



CHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN DỊCH NĂNG LƯỢNG BỀN VỮNG VIỆT NAM - EU (SETP)
EU - VIET NAM SUSTAINABLE ENERGY TRANSITION PROGRAMME (SETP)

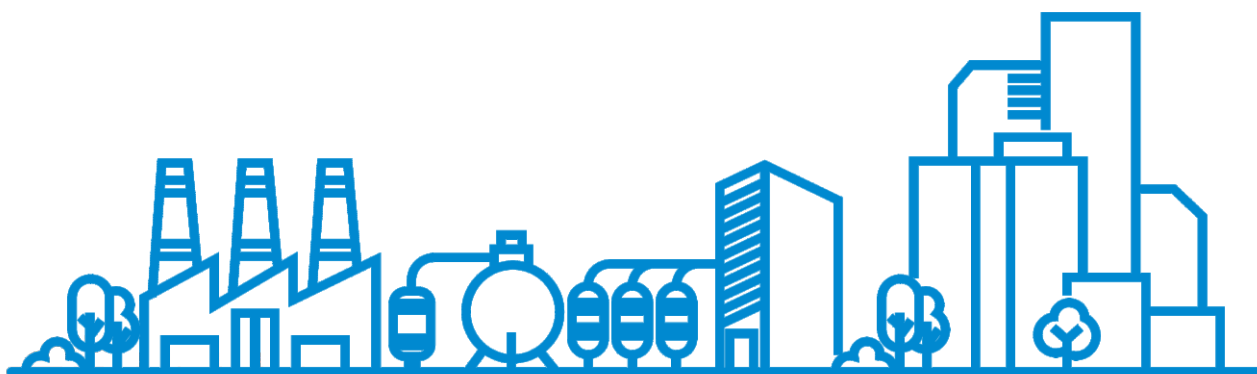


Dự án “Đẩy mạnh hoạt động tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý năng lượng và tối ưu hóa hệ thống và thực hành TKNL trong các DNVVN tại Việt Nam” (IEEP)

CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO

TỐI ƯU HOÁ HỆ THỐNG KHÍ NÉN CHO CÁC NHÀ CUNG CẤP THIẾT BỊ

TP. Hồ Chí Minh, 10/06/2025



CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO HỆ THỐNG KHÍ NÉN – TỐI ƯU HÓA HỆ THỐNG VÀ NHỮNG PHÁT TRIỂN MỚI CỦA MÁY NÉN KHÍ

Ngày 10/06/2025

Khách sạn Victory, 14 Võ Văn Tần, Phường 6, Quận 3, Tp. Hồ Chí Minh

Thời gian	Nội dung	Người trình bày
8.00-8.30	Đăng ký học viên	
8.30-8.35	Giới thiệu thành phần	Dự án UNIDO
8.35-8.45	Phát biểu khai mạc	Bộ Công Thương/ Dự án UNIDO
8.45-9.00	Tổng quan về tối ưu hóa hệ thống khí nén	Chuyên gia quốc tế
9.00-9.30	Thiết kế hệ thống khí nén tiết kiệm năng lượng	Chuyên gia quốc tế
9.30-9.45	Các loại máy nén khí	Chuyên gia quốc tế
9.45-10.00	Phương pháp điều khiển hệ thống khí nén	Chuyên gia quốc tế
10.00-10.15	Nghỉ giữa giờ	
10.15-10.45	Tính toán nhu cầu định cỡ máy nén khí	Toàn bộ lớp học
10.45-11.15	Chi phí hoạt động của hệ thống khí nén	Toàn bộ lớp học
11.15-11.30	Các thành phần hệ thống khí nén phía sau máy nén khí	Chuyên gia quốc tế
11.30-12.00	Các giải pháp/thiết bị sử dụng khí nén tiết kiệm năng lượng	Chuyên gia quốc tế
12.00-13.15	Ăn trưa tại khách sạn	

Hệ thống khí nén

Tối ưu hóa hệ thống và Xu hướng mới trong
công nghệ máy nén khí

Ian Moore CEng FIMechE – Giám đốc kỹ thuật

Kinh nghiệm



Trình độ chuyên môn

BEng	1999
CEng MIMechE	2011
CEng FIMechE	2021

Kinh nghiệm làm việc

Carbon Trust	2005 – 2011
GSK	2012 – 2015
Intel	2003 –
UNIDO	2015 –

Tối ưu hóa hệ thống khí nén bao gồm các nội dung sau:



- Đánh giá nhu cầu năng lượng trong nhà máy
- Điều chỉnh nguồn cung khí nén phù hợp với nhu cầu thực tế
- Loại bỏ hoặc tái cấu trúc các phương pháp sử dụng kém hiệu quả
- Thay thế hoặc bổ sung thiết bị hiện có nhằm đáp ứng tốt hơn yêu cầu công việc và nâng cao hiệu suất vận hành

Hệ thống khí nén

- **Hầu hết hệ thống khí nén ban đầu được thiết kế theo các tiêu chí sau:**
 - Quan điểm cho rằng “Càng nhiều càng tốt” khi nói đến nguồn cung khí nén
 - Ít hoặc không quan tâm đến hiệu suất toàn hệ thống
 - Không có kế hoạch trong việc tăng hoặc giảm nhu cầu sử dụng trong tương lai
 - Mục tiêu “Chi phí ban đầu thấp nhất”

Hệ thống khí nén

- Nhận thức về năng lượng cần bắt đầu từ cấp quản lý đối với các tập đoàn lớn
- Đối với doanh nghiệp vừa và nhỏ, việc nhận thức cần bắt đầu từ chính chủ sở hữu doanh nghiệp
- Văn hóa vận hành cần thay đổi và sự thay đổi đó phải bắt đầu từ cấp lãnh đạo
- Việc thay đổi văn hóa doanh nghiệp đòi hỏi sự tham gia của tất cả nhân viên.

Hệ thống khí nén được chia thành 2 phần chính cung cấp và tiêu thụ

☐ Phần cung cấp bao gồm:

- Máy nén khí
- Hệ thống xử lý khí (lọc, tách dầu, sấy....)
- Hệ thống phân phối

☐ Phần tiêu thụ bao gồm:

- Quy trình sản xuất
- Điều áp tại điểm sử dụng
- Tất cả các thiết bị sử dụng khí nén
- Rò rỉ

Tại sao sử dụng khí nén ?

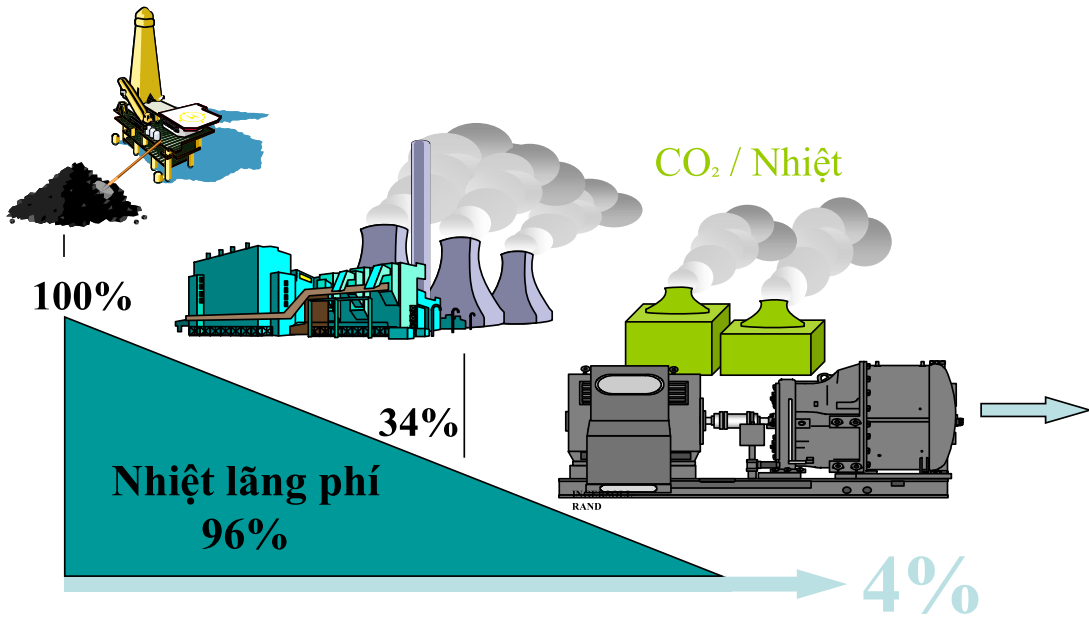
☐ Mọi người nghĩ rằng:

- Rẻ
- An toàn
- Tiện lợi
- Dễ dàng lắp đặt thêm thiết bị mới vào hệ thống hiện có

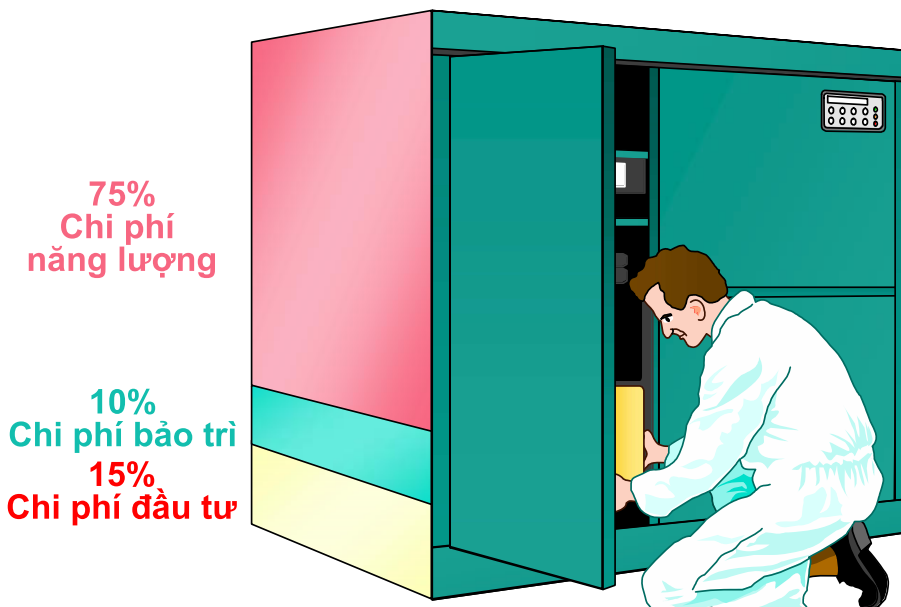
Hệ thống khí nén – Thực trạng

- 10% điện năng trong công nghiệp thường được sử dụng để sản xuất khí nén
 - Tại Việt Nam, con số này tương đương khoảng 2.610 tỷ VNĐ mỗi năm
 - Trung bình có thể tiết kiệm tới 30%, thậm chí không tốn thêm chi phí đáng kể
 - Tương đương 250.500 tấn CO₂ có thể được giảm phát thải
 - Khí nén là yếu tố thiết yếu trong hầu hết các ngành công nghiệp nhưng không phải là miễn phí – mà là một tài nguyên đắt đỏ
- **Đừng để khách hàng hoặc doanh nghiệp của bạn lãng phí nó!**

THE ENERGY TRAIN



Chi phí vòng đời máy nén khí



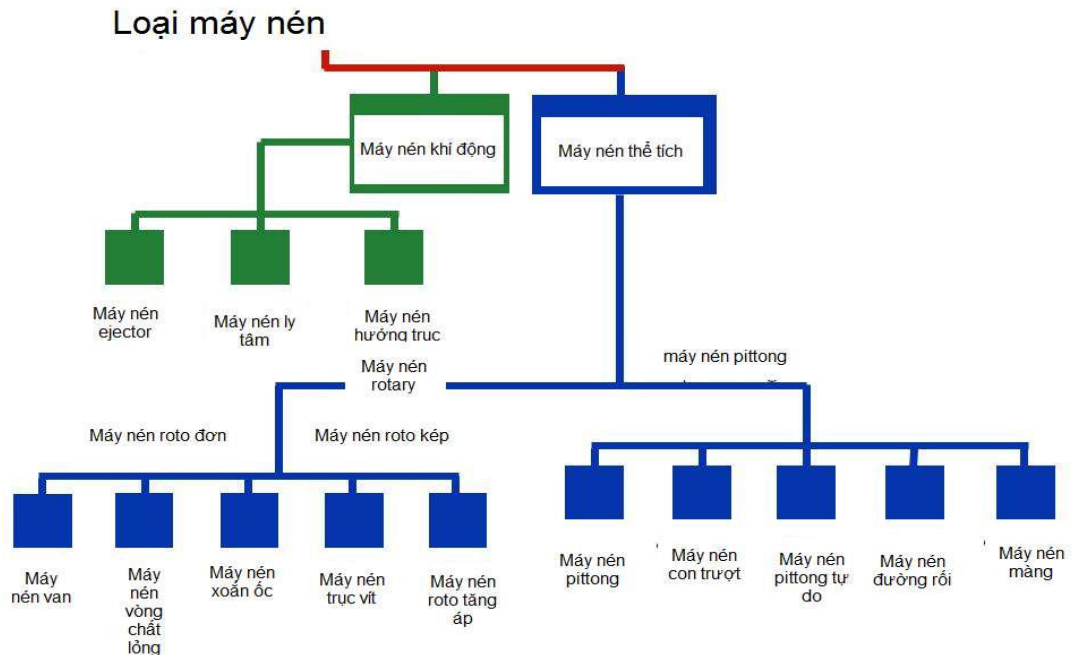
Điều gì tạo nên 1 hệ thống vận hành tốt nhất?

- Máy nén đáp ứng tốt nhu cầu và được điều khiển tốt
- Máy nén hiệu suất cao và được bảo dưỡng tốt
- Xử lý không khí tới tiêu chuẩn tối thiểu được yêu cầu
- Bộ tách ẩm hoạt động hiệu quả
- Xử lý tốt và thu lại nước ngưng
- Đường ống có kích cỡ phù hợp tại tất cả các vị trí
- Vận hành ở áp suất thấp nhất có thể
- Độ sụt áp < 0.5 bar trong xưởng máy nén
- Độ sụt áp < 0.2 bar trong hệ thống
- Rò rỉ $< 10\%$ tổng nhu cầu
- Khí nén chỉ cấp khi được yêu cầu

Thiết kế kém

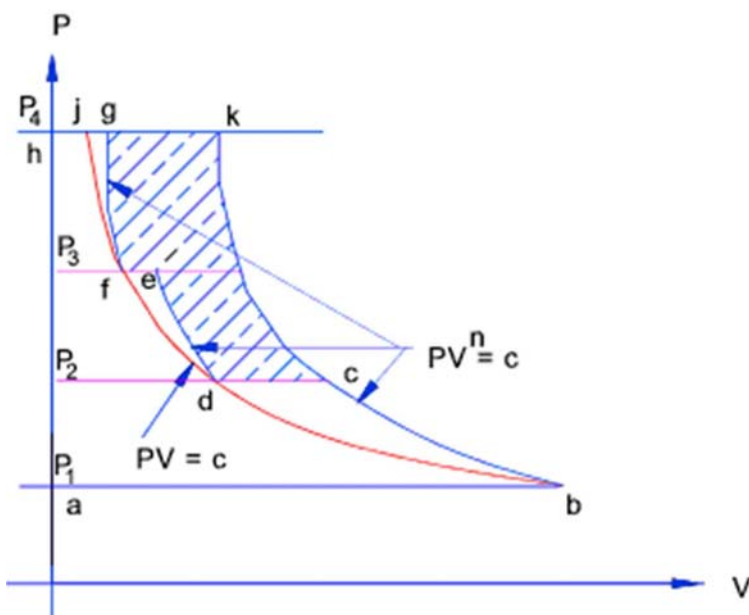
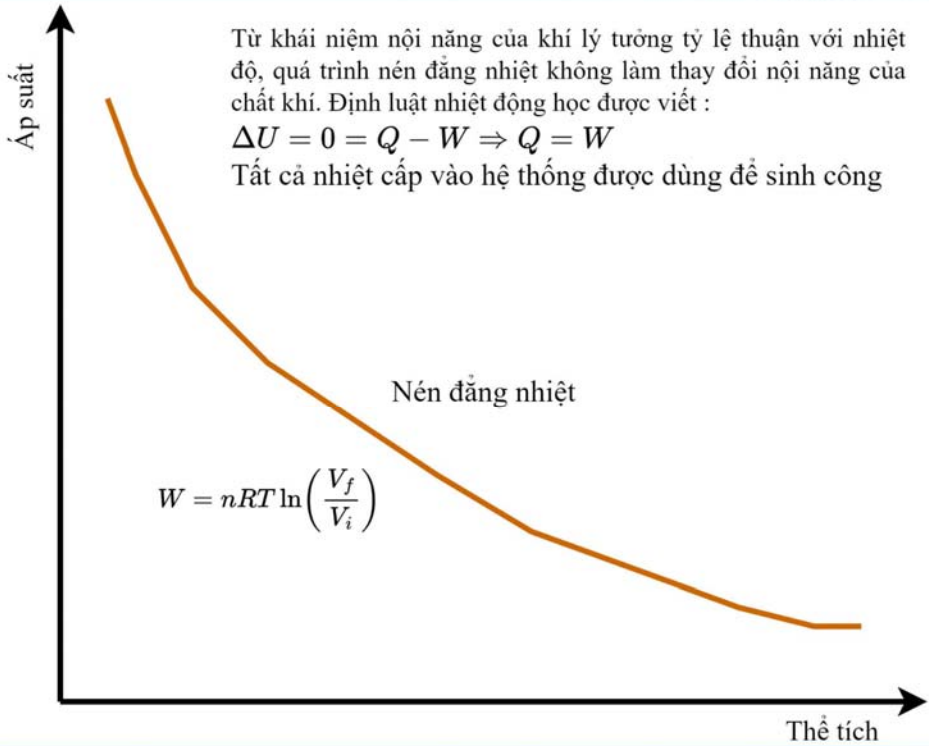


- Bộ lọc đặt ở đầu ra máy nén
- Van tiết lưu gây cản trở dòng khí
- Sụt áp 1 bar khi có tải
- Áp suất cân bằng khi không tải, khiến máy nén khởi động lại ngay lập tức

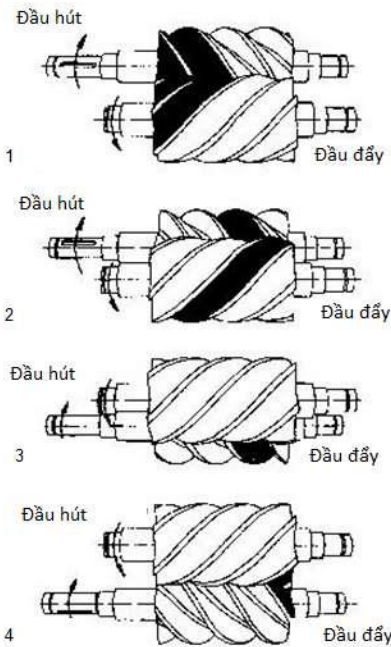


Các nhà sản xuất máy nén khí làm thế nào để thiết kế ra sản phẩm tiết kiệm năng lượng với mức tiêu hao điện riêng (SPC) tối ưu nhất

- ☐ Bằng cách tiếp cận với đường nén đẳng nhiệt
- ☐ Kỹ thuật
 - Nén nhiều cấp
 - Làm mát
 - Máy nén không dầu
 - Máy nén phun dầu
 - Máy nén phun nước

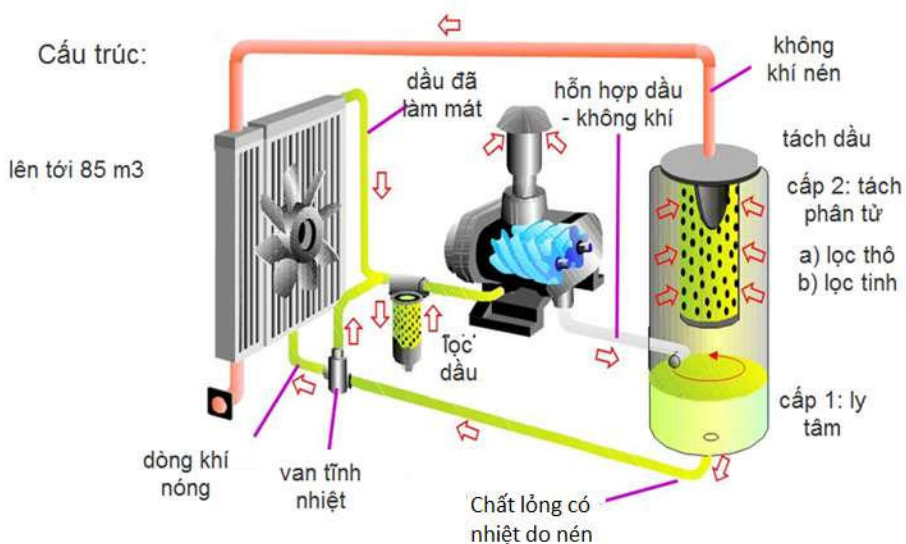


Máy nén trực vít phun dầu

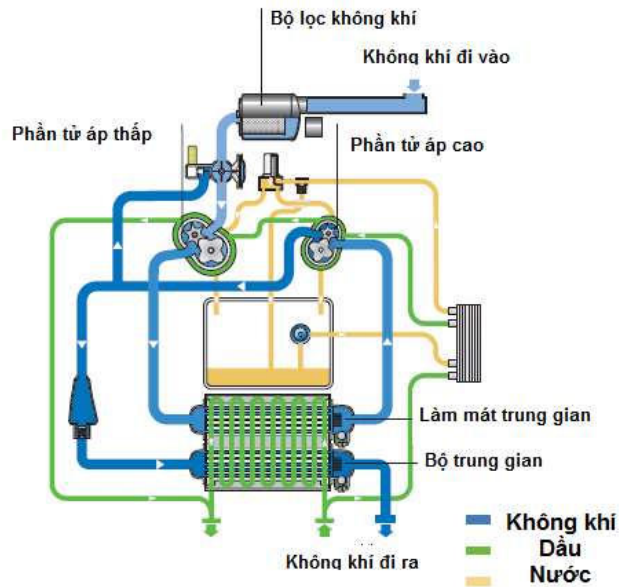


Phun dầu – 1 cấp và 2 cấp

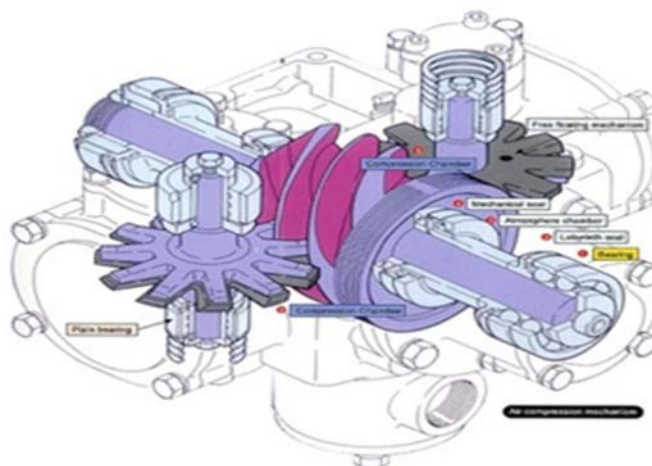
Máy nén trực vít phun dầu



Máy nén trực vít không dầu

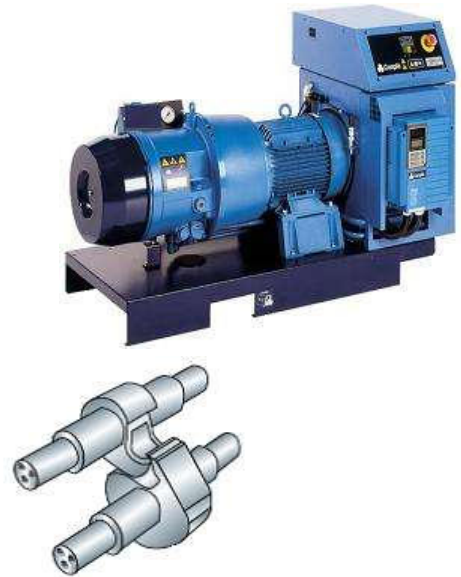
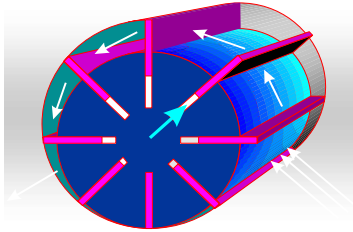


Máy nén trực vít phun nước với màng lọc RO hay các loại khác sử dụng quá trình ngưng tụ khi sử dụng các máy tách ẩm lạnh



Các loại máy nén thể tích khác

- Cánh gạt
- Rotor răng



Máy nén ly tâm 1 cấp với vòng bi từ tính cho các ứng dụng áp suất thấp

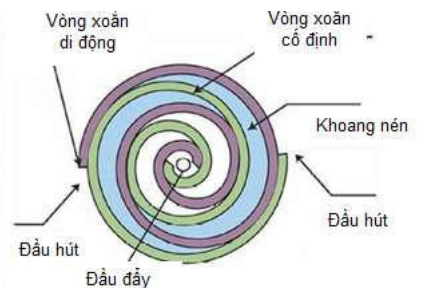


Máy nén ly tâm nhỏ với áp suất 7 – 10 barg

- Máy nén ly tâm sử dụng biến tần
- 2 cấp nén
- Một động cơ tốc độ cao với vòng bi từ tính
- Cánh nén được gắn trực tiếp trên trục động cơ: không hộp số, không dầu
- Cả 2 cánh đều gắn trên 1 trục cơ
- Chỉ làm mát bằng nước

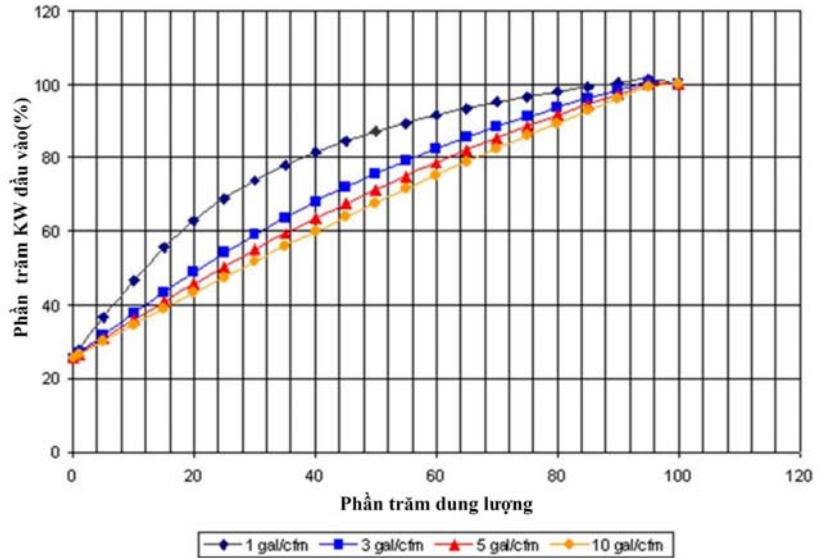
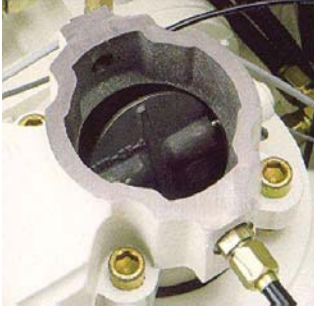


Máy nén xoắn ốc không dầu

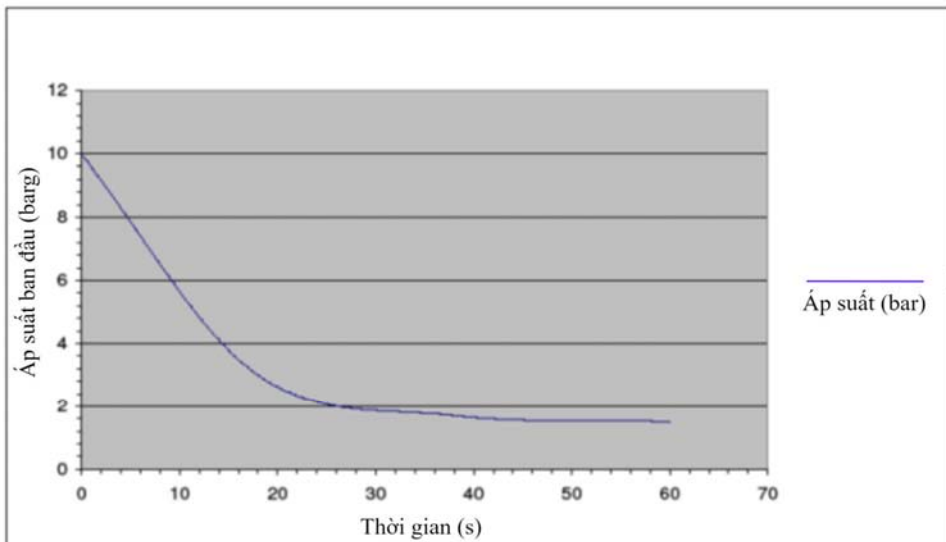


Điều khiển máy nén khí bật/tắt tải

Quan hệ công suất và điện năng tiêu thụ khi điều khiển có tải/không tải

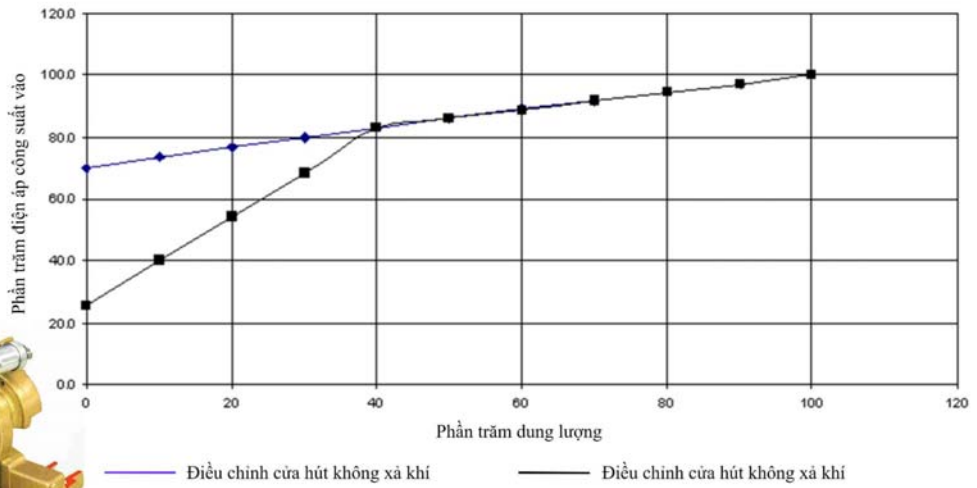


Thời gian tiêu thụ điện ở chế độ không tải



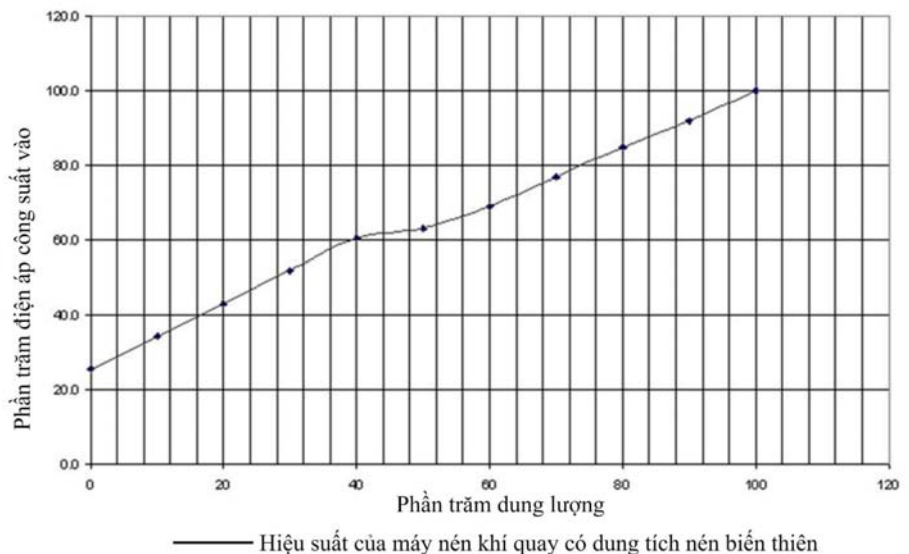
Điều khiển máy nén – điều tiết đầu vào

Hiệu suất máy nén khí tiết lưu đầu hút



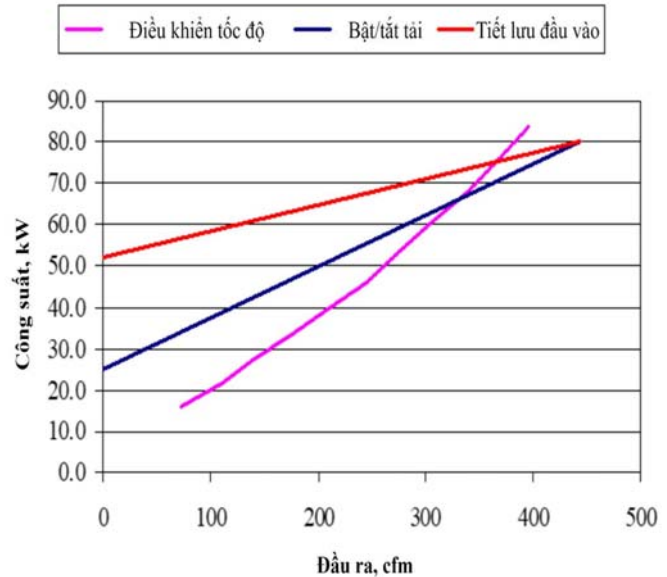
Điều khiển máy nén – Dung tích biến thiên

Hiệu suất của máy nén khí quay có dung tích nén biến thiên



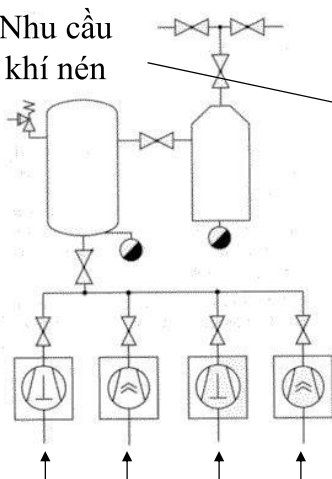
Điều khiển máy nén khí

- ✓ Chỉ nên chạy một số máy nén tối thiểu cần thiết
- ✓ Làm thế nào để điều khiển máy nén? – tắt/bật, tiết lưu, xả
- ✓ Hiểu rõ chúng tác động lẫn nhau như thế nào
- ✓ Xem xét một hệ thống điều khiển tổng hợp
 - Tối thiểu dải áp suất
- ✓ Việc tắt tự động nên hoạt động theo hướng tối thiểu hóa các giai đoạn chạy không tải quá dài.
- ✓ Có thể sử dụng thiết bị biến tần không?

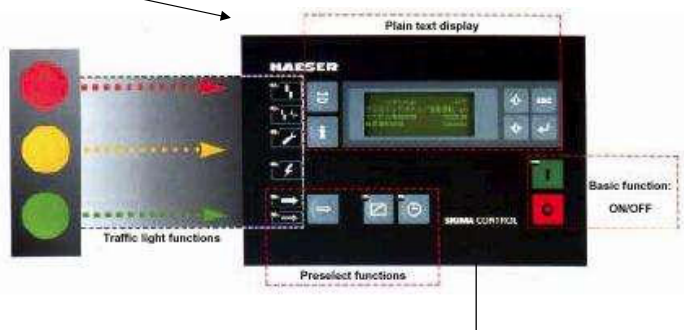


Hệ thống điều khiển tập chung

Nhu cầu
khí nén



Hệ thống vận hành tất cả các máy nén khí để đáp ứng nhu cầu khí nén một cách tối ưu



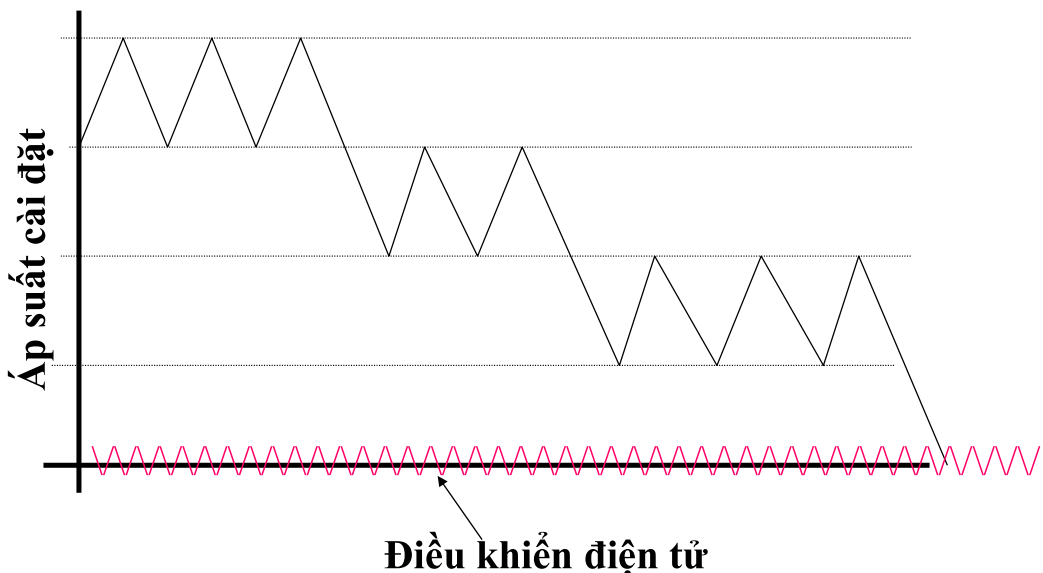
Yêu cầu hoạt động

Tiết kiệm năng lượng: tới 15%

Điều khiển tập trung

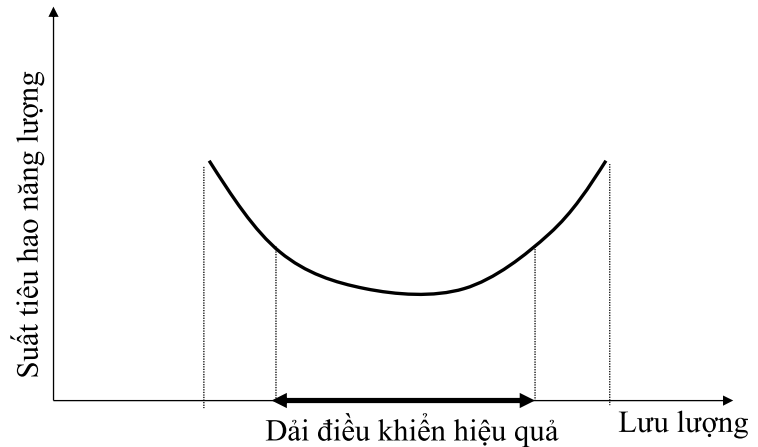
- ✓ Cung cấp điều khiển đơn giản cho tổ hợp máy nén
 - Chuyển mạch nối tiếp và quay theo thứ tự
 - Tắt các thiết bị khi không cần sử dụng
- ✓ Cung cấp hàm mục tiêu và quản lý thông tin
 - SPC của việc lắp đặt máy nén
 - Dựa vào số liệu rò rỉ cơ sở
- ✓ Điều khiển các van cách ly của từng vùng
- ✓ Giảm áp suất hoạt động trong thời gian chạy non tải
- ✓ Cung cấp thông tin về việc bảo trì.

Điều khiển tuần tự thông thường so với điều khiển điện tử



Các giới hạn của việc thay đổi tốc độ động cơ

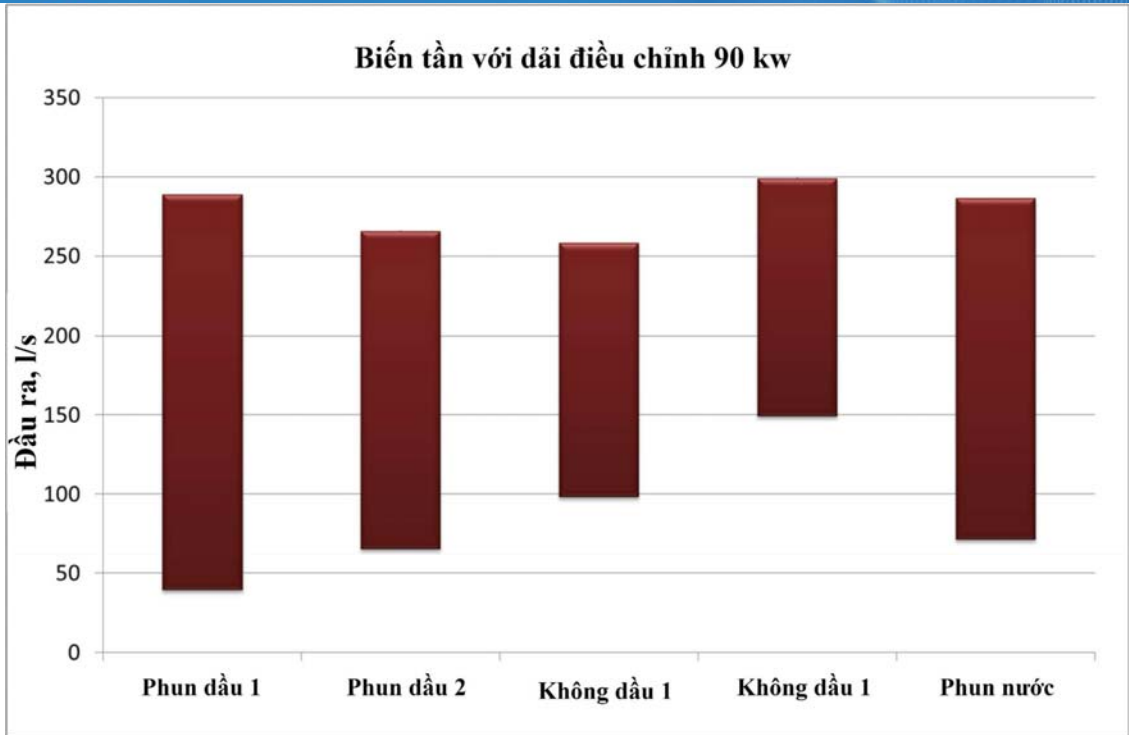
Máy nén trực vít
sử dụng biến tần



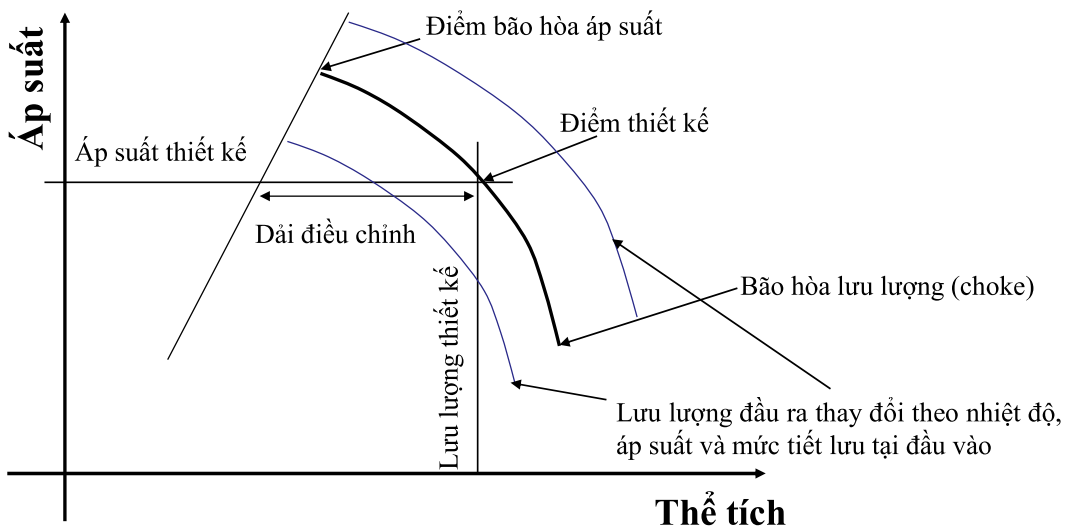
- Các cỡ máy nén khác nhau có các dải điều khiển khác nhau
- Máy nén phun dầu có khoảng điều chỉnh rộng hơn về phân tải thấp so với máy nén dầu không dầu
- Không phải tất cả các nhà sản xuất khác nhau đều có cùng 1 đặc tính

VSD máy nén

- ✓ Công suất máy nén đảm bảo được dải nhu cầu sử dụng
- ✓ Tránh khoảng trống điều chỉnh
- ✓ Thời gian vận hành chủ yếu ở tốc độ trung bình
- ✓ Ghi nhớ rằng không phải tất cả các biến tần đều cho các dải hiệu suất như nhau



Dải điều khiển của máy nén ly tâm



Điều kiện đầu vào

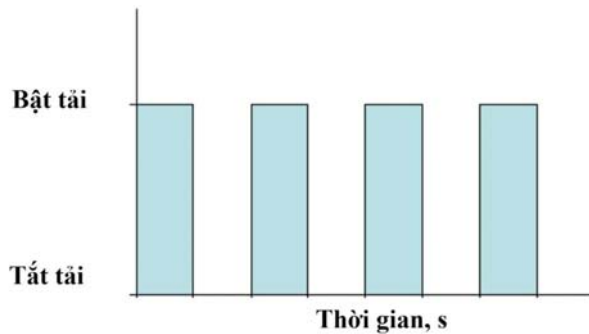
- Bộ đo lưu lượng thường được cài đặt theo các đơn vị chuẩn, ví dụ như scfm, Nm³/hr:
 - ✓ Tiêu chuẩn – 1013 mbarA, 15°C, 0%RH
 - ✓ Thông thường – 1013 mbarA, 0°C, 0%RH
- Đầu ra của máy nén trục vít thường được xác định theo điều kiện của không khí đầu vào 1000 mbarA, 20°C, 0%RH, khác với máy nén ly tâm
- Cần chuyển đổi sự khác nhau giữa dữ liệu này (có thể chênh nhau đến 15%)

Tác động của điều kiện đầu vào

Trạng thái đầu hút	FAD	Nm ³ /hr	Scfm	Ghi chú
1000 mbarA, 20C, 60%RH	1000 m ³ /hr 589 cfm	915 Nm ³ /hr 91.5%	568 scfm 96.4%	Cold Asia
980 mbarA, 35C, 70%RH	1000 m ³ /hr 589 cfm	845 Nm ³ /hr 84.5%	525 scfm 89.1%	Warm Asia
780 mbarA, 35C, 80%RH	1000 m ³ /hr 589 cfm	670 Nm ³ /hr 67%	416 scfm 70.6%	Mexico City

Một máy nén 1000 m³/h sẽ chỉ sản xuất ra được 845 Nm³/h ở trong 1 điều kiện cụ thể. Bạn cần phải biết được trạng thái đầu hút để biết được hiệu suất máy nén một cách chính xác (là 1m³ khí ở điều kiện tiêu chuẩn)

Không đo đặc ? - Tính toán nhu cầu



$$P_{tb} = \frac{T_{on}}{T}$$

Lắp lại trong thời gian không sản xuất để ước tính rò rỉ

Cô lập các khu vực để chia nhỏ nhu cầu cơ bản

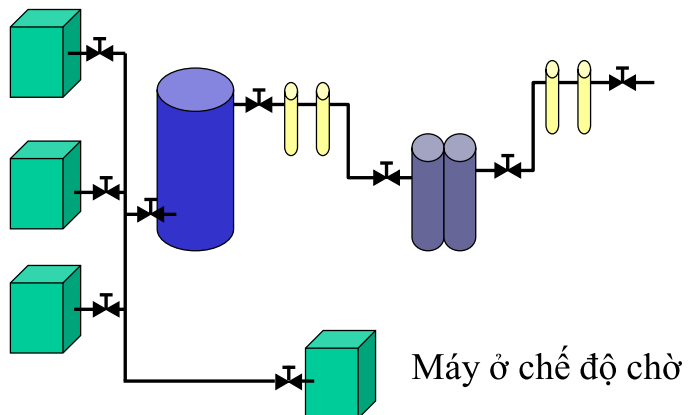
- ✓ Có thể không giúp bạn xác định chính xác kích thước máy nén mới, nhưng sẽ giúp bạn hiểu rõ hệ thống hiện tại

Tính toán nhu cầu

450 cfm, 75 kW tải nền

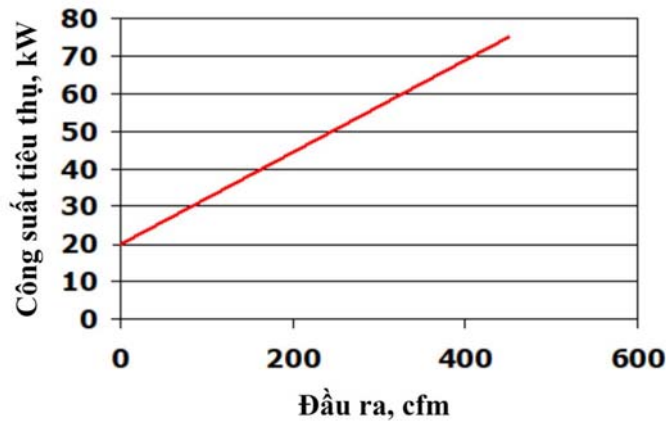
450 cfm, 75 kW tải nền

450 cfm, 75 kW bật/tắt tải



Tính toán chi phí vận hành

Đặc tính điều khiển điển hình của máy nén trục vít



Đầy tải = 75 kW, 450 cfm

Không tải = 20 kW = 26.66% đầy tải nhưng lưu lượng = 0 cfm

Tính toán thời gian

Thời gian trung bình có tải = 30 s

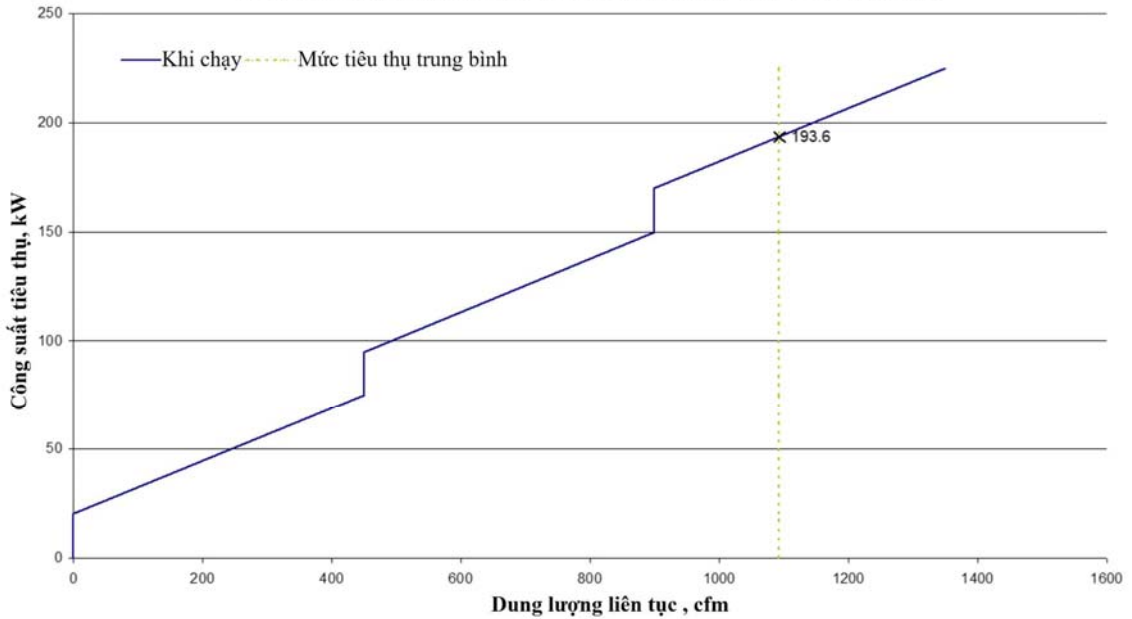
Thời gian trung bình không tải = 40 s

Tải trung bình = $30/70 = 43\%$

Nhu cầu = $450 + 450 + (450 \times 43\%)$
= 1094 cfm

Tính toán chi phí sản xuất

Tính toán chi phí sản xuất : Ví dụ được cho bởi khóa đào tạo Cacbon trust



Nhu cầu với công suất tiêu thụ

3 máy nén 75 kW

2 tải nền = 900 cfm, 150 kW

1 tải bật/tắt = 193 cfm, 43.6 kW

Đầu ra	450 cfm
Công suất đầy tải	75 kW
Công suất không tải	20 kW

$$\begin{aligned}
 \text{Công suất} &= \text{Đầy tải} + \text{Không tải} \\
 &= 75 \times 0.43 + 20 \times 0.57 \\
 &= 32.1 + 11.4 \\
 &= \mathbf{43.6 \text{ kW}}
 \end{aligned}$$

Tổng công suất tiêu thụ : $150 + 43,6 = 193.6 \text{ kW}$

Tổng chi phí vận hành hàng năm

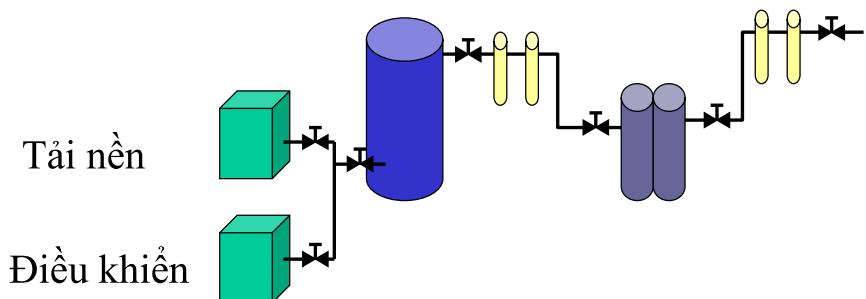
Thời gian sản xuất = 80 h/tuần, 52 tuần/năm, 3,000 VND /Kwh

Chi phí sản xuất = $193.6 \times 80 \times 52 \times 3000 = 2,416,128,000$ VND

Bài tập – bạn hãy tính chi phí khí nén hàng năm của hệ thống này

Máy nén khí: 400 m³/h
50 kW có tải
20% không tải

Nhu cầu 600 m³/hr



- 16h/ngày
- 5 ngày/tuần
- 50 tuần/năm
- Giá điện – 3000 VND/kWh

Chi phí hoạt động hàng năm là bao nhiêu?

Tổng chi phí vận hành hàng năm

Số giờ = $16 \times 5 \times 50 = 4000$ h/năm

Tải nền = $400 \text{ m}^3/\text{h}, 50 \text{ kW} \times 4000\text{h} = 200,000\text{kWh}$
 = $200,000\text{kWh} \times 3000 = \mathbf{600,000,000 \text{ VND}}$

Điều khiển = $(600-400)/400 = 50\%$ tải, 50% không tải

Đầy tải = $50 \times 4000\text{hrs} \times 50\% = 100,000 \text{ kWh}$

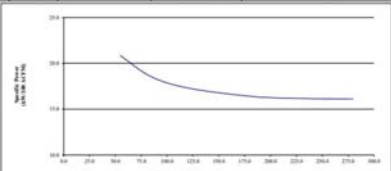
Không tải = $10 \times 4000\text{hrs} \times 50\% = 20,000 \text{ kWh}$

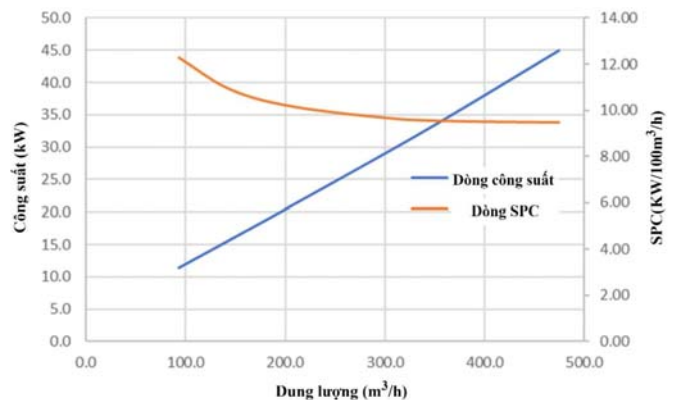
Tổng chi phí điều khiển = $(100,000 \times 3000) + (20,000 \times 3000)$
 = $\mathbf{360,000,000 \text{ VND}}$

Tổng chi phí khu máy nén khí = $\mathbf{600,000,000 + 360,000,000}$
 = $\mathbf{960,000,000 \text{ VND}}$

Biến tần là loại thiết bị gì ?

Bạn cần có dữ liệu hiệu suất – Hãy xem các bảng dữ liệu CAGI

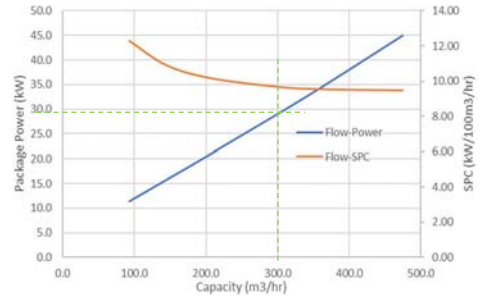
MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR			
1	Manufacturer:	Atlas Copco	
2	Model Number:	GA37LVSD+	Date: 11/30/2020
	<input checked="" type="checkbox"/> Air-cooled <input type="checkbox"/> Water-cooled	Type:	Screw
		# of Stages:	1
3	Full Load Operating Pressure ^a	102	psig ^b
4	Drive Motor Nominal Rating	50	hp
5	Drive Motor Nominal Efficiency	96	percent
6	Fan Motor Nominal Rating (if applicable)	1.1	hp
7	Fan Motor Nominal Efficiency	73	percent
8*	Input Power (kW)	Capacity (acfm) ^{c,d}	Specific Power (kW/100 acfm) ^e
	45.0	Max 279.5	16.1
	34.9	215.4	16.2
	29.3	178.4	16.4
	20.9	128.9	17.3
	15.7	84.7	18.5
	11.4	Min 54.7	20.8
9*	Total Package Input Power at Zero Flow ^{c,d}	1.1	kW
10	Isentropic Efficiency	81.27	%
11			



(Có thể chọn công suất thủ công từ dữ liệu hoặc sử dụng nội suy tuyến tính trong Excel (có thể cung cấp mẫu để chỉnh sửa))

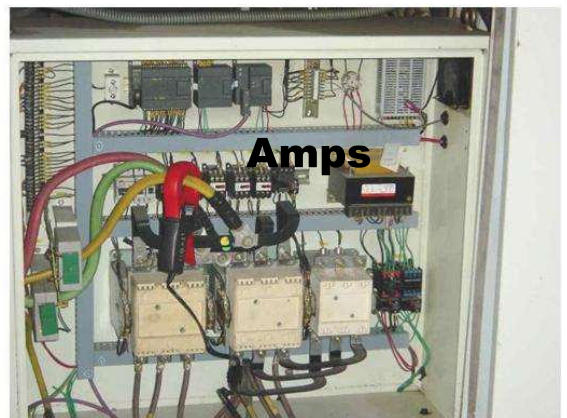
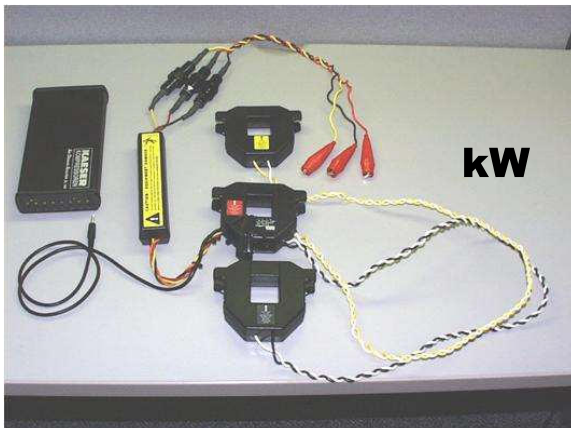
Vậy với các máy sử dụng biến tần sẽ như thế nào ?

- Nhu cầu 600m³/h sử dụng 2 máy có cùng công suất
- Sản lượng mỗi máy : 600/2 = 300m³/h
- Công suất yêu cầu tại 300m³/h = ~29kW
- Tổng công suất = 2 x 29kW = 58kW
- Tổng lượng điện tiêu thụ : 58kW x 4,000hrs = 232,000kWh
- Chi phí : 232,000kWh x 3,000VND = **696,000,000VND**

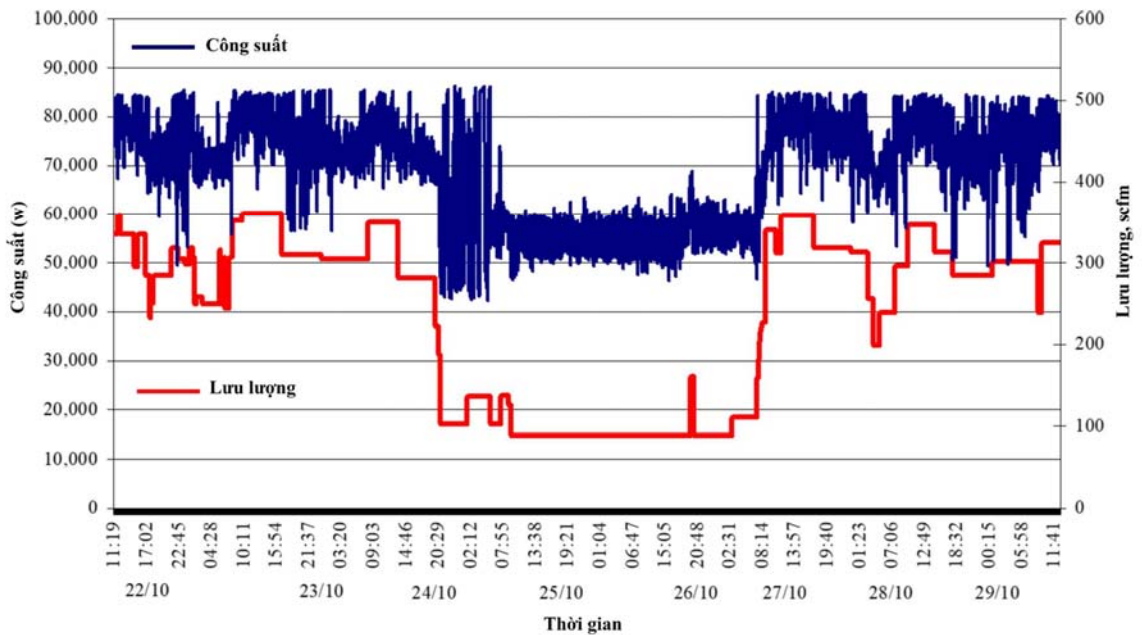


Đo lường công suất

- kW là đơn vị đo của năng lượng
- Dòng điện có thể cung cấp những thông tin có giá trị nhưng hệ số công suất có thể rất nhỏ khi không tải (0.3-0.5)



Đo lường công suất



Xử lý khí nén

Compressed air quality classes ISO8573.1:2010

Technology:

Filtration

Drying

Filtration

Summary of ISO8573.1-2010						
Class	Particulate - Maximum number of particles per m ³				Dewpoint °C	Oil carry over Mg/m ³
	Particle size					
	≤0.1	0.1<d≤0.5μm	0.5<d≤1.0μm	1.0<d≤5.0μm		
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1					
1	Not specified	20,000	400	10	≤-70	≤0.01
2	Not specified	400,000	6,000	100	≤-40	≤0.1
3	Not specified	Not specified	90,000	1,000	≤-20	≤1
4	Not specified	Not specified	Not specified	10,000	≤+3	≤5
5	Not specified	Not specified	Not specified	100,000	≤+7	
6	≤5 Mg/m ³				≤+10	
7	5<Cp≤10 Mg/m ³				Cw≤0.5g/m ³	
8					0.5<Cw≤5	
9					5<Cw≤50.5	
X	Cp>10				Cw>10	>5

Lựa chọn hệ thống xử lý

- Công suất bộ tách ẩm thường được xác định ở điều kiện 7 barg, nhiệt độ cao nhất 35°C
- Áp suất thấp hơn hoặc nhiệt độ cao hơn sẽ làm giảm công suất
- Bộ lọc được kiểm chuẩn ở 21°C và hiệu suất giảm đi khi nhiệt độ cao hơn
- Cần đảm bảo bạn đã đánh giá các điều kiện ở nhà máy của mình

Lựa chọn máy sấy

Hệ số hiệu chỉnh thông thường

Nhiệt độ khí đầu vào	25	30	32	35	40	45	50
Hệ số	1.6	1.2	1.1	1	0.8	0.7	0.6
áp suất đầu vào, barg	3.5	5	7	8	11	14	
Hệ số	0.7	0.9	1	1.1	1.1	1.2	
Nhiệt độ môi trường	25	30	35	40	43		
Hệ số	1	1	0.9	0.8	0.7		

- Các yếu tố thay đổi giữa các nhà sản xuất
- Chọn yếu tố cho điều kiện xấu nhất
- Nhân các yếu tố khi có nhiều yếu tố thay đổi so với thiết kế

Tách ẩm khí nén



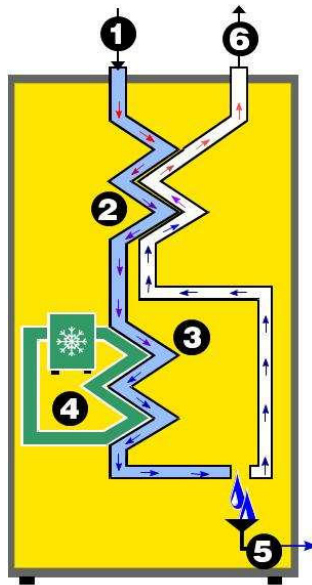
Chi phí phát sinh cho việc xử lý

Nhiệt độ động sương, °C	Dạng máy tách ẩm	Lọc	Chi phí cần thêm
+3	Máy lạnh	Lọc thông thường	3%
-20	Tái sinh nhiệt thải	Không	<1%
-40	Tái sinh không khí	Trước và sau	10-15%
-40	Tái sinh nhiệt	Trước và sau	5-12%
-70	Tái sinh không khí	Trước và sau	15-21%

Việc chọn sai kích cỡ có thể làm tăng chi phí lên đáng kể

Máy lạnh tách ẩm

1. Không khí đi vào
2. Thiết bị trao đổi nhiệt khí - khí
3. Thiết bị trao đổi nhiệt môi chất lạnh-khí nén
4. Máy nén lạnh
5. Tách nước ngưng, xả nước ngưng tự động
6. Đầu ra khí nén

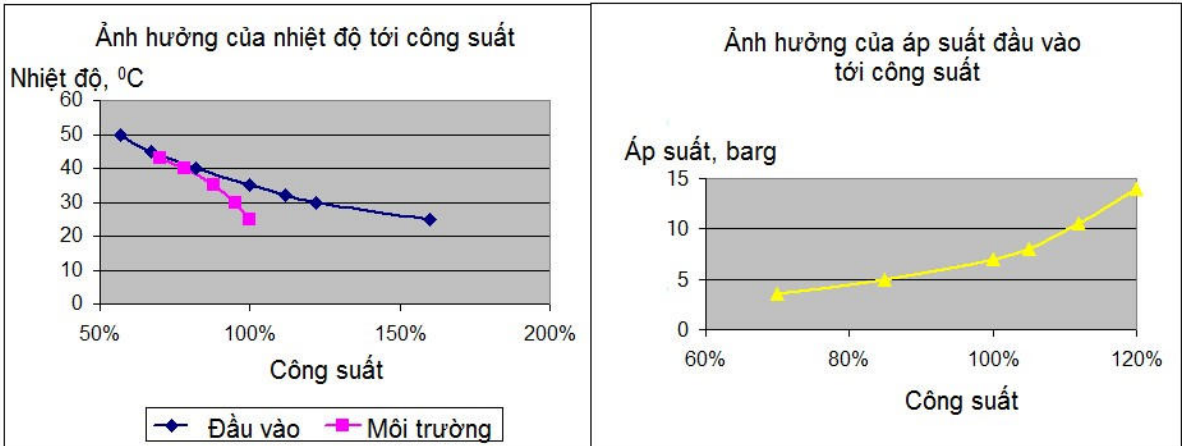


Máy lạnh tách ẩm



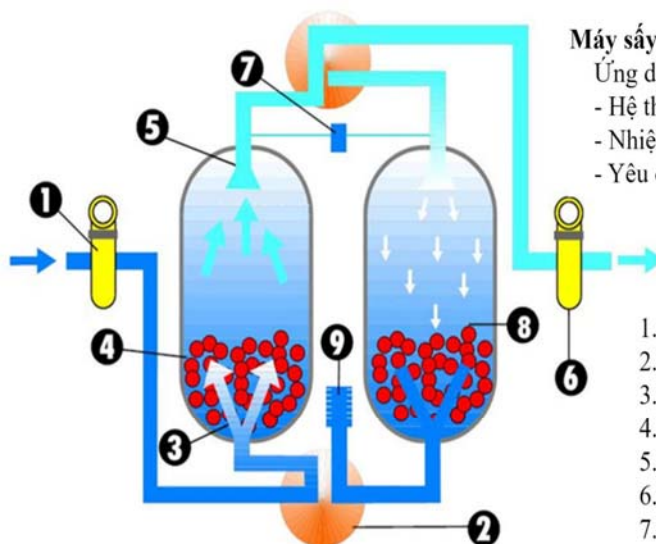
- Công suất được đo tại điều kiện đầu vào 35° C, 7 bar, 100% RH
- Máy lạnh tách ẩm:
 - 1) Áp suất điểm sương 3° C
 - 2) Đặc tính không tuần hoàn sẽ ổn định áp suất điểm sương
 - 3) Có chức năng tuần hoàn sẽ gây tăng chi phí non tải khi điểm sương dao động
 - 4) Có thể được sử dụng với biến tần
 - 5) Thường gây sụt áp khoảng 0.3 bar

Ảnh hưởng của điều kiện vận hành tới công suất



- Nhiều hệ số sẽ thay đổi khi một vài điều kiện thay đổi
- Ví dụ: Một máy tách ẩm công suất 100 cfm ở điều kiện 7 barg, 35°C, nhiệt độ môi trường 25°C sẽ có công suất bằng 70 cfm ở áp suất 6 barg, nhiệt độ đầu vào 40°C, nhiệt độ môi trường 30°C

Máy tách ẩm bằng chất hút ẩm



Máy sấy hút ẩm không tác dụng nhiệt

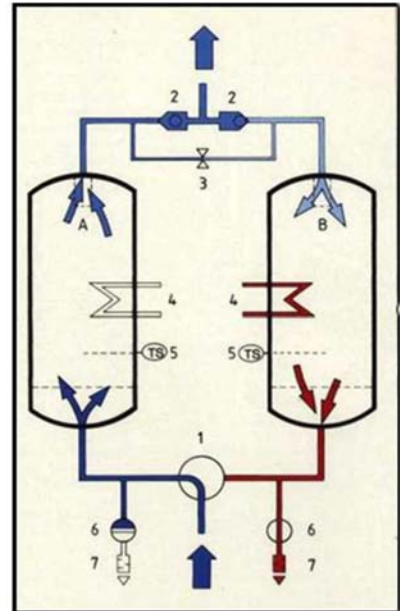
Ứng dụng :

- Hệ thống chịu ảnh hưởng của hiện tượng đóng băng
- Nhiệt độ môi trường cao
- Yêu cầu rất cao về chất lượng không khí

- Bộ lọc (0.01um, 0.01 ppm)
- Van chuyển dòng
- Khuếch tán dòng khí
- Chất hút ẩm
- Phễu thu khí ra
- Bộ lọc (1 um)
- Van lọc đầu ra
- Chất hút ẩm
- Đầu xả khí sạch

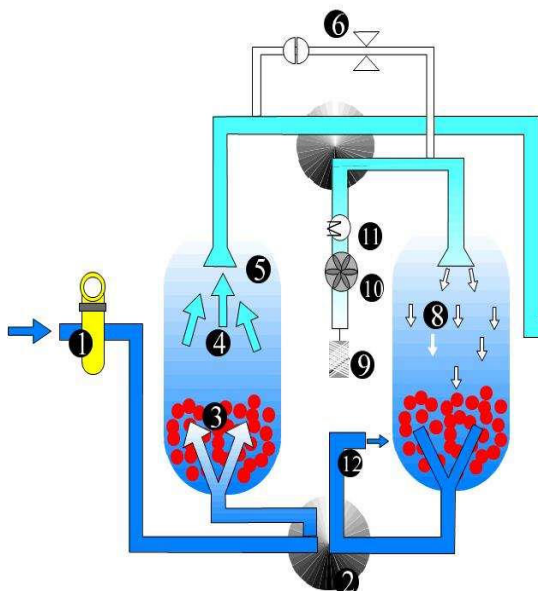
Máy tách ẩm tác dụng nhiệt ngoài

- Tích hợp thanh gia nhiệt (chất hút ẩm không được gia nhiệt trừ thời điểm hoàn nguyên)
- Yêu cầu khí hoàn nguyên thấp (làm lạnh, áp suất hoàn nguyên)
- Tách ẩm, không dầu và chất lượng không khí cao



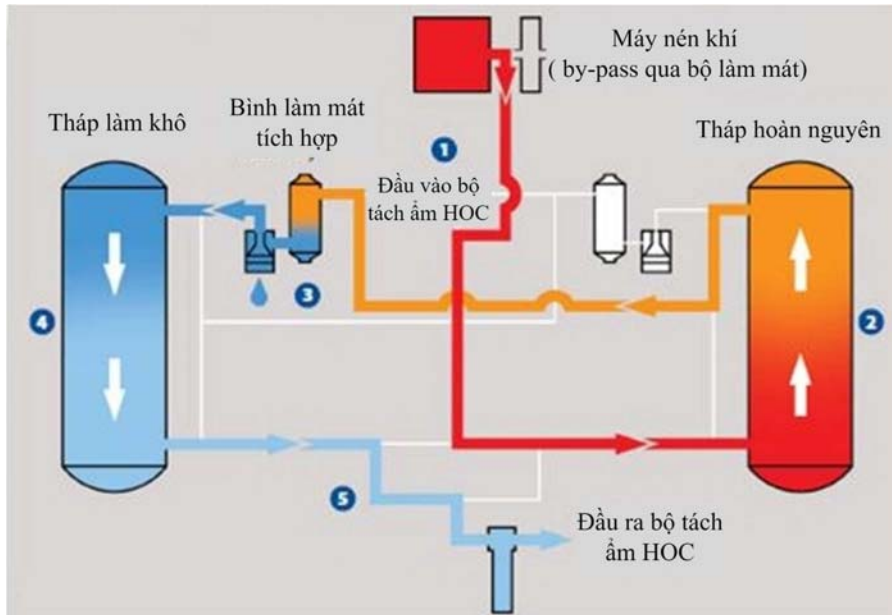
Hệ thống khí nén

Máy hút ẩm hấp thụ - Tác dụng nhiệt ngoài



1. Phin lọc micro (0.01 micro, 0.01 ppm)
2. Van chuyển dòng
3. Bộ chia dòng
4. Vật liệu hút ẩm: hấp thụ
5. Bộ thu khí ra
6. Van chia khí hoàn nguyên
7. Phin lọc tinh
8. Vật liệu hút ẩm: hoàn nguyên
9. Không khí dùng hoàn nguyên
10. Quạt gió
11. Bộ gia nhiệt khí hoàn nguyên
12. Đầu thải khí hoàn nguyên

Máy sấy khí hấp phụ sử dụng nhiệt từ quá trình nén



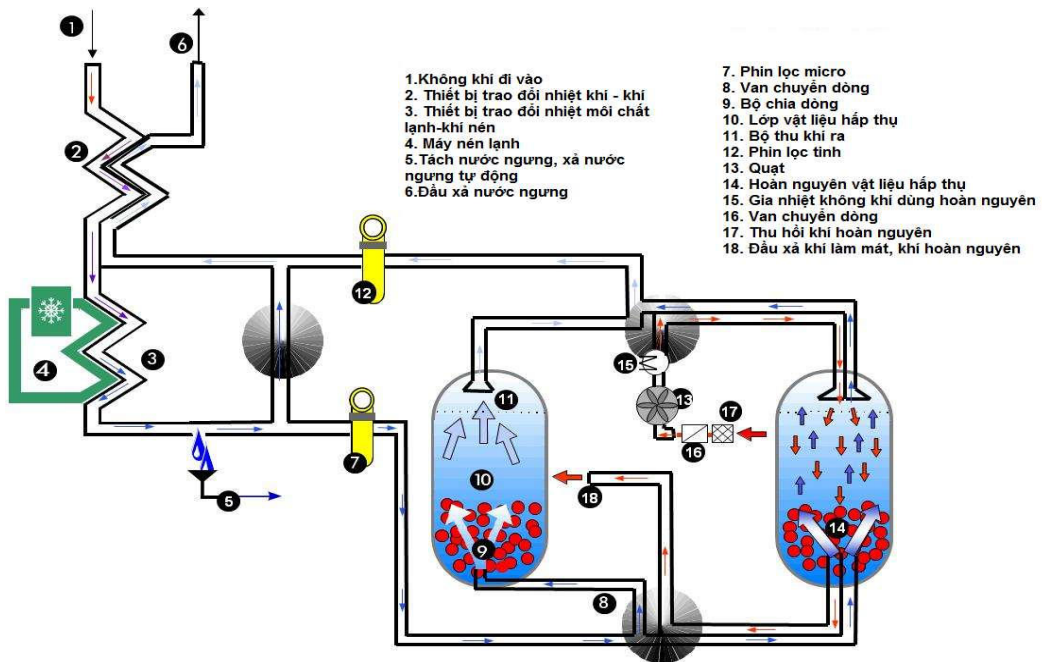
Hệ thống khí nén

Sử dụng máy tách ẩm hấp thụ



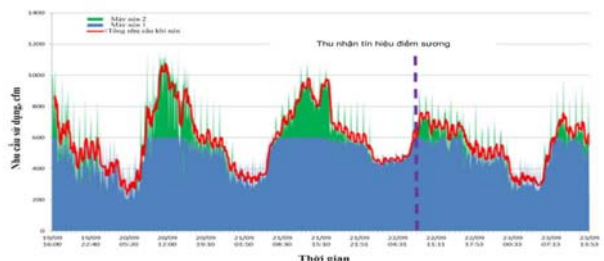
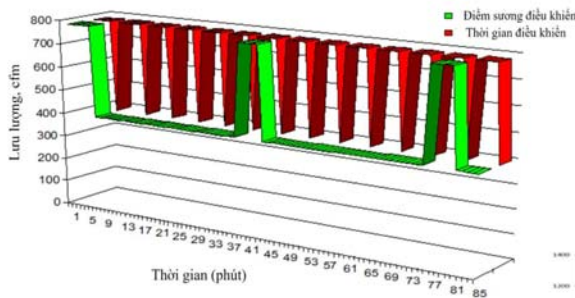
1. Áp suất điểm sương đạt -70°C
2. Dạng không có tác dụng nhiệt sử dụng 15-17% khí thành phẩm để hoàn nguyên
3. Dạng có tác dụng nhiệt sử dụng 7% khí thành phẩm để hoàn nguyên
4. Dạng có quạt khí hoàn nguyên sử dụng 0-2% khí thành phẩm hoàn nguyên
5. Tổn thất áp suất nằm từ 0.2 đến 0.3 bar

Máy tách ẩm kết hợp



Tách ẩm không khí với điều khiển điểm sương

Lượng khí tiết kiệm khi chuyển từ điều khiển theo thời gian sang điều khiển theo điểm sương



- Tiết kiệm tới 70%
- Hệ thống có thể được trang bị thêm cho các máy nén hiện có

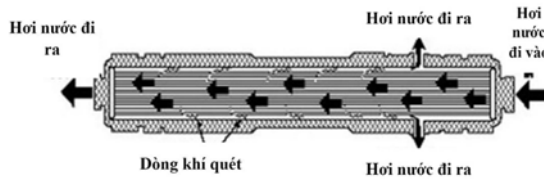
Hệ thống khí nén



Sử dụng bộ tách ẩm dạng màng

Bộ tách ẩm dạng màng

1. Áp suất điểm sương giảm tới -40°C
2. Yêu cầu sử dụng bộ lọc tinh và lọc tách lớp phía đầu vào
3. Sử dụng tới 30% khí thành phẩm để hoàn nguyên
4. Sử dụng tốt cho các ứng dụng yêu cầu khí rất khô



Hệ thống phân phối khí nén

Đường kính ống nhỏ nhất

Lưu lượng m^3/min	Áp suất làm việc 7.5 bar (g)			
	Chiều dài đường ống			
	Lên tới 50 m	Lên tới 100 m	Lên tới 200 m	> 200 m
Lên tới 12.5	2 1/2"	2 1/2"	3"	Xem biểu đồ lựa chọn kích thước ống
Lên tới 15,0	2 1/2"	2 1/2"	3"	
Lên tới 17.5	2 1/2"	3"	DN100	
Lên tới 20.0	3"	3"	DN100	
Lên tới 25.0	3"	DN100	DN100	
Lên tới 30.0	3"	DN100	DN100	
Lên tới 40.0	DN100	DN100	DN 125	

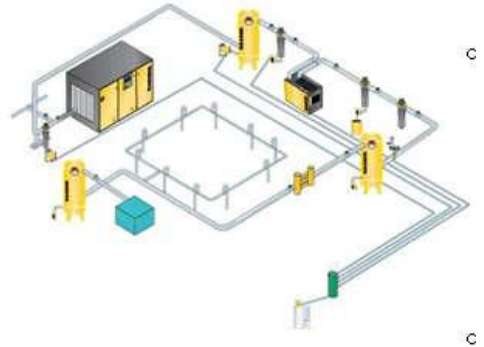
Hệ thống phân phối khí nén

Theo kinh nghiệm:

Một hệ thống đường ống được thiết kế tốt sẽ có tổn thất áp suất nhỏ hơn 0.15 bar trong toàn bộ hệ thống, không tính tới thiết bị làm sạch không khí

Tốc độ khí nén nên giữ:

- 5 m/s trong phòng máy nén
- 6 m/s trong đường ống chính
- 15 m/s tại điểm thổi khí



Sử dụng khí nén

- Thổi
- Làm sạch
- Quy trình công nghệ
- Mũi phun dùng phun các thành phần
- Thông gió – làm mát sản phẩm
- Trộn sơn hoặc làm sạch bồn chứa
- Di chuyển sản phẩm theo các khúc ngoặt hoặc trên băng chuyền
- Giữ sản phẩm thẳng hàng
- Tạo chân không
- Đo lường

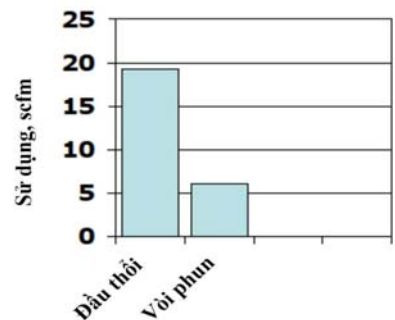
Các thiết bị sử dụng khí nén tiết kiệm năng lượng

Bao gồm:

- Mũi phun khí nén tăng cường
- Dao khí
- Súng phun an toàn
- Các van điện từ công suất thấp
- Bộ tăng áp
- Các mũi phun chân không nhiều tầng
- Bộ điều khiển áp suất cục bộ
- Bộ cách ly các máy sản xuất
- Xylanh khí nén hành trình kép
- Thu hồi khí nén thải ra trong hành trình của xylanh
- Giảm tổn thất áp suất cục bộ
- Các bể điện từ không tổn thất
- Sử dụng các bình chứa tại chỗ để giảm phụ tải đỉnh
- Bộ rung điện dùng vận chuyển bột

Mũi phun khí hiệu quả cao

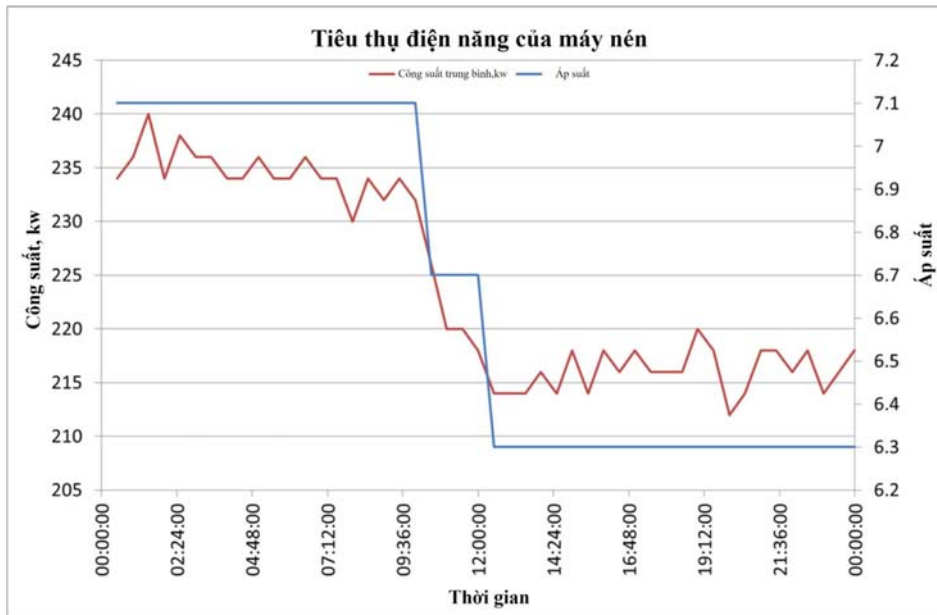
Ống đồng	19.2 scfm
Mũi phun khí hiệu suất cao	<u>6.1 scfm</u>
Giảm đi	13.1 scfm



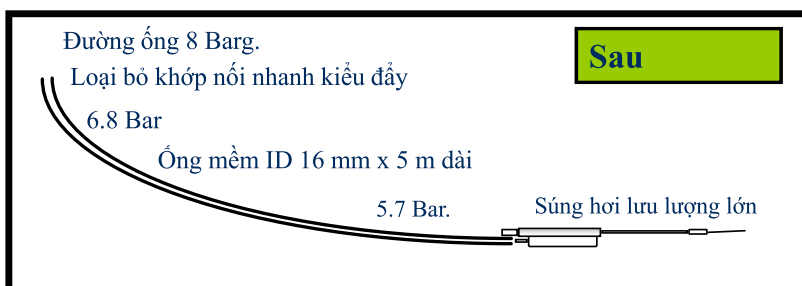
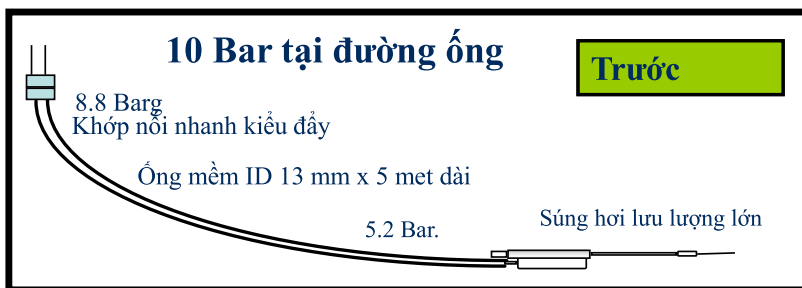
- Chi phí năng lượng = 0.122 kW/cfm
 - Lượng năng lượng tiết kiệm = 1.6 kW/mũi phun
 - **Tiết kiệm/mũi phun = 4,000,000 đ/ năm**
(dựa trên thời gian vận hành 2000 giờ/năm)
 - Chi phí 350,000 - 700,000 đ/ mũi phun
- Thời gian hồi vốn < 2 tháng



Giảm thiểu áp suất



Giảm áp suất tại điểm tiêu thụ cuối



Giảm áp suất tại hệ tiêu thụ

- Sử dụng súng phun 4mm hoạt động ở áp suất 7 barg với mũi phun an toàn
- Tiêu thụ: 40 cfm
- Giảm áp suất xuống 2 barg
- Tiêu thụ = $40 \times \frac{3}{8}$ (tỷ lệ áp suất tuyệt đối)
- $= 15 \text{ cfm}$
- Tiết kiệm = $25 \text{ cfm} \times 0.122 = 3 \text{ kW/súng}$
- 25 súng hoạt động 2 phút/giờ = $25 \times 3 \times 2/60 = 2.5 \text{ kW}$ tiết kiệm trung bình



Tổng tiết kiệm = 12,000,000 đ/năm (4000 giờ/năm)
Chi phí cho van điều chỉnh < 700,000 đ
Thời gian hồi vốn 18 tháng
ĐIỀU CHỈNH PHÙ HỢP!!

Súng thổi an toàn



- Hình dạng thân thiết kế với van đặc biệt và mũi phun KN làm giảm đáng kể tổn thất áp suất
- Có 2 dạng khớp nối
- Yêu cầu lực bóp cò súng nhỏ nhất

Bộ tăng áp cục bộ



- Tăng áp suất trên mạch chính đến một giá trị đã được xác định
- Tiết kiệm năng lượng rất lớn
- Không yêu cầu sử dụng các nguồn năng lượng bên ngoài
- Nhiệt độ vận hành: 2–50 độ C
- Áp suất đầu vào: 0,1–1 MPa
- Các vị trí gá lắp: nằm ngang

Ejectors chân không



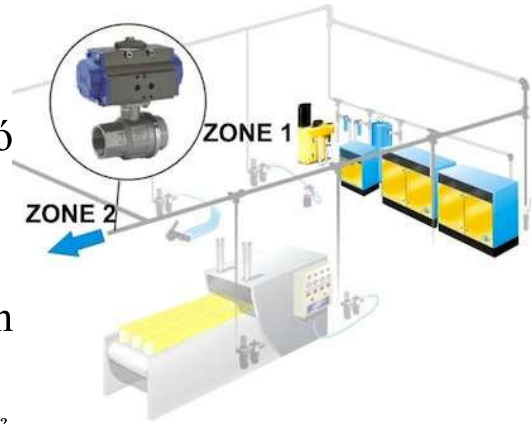
- ☐ Thiết kế nhỏ gọn
- ☐ 3 dạng:
 - Mũi phun + van khóa chân không
 - Mũi phun + đồng hồ đo chân không
 - Chỉ mũi phun
- ☐ Chân không được tạo ra bởi 3 tầng mũi phun chân không do đó tiêu thụ ít khí nén so với mũi phun khí

Khu vực và thiết bị cách ly

Cách ly thiết bị dùng khí nén khi không sử dụng

Sử dụng các van điện từ được điều khiển bởi:

- Cảm biến dòng khí không có sản phẩm
- Bộ khóa cách ly
- Khi không có người vận hành (có báo động chống trộm)
- Tắt khí nén và đèn khi tất cả mọi người về nhà



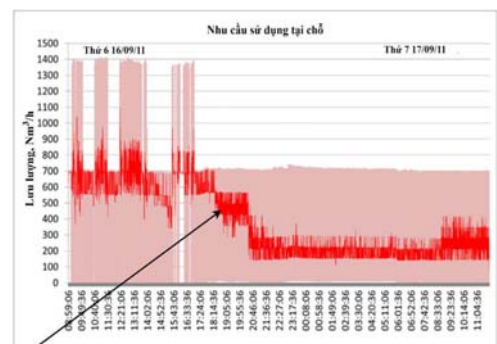
Cách ly máy móc

- ❑ Một máy hoạt động 8 giờ 1 ngày với khí nén được cấp 24 giờ/ngày cho tất cả các hộ tiêu thụ trong nhà máy
 - Tiêu thụ khí nén khi chạy máy: 20 scfm
 - Tiêu thụ khí nén khi dừng máy: 8 scfm
 - Tiêu thụ điện năng khi dừng máy: 0.976 kW



**Chi phí hàng năm = $0.976 \times 16 \times 3000 \times 365$
= 6,839,808 đ/ năm**

Thông thường giá 1 van điện từ ½" là 1,700,000 đ

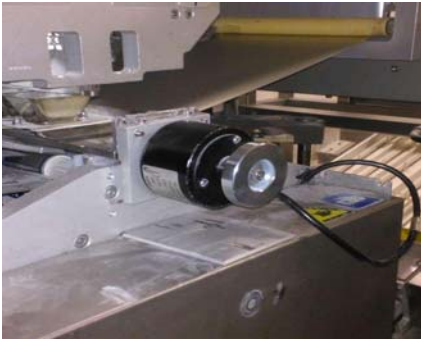


Khu vực 1 đóng sản xuất và được cách ly

Thiết bị tạo rung trong dây truyền sản xuất



Lượng khí nén tiêu thụ khoảng 5 cfm
= 1 kW cho 1 đơn vị 50cm ở áp suất 4
barg



Tiêu thụ năng lượng nhỏ hơn 100W

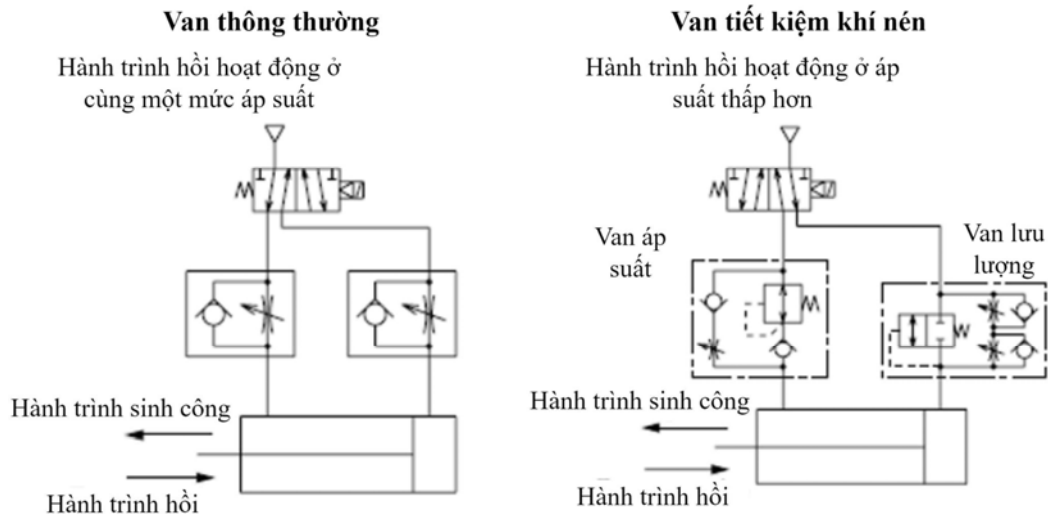
Khớp nối nhanh

- Có thể là nguyên nhân gây tổn thất áp suất chính
- Đảm bảo rằng chúng đủ kích thước
- Sử dụng loại khớp nối nhanh có độ rò rỉ thấp
 - 2 cấp nối để đảm bảo ngăn rò rỉ từ phía khí nén
 - An toàn – không có trường hợp bị tuột khớp nối đột ngột
 - Tổn thất áp suất thấp hơn nên thiết bị làm việc tốt hơn



Van tiết kiệm khí nén

Giảm tiêu thụ khí nén nhờ hành trình hồi hoạt động tại áp suất thấp hơn



Xi lanh hành trình kép



- Xi lanh có chu trình sinh công kép
- Khả năng chịu tải cao nhờ sử dụng vòng bi phẳng tích hợp
- Trục pittong không quay – vòng bi phẳng được gắn trên cơ cấu cơ khí không quay
- Quá trình giãn nở kép sinh công nhờ cơ cấu “pittong trong pittong”
- Giảm xấp xỉ 30% chiều dài so với xi lanh tiêu chuẩn
- Mô men tương đương

Xy lanh thu hồi khí



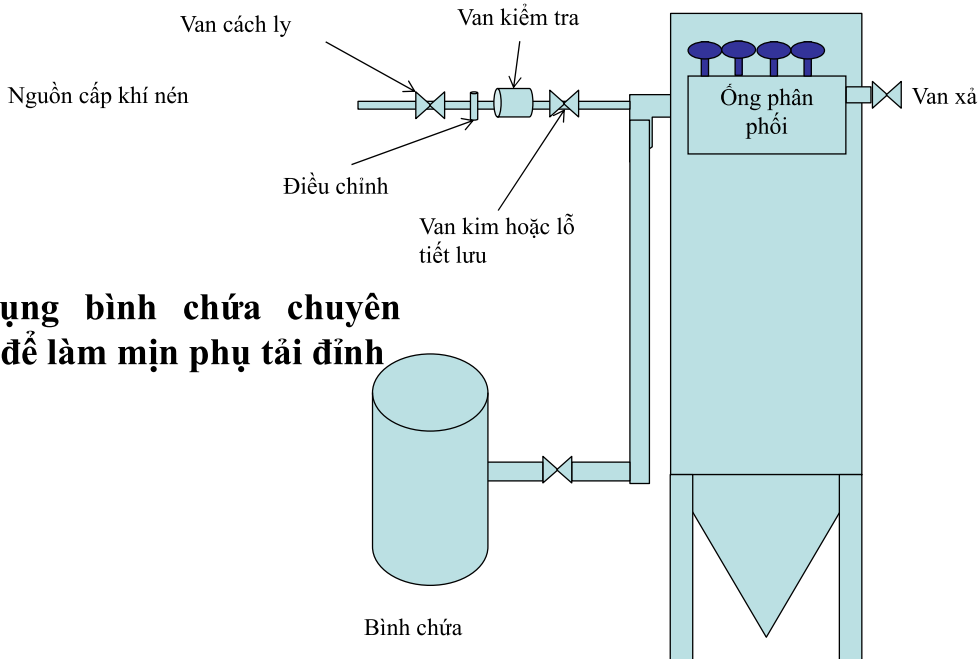
Tích trữ khí nén và sử dụng thay vì thải vào khí quyển

Thu bụi nhà máy



- Sử dụng bình chứa tại chỗ để làm mềm phụ tải đỉnh
- Sử dụng bộ điều khiển chênh áp không định thời gian
- Cách ly theo giờ

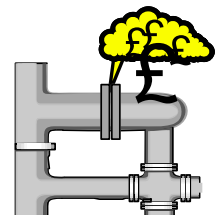
Thu bụi nhà máy



Sử dụng bình chứa chuyên dụng để làm mịn phụ tải đỉnh

Rò rỉ khí nén

- Không nên có rò rỉ hơn 10% nhu cầu tải trung bình trong một nhà máy bình thường.
- Có thể lên tới 20% đối với nhà máy lớn, trên 80% được đo ở vị trí bất kỳ.
- Rò rỉ có thể tái xuất hiện nhưng hiếm khi ở cùng 1 vị trí
- Các chiến lược kiểm soát rò rỉ phải được tiến hành
- Cơ hội kinh doanh cho các nhà cung cấp



Tổn thất do rò rỉ

Đường kính lỗ	Tiêu thụ khí ở 6 bar (g) m ³ /phút	Tổn thất kW
● 1 mm	0.065	0.3
● 2 mm	0.240	1.7
● 4 mm	0.980	6.5
● 6 mm	2.120	12.0

Với đơn giá 3000 đ/kWh, một chỗ rò rỉ 4mm gây tổn thất **170.820.000 VNĐ** /năm do tổn thất năng lượng và các chi phí phát sinh khác trên thiết bị khí nén.

Phát hiện rò rỉ

Nhiều chỗ rò rỉ có thể nghe, cảm nhận hoặc nhìn thấy.

Các kỹ thuật khác:

✓ **Sử dụng nước xà phòng:**

- Tin cậy, tốn thời gian nhưng đôi khi đó là cách duy nhất
- Chỉ phù hợp cho chỗ rò rỉ nhỏ

✓ **Siêu âm**

- Rất hiệu quả thậm chí là ở nơi có tiếng ồn lớn



Các nơi thường có rò rỉ

- Phin lọc, bộ điều khiển, hộp dầu
- Các van nước ngưng điều khiển bằng tay
- Các bộ ngắt kết nối nhanh (QD)
- Các kẹp đàn hồi
- Chỗ nối ống mềm
- Ống mềm bị cắt hoặc bị đâm thủng
- Chỗ nối ống
- Các mối ghép ống
- Gioăng làm kín mép bích
- Ống cũ bị gỉ
- Đệm kín cần ống khí nén
- Thân ống khí nén
- Các van điều khiển trực tiếp
- Các cổng và các đường dẫn của van
- Đệm và thân van

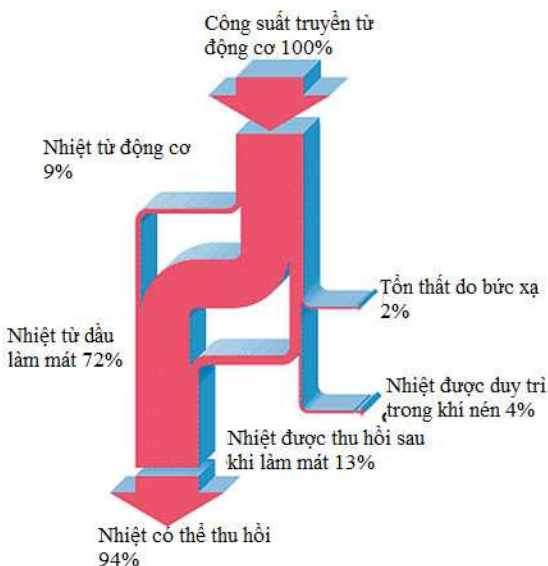
Ống cao su dùng các kẹp để tạo các mối nối chất lượng kém thường có rò rỉ



Một van mở dùng để xả nước ngưng có thể gây ra những tổn hao trung bình hàng tháng cao hơn giá của một van tự động có chức năng chống rò khí



Thu hồi nhiệt thải

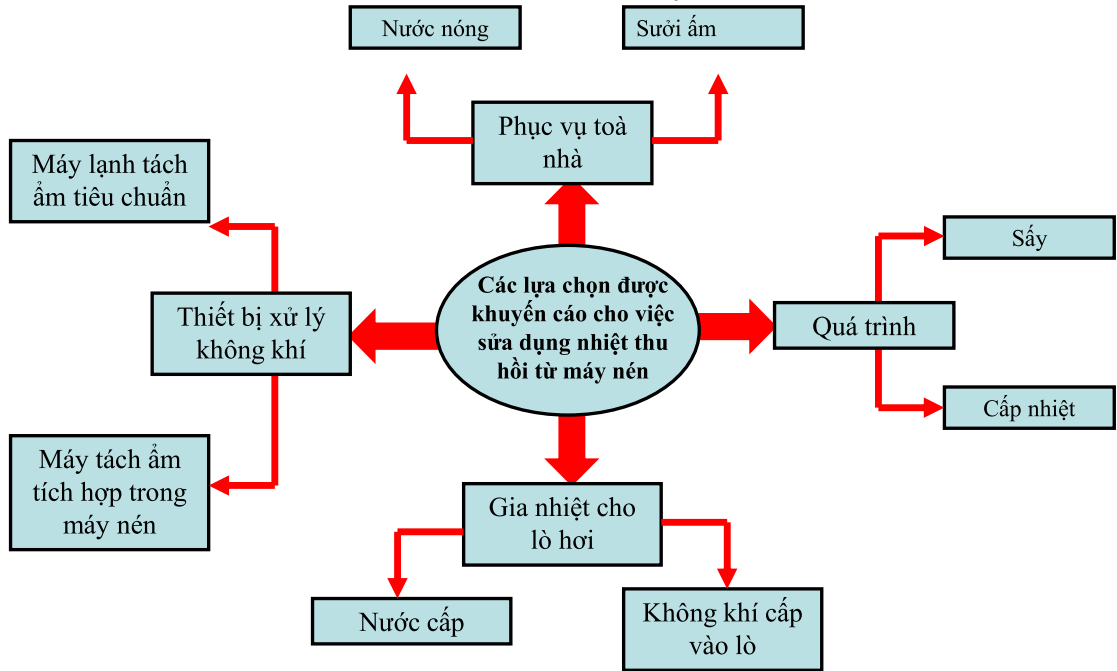


Trung bình 85% năng lượng đầu vào có thể thu hồi được để sử dụng cho việc cấp nhiệt

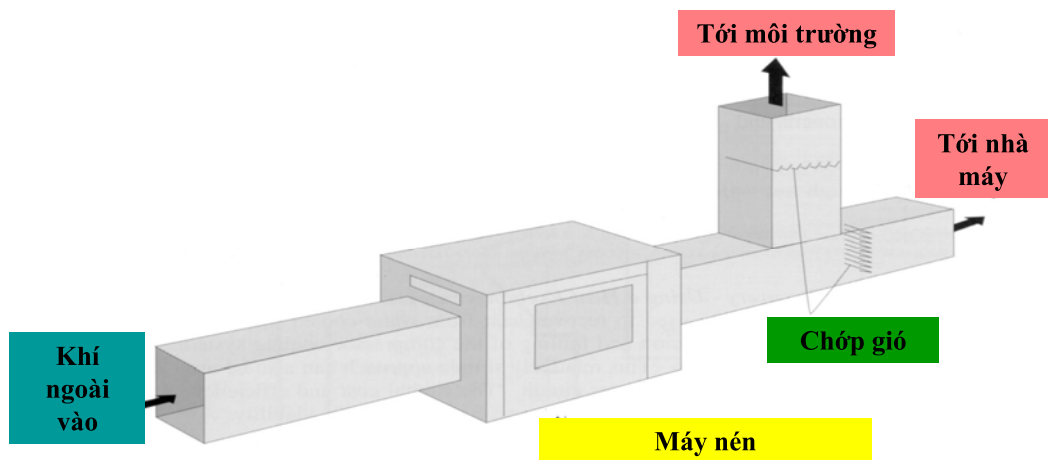
Khả năng thu hồi nhiệt phụ thuộc vào:

- Nhu cầu sử dụng nhiệt của nhà máy
- Sự phù hợp của máy nén
- Vận hành và nhu cầu nhiệt
- Độ gần giữa trạm máy nén và hệ tiêu thụ/đường phân phối nhiệt
- Nhiệt độ sử dụng và có sẵn

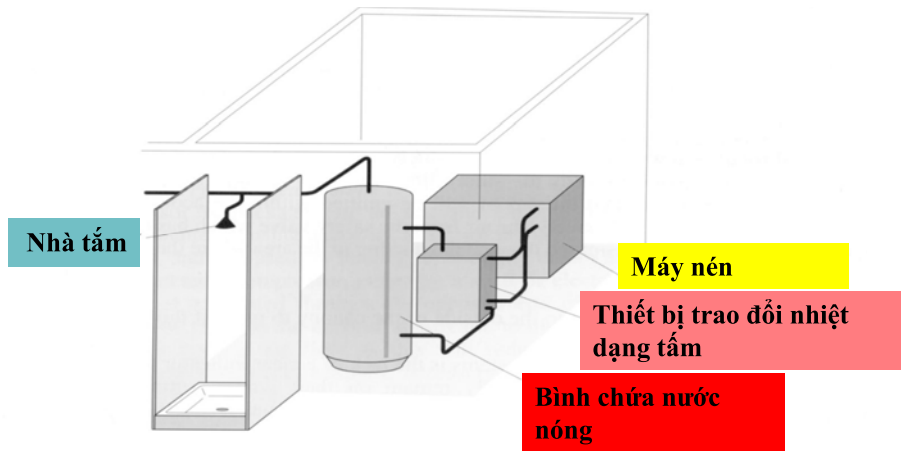
Thu hồi nhiệt



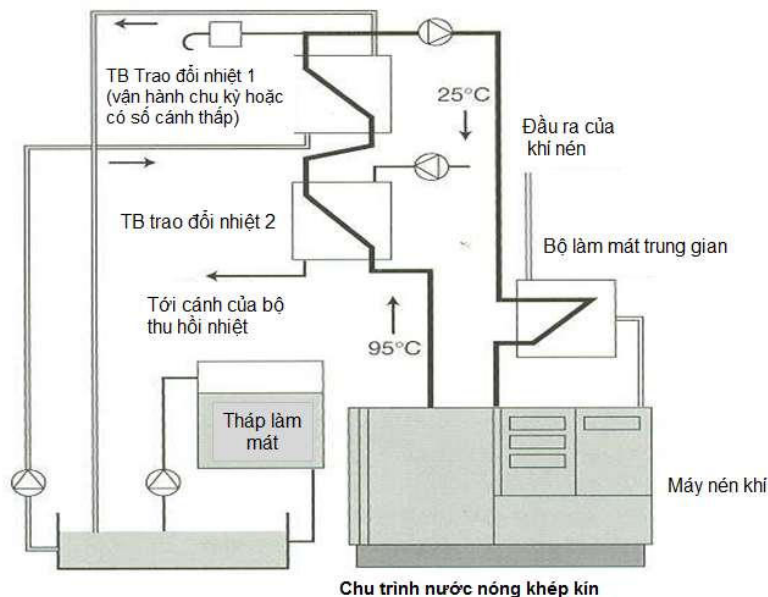
Thu hồi nhiệt từ các cụm làm mát bằng khí



Thu nước nóng từ các cụm máy nén làm mát bằng không khí



Máy nén trục vít không dầu và máy nén ly tâm làm mát bằng nước



Kết thúc khóa học Q&A

TUYÊN BỐ MIỄN TRỪ

Tài liệu này được biên soạn trong khuôn khổ Dự án “Đẩy mạnh hoạt động tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý năng lượng và tối ưu hóa hệ thống và thực hành tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam” (Dự án IEEP) do Liên minh châu Âu (EU) tài trợ, Bộ Công Thương (Bộ CT) quản lý và Tổ chức Phát triển công nghiệp Liên hợp quốc (UNIDO) thực hiện. Nội dung tài liệu hoàn toàn thuộc trách nhiệm của Dự án và không nhất thiết phản ánh quan điểm của bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào.