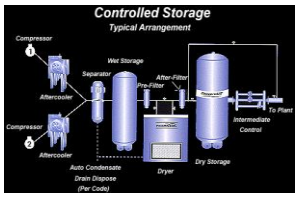
การอนุรักษ์พลังงาน.....
....ในระบบอัดอากาศ

วันจันทร์ที่ 8 ตุลาคม 2561
บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิแบ ไทย จำกัด

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
apirak.sa@spu.ac.th

ระบบอากาศอัด
Compressed Air System



วัตถุประสงค์

- ทราบหลักการทำงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบอากาศอัด
- ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบอากาศอัด
- เข้าใจวิธีตรวจวัดและประเมินประสิทธิภาพพลังงานของระบบอากาศอัด
- ทราบถึงมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบอากาศอัด

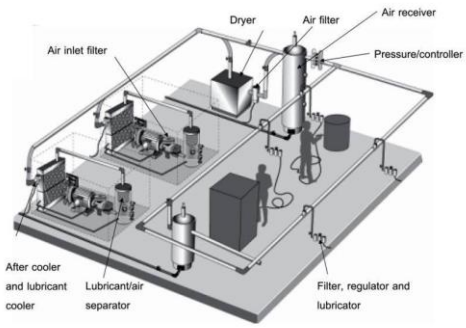
เนื้อหา

- ❑ ระบบอากาศอัด
- ❑ ประเภทของระบบอัดอากาศ
- ❑ การประเมินเครื่องอัดอากาศและระบบอากาศอัด
- ❑ การอนุรักษ์พลังงานระบบอัดอากาศ
- ❑ การดูแลรักษา

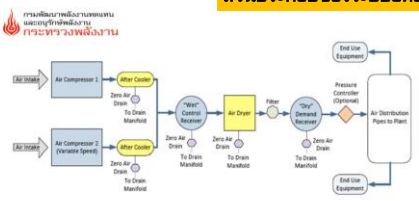
องค์ประกอบหลักของระบบอากาศอัด

- ❑ Intake air filters
- ❑ Inter-stage coolers
- ❑ After coolers
- ❑ Air dryers
- ❑ Moisture drain traps
- ❑ Receivers

องค์ประกอบหลักของระบบอากาศอัด



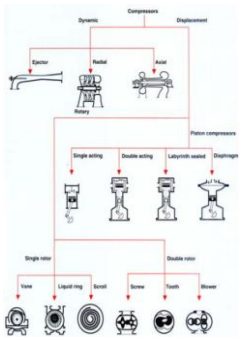
ส่วนประกอบของระบบอัดอากาศ



Electric Energy → Conversion → **Compressed Air**

Generation → Transmission → Utilization

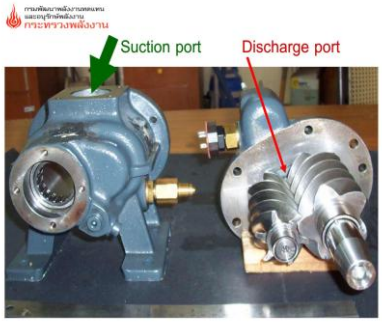
ประเภทเครื่องอัดอากาศ

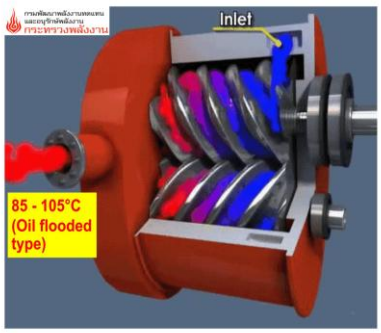


Screw Air Compressor (Positive Displacement Type)

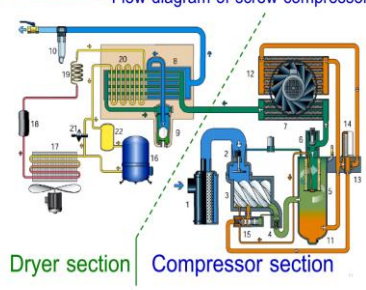
เน้น !

5.5 kW 37.0 kW





Flow diagram of screw compressor



Compressed Air Temperature

Adiabatic Process => Heat Transfer = 0 (ไม่มีการถ่ายเทความร้อน)

$T_2 = (T_1 + 273.15) \times R^{(k-1)/k} - 273.15$

T_2 = Compressed air temperature (Deg. C)

T_1 = Ambient air temperature (Deg. C) = **30**

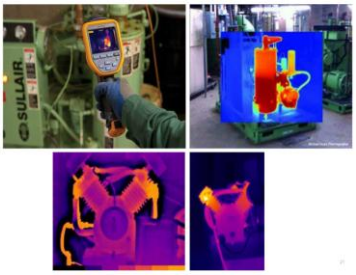
R = Compression ratio (Ratio of absolute pressure) = (7 + 1)/1

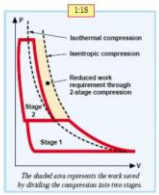
k = Specific heat ratio (1.4 for air)

$T_2 = (30 + 273.15) \times (8/1)^{(1.4-1)/1.4} - 273.15 =$ **276** Deg. C

Very high temperature! Have to cool down!

Compressor Thermal Scan





Piping

Intercooler

Air receiver

Air compressor

ประเภทของระบบอัดอากาศ

โดยทั่วไปเครื่องอัดอากาศอาจแบ่งได้ 2 ประเภท

- เครื่องอัดอากาศประเภทปริมาตรแทนที่เชิงบวก **(Positive Displacement)**
- เครื่องอัดอากาศประเภทไดนามิคส์ (Dynamics)

ประเภทของเครื่องอัดอากาศ

แบ่งตามการเพิ่มพลังงานให้กับอากาศได้ 3 ประเภท

1) เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ (Reciprocation Compressors)

พลังงาน => แรงอัดโดยตรง => อากาศอัด

2) เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี่ (Rotary Compressors)

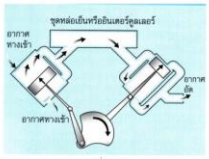
พลังงาน=> การหมุนของฟันเฟือง => อากาศอัด

3) เครื่องอัดอากาศแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Compressors)

พลังงาน=> แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง => อากาศอัด

Reciprocating Compressors

ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กใช้แหล่งกำลังงานต้นกำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ขนาดเล็ก โดยมีสายพานเป็นอุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังงานไปสู่เครื่องอัด เพื่อให้ลูกสูบเคลื่อนที่อัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลง และความดันของอากาศสูงขึ้น อากาศอัดจะถูกส่งไปเก็บไว้ในถังลมอัดก่อนที่จะถูกนำไปใช้งานต่อไป

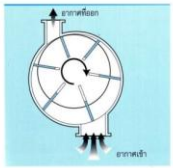


เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบทำงานแบบ 2 จังหวะและอัดอากาศ 2 ขั้นตอน

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี (Rotary Compressors)

• เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีเวน (Sliding Vane Compressors)

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีชนิดนี้จะมีแผ่นกวาด (Vane) เลื่อนเข้า และเลื่อนออกในแนวรัศมีอยู่ภายในเครื่องอัด แผ่นกวาดจะทำหน้าที่กวาดอัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลง และทำการส่งอากาศอัดออกไปจากเครื่องอัดเพื่อนำไปใช้งานต่อไป



เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีเวน

➢ Liquid Piston Compressors

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีชนิดนี้ ภายในจะมีของเหลวเป็นสารทำงาน ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายกับเป็นลูกสูบในการอัดอากาศให้มีความดันสูงขึ้น

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี ชนิด Liquid piston

Two-Impeller Straight-Lobe

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีชนิดนี้ จะมีอุปกรณ์ในการอัดอากาศเป็นลอน (Lobe) 2 ชิ้น หมุนด้วยความเร็วรอบที่สัมพันธ์กัน เพื่ออัดและส่งอากาศอัดไปยังระบบต่อไป อากาศที่อัดได้ในระบบนี้จะมีความดันต่ำมาก

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี ชนิด straight – lobe

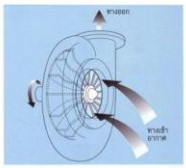
เครื่องอัดอากาศแบบสกรู (Screw Compressor)

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีชนิดนี้ จะมีอุปกรณ์ในการอัดอากาศเป็นลักษณะโรเตอร์ หมุนอยู่ภายในตัวเรือนเครื่องอัดจำนวน 2 ตัว ตัวหนึ่งจะเป็นเกลียวตัวผู้ (Helical) จะทำหน้าที่ในการอัดอากาศ อากาศอัดจะเกิดการเคลื่อนที่ในลักษณะของการแทนที่อย่างต่อเนื่อง

เครื่องอัดอากาศแบบสกรู

เครื่องอัดอากาศแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Compressors)

เป็นเครื่องอัดอากาศที่ทำงานด้วยการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นความกดดัน ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศอัดจะถูกเหวี่ยงตัวออกไปในแนวรัศมี ลมดูดจะเข้าสู่ตรงแกนกลางของเพลาใบพัดและถูกเหวี่ยงตัวออกไปในแนวรัศมีของใบพัดสู่ผนังเครื่องอัด และถูกส่งไปตามระบบท่อ อากาศอัดจะมีความดันสูงขึ้นแต่ความเร็วยังคงที่



เครื่องอัดอากาศแบบเทอร์โบ หรือ แบบหมุนเหวี่ยง

การใช้พลังงานจำเพาะของระบบอัดอากาศ

ชนิดของเครื่องอัดอากาศ	ภาวะไร้โหลด ไฟฟ้าที่ต้องการเทียบเป็น % ของภาระโหลดเต็ม	ภาวะโหลดเต็มที่ ไฟฟ้าที่ต้องการ ณ ที่ความดัน 700 kPa
Reciprocate	10 - 25 %	ชั้นเดียว 0.38 - 0.43 kW/litre/sec สองชั้น 0.30 - 0.35 kW/litre/sec
Rotary vane	30 - 40 %	0.40 - 0.45 kW/litre/sec
Rotary Screw	25-60 %	0.35 - 0.40 kW/litre/sec
Centrifugal	20-30 %	0.30 - 0.35 kW/litre/sec

การออกแบบระบบท่อส่งจ่ายอากาศอัด (Piping)

- ให้การสูญเสียความดันในท่อจากเครื่องอัดอากาศถึงจุดใช้อากาศอัดให้ต่ำที่สุด
- ให้มีการรั่วในระบบให้น้อยที่สุดให้ได้ที่ 5%
- ให้ติดตั้งท่อให้เอียง 25 ม.ม. ต่อท่อ 6 เมตร

การหาขนาดท่อ

$$\phi mm = (3{,}536\ CMm/CR)$$

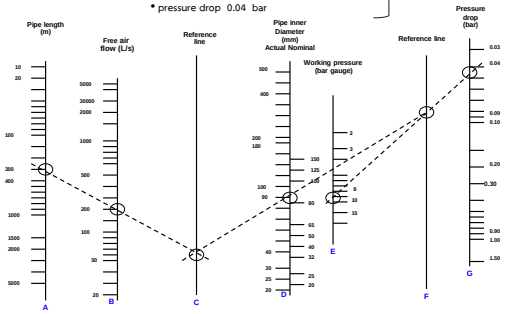
- ϕmm คือ ขนาดภายในท่อ (ม.ม.)
- CMm คือ ปริมาตรอากาศอัดลูกบาศก์เมตรต่อนาที (m^3/min)
- CR คือ อัตราส่วนการอัด (Compression Ratio) P_2/P_1

การหาขนาดท่อที่เหมาะสม

หรือหาขนาด ϕ โดยใช้ Air Compressor-Nomograph เมื่อทราบคุณสมบัติดังนี้

- ท่อยาว 300 m
- Free air Flow = 200 l/s
- working pressure 9 bar.g
- pressure drop 0.04 bar

ได้ท่อขนาด 90 mm.

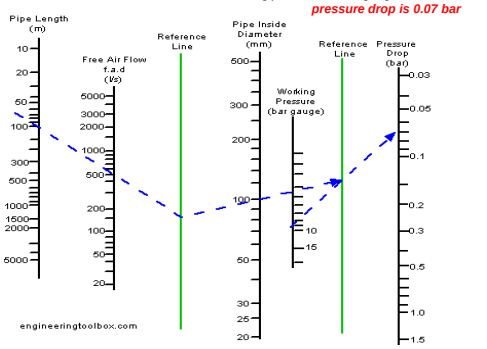


การหาความดันสูญเสียในระบบท่อ

The pressure drop in a compressed air pipe line

- length *100 m*
- air flow *500 l/s*
- inside diameter *100 mm*
- working pressure *9 bar gauge*

pressure drop is 0.07 bar



การประเมินเครื่องอัดอากาศและระบบอากาศอัด (Assessment of compressor)

- การปล่อยอากาศอิสระ
- ประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ
- การประเมินสมรรถนะการสูญเสียจากการส่งจ่ายในระบบอัด
- โอกาสในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- รายการการตรวจสอบ

การตรวจวัดค่าอัตราการผลิตอากาศอัด

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศขนาด 75 กิโลวัตต์ มีพื้นที่หน้ากากดูดอากาศ 0.33 m^2 ตรวจวัดความเร็วลมเฉลี่ยได้ 0.67 m/s จงหาอัตราการผลิตอากาศอัด?

จากสูตร อัตราการผลิตอากาศอัด = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องลมเข้า

= 0.67 x 0.33 x 60

= 13.27 m^3/min

ตรวจวัดจากการจับเวลาการอัดอากาศเข้าถังลม

เป็นวิธีการที่สามารถตรวจวัดอัตราการผลิตอากาศอัดได้แม่นยำ แต่ต้องทดสอบในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้อากาศอัดของเครื่องจักร โดยขั้นตอนดังนี้

- หยุดเครื่องอัดอากาศ และปิดวาล์วด้านจ่ายอากาศออกจากถัง
- เดรนน้ำในถังลมออกให้หมด และอ่านค่าความดันจากเกจวัดให้ต่ำกว่าความดันใช้งานอย่างน้อย 1 บาร์ (เช่นใช้งานที่ความดัน 7 บาร์ ให้เดรนลมจนเกจวัดความดันที่ถังต่ำกว่า 6 บาร์
- เดินเครื่องอัด และจับเวลาที่ใช้ในการอัดอากาศจาก 6-7 บาร์

อัตราการผลิตอากาศอัด = (ปริมาตรถัง+ท่อก่อนถึงวาล์ว)/เวลาที่ใช้ ....m^3/min

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศขนาด 37 kW ตั้งความดันไว้ที่ 6.0 – 7.1 Bar_g มีขนาดถังเก็บอากาศอัดรวมท่อเท่ากับ 3.32 m^3 ทดสอบอัตราการผลิตอากาศอัดโดยการจับเวลาตั้งแต่ 6.0 ไปจนถึง 7.0 Bar_g ได้เท่ากับ 36.02 วินาที จงหาอัตราการผลิตอากาศอัด?

จากสูตร อัตราการผลิตอากาศอัด = (ปริมาตรถัง+ท่อก่อนถึงวาล์ว)/เวลาที่ใช้

= (3.32 x 60) / 36.02

= 5.53 m^3/min

ตารางความจุอากาศภายในท่อขนาดต่าง ๆ (ลิตร)

ขนาดท่อ	ความยาวท่อ (เมตร)			
(นิ้ว)	1	2	5	10
½	0.2	0.4	1.0	2.0
¾	0.3	0.6	1.5	3.0
1	0.5	1.0	2.5	5.0
1 ¼	0.8	1.6	4.0	8.0
1 ½	1.3	2.6	6.5	13.0
2	2.0	4.0	10.0	20.0
2 ½	3.3	6.6	16.5	33.0
3	5.0	10.0	25.0	50.0
4	7.9	15.8	39.5	79.0

การหาประสิทธิภาพของพลังงานของเครื่องอัดอากาศ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบค่าดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับติดตามการทำงานให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลาโดยใช้การเปรียบเทียบกับค่าพิกัด

ตัวอย่าง 1 เครื่องอัดอากาศชนิดสกรูขนาด 37 kW มีขนาดถัง 300 ลิตร การใช้พลังไฟฟ้าในช่วง Load 35 kW สามารถจับเวลาในช่วงอัดอากาศ (Load) จาก 7 Bar_g ไปที่ 8 Bar_g ได้ 3 วินาที เครื่องอัดอากาศจะมีค่าประสิทธิภาพเท่าใด? **(ใช้วิธีวัดประสิทธิภาพแบบจับเวลา)**

อัตราการผลิตอากาศ = $\frac{\text{(ขนาดถัง+ท่อ) x (ความดันทดสอบสูงสุด – ความดันทดสอบต่ำสุด) x 60}}{\text{เวลาที่ใช้ x 1.013 x 1000}}$

= $\frac{300 \times (8-7) \times 60}{3 \times 1.013 \times 1{,}000}$

= 5.08 m^3/min

ค่าประสิทธิภาพ = พลังไฟฟ้า / อัตราการผลิตอากาศ

= 35 / 5.08

= 6.89 kW/m^3/min

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศขนาด 37 kW ตั้งความดันไว้ที่ 6.0 – 7.1 Bar_g มีขนาดถังเก็บอากาศอัดรวมท่อเท่ากับ 3.32 m^3 ทดสอบอัตราการผลิตอากาศอัดโดยการจับเวลาตั้งแต่ 6.0 ไปจนถึง 7.0 Bar_g ได้เท่ากับ 36.02 วินาที จงหาอัตราการผลิตอากาศอัด?

จากสูตร อัตราการผลิตอากาศอัด = (ปริมาตรถัง+ท่อก่อนถึงวาล์ว)/เวลาที่ใช้

= (3.32 x 60) / 36.02

= 5.53 m^3/min

ตัวอย่าง 2. เครื่องอัดอากาศชนิดสกรูขนาด 75 kW มีการใช้พลังไฟฟ้าในช่วง Load 78 kW พื้นที่หน้ากากด้านลมเข้า 0.35 m2 ความเร็วลมเฉลี่ย 4 จุด 0.65 m/s เครื่องอัดอากาศจะมีค่าประสิทธิภาพเท่าใด? (ใช้วิธีวัดประสิทธิภาพแบบตรวจวัดความเร็วลม)

อัตราการผลิตอากาศ = พื้นที่ดูดอากาศ x ความเร็วลมเฉลี่ย x 60

= 0.35 x 0.6 x 60

= 12.60 m^3/min

ค่าประสิทธิภาพ = พลังไฟฟ้า / อัตราการผลิตอากาศ

= 78 / 12.60

= 6.19 kW/m^3/min

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1. การเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง

*ตารางแสดงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี **(kWh/y)** เมื่อเปลี่ยนไปใช้เครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง*

ประสิทธิภาพเดิม (kW/m³/min)	ขนาดเครื่องอัดอากาศ (kW)				
	3.7	7.5	11	22	37
8	3,552	7,200	10,560	21,120	35,520
9	5,328	10,800	15,840	31,680	53,280
10	7,104	14,400	21,120	42,240	71,040
11	8,880	18,000	26,400	52,800	88,800
12	10,656	21,600	31,680	63,360	106,560
13	12,432	25,200	36,960	73,920	124,320

หมายเหตุ : เงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน
1) เปิดใช้งาน 12 ชั่วโมง/วัน 300 วัน/ปี (3,600 ชั่วโมง/ปี)
2) เปอร์เซ็นต์การทำงาน (Load Factor) ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 80%
3) เครื่องอัดอากาศใหม่มีค่าประสิทธิภาพ 6 kW/m³/min

การเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศขนาด 37 kW ประสิทธิภาพเดิมอยู่ที่ 8 kW/m³/min เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน 300 วัน/ปี (3,600 ชั่วโมง/ปี) ต้องการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง จะสามารถประหยัดพลังงานได้เท่าไหร่?

จากตาราง 6.5 หากเปิดใช้งาน 12 ชั่วโมง/วัน จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 35,520 kWh/yr
ดังนั้น ใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน ประหยัดได้ = (8/12) x 35,520
= 23,680.00 kWh/ปี

2. การลดการรั่วไหลอากาศอัด

โดยมาตรฐานแล้วจะยอมให้มีอากาศอัดรั่วไหลได้ไม่เกิน 5% ของปริมาณอากาศอัดที่ผลิตได้ การตรวจสอบต้องดำเนินการในขณะที่**ไม่มี**การใช้งานอากาศอัด (No Load Test) ในเครื่องจักร/อุปกรณ์ มีขั้นตอนดังนี้

1. หยุดเดินเครื่องอัด, เปิดวาล์วด้านจ่ายอากาศออกจากถังรวมถึงวาล์วทั้งหมดในระบบ
2. เดินเครื่องอัดและจับเวลาที่ใช้ในขณะเครื่องทำงาน (T_{Load}) และหยุดทำงาน (T_{Unload})
3. คำนวณ % การรั่ว = $[T_{Load} / (T_{Load} + T_{Unload})] \times 100$
4. คำนวณปริมาณอากาศอัดที่รั่วไหล = เปอร์เซ็นต์การรั่ว x อัตราการผลิตอากาศอัด

$$[(kW_{Load} - kW_{Unload}) \times (\%\ รั่ว_{ก่อนปรับปรุง} - \%\ รั่ว_{หลังปรับปรุง})] \times ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี$$

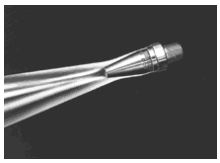
ตารางการประเมินผลประหยัดพลังงาน (kWh/ปี) จากการลดการรั่วไหลของอากาศอัด

การรั่วไหลเดิม	ขนาดเครื่องอัดอากาศ (kW)					
	เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ			เครื่องอัดอากาศแบบสกรู		
(%)	3.7	7.5	11	11	22	37
10	666	1,350	1,980	1,188	2,376	3,996
20	1,998	4,050	5,940	3,564	7,128	11,988
30	3,330	6,750	9,900	5,940	11,880	19,980
40	4,662	9,450	13,860	8,316	16,632	27,972
50	5,994	12,150	17,820	10,692	21,384	35,964
60	7,326	14,850	21,780	13,068	26,136	43,956

หมายเหตุ : เงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน 1) เปิดใช้งาน 12 ชั่วโมง/วัน 300 วัน/ปี (3,600 ชั่วโมง/ปี) 2) หลังปรับปรุง การรั่วไหลลดเหลือ 5%
3) เครื่องอัดอากาศแบบสกรู มีค่า kW_{Unload} = 40% ของค่า kW_{Load}

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ



ตารางการการรั่วไหลของอากาศอัดและกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

Pressure (bar)	Diameter Pipe (mm) and Air Leakage															
	0.3		0.5		0.7		1.0		3.0		5.0		7.0		10.0	
	l/sec	kW	l/sec	kW	l/sec	kW	l/sec	kW	l/sec	kW	l/sec	kW	l/sec	kW	l/sec	kW
3.0	0.06	0.01	0.16	0.03	0.31	0.05	0.63	0.11	5.71	0.97	15.85	2.71	31.07	5.31	63.41	10.83
4.0	0.07	0.01	0.20	0.04	0.39	0.08	0.79	0.16	7.13	1.46	19.80	4.06	38.81	7.97	79.21	16.26
4.5	0.08	0.02	0.22	0.05	0.43	0.09	0.87	0.19	7.84	1.73	21.78	4.81	42.68	9.42	87.11	19.22
5.0	0.09	0.02	0.24	0.06	0.47	0.11	0.95	0.22	8.55	2.01	23.75	5.58	46.55	10.95	95.01	22.34
6.0	0.10	0.03	0.28	0.07	0.54	0.14	1.11	0.29	9.97	2.61	27.70	7.25	54.29	14.21	110.81	28.99
7.0	0.11	0.03	0.32	0.09	0.62	0.18	1.27	0.36	11.39	3.25	31.65	9.04	62.04	17.71	126.61	36.15
7.5	0.12	0.04	0.34	0.10	0.66	0.20	1.35	0.40	12.11	3.59	33.63	9.98	65.91	19.56	134.51	39.91
8.0	0.13	0.04	0.36	0.11	0.70	0.21	1.42	0.44	12.82	3.94	35.60	10.94	69.78	21.45	142.41	43.78
9.0	0.14	0.05	0.40	0.13	0.78	0.25	1.58	0.52	14.24	4.66	39.55	12.96	77.52	25.40	158.21	51.83

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศชนิดสกรูขนาด 37 kW มีการใช้พลังไฟฟ้าในช่วง Load / Unload 35 และ 14 kW อัตราการผลิตอากาศ 5.50 m^3/min สามารถจับเวลาในช่วง Load ได้ 30 วินาทีและใช้เวลาในช่วง Unload 120วินาที จะมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลกี่เปอร์เซ็นต์?

% การรั่วไหล = [30 / (30 + 120)] x 100

= 20 %

ปริมาณอากาศอัดที่รั่วไหล = 20 % x 5.50

= 1.1 m^3/min

ทำการปรับปรุงระบบส่งจ่ายอากาศอัดที่มีการรั่วไหล 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ลดลงเหลือ 5 เปอร์เซ็นต์โดยเครื่องอัดอากาศทำงานที่ 12 ชม./วัน 300 วัน/ปี สามารถประหยัดพลังงานลงได้ 11,988 kWh/ปี กรณีเครื่องอัดอากาศมีชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 8 ชม./วัน 350 วันต่อปี สามารถหาผลประหยัดได้ดังนี้

ผลประหยัด = 11,988x [(8 x 350)/3,600]

= 9,324 kWh/ปี

3. การปรับลดแรงดัน

ตารางการประเมิน % ผลการประหยัดที่เกิดขึ้นจากการปรับลดความดันอากาศด้านขาออก

หลัง ปรับปรุง \ ก่อนปรับปรุง	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
3.5	2.9%	5.5%	7.8%	9.9%	11.7%	13.4%	15.0%	16.4%	17.8%	19.0%
4.0	0.0%	2.7%	5.0%	7.1%	9.1%	10.8%	12.4%	13.9%	15.3%	16.6%
4.5	-2.7%	0.0%	2.4%	4.6%	6.6%	8.4%	10.0%	11.6%	13.0%	14.3%
5.0	-5.3%	-2.5%	0.0%	2.2%	4.3%	6.1%	7.8%	9.4%	10.8%	12.2%
5.5	-7.7%	-4.8%	-2.3%	0.0%	2.1%	4.0%	5.7%	7.3%	8.8%	10.2%
6.0	-10.0%	-7.0%	-4.4%	-2.1%	0.0%	1.9%	3.7%	5.3%	6.9%	8.3%
6.5	-12.1%	-9.2%	-6.5%	-4.1%	-2.0%	0.0%	1.8%	3.5%	5.0%	6.5%
7.0	-14.2%	-11.2%	-8.5%	-6.0%	-3.8%	-1.8%	0.0%	1.7%	3.3%	4.7%
7.5	-16.2%	-13.1%	-10.3%	-7.9%	-5.6%	-3.6%	-1.7%	0.0%	1.6%	3.1%
8.0	-18.1%	-14.9%	-12.1%	-9.6%	-7.4%	-5.3%	-3.4%	-1.6%	0.0%	1.5%
8.5	-19.9%	-16.7%	-13.9%	-11.3%	-9.0%	-6.9%	-5.0%	-3.2%	-1.5%	0.0%

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบขนาด 7.5kW มีการใช้พลังไฟฟ้าในช่วง Load 7kW การทำงาน 12 ชม./วัน 300 วัน/ปี เปอร์เซ็นต์การทำงาน 80 เปอร์เซ็นต์ มีการปรับตั้งความดันที่ 8.5 Bar_g แต่อุปกรณ์ที่ใช้ต้องการความดันที่ 6.5 Bar_g เมื่อทำการปรับลดความดันจะประหยัดได้เท่าไร?

การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง = 7.0 x 12 x 300 x 0.8

= 20,160 kWh/ปี

ทำการปรับลดความดันลงจาก 8.5 Bar_g เหลือเพียง 6.5 Bar_g สามารถประหยัดได้ 6.5 %

ผลประหยัดจากการลดความดัน = 20,160 x 6.50 %

= 1,310.40 kWh/ปี

4. การปรับลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ

อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ

หลัง ปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง																	
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
20	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0
21	1.3	2.0	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7
22	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3
23	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0
24	0.3	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
25	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4
26	-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1
27		-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8
28			-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4
29				-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1
30					-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8
31						-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5
32							-0.3	0.0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2
33								-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.9
34									-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5
35										-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2
36											-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9
37												-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6
38													-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3
39														-0.3	0.0	0.3	0.6	1.0
40															-0.3	0.0	0.3	0.6
41																-0.3	0.0	0.3
42																	-0.3	0.0

ตัวอย่าง เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบขนาด 11.0 kW มีการใช้พลังไฟฟ้าในช่วง Load 10.5 kW การทำงาน 12 ชม./วัน 300 วัน/ปี เปอร์เซ็นต์การทำงาน 70 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องเท่ากับ 40 °C ทำการลดอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศด้วยการเติมอากาศจากภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้ลดเหลือ 35 °C จะสามารถหาผลประหยัดได้เท่าไหร่?

การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง = 10.5 x 12 x 300 x 0.7

= 26,460.00 kWh/ปี

อุณหภูมิอากาศลดลงจาก 40 °C เหลือ 35 °C สามารถประหยัดพลังงานได้ 2 %

การใช้พลังงานหลังปรับปรุง = 26,460.00 x 1.60%

= 423.36 kWh/ปี