



งานวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องดูดเศษโลหะ

โดย

นายอภิชัย โสภณศิริ

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง

วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ชื่อเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องดูดเศษโลหะ

(A metal vacuum cleaning)

ผู้วิจัย นายอภิชัย โสภณศิริ

สถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

ปีงบประมาณ 2553

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องดูดเศษโลหะ มีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในการเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะและสามารถนำไปใช้งานทางด้านความมั่นคงของชาติ โดยการศึกษาข้างต้นพบว่า การเก็บกวาดเศษวัสดุโลหะต้องใช้เวลาในการเก็บกวาดนาน โดยเครื่องดูดเศษโลหะจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บเศษโลหะได้เร็วขึ้น เหมาะสำหรับการใช้ในโรงงานและหน่วยงานทางทหาร เช่น โรงกลึงเหล็ก, การแก้ไขสถานการณ์ทางภาคใต้ เป็นต้น

จากการทดลองของเครื่องดูดเศษโลหะที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่จะพบว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานเครื่องนี้ได้อย่างคล่องตัว สะดวก ปลอดภัย และเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะได้ 100% และยังช่วยประหยัดเวลา ซึ่งเป็นผลดีของผู้ใช้งานอีกทางหนึ่งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการค้นคว้าวิจัยเรื่องนี้จะไม่ประสบความสำเร็จได้ ถ้าปราศจากอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้เสียสละเวลาให้ความรู้และชี้แนะแนวทางในการจัดทำ ปรับปรุงแก้ไขตลอดจนให้กำลังใจเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์อภิชัย ไสภณศิริ และอาจารย์ประจำแผนกวิชา ช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาการออกแบบเครื่องและให้การอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และสถานที่ด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้จะลืมเสียมิได้ คือ พระคุณบิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนประสานวิชา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

นายอภิชัย ไสภณศิริ

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ป
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญภาพ.....	จ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	2
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	9
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	16
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	17
เอกสารอ้างอิง.....	18
ภาคผนวก	
ภาพการปฏิบัติงาน.....	24
ประวัติผู้จัดทำ.....	25

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะเพื่อเก็บเศษวัสดุโลหะ

16

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 Neodymium Magnets	2
รูปที่ 2.2 Ferrite Magnets (Ceramic)	2
รูปที่ 2.3 SmCo Magnets	2
รูปที่ 2.4 AlNiCo Magnets	4
รูปที่ 2.5 Magnetic Sheets & Strips	4
รูปที่ 2.6 เฟืองตรง(Spur gear)	4
รูปที่ 2.7 เฟืองหนอน (Worm gear)	5
รูปที่ 2.8 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)	5
รูปที่ 2.9 คลັบลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมร่องลึกแถวเดียว	6
รูปที่ 2.10 คลັบลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบมีบ่ากับฐาน	7
รูปที่ 2.11 คลັบลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบเอียง	7
รูปที่ 2.12 คลັบลูกปืนชนิดลูกกลิ้งแบบแกว่งปรับศูนย์	7
รูปที่ 2.13 คลັบลูกปืนชนิดลูกกลิ้งแบบป้อม	8
รูปที่ 2.14 คลັบลูกปืนชนิดลูกกลิ้งเรียว	8
รูปที่ 3.1 ภาพแสดงแบบโครงสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ	11
รูปที่ 3.2 โครงเครื่องดูดเศษโลหะ	11
รูปที่ 3.3 แท่งแม่เหล็กทรงกระบอกยึดติดกับตุ้กดึงและฟันเฟือง	12
รูปที่ 3.4 แสดงการขับเคลื่อนและฟันสืตัวเครื่อง	12
รูปที่ 3.5 ภาพแสดงส่วนประกอบด้ามจับ,แผ่นยางและแผ่นพลาสติก	12
รูปที่ 3.6 แสดงการประกอบตัวเครื่องดูดเศษโลหะ	13
รูปที่ 3.7 ภาพเครื่องดูดเศษโลหะที่เสร็จสมบูรณ์	13
รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะ	14
รูปที่ 3.9 แสดงการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่กองร้อยตำรวจตระเวนชายแดน 244	14
รูปที่ 3.10แสดงการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่สถานีตำรวจภูธร	15
รูปที่ 3.11แสดงการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่ร้านโรงกลึงเหล็ก	15

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการใช้โลหะจำนวนมากในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นความต้องการอีกปัจจัยหนึ่งเกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรม ,สถานประกอบ,ร้านซ่อมต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย ไม่ว่าจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ไหนก็ ยังพบเห็นการใช้โลหะจำนวนมาก เมื่อมีการนำโลหะไปใช้งานมาก ๆ ก็เกิดปัญหามีเศษวัสดุโลหะ เหลือใช้หรือโลหะที่หลงเหลืออยู่ จำเป็นจะต้องมีการเก็บกวาดโลหะให้หมดไปและลดปัญหาการเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ปฏิบัติงาน

จากสภาพปัญหาหรือประสบการณ์ที่เราพบเห็นจากการทำงานของผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็สถาน ประกอบการหรือหน่วยงานทางความมั่นคงของชาติ การเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะต้องเสียเวลาในการ เก็บกวาดเศษโลหะ ซึ่งเศษโลหะบางชนิดอาจมีขนาดเล็ก เช่น เศษตะปู, เศษน็อต, เศษสกรู, เศษลูกลิเวท เป็นต้น การเก็บกวาดจึงทำได้ยากลำบากและเก็บกวาดไม่หมด

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างเครื่องดูดเศษโลหะขึ้น เพื่อที่จะใช้เก็บกวาด เศษวัสดุโลหะที่ตกอยู่บนพื้นให้หมดหลังจากการทำงาน อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการเก็บกวาด และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งนี้สามารถนำไปใช้งานเกี่ยวกับทางด้านทหาร ใน สถานการณ์ทางภาคใต้ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

2. วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องดูดเศษโลหะ
- 2.เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในการเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะ

3. ขอบเขตของการวิจัย

1. นำเครื่องดูดเศษโลหะไปทดสอบการใช้งานที่กองร้อยตำรวจตระเวนชายแดน 244 , สถานี ตำรวจอำเภอบึงกาฬและร้านโรงกลึงไทยสมบูรณ์
2. ออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ จำนวน 1 เครื่อง เพื่อศึกษาข้อมูลและปรับปรุง พัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานสถานการณ์ต่าง ๆ

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในการเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะ
2. เป็นเครื่องมือที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีเดิม
3. เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานทางด้านความมั่นคงของชาติ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องดูดเศษโลหะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยซึ่งขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลและแนวคิดเพื่อเตรียมการวิจัย
2. ออกแบบและวิธีการสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ
3. กลุ่มตัวอย่างกองร้อยตำรวจตระเวนชายแดน, สถานีตำรวจและร้านโรงกลึงเหล็ก
4. ค่าชี้วัดผลในการทดสอบ
5. การทดสอบการใช้งานของเครื่อง
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เพื่อเป็นการกำหนดรูปแบบการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องดูดเศษโลหะมีการลำดับการศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการดังนี้

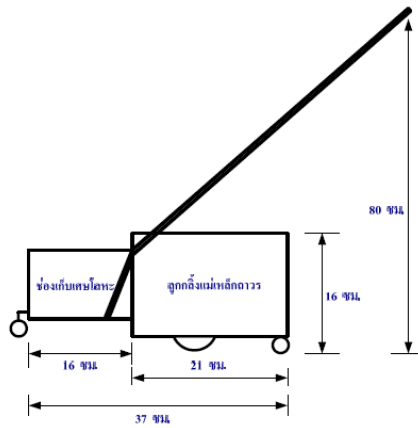
1.1 สืบหาปัญหาโดยได้ข้อมูลจากกองร้อยตำรวจตระเวนชายแดน, สถานีตำรวจ, ร้านโรงกลึงเหล็กและข้อมูลข่าวสารทางสื่อโทรทัศน์, สื่อสิ่งพิมพ์ ในเขตนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ในการสอบถามโดยการสัมภาษณ์หัวหน้าหน่วยงานและเจ้าของสถานประกอบการเพื่อหาสาเหตุดังกล่าวจะมีวิธีการอย่างไร จะเก็บชิ้นส่วนหรือเศษโลหะให้หมด จึงได้ปัญหามานำมาสรุปเพื่อแนวทางออกแบบเครื่องดังกล่าวขึ้นเพื่อแก้ปัญหาในการเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะและยังสามารถใช้งานทางด้านความมั่นคงของชาติได้อีกด้วย

1.2 ศึกษารูปแบบของเครื่องดูดเศษโลหะ โดยการศึกษาหาความเป็นไปได้ที่จะสร้างเครื่องดูดเศษโลหะคุณลักษณะการใช้งาน ข้อดี ข้อเสีย เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ

2. ออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ

การออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ เพื่อใช้ในการเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะ โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 กำหนดรูปแบบของเครื่อง ผู้ออกแบบได้คำนึงถึงสภาพจริงของปัญหาให้มากที่สุดและสามารถใช้งานได้ดีโดยมีรูปแบบดังรูปภาพด้านล่าง



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงแบบโครงสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ

2.2 ออกแบบสร้าง การออกแบบสร้างเครื่องดูดเศษโลหะ ผู้ออกแบบได้คำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องตลาดและราคาถูกลงจนการใช้กระบวนการสร้างที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไป ดังต่อไปนี้

2.2.1 ออกแบบสร้างเครื่อง โดยขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1. นำเหล็กกล่องมาเชื่อมเป็นตัวโครงเครื่อง ให้ได้ตามแบบที่กำหนด ดังรูปภาพ



รูปที่ 3.2 โครงเครื่องดูดเศษโลหะ

2. นำแม่เหล็กถาวรอัดใส่ท่อเหล็กทรงกระบอก ที่มีความยาวขนาด 30 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. เชื่อมปิดหัวท้ายด้วยก้านเพลลา

3.ประกอบตุ้กดัดกับแท่งแม่เหล็กทรงกระบอก เพื่อรองรับน้ำหนักและลดความฝืด
ขณะนำไปใช้งาน ดังรูปภาพ



รูปที่ 3.3 แท่งแม่เหล็กทรงกระบอกยึดติดกับตุ้กดัดและฟันเฟือง

4.นำตัวเครื่องดูดเศษโลหะทำการโป้วสีและพ่นสีลงสีจริง ดังรูปภาพ



รูปที่ 3.4 แสดงการขัดละเอียดและพ่นสีตัวเครื่อง

5.ส่วนประกอบของเครื่องดูดเศษโลหะ อาทิ เช่น แผ่นพลาสติก,แผ่นยาง,ด้ามจับ ดังรูปภาพ

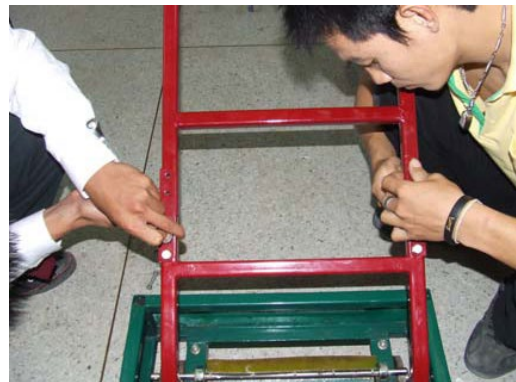
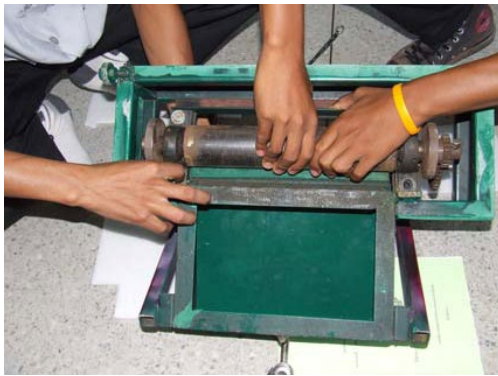


6.ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเข้าด้วยกัน ดังรูปภาพ



ม.เจ





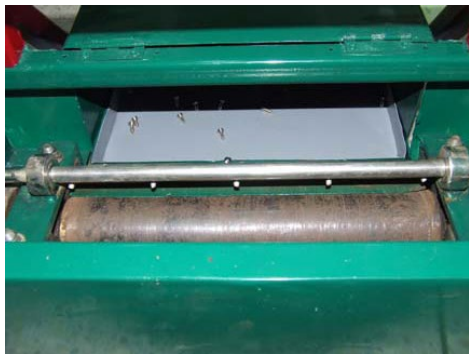
รูปที่ 3.6 แสดงการประกอบตัวเครื่องคูดเศษโลหะ

8. เครื่องคูดเศษโลหะที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วพร้อมนำไปทดสอบงานจริง



รูปที่ 3.7 ภาพเครื่องคูดเศษโลหะที่เสร็จสมบูรณ์

9. ทดสอบการใช้งานและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องคูดเศษโลหะภาพตัวอย่าง



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการทดลองการใช้เครื่องดูเศษโลหะ



รูปที่ 3.9 แสดงการทดลอง



ระเวนชายแดน 244

รูปที่ 3.10 แสดงการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่สถานีตำรวจอำเภอนิคมพัฒนา



รูปที่ 3.11 แสดงการทดลองการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่ร้านโรงกลึงเหล็ก

3. การทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหน่วยงานราชการและสถานประกอบการ

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบใช้งานคือ ตำรวจตระเวนชายแดน 244 ,ตำรวจภูธรนิคม ,ร้านโรงกลึงไทยสมบูรณ์ อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง ที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่ต่ำกว่า 5 ปี

ในการทดสอบนั้นเป็นการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องดูดเศษโลหะดังกล่าวโดยการเปรียบเทียบวิธีการเก็บกวาดเศษโลหะกับเครื่องดูดเศษโลหะที่สร้างขึ้นใหม่เวลานำมาเปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อเสีย การใช้งานได้ของเครื่องเก็บเศษวัสดุโลหะ โดยการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบกลุ่ม

ตัวอย่างหลาย ๆ หน่วยงานและสถานประกอบการ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องดูดเศษโลหะ

4. ค่าชี้วัดผลในการทดสอบ

1.ความสามารถในการทำงาน

$$= \frac{\text{จำนวนเศษโลหะที่ดูดเก็บได้}}{\text{เวลาในการทำงาน}}$$

2.ประสิทธิภาพของเครื่องดูดเก็บเศษโลหะ

$$= \frac{\text{จำนวนเศษโลหะที่ดูดเก็บได้} \times 100}{\text{จำนวนเศษโลหะทั้งหมด}}$$

5. ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องดูดเศษโลหะ

- 4.1 นำเศษวัสดุที่เป็น โลหะวางลงบนพื้น อาทิ เช่น น็อต ,สกรู,ตะปู เป็นต้น
- 4.2 เช้าเครื่องดูดเศษโลหะให้ผ่านเศษวัสดุ โดยแม่เหล็กทรงกระบอกจะเป็นตัวดูดเศษโลหะไว้
- 4.3 เมื่อแม่เหล็กหมุนก้านปิดเศษโลหะก็หมุนตามทำให้ก้านปิดสามารถปิดเศษโลหะออกจากแม่เหล็กที่โลหะเกาะติดอยู่
- 4.4 เศษโลหะที่โดนปิดออกมาจะมีช่องสำหรับเก็บเศษโลหะเป็นถาดรองรับไว้

6. สรุปผล

การสรุปผลนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานของเครื่องดังกล่าว ที่มีปัญหาจากการเก็บเศษวัสดุโลหะ โดยทำเป็นตารางชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานจริงของเครื่องดูดเศษโลหะ เพื่อหาแนวทางพัฒนาเครื่องต่อไปให้ตรงกับการใช้งานให้มากขึ้น

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องดูดเศษโลหะกับกลุ่มตัวอย่างหน่วยงานและสถานประกอบการที่มีประสบการณ์ในการทำงาน 5 ปี ในเขตอำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

1. ตำรวจตระเวนชายแดนที่ 244
2. ตำรวจภูธรนิคมพัฒนา
3. โรงเรียนไทยสมุทร

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องดูดเศษโลหะจะพบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่ที่เจอปัญหาของการเก็บเศษวัสดุที่เป็นโลหะ โดยใช้เวลาในการเก็บกวาดนานและเก็บกวาดเศษวัสดุโลหะไม่หมด

เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งการทดสอบดังกล่าวประสิทธิภาพของเครื่องดูดเศษโลหะสามารถใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วิธีการทั่ว ๆ ไปของผู้ใช้งาน ดังตารางการทดสอบต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการใช้เครื่องดูดเศษโลหะ

ลำดับที่	ชนิดของโลหะ	จำนวนเศษโลหะที่ใช้ทดสอบ (จำนวนโลหะ ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.)	ความสามารถในการทำงาน (จำนวน / วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
1	สกรู 1/2 นิ้ว	100	100 ตัว / 60 วินาที	100
2	สกรู 1 นิ้ว	100	100 ตัว / 60 วินาที	100
3	น็อต 1 นิ้ว	100	100 ตัว / 60 วินาที	100
4	ตะปู 2-1/2 นิ้ว	100	100 ตัว / 60 วินาที	100
5	ลูกลิเวท	100	100 ตัว / 60 วินาที	100

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเก็บเศษวัสดุโลหะ การทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง หน่วยงานราชการ และสถานประกอบในเขตอำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง โดยเครื่องดูดเศษโลหะที่ ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่ ดังตาราง 4.1 เพื่อทำการสรุปผลการทดลองดังนี้

1. ผลการทดลอง

การทดสอบการใช้เครื่องดูดเศษโลหะที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่กับแบบวิธีการเดิมของผู้ใช้งาน จะเห็นได้ชัดเจนว่าสามารถเก็บเศษโลหะได้ 100% ในเวลาที่รวดเร็ว สะดวกและ ประหยัดเวลาในการทำความสะดวกพื้นหลังจากที่เสร็จจากการทำงานอีกด้วย

ผลจากการทดสอบการเก็บชิ้นส่วนโลหะ โดยการใช้งานของเครื่องดูดเศษโลหะนั้น ซึ่งได้ ทดลองใช้กลุ่มตัวอย่าง หน่วยงานราชการและสถานประกอบการในเขตอำเภอนิคมพัฒนา จังหวัด ระยอง อาทิเช่น ตำรวจตระเวนชายแดน 244, สถานีตำรวจภูธรอำเภอบึงกาฬและ โรงกลึงไทย สมบูรณ์อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย เมื่อทำการทดลองจะเห็นได้ว่าหน่วยงานและสถาน ประกอบการต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องดูดเศษโลหะแล้วสามารถใช้งานได้ดีและสะดวกต่อการทำงาน รวดเร็ว และประหยัดเวลา และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

2. สรุปผล

จากการเปรียบเทียบและทดสอบหาการเก็บกวาดเศษวัสดุโลหะจะพบว่าเครื่องดูดเศษโลหะ ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถใช้งานได้ดีและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการทั่ว ๆ ไป ของ ผู้ใช้งาน ซึ่งแตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบการเก็บกวาดเศษวัสดุที่เป็น โลหะ พร้อมทั้งนี้ช่วยลดปัญหา เศษวัสดุหลงเหลือหลังจากใช้งาน

ดังนั้นเครื่องดูดเศษโลหะจึงสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานปฏิบัติได้อย่างคล่องตัว สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. ข้อเสนอแนะในการทำงานดังต่อไปนี้

1. การออกแบบเครื่องให้สามารถปรับระดับความสูงแม่เหล็กถาวรได้หลาย ๆ ระดับ

บรรณานุกรม

- อาจารย์ อภิชัย โสภณศิริ แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
ศุภชัย และ จวีวรรณ รมยานนท์ .(2527). ทฤษฎีเครื่องมือกล .กรุงเทพฯ : บริษัท ไทยวัฒนา
พานิช จำกัด.
- สหมิตรเครื่องกล .(2546). คู่มือวัสดุและเครื่องกล CNC. กรุงเทพฯ : บริษัท สหมิตรเครื่องกล
จำกัด.
- มงคล ทองสงคราม.(2539). สนามแม่เหล็กไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : บริษัท รามการพิมพ์
จำกัด.

ภาคผนวก

ภาพกิจกรรมการปฏิบัติงาน



การปัวสีและขัดโครงเครื่อง



การพ่นสีโครงเครื่อง



การประกอบฟันเฟืองและล้อ



การประกอบแม่เหล็กถาวรยึดติดกับตุ้กตา



การประกอบเครื่องดูดเศษโลหะ



เครื่องดูดเศษโลหะที่สมบูรณ์

การทดสอบการใช้งานเครื่องดูดเศษโลหะ

