



ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม
(Air pump maintenance)

จัดทำโดย

นายธีรภัทร	ชุ่มมาก
นายณัฐพัฒน์	ทองอัม
นางสาวณัฐริกา	ยีนยง
นางสาววรินยุพา	บุญพา

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
ปีการศึกษา 2567
วิทยาลัยการอาชีพสกลนคร



ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม
(Air pump maintenance)

จัดทำโดย

นายธีรภัทร	ชุ่มมาก
นายณัฐพัฒน์	ทองอัม
นางสาวณัฐริกา	ยีนยง
นางสาววรินยุพา	บุญพา

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
ปีการศึกษา 2567
วิทยาลัยการอาชีพสกลนคร



วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ชื่อโครงการวิชาชีพ ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม

ชื่อนักศึกษา 1.นายธีรภัทร ชุ่มมาก รหัสนักศึกษา 65201020050
 2.นายณัฐพัฒน์ ทองอัม รหัสนักศึกษา 65201020031
 3.นางสาวณัฐริกา เย็นยง รหัสนักศึกษา 65201020033
 4.นางสาววรินยุพา บุญพา รหัสนักศึกษา 65201020080

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน
สาขางาน เครื่องมือกล
ครูที่ปรึกษาโครงการ นายก้องเกียรติ เทียนแก้ว
ครูที่ปรึกษาโครงการร่วม นายอนุชา พางาม
ครูผู้สอน นายก้องเกียรติ เทียนแก้ว
ปีการศึกษา 2567

คณะกรรมการตรวจสอบวิชาชีพ	ลายมือชื่อ
1.นายก้องเกียรติ เทียนแก้ว ครูที่ปรึกษา	
2.นายอนุชา พางาม ครูที่ปรึกษาโครงการร่วม	
3.นายก้องเกียรติ เทียนแก้ว ครูผู้สอน	
4.นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว หัวหน้าแผนก	
5.นายเบญจภัทร วงศ์โคกสูง หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน	
6.นายปรีดี สมอ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ	

สอบโครงการ วันที่ 21 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2568

สถานที่สอบ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

.....
(นางแสงดาว ศรีจันทร์เวียง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพสังขะ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม
(Air pump maintenance)

ชื่อผู้จัดทำ

นายธีรภัทร	ชุ่มมาก
นายณัฐพัฒน์	ทองอัม
นางสาวณัฐริกา	เย็นยง
นางสาววรินยุพา	บุญพา

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
ปีการศึกษา 2567
วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

หัวข้อวิจัย : ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม
โดย : นายธีรภัทร ชุ่มมาก
: นายณัฐพัฒน์ ทองอัม
: นางสาวณัฐริกา ยืนยง
: นางสาววรินยุพา บุญพา
ที่ปรึกษาวิจัย : นายก้องเกียรติ เทียนแก้ว
สาขาวิชา : ช่างกลโรงงาน
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

สิ่งประดิษฐ์ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลมออกแบบและสร้างเป็นเครื่องมืออุปกรณ์ที่ช่วยในการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนากระบวนการสร้างเครื่องปั๊มลมในปัจจุบันเครื่องปั๊มลมส่วนประกอบส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่และมีราคาแพง เป็นเครื่องปั๊มลมที่ใช้เครื่องยนต์ซึ่งคุ้มค่ากับการทำงานแต่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนดังนั้น เราจึงคิดค้นที่จะซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลมที่เสียให้กลับมาใช้งานได้ใหม่ และสามารถเคลื่อนที่ได้จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้งานได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะความร่วมมือและความพยายามของผู้ร่วมโครงการที่มุ่งหวังจะให้โครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ เพื่อการสำเร็จการศึกษาของนักเรียนนักศึกษาในระดับปวช. สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก นายก่อเกียรติ เทียนแก้ว ที่ได้ประมวลผลและให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นางแสงดาว ศรีจันทร์เวียง ซึ่งเป็นผู้อำนวยการและคณะผู้บริหารวิทยาลัยการอาชีพ สังขะ และครูแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ที่คอยอำนวยความสะดวกเครื่องมือ และสถานที่ในการทำสิ่งประดิษฐ์ เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ครูผู้สอนทุกท่านในแผนกวิชาช่างกลโรงงาน และประมวลผล ที่ให้ความอนุเคราะห์หออนุมัติสนับสนุนการจัดทำวิจัย สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจศึกษาต่อไป หากเกิดข้อบกพร่องของการทำสิ่งประดิษฐ์นี้ ทาง

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญ (ต่อ)	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่1 บทนำ	
1.ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตโครงการ	1
1.3 แนวทางการดำเนินงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 อุปกรณ์ที่ใช้	2
2.1.1 ล้อปี้มลม	2
2.1.2 ตัวกรองลม	2
2.1.3 ประเภทแผงวงจร	2
2.1.4 เกจวัดแรงดัน (Gauge)	2
2.1.5 คาปาซิเตอร์	2
2.1.6 เพรสเชอร์สวิตช์ (Pressure Switch)	2
2.1.7 สีสเปรย์	2
2.1.8 น้ำยาลอกสี	2
2.1.9 กาพ่นสี	2
2.1.10 กระดาษทราย	2
2.1.11 ใบขัด	2
2.2 กลไกการทำงาน	2
2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor)	
2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า แบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิด	
2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor)	
2.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase)	
2.2.5 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส	

สารบัญ (ต่อ)

2.2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

2.2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

2.2.8 ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ

1.ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)

2.ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces)

3.โครงมอเตอร์ (Motor Frame)

4.อาร์เมเจอร์ (Armature)

5.คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)

6.แปรงถ่าน (Brush)

2.2.9 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ (Motor)

2.2.10 รูปแบบการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.11 หลักการทำงานของปั๊มลมแบบลูกสูบ

2.2.12 โครงสร้างภายใน

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3 วิธีการทดลองและสรุปผลการทดลอง

3.4 ส่วนประกอบ

3.4.1 อธิบายภาพรวมของเครื่อง

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของปั๊มลม

4.2 แรงดันลมที่ตัด

4.3 สรุปผลการทดสอบ

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.3 การแก้ไขปัญหา

5.4 ข้อเสนอแนะ

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่

หน้า

- ภาพที่2.1.1 ล้อปั๊มลม
- ภาพที่2.1.2 ตัวกรองลม
- ภาพที่2.1.3 แผงวงจร
- ภาพที่2.1.4 เกจวัดแรงดัน
- ภาพที่2.1.5 คาปาซิเตอร์
- ภาพที่2.1.6 เพรสเซอร์สวิตช์
- ภาพที่2.1.7 สีสเปรย์
- ภาพที่2.1.8 น้ำยาลอกสี
- ภาพที่2.1.9 กาพ่นสี
- ภาพที่2.1.10 กระดาษทราย
- ภาพที่2.1.11 ใบขัด
- ภาพที่2.2.9 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์
- ภาพที่2.2.10 รูปแบบการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- ภาพที่2.2.11 หลักการทำงานของปั๊มลม
- ภาพที่2.2.12 ส่วนประกอบของปั๊มลม
- ภาพที่3.5 ศึกษาระบบของปั๊มลม และตรวจสอบอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย
- ภาพที่3.6 ล้างปั๊มลม ลอกสีดีกเกอร์ออก ขัดเศษฝุ่นออก และนำผ้าแห้งมาเช็ดให้แห้ง
- ภาพที่3.7 ลงสีรองพื้น และลงสีจริง

บทที่ 1

บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญ

ปั๊มลมรุ่นแรกของโลกถูกประดิษฐ์ขึ้นในปี 1,762 โดยวิศวกรชาวอังกฤษที่ชื่อว่า John Smeaton ปั๊มลมรุ่นแรกนี้ใช้พลังไอน้ำในการขับเคลื่อนลูกสูบเพื่อผลิตอากาศใช้ในโรงตีเหล็ก ไม่กี่ทศวรรษต่อมาเราได้เห็นความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีปั๊มลมด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพ จนนำไปสู่การใช้ปั๊มลม หรือ เครื่องอัดลม อย่างแพร่หลายของในอุตสาหกรรมต่างๆ

ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1,800 ปั๊มลมไฟฟ้าเครื่องแรกของโลกได้ถูกประดิษฐ์ขึ้น ทำให้ปั๊มลมสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ง่ายขึ้นอย่างมาก ด้วยการกำเนิดของพลังงานไฟฟ้าทำให้ปั๊มลมมีขนาดที่เล็กลง ส่งผลให้เริ่มมีการนำปั๊มลมไปใช้กับโรงงาน หรือ อุตสาหกรรมขนาดเล็ก (tair dryer) เป็นเครื่องทำลมแห้งแบบใช้เม็ดสารดูดความชื้นสามารถทำ Pressure dew point ได้ตั้งแต่ -20 ถึง -70 องศาเซลเซียส ซึ่งคุณภาพลมที่ออกมาจัดเป็นลมที่มีความแห้งสูงเป็นพิเศษเหมาะกับอุตสาหกรรมเฉพาะกลุ่ม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยาอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ และเครื่องสำอาง เป็นต้น

2.วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อเข้าใจหลักการทำงานของระบบส่งกำลังของเครื่องปั๊มลม
- 2.เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และได้ปั๊มลมที่ชำรุดกลับมาใช้งานได้ใหม่อีกครั้ง
- 3.ซ่อมและทดสอบปั๊มลมจากวัสดุเหลือใช้

3.ขอบเขตของโครงการ

- 1.เพื่อศึกษาระบบส่งกำลังของปั๊มลม
- 2.เพื่อทดสอบระบบเครื่องปั๊มลม

4.แนวทางการดำเนินงาน

- 1.ศึกษาระบบของปั๊มลม
- 2.ศึกษาเกจวัดแรงดัน
- 3.ลอกสีของถังปั๊มลม ฟันสีใหม่ และเปลี่ยนแคปรี้นตัวใหม่
- 4.ซ่อมและปรับชุดควบคุมแรงดัน
- 5.ทดลองและแก้ไขข้อผิดพลาด

5.ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิง
- 2.ประหยัดงบประมาณ โดยการนำปั๊มลมที่เสียมาซ่อมบำรุงให้กลับมาใช้ได้ใหม่

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำโครงการซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่สำคัญและเกี่ยวข้องนำมาเสนอ เพื่อให้สามารถจัดทำโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปด้วยดี โดยทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- 2.1.1 ล้อปั๊มลม
- 2.1.2 ตัวกรองลม
- 2.1.3 แผงวงจร
- 2.1.4 เกจวัดแรงดัน
- 2.1.5 คาปาซิเตอร์
- 2.1.6 เพรสเซอร์สวิตช์
- 2.1.7 สีสเปรย์
- 2.1.8 น้ำยาลอกสี
- 2.1.9 กาพนสี
- 2.1.10 กระดาษทราย
- 2.1.11 ใบขัด

2.2 กลไกการทำงาน

วิวัฒนาการของปั๊มลม

ใน 20 ศตวรรษต่อมา ปั๊มลมยังคงมีวิวัฒนาการ และ พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ด้วยการใช้วัสดุ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อะไหล่ปั๊มลม และ การผลิตที่ก้าวหน้าทำให้ปั๊มลมในยุคนี้มีความทนทานสูง การถือกำเนิดของระบบคอมพิวเตอร์ในช่วงปลายศตวรรษนำมาซึ่งนวัตกรรมใหม่ๆ ในการออกแบบปั๊มลม เช่น VSD (variable speed drives) ระบบประหยัดพลังงาน หรือ ระบบควบคุมอัจฉริยะ เป็นต้น

ในปัจจุบันปั๊มลมมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในแวดวงอุตสาหกรรม หรือ ปั๊มลมอุตสาหกรรม ตั้งแต่ การก่อสร้าง การผลิต ทางการแพทย์ และ เกษตรกรรม การที่ปั๊มลมถูกพัฒนามาให้มีหลากหลายขนาด ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกงาน ถือว่ามีการพัฒนามาไกลมาๆตั้งแต่ยุคแรกๆ และยังคงมีบทบาทสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน

2.1.1 ล้อปั๊มลม

นิยมและแข็งแรง ความเป็นสแตนเลสกันน้ำ รับน้ำหนักไม่เกิน 500 กก. รับน้ำหนักไม่เกิน 800 กก. รับน้ำหนักไม่เกิน 1000 กก. รับน้ำหนัก 1000 กก. ขึ้นไป



ภาพที่ 2.1.1 ล้อปั๊มลม

2.1.2 ตัวกรองลม

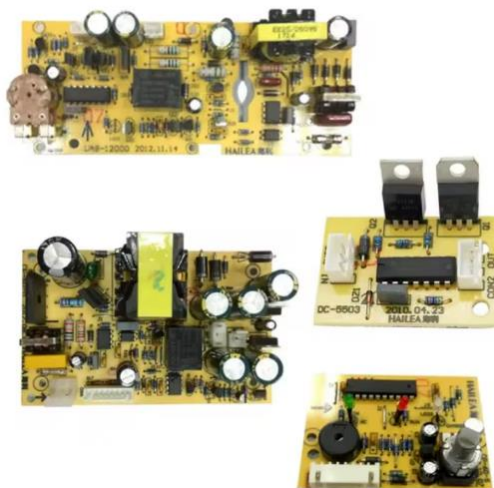
ตัวกรองลม (Air filter) ในระบบนิวเมติกส์ เป็นอุปกรณ์ช่วยกรองฝุ่นละอองและความชื้นที่ปนอยู่ในลม ช่วยปรับแต่งกำลังดันลม (Pressure regulator) และใช้เติมหม้อน้ำหล่อลื่นชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในเครื่องมือให้ทำงานโดยไม่ติดขัดจากฝุ่นละอองหรือผงสนิมที่เกิดจากไอหม้อที่ปะปนมากับลมอัด



ภาพที่ 2.1.2 ตัวกรองลม

2.1.3 ประเภทแผงวงจร

แผงวงจรพิมพ์ (PCB) คือฐานทางกลที่ใช้ยึดและเชื่อมต่อส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า PCB ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภคและอุปกรณ์เสริมสมัยใหม่เกือบทั้งหมด รวมถึงโทรศัพท์ แท็บเล็ต สมาร์ทวอตช์ เครื่องชาร์จไร้สาย และแหล่งจ่ายไฟ แผงวงจรหลายชั้นที่ทำจากวัสดุหลายชนิดเหล่านี้สร้างฐานที่มั่นคงของชุดประกอบ PCB



ภาพที่ 2.1.3 แผงวงจร

2.1.4 เกจวัดแรงดัน (Gauge)

เกจวัดแรงดัน (Gauge) เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อวัดค่าความดันภายในระบบ เพื่อใช้ในการตรวจวัดแรงดันขณะซ่อมและขณะใช้งาน ส่วนเกจแมนิโฟลด์ (Gauge Manifold) นั้น เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจระบบปรับอากาศ



ภาพที่ 2.1.4 เกจวัดแรงดัน

2.1.5 คาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์ หรือ ตัวเก็บประจุ (Capacitor) คือ ทำหน้าที่เก็บพลังงานในรูปสนามไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นระหว่างคู่ขนาน โดยมีค่าประจุไฟฟ้าเท่ากัน เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำคัญในงานอิเล็กทรอนิกส์ และพบได้แทบทุกวงจร มีคุณสมบัติตรงข้ามกับตัวเหนี่ยวนำ จึงมักใช้หักล้างกันหรือทำงานร่วมกันในวงจรต่างๆ



ภาพที่ 2.1.5 คาปาซิเตอร์

2.1.6 เพรสเชอร์สวิตช์ (Pressure Switch)

เพรสเชอร์สวิตช์ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบเมื่อความดันเกิดความเปลี่ยนแปลงสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับความดันเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นิยมใช้มากในระบบควบคุมความดันของหม้อไอน้ำ ปั๊มลม ไฮดรอลิก ฯลฯ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยชนิดหนึ่ง นอกเหนือไปจากวาล์วระบายความดัน



ภาพที่ 2.1.6 เพรสเชอร์สวิตช์

2.1.7 สีสเปรย์

สีสเปรย์ หรือเรียกอีกอย่างว่า สีพ่น เป็นผลิตภัณฑ์สีที่ถูกบรรจุอยู่ในภาชนะภายใต้แรงดันก๊าซ เมื่อเปิดใช้งาน สีจะถูกปล่อยออกมาจากภาชนะด้วยแรงดันก๊าซภายใน ผ่านหัวฉีดสเปรย์ทำให้เป็นละอองสีกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ

สีสเปรย์ที่มีจำหน่ายในตลาดมีหลายชนิด และมีส่วนผสมที่แตกต่าง โดยมากจะมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่เหมือนกัน เช่น ตัวทำละลาย ส่วนที่ทำให้แตกต่างกัน คือ สารที่ทำให้เกิดสี โดยทั่วไปมักพบสารที่ทำให้เกิดสีได้แก่

- 1.เม็ดสีสังเคราะห์
- 2.ผงโลหะสีต่างๆ



ภาพที่2.1.7 สีสเปรย์

2.1.8 น้ำยาลอกสี

น้ำยาลอกสีเป็นเพียงน้ำยาขจัดสีหรือสารที่ใช้ขจัดชั้นของวานิช เคลือบเงา หรือกาวที่ถูกละลาย เพอร์นิเจอร์หรือพื้นผิวประเภทอื่นที่ทำจากวัสดุใดๆ เช่น ไม้ โลหะ กระเบื้อง ฯลฯ



ภาพที่2.1.8 น้ำยาลอกสี

2.1.9 กาพ่นสี

กาพ่นสี (Spray Gun) เป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบมาอย่างประณีต เพื่อใช้ในการพ่นของเหลว เป็นเครื่องมือช่างที่ใช้ในการตกแต่งชิ้นงานให้มีสีสนสวยงาม กาพ่นสีช่วยให้ทำงานสีได้ง่าย สะดวก รวดเร็วกว่าการใช้แปรงหรือลูกกลิ้ง ทำให้ได้ชิ้นงานออกมาเรียบเนียนสวย



ภาพที่2.1.9 กาพ่นสี

2.1.10 กระดาษทราย

กระดาษทรายคืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับขัดพื้นผิวต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นไม้ พลาสติก โลหะ หรือเหล็ก เพื่อตกแต่งพื้นผิววัสดุให้มีความเรียบเนียนสวยงาม ลดความคม หรือขัดเตรียมพื้นผิวสำหรับการลงสี ซึ่งกระดาษทรายนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท หลายเบอร์ ในการเลือกใช้ เราจึงต้องเลือกเบอร์กระดาษทรายให้เหมาะสมกับงาน เพื่อให้ชิ้นงานออกมาสวยตรงใจ



ภาพที่2.1.10 กระดาษทราย

2.1.11 ใบขัด

แผ่นขัดนั้นสำคัญไฉน

- แผ่นสีดำ ใช้สำหรับงานล้างลอกแว็กซ์ เพื่อเตรียมพื้นสำหรับการลงเคลือบเงาใหม่
- แผ่นสีเขียว ใช้สำหรับงานลอกผิวแว็กซ์ และขัดล้างสิ่งสกปรกเฉพาะผิวแว็กซ์ เช่น รอยขีดข่วนบนพื้นผิว เพื่อการลงเคลือบเงาใหม่ต่อไป
- แผ่นสีแดง ใช้สำหรับงานป้นเงาพื้น (สเปรย์บัฟ) เป็นการทำความสะอาดพื้นโดยไม่ทำลายเคลือบเงา



ภาพที่ 2.1.11 ใบขัด

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เพื่อเป็นเครื่องต้นกำลังเพื่อนำไปใช้กับเครื่องจักรแบบต่างๆ มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็วรอบหรือกำลังงานที่ต่างกัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลัก ตามลักษณะการใช้งานของกระแสไฟฟ้า

2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า แบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่มอเตอร์ไฟฟ้า

2.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ซึ่งเป็นกระแสไฟที่ใช้ตามบ้านเรือนทั่วไป มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูงส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน

- 1.สปลิตเฟส มอเตอร์ (Split-Phase motor)
- 2.คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor motor)
- 3.รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- 4.ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
- 5.เซดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

2.2.5 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส หรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phas Motor)

2.2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส หรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ ซึ่งเป็นกระแสไฟที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

2.2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C.MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

- 1.มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)
- 2.มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)
- 3.มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่า คอมเปาต์มอเตอร์ (Compound Motor)

2.2.8 ส่วนประกอบหลักๆของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. **ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)** คือ ขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบนํ้ายาฉนวนสนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2. **ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces)** คือ แกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Edy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้นํ้าเกิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มข้นสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

3. **โครงมอเตอร์ (Motor Frame)** คือ ส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

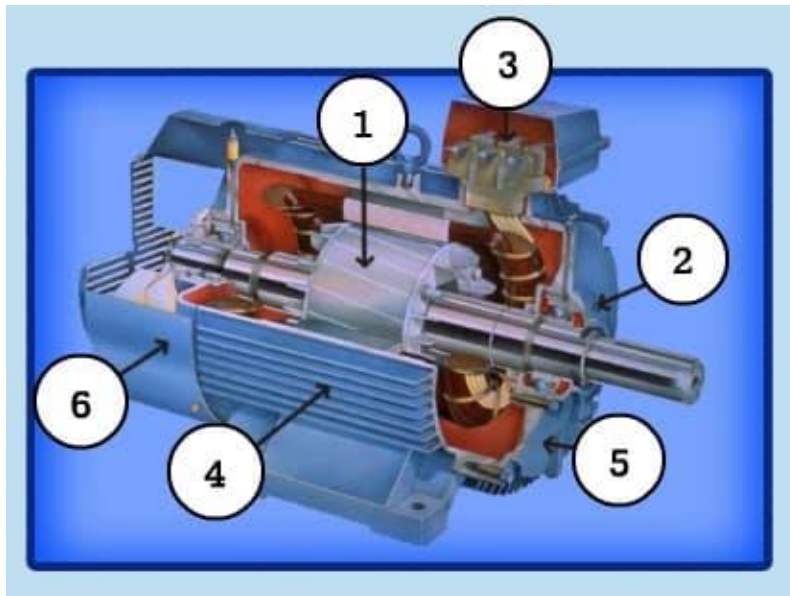
4. **อาร์เมเจอร์ (Armature)** คือ ส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเจาะรูช่อง ออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบนํ้ายาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลํ้าไฟเบอร์อัดแน่น ขึ้นขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์อาร์เมเจอร์ผลัดกันของสนามแม่เหล็กทั้งสองทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5. **คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)** คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมอร์

6. **แปรงถ่าน (Brush)** คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

2.2.9 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ (Motor)

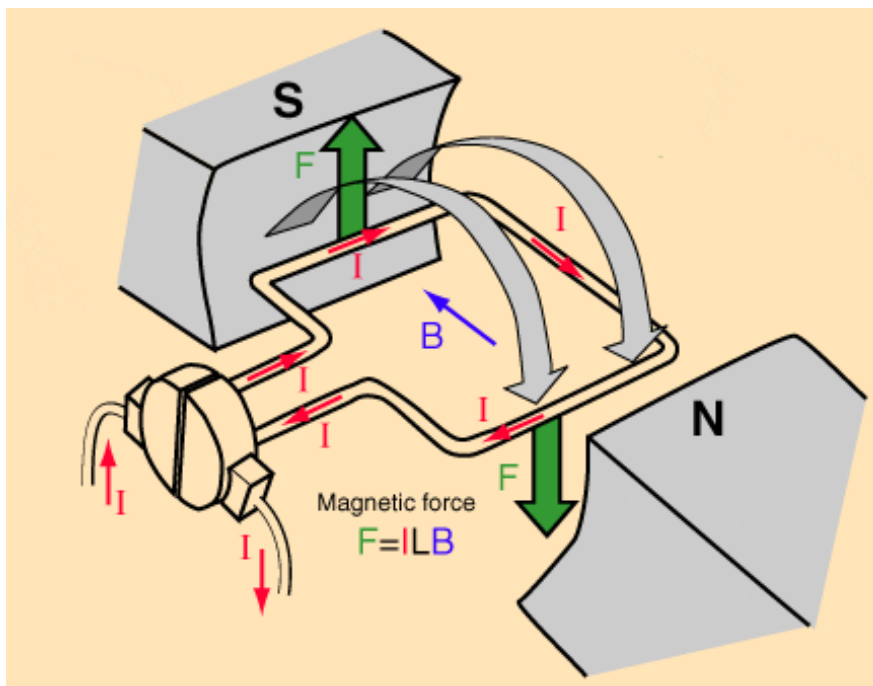
มอเตอร์ (Motor) เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กจะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน และเมื่อสลับขั้วไฟฟ้าการหมุนของขดลวดจะหมุนกลับทิศทางเดิม



ภาพที่ 2.2.9 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์

2.2.10 รูปแบบการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

รูปแบบการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์ เปลี่ยนไปไปอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆ อีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน

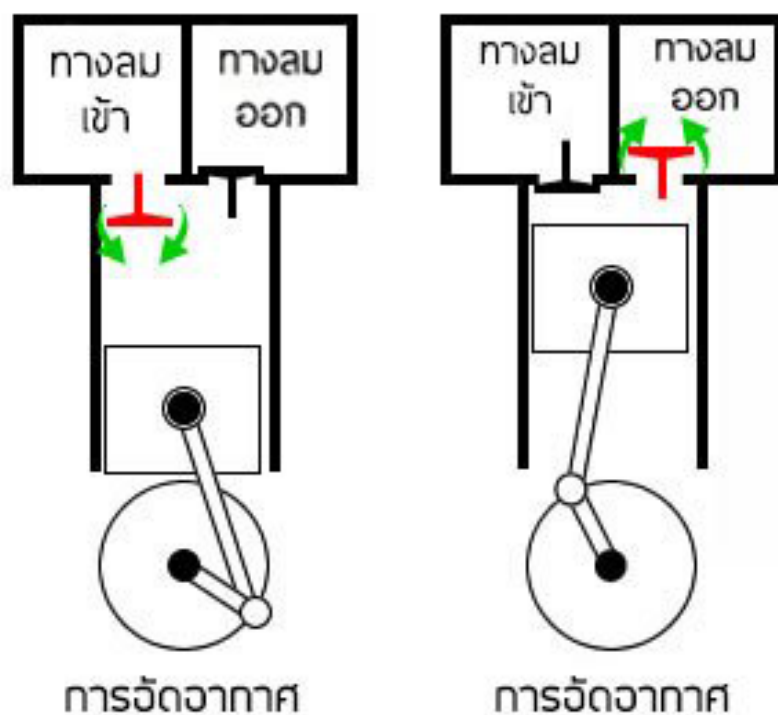


ภาพที่ 2.2.10 รูปแบบการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.11 หลักการทำงานของปั๊มลมแบบลูกสูบ

ปั๊มลมชนิดลูกสูบ (Piston Air Compressor) เป็นปั๊มลมที่มีหลักการทำงานโดยจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนลูกสูบให้เกิดการเคลื่อนที่ขึ้นลง ทำให้เกิดแรงดูดและอัดอากาศภายในกระบอกสูบขึ้น ซึ่งปั๊มลมจะมีวาล์วทางด้านดูดและวาล์วทางออกทำงานสัมพันธ์กัน เมื่อลูกสูบมีการเคลื่อนตัวในแนวตั้งทำให้เกิดการดูดและอัดภายในกระบอกสูบ โดยที่ช่วงการดูดอากาศ ลิ้นช่องดูดเข้าจะทำการเปิดออกเพื่อดึงอากาศเข้ามาภายในกระบอกสูบ แต่ลิ้นทางด้านอัดอากาศออกจะปิดสนิท จากนั้นเมื่อถึงช่วงการอัดอากาศ ตัวลูกสูบจะดันอากาศให้ออกทางลมออก ทำให้ลิ้นทางลมออกเปิด ส่วนทางลิ้นดูดอากาศก็จะปิดลง เมื่อลูกสูบของปั๊มลมขยับขึ้นลงจึงเกิดการดูดและอัดอากาศขึ้น

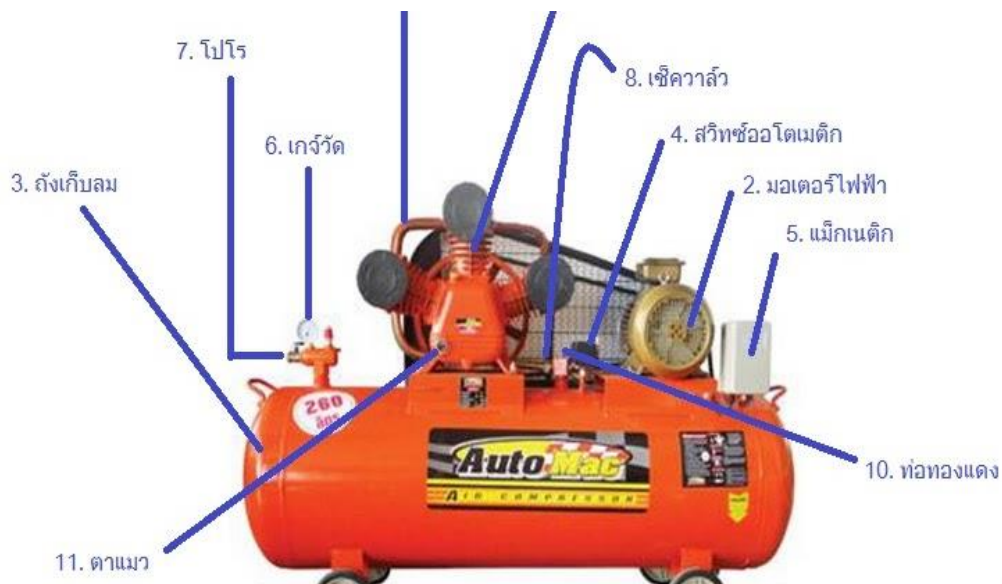
การสร้างแรงดันของปั๊มจะขึ้นอยู่กับจำนวน (Stage) ในการทำงานของปั๊ม เช่น ปั๊มลมที่มีระบบการทำงานแบบ (Single Stage) จะสามารถสร้างแรงดันได้ 8-10 บาร์ และการทำงานแบบ (Two Stage) ปั๊มลมจะสร้างแรงดันได้ 12-15 บาร์ เป็นต้น แต่โดยปกติแล้วปั๊มลมแบบลูกสูบจะสามารถสร้างแรงดันได้ตั้งแต่ 1 บาร์ ทำให้เป็นจุดเด่นอีกหนึ่งจุดของปั๊มประเภทนี้ที่สามารถสร้างแรงดันได้ตั้งแรงดันต่ำ ปานกลาง ไปจนถึงทำแรงดันสูงได้ ปั๊มลมแบบลูกสูบมีทั้งแบบที่ใช้สายพานและแบบโรตารี



ภาพที่ 2.2.11 หลักการทำงานของปั๊มลม

2.2.12 โครงสร้างภายใน

การผลิตลมโดยมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ได้แก่ 1.หัวปั๊มลม 2.มอเตอร์ไฟฟ้า และ 3.ถังเก็บลม วิธีการทำงานก็คือ การที่หัวปั๊มลมอัดลมเก็บไว้ในถังเก็บลม โดยมีมอเตอร์เป็นตัวต้นกำลัง ซึ่งขนาดของส่วนประกอบต่างๆ จะต้องเหมาะสมกันเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 2.2.12 ส่วนประกอบของปั๊มลม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงการ ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม ในครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการจัดทำโครงการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 เตรียมวัสดุอุปกรณ์
- 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน
- 3.3 วิธีการทดลองและสรุปผลการทดลอง
- 3.4 ส่วนประกอบ

3.4.1 อธิบายภาพรวมของเครื่อง

ซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม โดยลูกสูบจะมีการเคลื่อนตัวในแนวตั้งทำให้เกิดการดูดและอัดภายในกระบอกสูบ โดยที่ช่วงการดูดอากาศ ลิ้นช่องดูดเข้าจะทำการเปิดออกเพื่อดึงอากาศเข้ามาภายในกระบอกสูบ แต่ลิ้นทางด้านอัดอากาศออกจะปิดสนิท จากนั้นเมื่อถึงช่วงการอัดอากาศ ตัวลูกสูบจะดันอากาศให้ออกทางลมออก ทำให้ลิ้นทางลมออกเปิด ส่วนทางลิ้นดูดอากาศก็จะปิดลง เมื่อลูกสูบของปั๊มลมขยับขึ้นลงจึงเกิดการดูดและอัดอากาศขึ้น หากจะพูดให้เข้าใจง่ายๆคือ หลักการทำงานของปั๊มลมลูกสูบ จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังมาขับเคลื่อนลูกสูบให้เคลื่อนที่ขึ้นลง ทำให้เกิดแรงดูดและอัดอากาศภายในกระบอกสูบ โดยมีวาล์วทางด้านดูดและวาล์วทางออกทำงานสัมพันธ์กัน การผลิตลมโดยมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ได้แก่

- 1.หัวปั๊มลม
- 2.มอเตอร์ไฟฟ้า
- 3.ถังเก็บลม

3.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน



ภาพที่3.5 ศึกษาระบบของปั๊มลม และตรวจสอบอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย



ภาพที่3.6 ล้างปั๊มลม ลอกสติกเกอร์ออก ขัดเศษฝุ่นออก และนำผ้าแห้งมาเช็ดให้แห้ง



ภาพที่3.7 ลงสีรองพื้น และลงสีจริง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องปั๊มลม ผู้ศึกษาโครงการได้นำข้อมูลที่ได้จากการซ่อมแซมเครื่องปั๊มลมและทดสอบประสิทธิภาพ ประเมินความเพื่อสรุปเป็นแนวทางที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพออกแบบและสร้าง และประเมินความพึงพอใจ โดยผู้ศึกษาโครงการได้ทำการทดลองดังนี้

4.1 ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของปั๊มลม

4.1.1 ตรวจสอบแก้มยาง เพื่อดูแรงดันลมที่แนะนำสำหรับรถยนต์และรถบรรทุก โดยปกติจะอยู่ระหว่าง 2.06-2.75 บาร์ (30 และ 40 psi) ในขณะที่จักรยานจะมีแรงดันอยู่ระหว่าง 1.37-8.7 บาร์ (20 ถึง 130 psi) ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปแบบยาง

4.1.2 ตรวจสอบซีกระองอากาศ ทำการถอดกรองอากาศของปั๊มลมออกมาเพื่อเป่าลมทำความสะอาดตัวกรองหรือถ้ากรองอากาศของปั๊มลมนั้นมีฝุ่นหนาแน่นเกินไปให้ทำการเปลี่ยนกรองอากาศใหม่ทันที เพื่อให้ปั๊มลมนั้นทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

4.1.3 ตรวจสอบสาย Hose ทั้งระบบน้ำมันและอากาศของปั๊มลม ทำการตรวจเช็คสาย Hose ทั้งระบบน้ำมันและอากาศว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ โดยทำการตรวจสอบการรั่วซึมของสาย ตรวจเช็คสภาพภายนอกของสาย Hose และตรวจสอบจุดยึดสาย Hose ว่าหลวมหรือไม่

4.1.4 ตรวจเช็คระดับน้ำมันภายในเครื่องปั๊มลม ทำการตรวจสอบระดับน้ำมันของเครื่องปั๊มลมทุกครั้งหลังจากที่หยุดใช้เครื่องเป็นเวลานาน เพราะระดับน้ำมันอาจลดได้ หรือถ้าเครื่องหยุดเครื่องนานมาก ต้องทำการเปลี่ยนใหม่เพื่อให้ปั๊มลมนั้นใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.5 ตรวจเช็คระบบกรองน้ำมันของปั๊มลม (Oil Filter) ปั๊มลมตัวนี้หยุดใช้งานเกิน 6 เดือนขึ้นไป ก่อนนำกลับมาใช้ใหม่จึงซื้ออุปกรณ์และของที่เหลือใช้ มาทำการเปลี่ยนกรองน้ำมันเครื่องใหม่โดยทันที เพราะส่วนที่เป็นกรองจะเป็นกระดาษที่ทำหน้าที่กรองเศษต่างๆที่มากับน้ำมัน เพราะฉะนั้นจึงเปลี่ยนใหม่เมื่อต้องการนำเครื่องกลับมาใช้อีกครั้ง

4.1.6 ตรวจเช็คระบบระบายความร้อน(Cooler) ตรวจสอบบริเวณจุดระบายความร้อนของ Cooler หรือ แผงรังผึ้ง ของ Cooler ภายในตัวปั๊มลมว่ามีฝุ่นเกาะเยอะหรือไม่ ถอดมาทำความสะอาดบริเวณแผงรังผึ้ง ของ Cooler โดยการใช้ลมเป่าทำความสะอาดเพื่อให้ Cooler ทำหน้าที่ระบายความร้อนของปั๊มลมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.7 ตรวจเช็คจุด Drain น้ำของปั๊มลม ตรวจสอบจุด Drain น้ำของปั๊มลมว่ายังสามารถใช้งานได้ปกติหรือไม่ ทั้ง Manual และ Auto เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายขณะเครื่องทำงาน ถ้าพบว่าอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Drain น้ำออกจากเครื่องปั๊มลมเกิดการชำรุดหรือเสียให้รีบทำการแก้ไขโดยด่วนหรือให้ทางผู้เชี่ยวชาญรีบเข้าทำซ่อมแก้ไข

4.2 แรงดันลมที่ตัด

การหาแรงดันลมที่ตัดของเครื่องปั๊มลม แรงดันลมที่ตัดอยู่ที่ 100 บาร์

4.3 สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบจากการซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม เริ่มจากการทดสอบเปิดเครื่องปั๊มลม เพื่อให้รู้ว่าระบบไฟฟ้าของปั๊มลมยังทำงานอยู่ และทดสอบความเร็วเฉลี่ยของเครื่องปั๊มลม

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาโครงงานซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

จากผลการทดสอบการทำงานของโครงงานซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มลม สามารถควบคุมให้เคลื่อนที่ไปได้ทุกทิศทาง โดยการ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 1.แผงวงจรของมอเตอร์หัก
- 2.ชุดข้อต่อลมรั่ว
- 3.

5.3 การแก้ไข้ปัญหา

- 1.ซื้อแผงวงจรมาเปลี่ยนใส่ใหม่
- 2.ถอดพันเทปพันเกลียว และทากาวปะเก็น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบเปิดเครื่องปั๊มลม ทำให้ระบบไฟฟ้าของเครื่องปั๊มลมยังมีผลทางการทดสอบที่ยังไม่น่าพึงพอใจมากนัก หลายส่วน เช่น

บรรณานุกรม

ล้อปีมลม

[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา

<https://www.twc111.com/uploads/product/WPT0150EZ.jpg>

(สืบค้นเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2567)

ตัวกรองลม

[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbsinterengineering.com%2F%25E0%25B8%25A3%25E0%25B8%25B2%25E0%25B8%25A2%25E0%25B8%25A5%25E0%25B8%25B0%25E0%25B9%2580%25E0%25B8%25AD%25E0%25B8%25B5%25E0%25B8%25A2%25E0%25B8%2594%25E0%25B8%25AA%25E0%25B8%25B4%25E0%25B8%2599%25E0%25B8%2584%25E0%25B9%2589%25E0%25B8%25B2%2FFS_Air-Filter_Piston&psig=AOvVaw0M-gcWrl4H0P9oThnFldNC&ust=1735098324680000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBOQjRxqFwoTCODyzuT6wloDFOAAAAAdAAAAABAb

(สืบค้นเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2567)

มอเตอร์ไฟฟ้า

[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B9%8C:Motors01CJC.jpg>

(สืบค้นเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2567)

ภาคผนวก