



การจัดการพลังงานของระบบอัดอากาศ ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว*

อัจฉราภรณ์ พักแสง** และ วิทยา ยงเจริญ***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานลมอัดในอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้วแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องอัดอากาศและสำรวจลมรั่วในระบบอัดอากาศของโรงงานตัวอย่าง เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่อง รวมถึงการหามาตรการการประหยัดพลังงาน

จากการสำรวจการใช้งานของเครื่องอัดอากาศพบว่าเครื่องอัดอากาศส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานมากและมีประสิทธิภาพต่ำโดยมีค่าการใช้พลังงานมากที่สุด คือ 0.446 kW/l/sec และ น้อยที่สุด คือ 0.304 kW/l/sec จึงได้เสนอ 3 มาตรการประหยัดพลังงานคือ (1) การจัดการทำงานของเครื่องอัดอากาศโดยให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะสูงทำงานก่อน ส่วนที่มีสมรรถนะต่ำเก็บไว้เป็นเครื่องสำรอง (2) มาตรการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงมาแทนเครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะต่ำสุด จากการวิเคราะห์ด้านการเงิน พบว่า ระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 4 ปี 9 เดือน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 3,914,792 บาท และมีค่าอัตราผลตอบแทน 21% และ (3) การบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศโดยการซ่อมรั่วขนาดใหญ่จำนวน 3 จุดซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 206,256 บาท/ปี

คำสำคัญ: การจัดการพลังงาน การประหยัดพลังงาน ระบบอัดอากาศ ค่าการใช้พลังงาน

* ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** นักศึกษาปริญญาโท

*** รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Energy Management of the Compressed Air System in Glass Industry*

Adcharaporn Faxsaeng** and Withaya Yongchareon***

Abstract

The objective of this research was to study energy management of the compressed air system of glass industry in Thailand. Air compressor operation was surveyed in a sample factory to find the performance of each air compressor. In addition the air leakage from the compressed air system was also investigated for energy saving purpose.

The results from surveying of the air compressor operation showed that most air compressors were not only old but also had low efficiency. The highest and lowest specific consumption were 0.446 kw/l/sec and 0.304 kw/l/sec, respectively. Thus, three measures of energy saving were proposed. First, machine operation management, the high efficient compressors should run first and the low efficient compressors were alternatives. Second, machine replacement, replace the low efficient compressor with the one that showed higher efficiency. The financial analysis showed that the payback period was 4 years 9 months, the net present value was 3,914,792 Baht and the internal rate of return was 21%. Third, inspection and maintenance, three points of air leakage were found. The estimated saving cost was 206,256 baht/year if the problem was solved.

Key words: Energy Management; Energy Saving; Compressed Air System; Specific Power Consumption.

* Part of Thesis for the Master Degree of Technology and Energy Management, Chulalongkorn University.

** Graduate Student.

*** Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตขวดแก้วเป็นอุตสาหกรรม มีการใช้พลังงานในการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยพลังงานที่ใช้ในโรงงานผลิตขวดแก้ว จะมีอยู่ 2 ส่วนหลัก ๆ คือ แก๊สธรรมชาติ และ ไฟฟ้า โดยแก๊สธรรมชาติจะเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการหลอมแก้ว และพลังงานไฟฟ้าจะเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการขึ้นรูปขวดแก้ว เนื่องจากการขึ้นรูปขวดแก้วจะต้องใช้ลมจากระบบเครื่องอัดอากาศมาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งระบบอัดอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ถึงแม้ว่าอากาศจะเป็นของที่ได้เปล่า และมีอยู่ทั่วไปรอบตัวเรา แต่การอัดอากาศให้มีปริมาตรที่เล็กลงนั่นเอง ที่เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการเก็บข้อมูลของค่าไฟฟ้าในปี 2554 ของโรงงานผลิตขวดแก้วตัวอย่าง พบว่ามีมูลค่าสูงถึง 146 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12 ของต้นทุนการผลิตขวดของโรงงาน (โดยต้นทุนการผลิตจะประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าภาชนะบรรจุ ค่าแก๊สธรรมชาติ ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมราคาต่าง ๆ) แต่หากคิดเป็นมูลค่าของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเครื่องอัดอากาศโดยคิดเป็นค่าพลังงานร้อยละ 40 ของค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน ก็จะมีมูลค่าอยู่ที่ประมาณ 60 ล้านบาทต่อปี ซึ่งนับว่าเป็นมูลค่าที่สูง

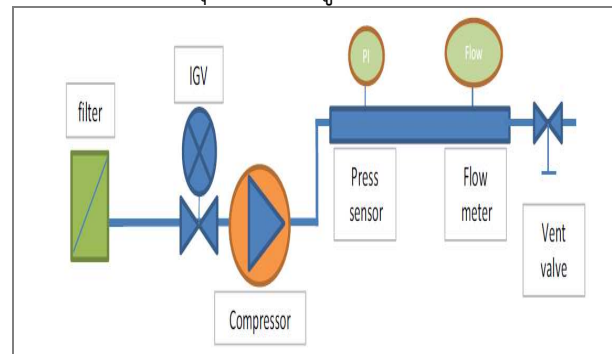
ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่ว่าหากสามารถจัดการพลังงานของระบบเครื่องอัดอากาศได้ ก็จะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลง จะลดค่าการใช้พลังงานของโรงงานลงได้ ช่วยเพิ่มผลกำไรให้กับโรงงาน และยังช่วยลดการใช้พลังงานของประเทศลงด้วย จึงทำให้เกิดการศึกษาในหัวข้อ “การจัดการพลังงานของระบบเครื่องอัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว” ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาอาจนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน หรือโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ ได้ และก็จะทำให้ลดการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งถือว่าเป็นภาคส่วนที่มีการใช้พลังงานเป็นอันดับต้นของประเทศลงได้

วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานลมอัดในอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาการใช้พลังงานของระบบอัดอากาศของโรงงานผลิตขวดแก้ว 1 แห่ง ในประเทศไทย
2. ศึกษาประวัติและการใช้งานของเครื่องอัดอากาศ
3. หาค่าการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศโดยการสำรวจข้อมูลการใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่าง โดยใช้วิธีการและอุปกรณ์ตามรูปที่ 1,2,3 และ 4



รูปที่ 1 วิธีการตรวจวัดอัตราการไหลของเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

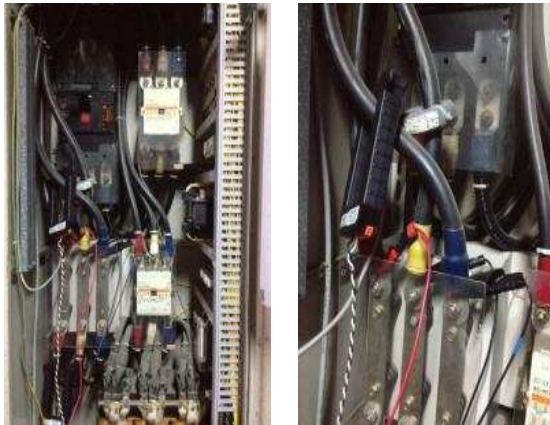


Portable flow station

รูปที่ 2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ (Flow Meter)



รูปที่ 3 อุปกรณ์วัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power Meter)



รูปที่ 4 อุปกรณ์การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

4. วิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงาน 3 มาตรการ ดังนี้

4.1 จัดลำดับการใช้งานให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะสูง ทำงานให้ได้มากที่สุด

4.2 เปรียบเทียบเครื่องอัดอากาศที่มีอายุการใช้งานมากและมีสมรรถนะต่ำกับเครื่องอัดอากาศใหม่

4.3 มีมาตรการการบำรุงรักษาและลดมลรั่ว เพื่อการประหยัดพลังงาน

ผลการวิจัย

1. ผลจากการศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานและของระบบอัดอากาศพบว่า มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่อปี 43,022,000 kWh/ปี คิดเป็นมูลค่าเงินที่ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าทั้งหมดเท่ากับ 146,335,131.34 บาท/ปี และคิดเป็นค่าไฟฟ้าในส่วนของเครื่องอัดอากาศ 40% ของค่าไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน หรือประมาณ 60 ล้านบาท/ปี

2. ผลจากการตรวจวัดสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ แสดงในตารางที่ 1 เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะนำมาคำนวณตามสมการ ดังนี้ สมการที่ใช้ในการคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ (Bureau of Energy Efficiency, n.d) คือ

$$\begin{aligned} \text{Specific Power Consumption} &= \frac{\text{Power Consumption}}{\text{Free Air Delivered}} \\ &= \frac{\text{kW}_e}{Q_{\text{FAD}} \left(\frac{\text{NI}}{\text{sec}} \right)} \end{aligned}$$

ตารางที่ 1 ข้อมูลการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

ลำดับ	ชื่อ	จำนวนปี การทำงาน	Design Flow (ICFM)	Actual Flow (ICFM)	kW
1	JOY TA-18 (No.10)	17	1978	1377	12.3
2	JOY TA-18 (No.9)	17	1978	1381	12.1
3	JOY TA-18 (No.11)	17	1978	1362	12.5
4	JOY TA-18 (No.12)	17	1978	1387	11.9
5	JOY TA-38 (No.1)	20	3178	2118	15.2
6	JOY TA-38 (No.2)	20	3178	2109	15.8
7	JOY TA-38 (No.3)	20	3178	2185	16.1
8	Atlas cooper GA-1408W (No.4)	23	883	548	5.4
9	Atlas cooper GA-1408W (No.5)	23	883	561	5.9
10	Atlas cooper GA-1408W (No.6)	22	883	574	5.5
11	Atlas cooper GA-1408W (No.7)	22	883	582	5.7
12	Atlas cooper GA-1408W (No.8)	22	883	569	5.5

เมื่อ Power Consumption (kW_e) คือ ค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องอัดอากาศ (kW)

Free Air Delivered (Q_{FAD}) คือ อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (NI/sec) ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 2



ตารางที่ 2 สมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ

ลำดับ	ชื่อ	จำนวนปี	Specific Power Consumption	
			Design (kW/L/sec)	Actual (kW/L/sec)
1	JOY TA-38	20	0.280	0.304
2	JOY TA-38	20	0.280	0.317
3	JOY TA-38	20	0.280	0.312
4	Atlas cooper GA-1408W	23	0.384	0.418
5	Atlas cooper GA-1408W	23	0.384	0.446
6	Atlas cooper GA-1408W	22	0.384	0.406
7	Atlas cooper GA-1408W	22	0.384	0.415
8	Atlas cooper GA-1408W	22	0.384	0.410
9	JOY TA-18	17	0.321	0.371
10	JOY TA-18	17	0.321	0.379
11	JOY TA-18	17	0.321	0.389
12	JOY TA-18	17	0.321	0.364

3. วิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงาน 3 มาตรการ ดังนี้

3.1 การจัดลำดับการใช้งานให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะสูง ทำงานให้ได้มากที่สุด สามารถจัดการทำงานของเครื่องอัดอากาศโดยให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะสูงเดินก่อน และที่มีสมรรถนะต่ำ ไว้เป็นตัวสำรองในกรณีที่มีการหยุดซ่อมบำรุงเครื่องอัดอากาศ หรือในกรณีฉุกเฉินที่ลมขาด ไม่เพียงพอ ก็สามารถเดินเครื่องที่เก็บไว้สำรองได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจัดลำดับการทำงานของเครื่องอัดอากาศโดยให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะสูงเดินเครื่องก่อน

ลำดับ	ชื่อ	สถานะ	Specific Power Consumption	
			Design (kW/L/sec)	Actual (kW/L/sec)
1	JOY TA-38	Run	0.280	0.304
2	JOY TA-38	Run	0.280	0.317
3	JOY TA-38	Run	0.280	0.312
4	Atlas cooper GA-1408W	Stop Idle	0.384	0.418
5	Atlas cooper GA-1408W	Stop Idle	0.384	0.446
6	Atlas cooper GA-1408W	Stop Idle	0.384	0.406
7	Atlas cooper GA-1408W	Stop Idle	0.384	0.415
8	Atlas cooper GA-1408W	Stop Idle	0.384	0.410
9	JOY TA-18	Run	0.321	0.371
10	JOY TA-18	Run	0.321	0.379
11	JOY TA-18	Run	0.321	0.389
12	JOY TA-18	Run	0.321	0.364
13	Demag ROW-600	Run	0.300	-
14	Gardner Denver ROL-120	Run	0.360	-
15	Gardner Denver ROL-120	Run	0.360	-
16	IHI TXA-200	Run	0.311	-
17	IHI TXA-200	Run	0.311	-
18	IHI TXA-290L	Run	0.392	-

3.2 การเปรียบเทียบเครื่องอัดอากาศที่มีอายุการใช้งานมากแต่มีสมรรถนะต่ำ กับเครื่องใหม่ ดังนี้



ค่าใช้จ่ายเครื่องเดิม จำนวน 2 เครื่อง
 - ค่าไฟฟ้า/ปี เครื่องหมายเลข 4
 5,706,164 บาท
 - ค่าไฟฟ้า/ปี เครื่องหมายเลข 5
 6,088,395 บาท
 - ค่าบำรุงรักษา/ปี เครื่องหมายเลข 4
 145,000 บาท
 - ค่าบำรุงรักษา/ปี เครื่องหมายเลข 5
 145,000 บาท
 รวมค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาเครื่องอัด
 อากาศเดิมสองเครื่องเท่ากับ 12,084,558 บาท

ค่าใช้จ่ายเครื่องใหม่ จำนวน 1 เครื่อง
 - ค่าไฟฟ้า/ปี 10,809,450.65 บาท
 - ค่าบำรุงรักษา/ปี 135,333 บาท
 รวมค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาเครื่องอัด
 อากาศใหม่หนึ่งเครื่องเท่ากับ 10,944,783.65 บาท
 ค่าใช้จ่ายส่วนต่างที่ประหยัดได้ต่อปี
 $12,084,558.36 - 10,944,783.65 =$
 1,139,775 บาท

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อเครื่องใหม่ราคา
 เครื่อง IHI TXA-290L 1 เครื่อง 5,440,000 บาท
 การวิเคราะห์ด้านการเงิน (กรมพัฒนา
 พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.)
 สำหรับระยะเวลาโครงการ 15 ปี ระยะเวลา
 การคืนทุน (Pay back) = 4 ปี 9 เดือน
 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)
 = 3,914,792 บาท

อัตราผลตอบแทน (Internal Rate of Return,
 IRR) = 21 %

3.3 การวางมาตรการการบำรุงรักษา และ
 ลดลมรั่ว เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยคำนวณการ
 รั่วไหลของอากาศอัดเฉพาะจุด (“ระบบอัดอากาศ”,
 ม.ป.ป.) ได้ดังสมการ

$$Q_{\text{leak}} = C_k \times d^2 \times (P_g + P_o) \text{ V/sec}$$

เมื่อ C_k คือ ค่าคงที่ของการรั่วไหลของอากาศ
 อัดโดยตรง

d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูรั่ว (mm)

P_g คือ ค่าแรงดันเกจ ณ จุดรั่วไหล (bar)

P_o คือ ความดันสัมบูรณ์ (1.013 bar)

จากการสำรวจลมรั่วพบว่า มีรูรั่วขนาดใหญ่
 3 จุด มีค่าการรั่วไหลค่าพลังงานไฟฟ้าและมูลค่า
 พลังงานตามตารางที่ 4
 ตารางที่ 4 ผลการคำนวณหาปริมาณลมรั่วและค่า
 การสูญเสียพลังงาน

ลำดับ	ขนาดรู (mm.)	ความดัน (bar)	ค่าการ รั่วไหล (V/sec)	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (kWh/ปี)	มูลค่า พลังงาน (บาท/ปี)
1	3	4	7.2	28,130	105,207
2	3	3.2	6.1	16,619	62,154
3	2	4	3.2	10,400	38,896

พบว่า มีมูลค่าพลังงานซึ่งมีการสูญเสีย
 รวมกัน เท่ากับ 206,256 บาท/ปี จึงควรใส่ใจและ
 ดูแลในระบบอากาศอัด และควรมีมาตรการเพื่อเพิ่ม
 การตรวจสอบ สถานที่ที่เกิดรอยรั่วได้ง่าย เพื่อง่าย
 ต่อการตรวจสอบและการควบคุมปริมาณการใช้ ดังนี้

1. ควรเดินสำรวจรอยรั่วในระบบเครื่องอัด
 อากาศเป็นประจำ เพื่อลดมูลค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้น
 จากลมรั่ว
2. ควรมีการติดตั้ง Flow Meter เพื่อให้
 สะดวกกับการตรวจสอบปริมาณลมที่ใช้
3. ในระบบที่มีพื้นที่การใช้งานจำนวนมาก
 ควรจะมีมิเตอร์ตั้งอยู่ในแต่ละส่วน หรือในสถานที่ที่
 เกิดรอยรั่วได้ง่าย เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและ
 การควบคุมปริมาณการใช้

อภิปรายผลการวิจัย

1. ในการคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องอัด
 อากาศ พบว่า เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะต่ำสุด
 คือ 0.446 kW/Vsec โดยมีค่าจากการออกแบบ
 เริ่มต้น คือ 0.384 kW/Vsec ซึ่งสอดคล้องกับ



การศึกษาเรื่อง การหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ และประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น ในโรงงาน ไตเซล เซฟตี้ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ที่มีการตรวจวัดค่าสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับที่ตรวจวัดได้ปัจจุบัน กับค่าที่ติดตั้งเริ่มแต่ต้น ซึ่งสามารถบอกค่าสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศที่ลดลงได้ (ชาญณรงค์ ลุนสะแกวงษ์, 2553)

2. การจัดลำดับการเดินเครื่องอัดอากาศ โดยให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะต่ำ จำนวน 5 เครื่อง ไว้เป็นเครื่องสำรอง และให้เครื่องที่มีสมรรถนะสูงกว่า ทำงานให้ได้มากที่สุด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่อง การหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ และประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น ในโรงงาน ไตเซล เซฟตี้ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ที่มีการตรวจวัดค่าสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ และมีการจัดเรียงสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศที่วัดได้จากสูงสุดไปต่ำสุดเช่นกัน แต่เพิ่มเติมคือ มีการเสนอมาตรการในการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศทั้งหมด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องอัดอากาศ (ชาญณรงค์ ลุนสะแกวงษ์, 2553)

3. มีการเปรียบเทียบเครื่องอัดอากาศที่มีอายุการทำงานมากกับเครื่องใหม่ โดยซื้อเครื่องใหม่ จำนวน 1 เครื่อง เพื่อทดแทนเครื่องเดิมที่มีสมรรถนะต่ำ จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งมีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 4 ปี 9 เดือน จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในการเปรียบเทียบเครื่องอัดอากาศที่อายุการทำงานมากกับเครื่องใหม่ พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ (NPV) 3,914,792 บาท และ ค่าอัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ 21% ซึ่งถือว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้โปรแกรมพลวัตช่วยตัดสินใจในการบำรุงรักษาและการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศ ที่มีการประเมินค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องอัดอากาศเครื่องเดิมที่มีค่าซ่อมบำรุงจำนวน

มากกับค่าใช้จ่ายที่มีการซื้อเครื่องใหม่มาทดแทน โดยมีการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เช่นกัน แต่เพิ่มเติมคือ มีการนำโปรแกรมพลวัตเข้ามาช่วยในข้อมูลของการตัดสินใจด้วย (วิทยา เตชาวรงค์, 2551)

4. จากข้อมูลการวิเคราะห์หาลมรั่วในระบบอัดอากาศ พบรูรั่วขนาดใหญ่ในกระบวนการทั้งหมด 3 จุด รวมเป็นมูลค่าการสูญเสีย เท่ากับ 206,256 บาท/ปี โดยอาจเกิดจากพฤติกรรมการใช้งานลมอัดที่ไม่เหมาะสม หรือการละลายของพนักงานที่ปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่อง การบริหารจัดการพลังงานในระบบอัดอากาศของโรงงานอุตสาหกรรม ที่กล่าวไว้ว่า โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะไม่ได้ให้ความสำคัญในการปฏิบัติงานของพนักงานหรือละลาย ทำให้มองข้ามจุดที่สามารถจะดำเนินการเพื่อลดการสูญเสียพลังงาน เนื่องจากการใช้อากาศอัดที่ไม่เหมาะสม เช่น การนำอากาศอัดไปเป่าไล่ฝุ่นละอองหรือความชื้นที่ไม่ได้เกี่ยวข้องหรือออกแบบให้ใช้ในกระบวนการผลิต หรือการนำอากาศอัดไปเป่าเพื่อลดอุณหภูมิให้กับร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังมีการขาดจิตสำนึกของพนักงานในเรื่องการเอาใจใส่ตระหนักและรู้คุณค่าของพลังงานที่สูญเสียจากรอยรั่วตามจุดต่าง ๆ เช่น ข้อต่อ ท่อจ่ายอากาศอัด ฯลฯ (ประกอบ เอี่ยมสะอาด, 2549)

ข้อเสนอแนะ

1. จากการตรวจวัดข้อมูลเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ พบว่ามีบางจุดที่ตรวจวัดยาก ควรมีการติดตั้ง Flow Meter เพื่อให้สะดวกกับการตรวจสอบปริมาณลมที่ใช้

2. ในโรงงานผลิตขวดแก้วมีการใช้งานพลังงานหลัก ๆ 2 ส่วน คือ แก๊สธรรมชาติ และไฟฟ้า ซึ่งแก๊สธรรมชาติก็เป็นตัวหลักที่ใช้พลังงานปริมาณมาก จึงควรหาแนวทางในการศึกษาเพื่อลดการใช้พลังงานลงได้



3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาการหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

(ม.ป.ป.). เครื่องมือในการประเมินโครงการ.

ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2557, จาก

[http://www2.dede.go.th/webpage/](http://www2.dede.go.th/webpage/tols.htm#Internal%20Rate%20Return:%20IRR)

[tols.htm#Internal%20Rate%](http://www2.dede.go.th/webpage/tols.htm#Internal%20Rate%20Return:%20IRR)

[20Return:%20IRR.](http://www2.dede.go.th/webpage/tols.htm#Internal%20Rate%20Return:%20IRR)

ชาญณรงค์ ลุนสะแกวงษ์. (2553). *การหาสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ และประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น ในโรงงานไคเซล เซฟตี้ เทคโนโลยี (ประเทศไทย)*. การศึกษาค้นคว้าอิสระหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประกอบ เอี่ยมสะอาด. (2549). *การบริหารจัดการพลังงานในระบบอากาศอัดของโรงงาน*

อุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรม

ศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าธนบุรี.

พระจอมเกล้าธนบุรี.

วิทยา เตชาวงศ์. (2551). *การประยุกต์ใช้โปรแกรม*

พลวัต ช่วยตัดสินใจในการบำรุงรักษาและการ

เปลี่ยนเครื่องอัดอากาศ. สารนิพนธ์หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ระบบอัดอากาศ. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 29 มกราคม 2557,

จาก Teenet.tei.or.th.

Bureau of Energy Efficiency. (n.d.). *Energy*

Performance Assessment of Compressors,

Retrieved January 29, 2014, from

[http://www.energymanagertraining.com/](http://www.energymanagertraining.com/Guidebooks/4Ch8.pdf)

[Guidebooks /4Ch8.pdf.](http://www.energymanagertraining.com/Guidebooks/4Ch8.pdf)