

การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ: กรณีศึกษาความตึงและอายุการใช้งานของสายพานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

Electrical Power Consumption of Piston-Type Air Compressors: A Case Study of Belt Tension and Belt Life for Energy Conservation

อติกร เสรีพัฒนานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

Athikorn Sareephattananon

School of Engineering

Eastern Asia University

E-mail: athikorn@eau.ac.th

Received: March 3, 2018; Revised: November 26, 2018; Accepted: November 30, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบในกรณีที่ระยะความตึงของสายพานแตกต่างกันและอายุการใช้งานของสายพานแตกต่างกันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พบว่า ระยะความตึงของสายพานมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ สายพานที่ตึงเกินค่าความตึงที่เหมาะสมทำให้เกิดความสูญเสียในรูปของความร้อนและแรงเสียดทาน สายพานหย่อนจะเกิดสภาวะสายพานลื่น สายพานกับพูลเลย์จะมีประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลังกลต่ำ ทั้งสองกรณีจึงมีค่าการใช้พลังงานสูง การปรับตั้งระยะความตึงสายพานที่เหมาะสมเท่ากับระยะความห่างระหว่างพูลเลย์หารด้วยร้อยละร้อยหน่วยเป็นมิลลิเมตร ผลการศึกษาอายุการใช้งานและสายพานแตกต่างกัน ใน 3 กรณีพบว่า ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีสายพานเก่าทั้งสองเส้นและกรณีสายพานเก่าและใหม่ มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่ากรณีสายพานใหม่ทั้งสองเส้นคิดเป็นร้อยละ 3.21 และ 53.35 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ การอนุรักษ์พลังงาน ความตึงของสายพาน

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the electrical energy consumption of a Piston-type air compressor in case of the different belt tension and the different belt lifetime for energy conservation. It was found that the tension of the belt affected the electrical energy of the compressor. The belt tension exceeded the appropriate tensile force, resulting in heat loss and friction. Belt slack cause the belt to slip condition. Belt and pulley were effective in

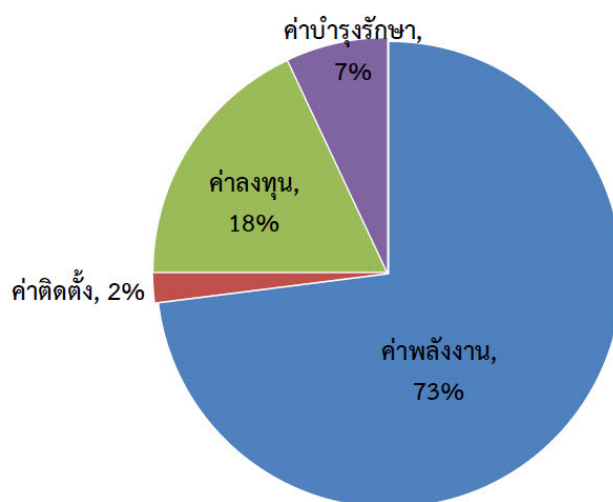
low power transmission. Both cases had high power consumption. Adjusting the belt tension was computed by the distance of the pulley divided by hundreds of millimeters. The study of the different lifetime belts were different in three cases :the electrical energy consumption of two old belts case, and old and new belt case were higher than that of the two new belts base with the percentage of 3.21 and 53.35, respectively.

KEYWORDS: Piston-Type Air Compressor, Energy Conservation, Belt Tension

บทนำ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศมีการใช้ระบบการอัดอากาศในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก อากาศอัดนี้จะถูกผลิตมาจากเครื่องอัดอากาศ ซึ่งอาจมีกำลังตั้งแต่ 5 แรงม้าขึ้นไป ซึ่งกรมการพลังงานของสหรัฐอเมริกาได้จัดทำรายงานไว้ว่า ร้อยละ 70-90 ของอากาศอัดจะสูญเสียไปในรูปของความร้อนที่ใช้ไม่ได้ แรงเสียดทานและการใช้อย่างไม่ถูกต้อง ด้วยเหตุนี้เองเครื่องอัดอากาศและระบบอากาศอัดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถปรับปรุงการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ (ญาณวุฒิ สุพิชญางกูร, 2558)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2553) กล่าวว่า ระบบอากาศอัดจะมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานมากกว่าค่าซื้อเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) โดยมีสัดส่วนดังภาพที่ 1 การประหยัดพลังงานจากการปรับปรุงระบบจะมีปริมาณร้อยละ 20-50 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรืออาจจะมากกว่านั้นซึ่งนับเป็นมูลค่ามหาศาล ระบบอากาศอัดที่มีการจัดการอย่างเหมาะสมก็สามารถประหยัดพลังงาน ลดการบำรุงรักษา ลดเวลาการพักเครื่อง เพิ่มปริมาณผลผลิต และทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นได้



ภาพที่ 1 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ของระบบอากาศอัด

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2553)

ตัวอย่างมาตรการเพื่อพิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพหรือสมรรถนะพลังงานมีหลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นด้านการบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) หรือการปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น (Process Improvement) หรือการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Machine Change) ดังตารางที่ 1

อุทัย วงศ์เชื่อนแก้ว, ชาญณรงค์ อัสวเทศานุกภาพ, และ มาลี สันติคุณากรณ์ (2559) ได้ศึกษามาตรการติดตั้งเครื่องควบคุมความเร็วรอบ (Variable Speed Drive) ในเครื่องอัดอากาศมาใช้ในโรงงานต้นแบบที่ใช้เครื่องอัดอากาศแบบสกรูระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด 100 แรงม้า พบว่ามาตรการติดตั้งเครื่องควบคุมความเร็วรอบเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการอนุรักษ์พลังงานของเครื่องอัดอากาศโดยเฉพาะกรณีที่มีการใช้งานเครื่องอัดอากาศไม่คงที่การประมาณผลประหยัดที่เกิดขึ้นโดยการคำนวณตามวิธีโครงการ DANCED คิดเป็นร้อยละ 9.42 และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.94 ปีในขณะที่การประมาณผลประหยัดตามวิธีแนวทางเลือกคิดเป็นร้อยละ 28.53 และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.97 ปีเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประหยัดพลังงานที่ได้จากการตรวจวัดจริงหลังการดำเนินมาตรการซึ่งมีผลประหยัดจริงอยู่ที่ร้อยละ 32.18 และระยะเวลาคืนทุน 0.86 ปีจากการ

เปรียบเทียบดังกล่าวการประเมินผลการดำเนินมาตรการตามวิธีแนวทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับผลประหยัดที่เกิดขึ้นจริงมากกว่าการประมาณตามวิธีโครงการ DANCED

สมคิด แคนมา (2559) ได้ศึกษาการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานในเครื่องอัดอากาศอุตสาหกรรม ในเครื่องอัดอากาศ 3 ชนิด คือ ชนิดลูกสูบ สกรู และหอยโข่ง โดยใช้มาตรการประหยัดพลังงาน 3 ชนิด คือ การเลือกขนาดเครื่องที่เหมาะสม การเลือกเครื่องประสิทธิภาพสูง และการลดความดันทำงานของเครื่อง จากการตรวจสอบพบว่า เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบมีศักยภาพการประหยัดพลังงานมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 8.69

ประกอบ เอี่ยมสอาด (2549) ได้ศึกษาการบริหารจัดการพลังงานหรือมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด พบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการลดการรั่วไหล การเพิ่มประสิทธิภาพในระบบส่งจ่ายและใช้ประโยชน์อากาศอัด การควบคุมระดับความดันของอากาศอัด การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ การดัดแปลงระบบท่อส่งจ่ายอากาศอัด การติดตั้งถังเก็บอากาศอัด มีศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัดของโรงงานอุตสาหกรรม (ควบคุม) ประมาณร้อยละ 5.47 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

ตารางที่ 1 มาตรการเพื่อพิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพหรือสมรรถนะพลังงานของเครื่องอัดอากาศ

ลำดับที่	วัตถุประสงค์การประหยัดพลังงาน	มาตรการที่สมควรดำเนินการ
1	ลดกำลังทางกลหรือโหลดทางกลให้ต่ำสุด	<ol style="list-style-type: none"> 1. ลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ 2. ปรับปรุงท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัด 3. ลดความดันในการผลิตอากาศที่เครื่องผลิต 4. ลดการรั่วไหลของอากาศอัด 5. จัดโหลดของเครื่องอัดอากาศ 6. ใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงในระบบอัดอากาศ 7. บำรุงรักษาชุดกรองและตำแหน่งที่กรองในระบบอัดอากาศ 8. ลดพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของการใช้อากาศอัด
2	เพิ่มประสิทธิภาพการส่งกำลัง	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปรับตั้งสายพานส่งกำลัง 2. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง 3. บำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ
3	เพิ่มประสิทธิภาพมอเตอร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกใช้เครื่องอัดอากาศที่ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง 2. เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งมากับเครื่อง
4	ลดระยะเวลาการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	<ol style="list-style-type: none"> 1. หยุดเครื่องอัดอากาศ 2. เลือกเครื่องอัดอากาศที่เหมาะสมกับโหลด 3. ลดการเดินตัวเปล่าของเครื่องอัดอากาศ

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2553)

อัจฉราภรณ์ พักแสง และ วิทยา ยงเจริญ (2558) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานของระบบอัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว พบว่าเครื่องอัดอากาศส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานมากและมีประสิทธิภาพต่ำ โดยได้เสนอมาตรการในการอนุรักษ์พลังงาน 3 มาตรการ คือ 1) การจัดการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยให้เครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะสูงทำงานก่อน 2) มาตรการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงทดแทน และ 3) การบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศโดยการซ่อมรูรั่วขนาดใหญ่ สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 206,256 บาท/ปี

ชัยชิต วรรณศรี (2554) ได้ศึกษาและวิเคราะห์ภาวะของอากาศที่มีผลกระทบต่อระบบเครื่องอัดอากาศในอุตสาหกรรม กรณีศึกษาการตรวจวัดพิสูจน์สมรรถนะ พบว่าอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่อง

อัดอากาศมีผลกระทบโดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ หากลดค่าอุณหภูมิได้ 5-10 องศาเซลเซียส (°C) สามารถลดพลังงานได้ร้อยละ 1.50-2.00 สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์มีผลกระทบต่อการใช้งาน ต่อเมื่ออุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศมีค่ามากกว่า 50 °C ขึ้นไปจึงส่งผลกระทบต่อชัดเจน

จตุภัทร สุขเกียรติภัย (2552) ได้ศึกษาการลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องอัดอากาศ โดยใช้วิธีการปรับค่าความเร็วรอบของชุดขับเคลื่อน พบว่า การติดตั้งอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์สามารถประหยัดพลังงานได้จริงซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อุทัย วงศ์เชื่อนแก้ว, ชาญณรงค์ อัครเทศานุภาพ, และ มาลี สันติคุณาภรณ์ (2559) และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ง่าย และเพิ่มข้อได้เปรียบในเรื่องต้นทุนการผลิตสินค้าอีกด้วย

มงคล พันธุ์พรม (2557) ได้ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องอัดอากาศโดยใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์ด้วยการควบคุมความถี่ต่ำสุดที่สภาวะไร้อะโหลดของเครื่องอัดอากาศ 55 กิโลวัตต์ (kW) พบว่า ที่ความถี่ต่ำสุด 28 ± 1 เฮิร์ตซ์ (Hz) การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 51.80 สมรรถนะของเครื่องอัดอากาศหลังการปรับตั้งขึ้นและการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณอากาศอัดที่ผลิตได้ลดลง 169.2 กิโลวัตต์/ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (kW/m³/hr) สอดคล้องกับ อุทัย วงศ์เชื่อนแก้ว และคณะ (2559)

จากการตรวจเอกสารพบว่า ได้การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศได้ให้ความสำคัญในการลดกำลังทางกลหรือโหลดทางกลให้ต่ำสุด การเพิ่มประสิทธิภาพมอเตอร์ และการลดระยะเวลาการทำงานของเครื่องอัดอากาศ

หลักการในการเลือกศึกษาหัวข้อนี้ คือ การส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังอุปกรณ์มีหลายวิธี เช่น ต่อโดยตรง ผ่านเกียร์ใช้พูลเลย์สายพาน จากที่กล่าวมาทั้งหมดการใช้พูลเลย์สายพานคิดเป็นร้อยละ 96.79 ของวิธีการทั้งหมดโดยใช้ในเครื่องอัดอากาศที่ขนาดไม่เกิน 11 kW โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กการสูญเสียของเครื่องอัดอากาศจะสูญเสียไปในรูปของความร้อนที่ใช้ไม่ได้ แรงเสียดทาน การใช้อย่างไม่ถูกต้องและเสียงคิดเป็นร้อยละ 70-90 ญานวุฒิ สุพิชญางกูร (2558) ดังนั้น การปรับความตึงของสายพานนั้นเป็นมาตรการการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) สามารถแก้ไขได้โดยง่าย และเห็นผลในระยะเวลาอันสั้น ถ้าปรับตั้งระดับความตึงของสายพานที่เหมาะสมต่องานนั้นๆ หากมีการบำรุงรักษาปรับความตึง จะลดค่าความสูญเสียและจะสามารถช่วยอนุรักษ์พลังงาน ต้นทุนการผลิตได้อีกเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการดูแลและซ่อมบำรุงการปรับความตึงของสายพานผลที่ตามมา คือ ประสิทธิภาพของเครื่อง

อัดอากาศจะลดลงและทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบในกรณีระยะความตึงของสายพานแตกต่างกันเพื่อหาระยะความตึงที่เหมาะสม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของสายพานที่มีอายุการใช้งานแตกต่างกัน

สมมติฐาน

1. ระยะความตึงของสายพานที่เหมาะสมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศจะต่ำ
2. อายุการใช้งานของสายพานที่มากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจะสูงขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้ระยะความตึงในการปรับความตึงของสายพานที่เหมาะสมของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ และได้แนวทางการเลือกใช้สายพานสำหรับเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพ

คำนิยาม

สายพานเก่า คือ สายพานที่มีอายุการใช้งาน 10,000 ชั่วโมง หรือมีการสึกหรอ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ: กรณีศึกษา ระยะความตึงของสายพานเพื่อการอนุรักษ์พลังงานดำเนินการกับเครื่องอัดอากาศ ขนาด 2.20 กิโลวัตต์ 3 เฟส ชนิดสองชั้นตอนขนาดความจุถึง 260 ลิตร ส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานชนิดร่องวี (V-Belt Cross Section) จำนวน

2 เส้นที่ระยะความตึงสายพาน 3-9 มิลลิเมตร (mm.)
ใน 3 กรณีศึกษา ได้แก่

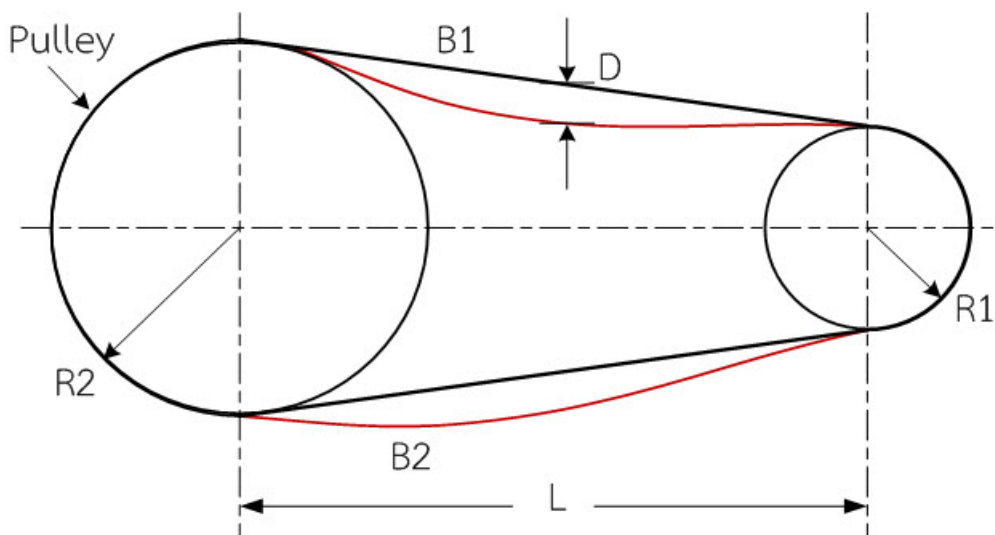
1. สายพานเก่าทั้งสองเส้น
2. สายพานใหม่ทั้งสองเส้น
3. สายพานเก่าและใหม่

ทำการปรับตั้งสวิตช์ควบคุมแรงดันให้เครื่อง
อัดอากาศทำงานที่ 6 บาร์ (bar) หยุดทำงานที่ 8 bar
และควบคุมลมจ่ายออกคงที่ที่ 1 bar วัดค่าการใช้
พลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศและความเร็วรอบของ
มอเตอร์ต้นกำลังเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันโดยทำการ
ทดสอบจำนวน 5 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยของผลการ
ทดลอง

การปรับตั้งความตึงสายพานของเครื่องอัด
อากาศแสดงดังภาพที่ 2 ถือว่ามีความจำเป็นเพราะ

จะส่งผลถึงการทำงานของเครื่องอัดอากาศให้มี
ประสิทธิภาพลดการสูญเสียในการส่งกำลังหากปรับ
ตั้งได้เหมาะสมและการตรวจเช็คความตึงสายพาน
ทำโดยการใช้เครื่องวัดความตึงสายพานแบบพกพา
(V-belt Tension Gauge) กดสายพานระยะหย่อนไม่
เกิน $D = L/100$ mm. โดยที่ R1 คือ พูลเลย์ตัวส่งกำลัง
R2 คือ พูลเลย์ตัวรับกำลัง B1 คือ สายพานตึง B2 คือ
สายพานหย่อน D คือ ระยะความตึงสายพาน และ L
คือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางพูลเลย์ตัวส่งกำลังและ
พูลเลย์ตัวรับกำลัง (Greenheck Fan Corporation,
2011)

ภาพที่ 3 เป็นการวัดระยะห่างจาก
จุดศูนย์กลางพูลเลย์ตัวส่งกำลังและพูลเลย์ตัวรับ
กำลังมีค่าเท่ากับ 60 เซนติเมตร (cm.)



ภาพที่ 2 การตรวจวัดความตึงสายพาน
ที่มา: ผู้เขียนสร้างขึ้นเอง



ภาพที่ 3 การวัดระยะห่างของพูลเลย์
ที่มา: ถ่ายภาพโดยผู้เขียน



ภาพที่ 4 การวัดระยะความตึงสายพาน
ที่มา: ถ่ายภาพโดยผู้เขียน

การวัดความตึงสายพานทำโดยการนำไม้บรรทัดวางพาดบนพูลเลย์ระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าและพูลเลย์ใช้เครื่องวัดความตึงสายพานแบบพกพา กดสายพานวัดระยะและทำการทดสอบความตึงที่ต้องการดังภาพที่ 4

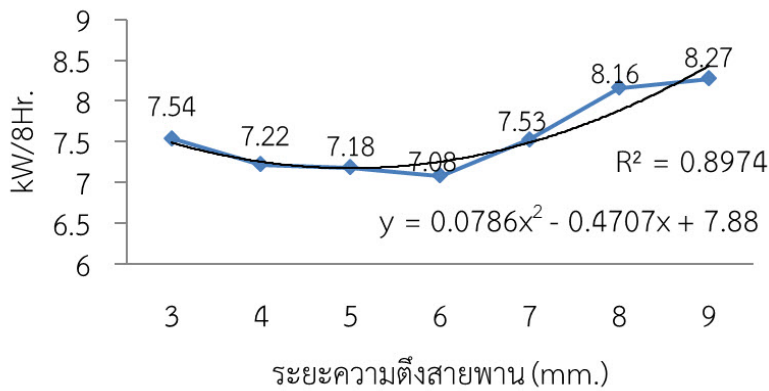
เครื่องมือ

- เครื่องวัดความตึงสายพานแบบพกพา (V-Belt Tension Gauge)

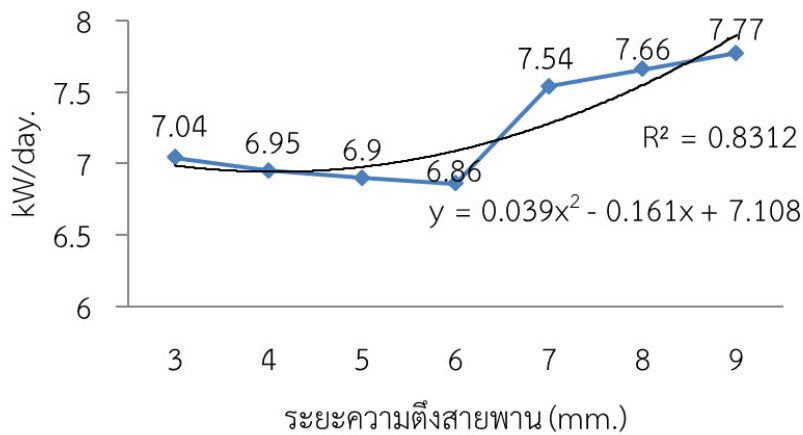
- เครื่องวัดค่าพลังงานทางไฟฟ้า (Energy Analyzer)

ผลการทดสอบ

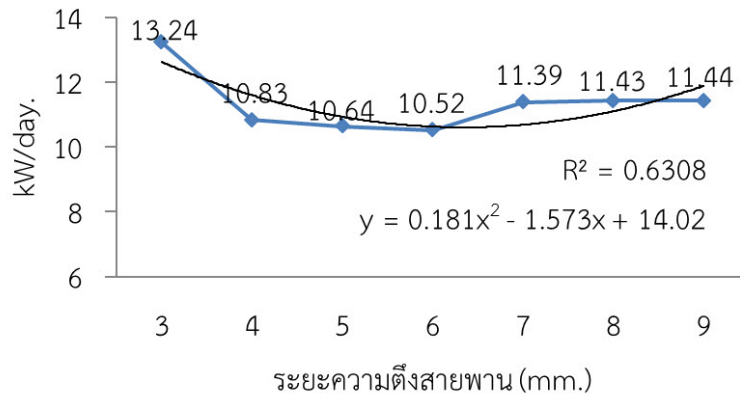
จากการบันทึกพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน (hr/day) ที่ระยะความตึงสายพาน 3-9 มิลลิเมตร (mm.) ใน 3 กรณี ผลการทดสอบดังภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศกรณีสายพานเก่าทั้งสองเส้น



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศกรณีสายพานใหม่ทั้งสองเส้น

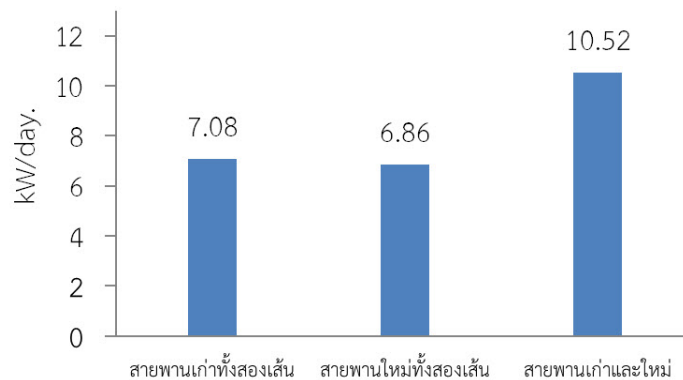


ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศกรณีสายพานเก่าและใหม่

สรุปผลการวิจัย

ผลทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศทั้ง 3 กรณีแสดงดังภาพที่ 5-7 พบว่า

ที่ระยะความตึงสายพาน 6 มิลลิเมตร (mm.) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความตึงสายพานที่ระดับอื่น



ภาพที่ 8 ค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศที่ระยะความตึงสายพาน 6 มิลลิเมตร (mm.) ใน 3 กรณีทดสอบ

จากภาพที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศที่ระยะความตึงสายพาน 6 mm. ใน 3 กรณีพบว่า สายพานเก่าทั้งสองเส้นมีค่า 7.08 kW/day. สายพานใหม่ทั้งสองเส้นมีค่า 6.86 kW/day. และสายพานเก่าและใหม่มีค่า 10.52 kW/day. พบว่า ค่าการใช้พลังงานกรณีสายพานเก่าทั้งสองเส้นมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่ากรณีสายพานใหม่ทั้งสองเส้น คิดเป็นร้อยละ 3.21 และค่าการใช้พลังงานกรณีสายพานเก่าและใหม่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่ากรณีสายพานใหม่ทั้งสองเส้น คิดเป็นร้อยละ 53.35

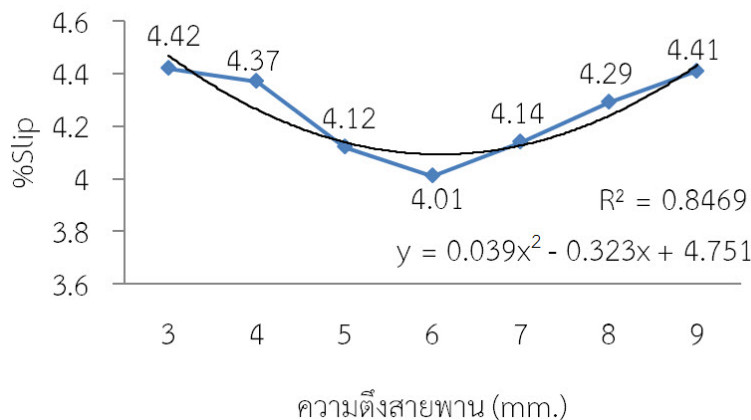
การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีสายพานเก่าทั้งสองเส้นมีค่าสูงกว่าสายพานใหม่ทั้งสองเส้น คิดเป็นร้อยละ 3.21 นั้นเกิดจากปรับตั้งความตึงเนื่องจากสามารถปรับตั้งได้ทั้งสองเส้นสามารถส่งถ่ายกำลังทางกลได้แต่จะเกิดสภาวะสายพานลื่น (Belt Slack) เนื่องจากหน้าสัมผัสระหว่างสายพานเก่าและพูลเลย์มีแรงเสียดทานต่ำเกินไปทำให้ส่งถ่ายกำลังได้ต่ำส่งผลให้การใช้พลังงานของต้นกำลังสูงและการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีสายพานเก่า 1 เส้น และใหม่

1 เส้นมีค่าสูงนั้นมาจากสาเหตุสายพานใหม่สามารถปรับตั้งความตึงที่ต้องการได้ แต่ไม่สามารถปรับความตึงสายพานเก่าได้ การส่งถ่ายกำลังทางกลจึงส่งผ่านในสายพานเส้นใหม่ส่วนสายพานเส้นเก่าเมื่อใช้งานจะเกิดสภาวะสายพานลื่น (Belt Slack) ซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานระหว่างสายพานกับพูลเลย์ตัวส่งกำลังและพูลเลย์รับกำลังน้อยเกินไปไม่เพียงพอต่อการส่งกำลัง

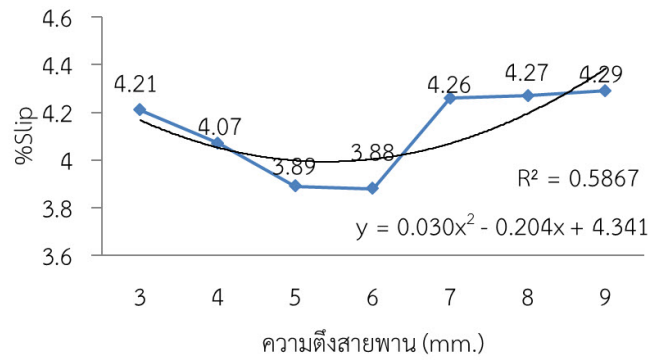
จากการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศทั้ง 3 กรณีที่กล่าวไปแล้วนั้น ผลการวัดค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ต้นกำลังและผลการคำนวณหาค่าสลิปของมอเตอร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสลิปต่อความตึงของสายพานและค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศดังภาพที่ 9-11 โดยคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์สลิปของมอเตอร์ (%Slip) จากสมการ

$$\%Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \quad (1)$$

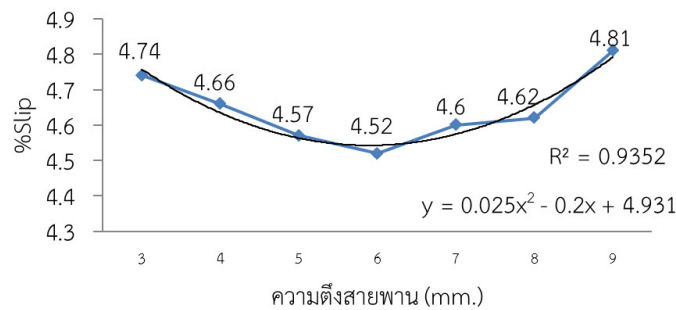
โดยที่ N_s คือ ความเร็วซิงโครนัส หน่วย rpm
 N_r คือ ความเร็วโรเตอร์ หน่วย rpm
 %Slip คือ ค่าเปอร์เซ็นต์สลิปของมอเตอร์



ภาพที่ 9 ค่าเปอร์เซ็นต์สลิป (%Slip) มอเตอร์ของเครื่องอัดอากาศกรณีสายพานเก่าทั้งสองเส้น



ภาพที่ 10 ค่าเปอร์เซ็นต์สลลิป (%Slip) มอเตอร์ของเครื่องอัดอากาศกรณีสายพานใหม่ทั้งสองเส้น



ภาพที่ 11 ค่าเปอร์เซ็นต์สลลิป (%Slip) มอเตอร์เครื่องอัดอากาศกรณีสายพานเก่าและใหม่

จากค่าเปอร์เซ็นต์สลลิป (%Slip) ของมอเตอร์เครื่องอัดอากาศดังภาพที่ 9-11 พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์สลลิป (%Slip) ของมอเตอร์เครื่องอัดอากาศมีความสัมพันธ์กับค่าความตึงของสายพานและอายุการใช้งาน กล่าวคือ ที่ความตึง 3-5 มิลลิเมตร และ 7-9 มิลลิเมตร มีค่าเปอร์เซ็นต์สลลิป (%Slip) หรือภาระทางกลที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับความตึงที่ระดับ 6 มิลลิเมตรโดยที่ระดับความตึง 3-5 มิลลิเมตร มีความตึงของสายพานมากทำให้เกิดความสูญเสียในรูปแบบของความร้อนและแรงเสียดทาน และที่ระดับความตึง 7-9 มิลลิเมตร สายพานมีความหย่อนสายพานไม่สามารถส่งถ่ายกำลังทางกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายผล

จากการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ พบว่าระยะความตึงของสายพานมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ เมื่อปรับตั้งให้สายพานตึงเกินค่าความตึงที่เหมาะสม (ที่ระยะ 3-5 มิลลิเมตร) ทำให้เกิดความสูญเสียในรูปแบบของความร้อนและแรงเสียดทาน และเมื่อปรับตั้งสายพานหย่อน (ที่ระยะ 7-9 มิลลิเมตร) จะเกิดสภาวะสายพานลื่นสายพานกับพูลเลย์จะมีประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลังกลต่ำ ทั้งสองกรณีจึงมีค่าการใช้พลังงานสูงสุดคล้อยกับ ญาณวุฒิ สุทธิชญากร (2558) ดังนั้น การปรับตั้งระยะความตึง

สายพานที่เหมาะสมควรมีความตึงในหน่วยมิลลิเมตร เท่ากับระยะความห่างระหว่างฟลูเอียร์ร้อย

การศึกษาอายุการใช้งานและสายพาน แตกต่างกัน ใน 3 กรณีพบว่า ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีสายพานเก่าทั้งสองเส้น และกรณีสายพานเก่า และใหม่ มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่ากรณี สายพานใหม่ทั้งสองเส้น คิดเป็นร้อยละ 3.21 และ 53.35 ตามลำดับ การวิเคราะห์ความสอดคล้อง (Regression: R^2) ของความตึงของสายพานและค่า เปอร์เซ็นต์สลลิปของมอเตอร์ต้นกำลังในรูปที่ 5-7 และ รูปที่ 9-11 พบว่า สองตัวแปรนี้เกี่ยวข้องแนบแน่น กล่าวคือ ระยะความตึงของสายพานที่ไม่มีเหมาะสม และอายุการใช้งานของสายพานส่งผลต่อการใช้ พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ซึ่งสอดคล้องกับการหาค่าภาวะโหลดและ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ของ Ranges (2014) การ เพิ่มประสิทธิภาพการส่งกำลังจึงควรปรับตั้งระยะ ความตึงสายพานให้เหมาะสมและเมื่อตรวจพบ สายพานหมดอายุการใช้งานหรือสึกหรอควรเปลี่ยน สายพานใหม่ทันที

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในอนาคตควรศึกษาการควบคุม อุณหภูมิด้านเข้าของเครื่องอัดอากาศเพื่อให้ได้ผลที่ ถูกต้องแม่นยำ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง อัดอากาศ

การนำผลการวิจัยไปใช้ในการบำรุงรักษา สายพานควรปรับตั้งความตึงสายพานใหม่ทุกๆ 2,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 เดือนต่อครั้งการปรับตั้งความ ตึงสายพานควรมีความตึงเท่ากันทุกเส้นโดยความตึง สายพานที่เหมาะสมควรมีความตึงในหน่วยมิลลิเมตร เท่ากับระยะความห่างระหว่างฟลูเอียร์ร้อย และ หากพบว่า สายพานเส้นหนึ่งเส้นใดชำรุดควรเปลี่ยน และปรับตั้งสายพานใหม่เสมอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่ให้การสนับสนุน ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2553. คู่มือฝึกอบรมการ ประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน. ปทุมธานี: กระทรวงพลังงาน.
- จตุภัทร สุขเกียรติภัย. 2552. การลดอัตราการใช้ พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องอัดอากาศ โดยใช้วิธีการปรับค่าความเร็วรอบของชุด ขับเคลื่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยชิต วรรณศรี. 2554. การศึกษาและวิเคราะห์ภาวะ ของอากาศที่มีผลกระทบต่อระบบเครื่อง อัดอากาศในอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ญาณวุฒิ สุพิชญางกูร. 2558. การปรับปรุง ประสิทธิภาพการผลิตอากาศอัดของ เครื่องอัดอากาศขนาดเล็กด้วยระบบ ควบคุมอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2561, จาก <http://www.rsu.ac.th/engineer/researchproject/index.html>
- ประกอบ เอี่ยมสะอาด. 2549. การบริหารจัดการ พลังงานในระบบอากาศอัดของโรงงาน อุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.

- มงคล พันธุ์พรหม. 2557. การอนุรักษ์พลังงานในอัดเครื่องอากาศโดยใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์ด้วยการควบคุมความถี่ต่ำสุด ที่สภาวะไร้โหลดของเครื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมคิด แคนมา. 2559. ศักยภาพการประหยัดพลังงานในเครื่องอัดอากาศอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อัจฉราภรณ์ พักแสง, และ วิทยา ยงเจริญ. 2558. การจัดการพลังงานจอร์บบอัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว. วารสารเทคโนโลยีภาคใต้, 8(1): 1-8.
- อุทัย วงศ์เขื่อนแก้ว, ชาญณรงค์ อัครเทศานุภาพ, และ มาลี สันติคุณาภรณ์. 2559. การเปรียบเทียบผลประหยัดพลังงานสำหรับมาตรการติดตั้งเครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ในเครื่องอัดอากาศ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24(6): 998-1009.
- Greenheck Fan Corporation. 2011. **Measuring Belt Tension.** Retrieved January 12, 2018, from <http://www.greenheck.com/library/articles/83>
- Ranges L. 2014. **Determining electric motor load and efficiency.** Retrieved Mar 14, 2018, from <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/10097517.pdf>