

การประหยัดพลังงานในเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง**Energy savings in High-Pressure Reciprocating Air Compressor****วรินทร์ งามเลิศรัศมี¹, อุดมศักดิ์ บุญศรีโรจน์², กฤติเดช ดวงใจบุญ^{1*}**

¹สาขาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม 46 ถ.จรัญสนิทวงศ์ วัดท่าพระ บางกอกใหญ่
กรุงเทพฯ 10600

²บริษัท สมาร์ท เอนเนอจี เซฟวิ่ง จำกัด 567/30 ถ.อ่อนนุช ประเวศ กรุงเทพฯ 10250

*ผู้ติดต่อ: keng_gt@yahoo.com, 089 0538894

บทคัดย่อ

การติดตั้งเครื่องอัดอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปมักจะติดตั้งให้อยู่ภายในบริเวณอาคารที่ทำการผลิตหรือบริเวณห้องเครื่องจักร ส่วนใหญ่แล้วในบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่อับ ไม่มีระบายอากาศที่ดี รวมทั้งการวางเครื่องอัดอากาศประเภทนี้ไว้เรียงชิดกัน ยังก่อให้เกิดปัญหาด้านความร้อนกับอากาศแวดล้อม ซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาด้านความร้อนของอากาศแวดล้อมที่นำไปใช้อัดอากาศ โดยออกแบบและติดตั้งชุดระบายความร้อนจากเครื่องอัดอากาศแต่ละชุด ซึ่งผลจากการดำเนินการพบว่าสามารถลดอุณหภูมิแวดล้อมภายในห้องเครื่องก่อนนำไปใช้อัดอากาศได้ ซึ่งลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 7,290 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 27,993.60 บาท/ปี

คำหลัก: เครื่องอัดอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

Abstract

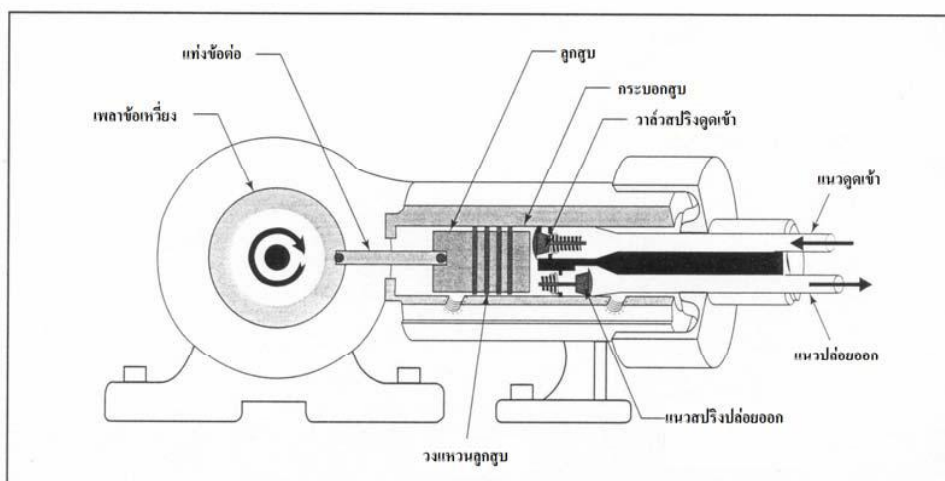
Installing air compressor cooled air in industrial facilities. Usually installed within the area of operation or in the machine room. Most likely, in such a confined space. No good ventilation Including an air compressor has several machines of this type are sorted series. The heat also caused problems with the ambient air. As a result, the efficiency of air compressors decreased This research aims to fix the heat of the ambient air is used to compress air. The design and installation of cooling the compressed air, which results from a series of individual actions that can reduce the ambient temperature inside the machine room before using compressed air. This reduces power consumption 6,720.69 kWh / year is 25,807.44 baht / year.

Keywords: Air Cooled Type Air Compressor, Computational Fluid Dynamics, Ventilation, Greenhouse

1. บทนำ

ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปนั้น มีการใช้งานเครื่องอัดอากาศชนิดต่างๆ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการผลิตของแต่ละอุตสาหกรรม ความดันอากาศอัด รวมไปถึงปริมาณอากาศอัดใช้งาน ทั้งหมดนี้ล้วนแต่มีความจำเป็นในการเลือกใช้งานเครื่องอัดอากาศทั้งสิ้น แต่ในบางกรณีการเลือกใช้งานเครื่องอัดอากาศนั้น อาจถูกจำกัดด้วยด้วยพื้นที่ติดตั้งของเครื่องอัดอากาศ เนื่องจากสถานที่ติดตั้งไม่อำนวยต่อการใช้งาน ปัจจุบันจึงเป็นส่วนหนึ่งให้โอกาสใช้เครื่องอัดอากาศอย่างมีประสิทธิภาพลดน้อยลงไป

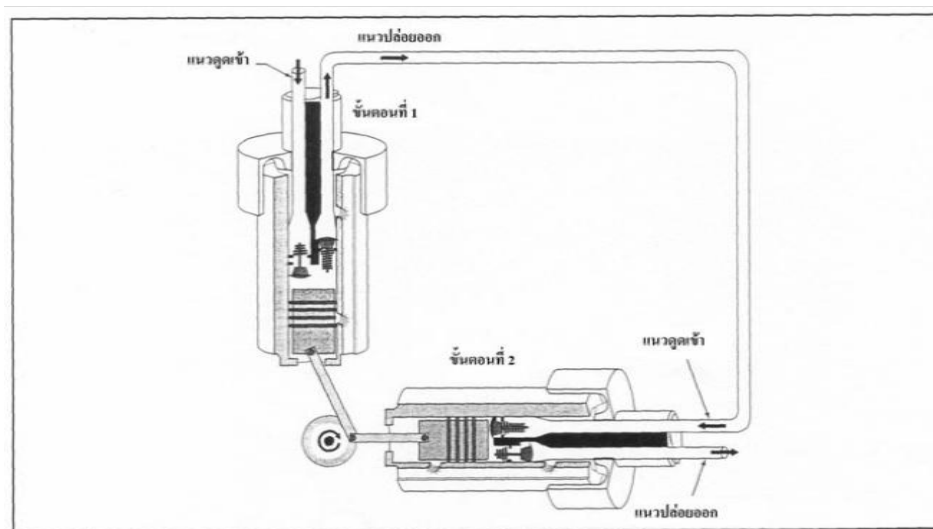
สำหรับเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ เป็นเครื่องอัดอากาศที่ถูกพิจารณานำมาเลือกใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นเครื่องอัดอากาศที่สามารถใช้งานได้เกือบทุกประเภทอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสะดวกในการติดตั้งอีกด้วย โดยเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบจะทำงานตามหลักการของปั๊มจักรยาน และถูกจำแนกโดยปริมาณการไหลออก ซึ่งจะรักษาระดับไว้เกือบคงที่ ตลอดช่วงของแรงดันที่ปล่อยออก นอกจากนี้แล้วความจุของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบยังแปรผันโดยตรงกับความเร็ว อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่ปล่อยออกมายังมีการหดตัวเป็นจังหวะอยู่



รูปที่ 1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดขั้นตอนเดียว [1]

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ส่วนใหญ่แล้วการทำงานจะเป็นการอัดอากาศให้เสร็จสมบูรณ์ หนึ่งรอบโดยลูกสูบเพียงด้านเดียว ซึ่งจะใช้กระบอกสูบตัวเดียวหรือหลายตัวพร้อมๆ กันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศแต่ละชุด ลักษณะการทำงานแบบนี้จะเรียกว่าการอัดอากาศแบบขั้นตอนเดียว แต่ในกรณีที่ต้องการความดันของลมอัดที่สูงมากขึ้น จำเป็นต้องมีใช้ลูกสูบทั้งสองด้านเพื่อเพิ่มความดันอากาศอัด ลักษณะการทำงานแบบนี้จะเรียกว่าการอัดอากาศแบบสองขั้นตอน

หรือว่าบางครั้งจะเรียกเครื่องอัดอากาศแบบนี้ว่าเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง จะเห็นว่าการอากาศอัดจากการอัดอากาศในขั้นตอนแรก จะถูกส่งต่อไปเพื่อสร้างแรงดันให้สูงขึ้น โดยใช้กระบอกสูบในขั้นตอนที่ 2 เพิ่มความดัน ซึ่งสามารถสร้างความดันอากาศอัดสำหรับใช้งานได้ตั้งแต่ 10 bar เป็นต้นไป



รูปที่ 2 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง [1]

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง จะเห็นว่าการทำงานของเครื่องอัดอากาศชนิดนี้จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนของอากาศอัดหลังจากผ่านกระบวนการอัดอากาศแล้ว เนื่องจากการอัดอากาศนั้นเป็นการเพิ่มความดันให้อากาศอัด ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศแปรผันสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุให้ความหนาแน่นของอากาศอัดลดน้อยลง ดังนั้นเครื่องอัดอากาศจึงมักติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่าアフタークーเลอร์ (After Cooler) สำหรับระบายความร้อนอากาศอัด ในกรณีของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูงจะทำการระบายความร้อนสองขั้นตอน นั่นคือการติดตั้งアフタークーเลอร์นั่นเอง



รูปที่ 3 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง

โดยที่อากาศแวดล้อมรอบๆ ตัวเครื่องอัดอากาศฯ จะได้รับอิทธิพลจากการระบายความร้อน ความร้อนนี้จะถูกถ่ายเทสู่อากาศแวดล้อมโดยรอบส่งผลให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งอากาศแวดล้อมดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นอากาศอัดสำหรับเครื่องอัดอากาศฯ ในจังหวะต่อไป



รูปที่ 4 การวางตำแหน่งเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูงเรียงเป็นกลุ่ม

อีกทั้งการติดตั้ง เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง มักจะติดตั้งรวมกันเป็นกลุ่ม เครื่องจักร ซึ่งผลจาก การวางตำแหน่งเครื่องอัดอากาศฯ เรียงกันเป็นกลุ่มนี้ ยิ่งเป็นส่วนหนึ่งที่เร่งผลกระทบทางด้านอุณหภูมิให้เกิดผลกับอากาศแวดล้อมที่ใช้เป็นอากาศอัดมากขึ้น สาเหตุนี้เองจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานในระบบอากาศอัดมากขึ้น ซึ่งการสูญเสียพลังงานจะเป็นไปตามตารางที่ 1 [1]

ตารางที่ 1 ผลกระทบของอุณหภูมิของอากาศเข้าที่มีต่อการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ [1]

อุณหภูมิอากาศเข้า (°C)	การนำส่งอากาศ (%)	การประหยัดพลังงาน (%)
10.0	102.0	+ 1.4
15.5	100.0	ไม่มี
21.1	98.1	- 1.3
26.6	96.3	- 2.5
32.2	94.1	- 4.0
37.7	92.8	- 5.0
43.3	91.2	- 5.8

2. วัตถุประสงค์

- ลดผลกระทบที่มีต่อสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงานในห้องเครื่องเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น
- ลดการสูญเสียพลังงานในขั้นตอนการอัดอากาศให้ลดลง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการลดการสูญเสียพลังงานในเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง จะดำเนินการกับกลุ่มเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง ยี่ห้อ Armstrong รุ่น 2-10WW-2.2/30-SBE ขนาดมอเตอร์ 20 HP จำนวน 7 เครื่อง โดยจะออกแบบ Hood ครอบชุดเครื่องอัดอากาศฯ ทั้ง 7 ชุด จากนั้นจะระบายอากาศร้อนผ่านท่อระบายอากาศที่ออกแบบและติดตั้งไว้ทางด้านบนของเครื่องอัดอากาศในการลำเลียงอากาศร้อนออกนอกห้องเครื่อง จากนั้นจะทำการประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ก่อนและหลังดำเนินการติดตั้งท่อระบายอากาศ เพื่อประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงานต่อไปตามสมการที่ 1 [2]

$$SEC = P/Q$$

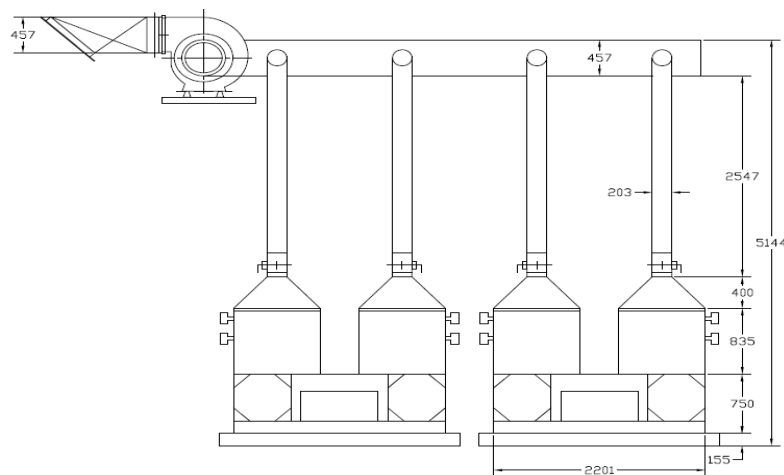
(1)

โดยที่

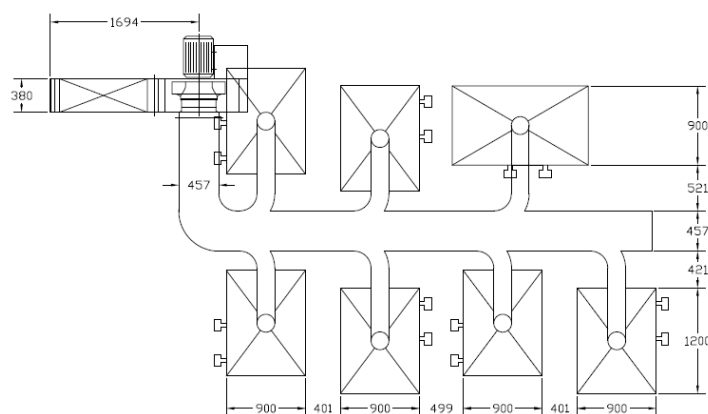
SEC คือ ดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ, kW/L/s

P คือ กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ, kW

Q คือ อัตราการไหลของเครื่องอัดอากาศ, L/s



รูปที่ 5 ภาพ Side View การออกแบบ Hood ครอบชุดเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง



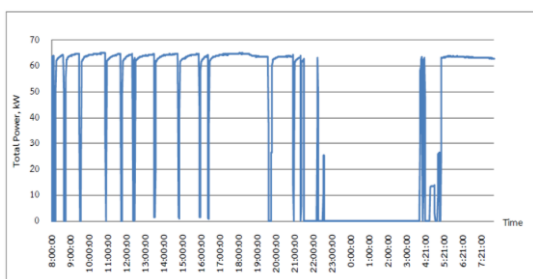
รูปที่ 6 ภาพ Top View การออกแบบ Hood ครอบชุดเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง

4. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

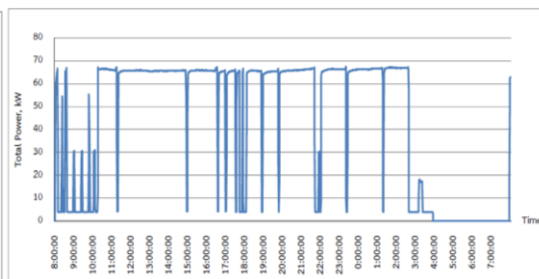
จากการดำเนินการที่ผ่านมา ได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือวัด ในด้านต่างๆ สำหรับการตรวจวัด ค่า SEC ก่อนปรับปรุงติดตั้ง Hood ครอบชุดเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง ได้แก่อำนาจไฟฟ้า อัตราการไหล ความดัน และอุณหภูมิอากาศเข้าและขาออกของอากาศอัด เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงได้ติดตั้ง Hood ตามที่ได้ออกแบบไว้ และดำเนินการวัดค่า SEC หลังปรับปรุงอีกครั้ง เพื่อประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงานในลักษณะเงื่อนไขเดียวกันกับก่อนปรับปรุง เพื่อให้มั่นใจว่าลักษณะการใช้งานต้องเหมือนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจากการตรวจวัดและบันทึกข้อมูล สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 7 การติดตั้ง Hood ครอบชุดเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง

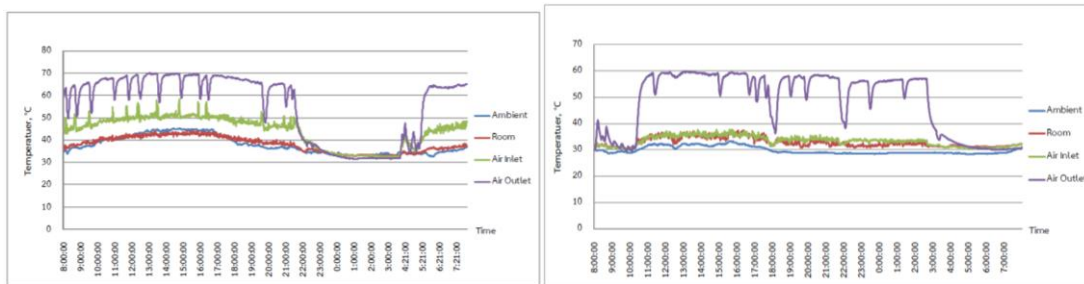


ก่อนปรับปรุง

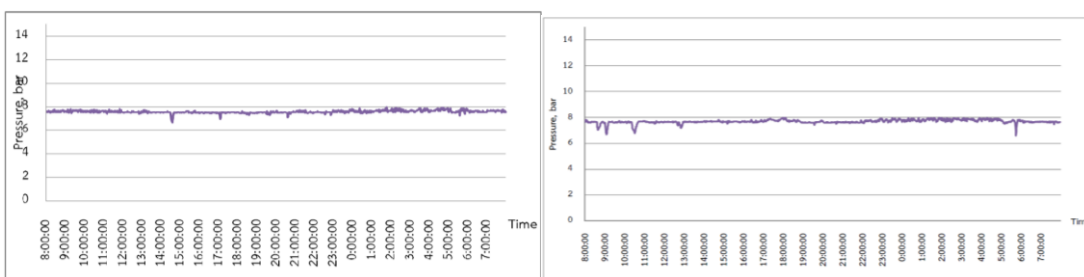


หลังปรับปรุง

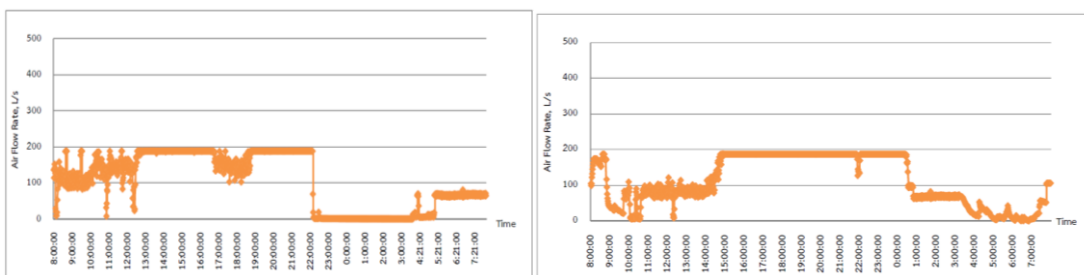
รูปที่ 8 กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง



ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง
รูปที่ 9 อุณหภูมิจุดต่างๆ ของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง



ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง
รูปที่ 10 ความดันใช้งานของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง



ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง
รูปที่ 11 อัตราการไหลอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง

จากข้อมูลตรวจวัดทั้งหมดข้างต้น เป็นข้อมูลการสรุปผลการตรวจวัดทั้งก่อนและหลังปรับปรุง ติดตั้ง Hood เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูงทั้ง 7 ชุด ซึ่งได้นำข้อมูลดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ยมาสรุปลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หน่วย
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องอัดอากาศ	41.53	43.71	kW
อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศขาเข้า	44.16	33.38	°C
อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศขาออก	55.36	48.40	°C
อุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณภายในห้องเครื่องอัดอากาศ	38.02	32.88	°C
อุณหภูมิเฉลี่ยแวดล้อม	37.87	29.85	°C
ความดันอากาศใช้งานเฉลี่ย	16.45	15.81	bar
อัตราการไหลอากาศอัดเฉลี่ย	104.40	112.50	L/s
จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 ปี (300 วัน)	7,200.00	7,200.00	h/y
ดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยก่อนปรับปรุง (SEC)	0.398	0.389	kWs/L/s
ดัชนีการใช้พลังงานลดลงเฉลี่ย (SEC)	0.009		kWs/L/s
อัตราประหยัดพลังงาน	2.26		%
ระดับการใช้พลังงานที่ลดลง	7,290.00		kWh/y
ค่าไฟเฉลี่ยต่อหน่วย	3.84		Baht/kWh
ค่าใช้จ่ายที่ใช้กับเครื่องอัดอากาศต่อปี	27,993.60		Baht/y

5. อภิปรายและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาหลังจากการใช้ Hood ครอบชุดเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชนิดความดันสูง ลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าได้มากกว่า 5 °C โดยเงื่อนไขการใช้ความดันและอากาศอัดยังไม่เปลี่ยนแปลง โดยผลจากการดำเนินการ พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 7,290 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 27,993.60 บาท/ปี อีกทั้งการดำเนินการนี้ ส่งผลให้ห้องเครื่องมีอุณหภูมิลดลง ยังผลให้ผู้ปฏิบัติงานภายในห้องเครื่องนั้นรู้สึกสบายมากขึ้น เพียงแต่การดำเนินการนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในที่สูง หากสามารถปรับปรุงรูปแบบการระบายความร้อนใหม่ให้สามารถใช้งานได้เหมือนเดิม แต่มีค่าใช้จ่ายที่ถูกลงกว่า จะสามารถทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ขึ้นได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท สมาร์ท เอนเนอจี เซฟวิ่ง จำกัด และ หสม. โซลาร์ เทค ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP), เครื่องมือที่ใช้พลังงานไฟฟ้า: เครื่องปรับอากาศและระบบอากาศอัด, แนวทางปฏิบัติเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมของเอเชีย, หน้า 1 - 26
- [2] บริษัท สมาร์ท เอนเนอจี เซฟวิ่ง จำกัด (2556), การติดตั้งอุปกรณ์ระบายอากาศห้องเครื่องอัดอากาศ, รายงานผลการตรวจวัดและพิสูจน์ผลมาตรการอนุรักษ์พลังงาน, 31 สิงหาคม 2556, หน้า 7-1 - 7-33
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2553). การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบอากาศอัด, คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (โรงงาน), 31 ธันวาคม 2553
- [4] กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2545), การบำรุงรักษาระบบอัดอากาศ, กรุงเทพฯ, 2545
- [5] วัชร มังวิฑิตกุล (2548), เทคนิคการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม, กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน สำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม, กรกฎาคม 2548, หน้า 141 - 220