộ lọc thông thường	90 đô
08	Số bộ lọc sử dụng trong máy gom bụi	16
09	Chi phí vận chuyển một bộ lọc	10 đô
10	Chi phí nhân công trong một giờ	80 đô
11	Chi phí thực hiện thay thế một bộ lọc	10 đô
12	Chi phí bộ biến tần	2600 đô
13	Lãi suất hiện hành	4.5%
14	Thời gian thay đổi bộ lọc HemiPleat	5 phút
15	Thời gian thay đổi bộ lọc thông thường	10 phút
16	Hệ thống có sử dụng bộ biến tần hay không?	Có/Không

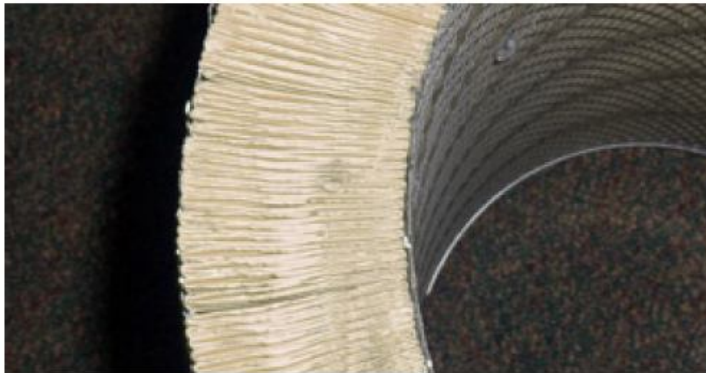




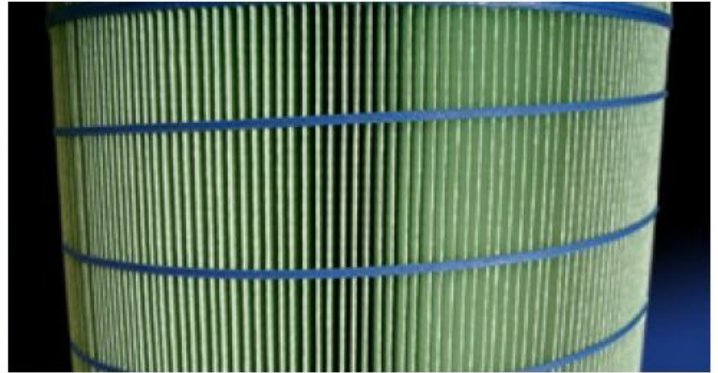
## Ví dụ tổng chi phí sở hữu TOC:

Bảng dữ liệu so sánh 2 bộ lọc khác nhau, cả hai đều có môi trường lọc tiêu chuẩn có hiệu suất lọc đạt tiêu chuẩn.

Lọc A, đơn giá \$90, bộ lọc cartridge loại thông thường. Lọc B, đơn giá \$120, bộ lọc cartridge thiết kế đặc biệt với chu kỳ sống lâu hơn và vận hành áp suất rơi thấp hơn.



*Filter A: Dimple Pleat Media*



*Filter B: Open Pleat Close-up*

Bảng báo cáo so sánh Tổng chi phí sở hữu TOC, sử dụng dữ liệu từ bảng dữ liệu sơ cấp để dự toán tổng chi phí sở hữu của hệ thống gom bụi mới 16 cartridge sử dụng bộ lọc B. Mặc dù giá cao hơn bộ lọc A nhưng bộ lọc B vận hành ở áp suất rơi thấp hơn và chu kỳ sống lâu hơn, nhờ đó tiết kiệm được năng lượng. Hạng mục năng lượng ở bảng báo cáo cho thấy tiết kiệm được đáng kể chi phí nhờ kết hợp bộ lọc B với các thành phần điện. Sử dụng mô tơ hiệu suất cao tiết kiệm hơn sử dụng mô tơ thông thường, nhưng nếu kết hợp bộ biến tần và mô tơ hiệu suất cao thì tiết kiệm được nhiều hơn nữa, gần \$12,000 trên một năm, tương đương 8,760 giờ.



Năng lượng		
1	Tiết kiệm năng lượng	
a	Sử dụng mô-tơ thông thường	\$2,472.22
b	Sử dụng mô-tơ hiệu suất cao	\$2,935.76
	Sử dụng mô-tơ có bộ biến tần	\$11,743.06
c	Lợi nhuận trên đầu tư bộ biến tần	2,586 giờ
2	Tiết kiệm khí nén	
3	Tiết kiệm phát xạ CO <sub>2</sub> ra môi trường	
		50.27 tấn
Tổng năng lượng tiết kiệm (có bộ biến tần)		\$11,939.03
Vật tư tiêu hao		
1	Tiết kiệm chỉ thay bộ lọc cartridge (50% chu kỳ sống)	\$505.38
2	Tiết kiệm vận chuyển	\$168.46
3	Tiết kiệm kiểm kê	\$90.97
Vật tư tiêu hao		\$764.82
Bảo trì, bảo dưỡng và thay thế		
1	Tiết kiệm nhân công	\$786.15
2	Tiết kiệm thay thế	\$186.16
3	Tiết kiệm thời gian chết máy	\$758.08
Tổng tiết kiệm bảo trì, bảo dưỡng và thay thế		\$1,172.69
Tiết kiệm tổng chi phí sở hữu TOC		<b>\$14,416.54</b>

**Bảng báo cáo Tổng chi phí sở hữu TOC: dự đoán tiết kiệm chi phí sở hữu TOC  
(Đối với máy gom bụi 16 cartridge sử dụng lọc B trong 1 năm (tương đương 8760 giờ)).**

Bộ lọc B còn tăng 50% chu kỳ sống, tiết kiệm được \$764.82 chi phí vật tư tiêu hao và \$ 1,712.69 chi phí bảo trì, bảo dưỡng, thay thế. Thêm vào đó, giảm năng lượng sử dụng, tiết kiệm tổng chi phí sử dụng trong một năm **\$14,416.54**.

**Lưu ý rằng**, phân tích tổng chi phí sở hữu TOC cũng rất hữu ích đối với các máy gom bụi cũ. Xin trích dẫn một ví dụ thực tế, một nhà sản xuất các chi tiết máy trong máy bay, gặp vấn đề về bộ lọc cartridge thông thường đối với 3 máy gom bụi giống nhau. Bộ lọc A tuổi thọ chỉ 1,000 giờ nên cần phải thay thế thường xuyên. Công ty quyết định thay thế bằng lọc B (cùng hiệu suất nhưng chu kỳ sống lâu hơn, áp suất rơi thấp hơn) cho hai trong ba máy gom bụi đó. Máy gom bụi sử dụng bộ lọc B vận hành hơn 16 tháng (tương đương 5,280 giờ) mới cần thay thế. Bảng so sánh tiết kiệm tổng chi phí sở hữu đạt được khi chuyển qua sử dụng bộ lọc B. Trên cơ sở bảng so sánh này và kinh nghiệm sử dụng, nhà sản xuất quyết định chuyển sang sử dụng bộ lọc loại B cho cả 3 máy gom bụi và tiết kiệm được hơn \$20,000 chi phí bảo trì, bảo dưỡng và chi phí năng lượng tiêu thụ mỗi năm.





	Máy gom bụi 1 (lọc A)	Máy gom bụi 1 (lọc B)	Máy gom bụi 1 (lọc B)
Giờ vận hành	5,280	5,280	5,280
Áp suất rơi trung bình (inches w.g.)	4	2.7	2.5
Hiệu suất quạt	0.8	0.8	0.8
Chi phí 1kW-h (\$)	0.15	0.15	0.15
Lưu lượng khí (CFM)	8,000	8,000	8,000
Chi phí năng lượng (\$)	3,926	2,565	2,352
Chi phí bộ lọc (\$)	9,731	5,838	5,838
Chi phí nhân công (\$)	790	395	395
Chi phí thay thế (\$)	973	486	486
Tổng chi phí sở hữu trên 5280 giờ (\$)	15,420	9,284	9,071
Tiết kiệm năng lượng điện trên 5280 giờ (\$)		1,361	1,574
Tổng tiết kiệm trên 5280 giờ (\$)		6,136	6,349

**Bảng báo cáo Tổng chi phí sở hữu TOC đối với máy gom bụi cũ**

Như vậy, rõ ràng máy gom bụi sử dụng bộ lọc bụi giá thấp không phải sự lựa chọn kinh tế nhất. Tổng chi phí sở hữu TOC cung cấp một công cụ hữu ích để so sánh chi phí vận hành thực sự của các máy gom bụi cũ sử dụng các bộ lọc khác nhau cũng như công cụ đánh giá ảnh hưởng của các thành phần điện tiết kiệm năng lượng trong việc thiết kế các hệ thống gom bụi mới và các hệ thống gom bụi tân trang lại.

