



การหาคุณภาพเครื่องดูดเศษวัสดุจากท่อลมในโรงปฏิบัติการ

The Quality Evaluation of Air Vacuum Cleaner Attached to The Compressed Air System in Workshop

ปริญญ์ พานิชย์¹, ประวิตร หวังประเสริฐ², โกศล มุสโกปาส², วีรพล ทองคุปต์², วิสันต์ หวังวรวงค์², สมพล มะลิยะ²
Parinya Panich¹, Prawit Wangprasert², Koson Mooskopas², Weraphol Thongkup²,
Wisarn Wangworawong², Sompol Masika²

(Received: March 18, 2019; Revised: April 1, 2019; Accepted: April 29, 2019)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบที่ใช้ในการทำสะอาดเศษวัสดุขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการตัดตะไบหรือการเจาะในโรงฝึกปฏิบัติโดยการนำหลักการเวนจูรีมาใช้ในการออกแบบสร้างเครื่อง ตัวเครื่องผลิตโดยการนำถังพลาสติกและวัสดุเหลือใช้ในโรงฝึกปฏิบัติมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุ โดยนำเครื่องมาต่อกับท่อลมอัดที่มีอยู่แล้วภายในโรงฝึกปฏิบัติซึ่งลมอัดเข้าสู่เครื่องโดยไหลผ่านท่อทองแดงซึ่งจะติดตั้งวาล์วสำหรับเปิดปิดลมอัด เมื่อเปิดวาล์วลมอัดจะไหลผ่านท่อทองแดงที่ขนานกับท่อดูดเศษวัสดุและมีลักษณะโค้งงอเพื่อสอดเข้าไปตรงบริเวณก่อนถึงปลายท่อดูดเศษวัสดุ โดยจะทำให้เกิดสภาวะสุญญากาศบริเวณปลายท่อเศษวัสดุจึงไหลเข้าไปในท่อและส่งต่อไปยังถังเก็บวัสดุ จากนั้นลมจะไหลออกบริเวณฝาถังเก็บเศษวัสดุ ซึ่งจากการทดสอบดูดเศษวัสดุ 3 ชนิด โดยใช้ลมที่มีความดันเท่ากับ 4 บาร์ พบว่าเครื่องดูดเศษวัสดุสามารถดูดทรายหยาบโดยใช้เวลาในการดูด 31.32 วินาที ซึ่งเร็วกว่าการดูดเศษกระจกและเศษกสิ่ง ตามลำดับ และเมื่อประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ในการทำงานทั้งในด้านการออกแบบและโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุ คุณภาพ และความพึงพอใจโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี-ดีมาก

คำสำคัญ: เครื่องดูดเศษวัสดุ เครื่องดูดเศษกสิ่ง

Abstract

The purposes of this research were to design, build and evaluate the prototype of an air vacuum cleaner for cleaning the small scraps left over from the process of cutting, filing or drilling in workshops. The Venturi's theory was applied to design and build this machine. The recycled plastic container and some wastes from the workshop were used as the materials for machine building. The machine was connected to the compressed air pipe at the workshop. Compressed air was flowed into the machine through the copper pipe, which was paralleled throughout the suction pipe length. The copper pipe was curved, in order to connect at almost the end of suction pipe. The vacuum occurred at the end of suction pipe, scraps were sucked to plastic container, and air was released through the plastic container cover. Three types of scraps were used to determine the suction ability of the machine at 4 bars of compressed air.

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

¹ Department of Mechanical Engineering, Princess of Naradhiwas University

² วิทยาลัยเทคนิคนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

² Narathiwat Technical College, Princess of Naradhiwas University

It was found that the machine was able to suck the coarse sand within 31.32 seconds, which was faster than scrap glass and scrap chip, respectively. The satisfaction of machine was evaluated by six working experts in the aspects of design and structure, material selection, machine qualities and overall satisfaction. The average of overall satisfaction score was 4.59, which showed the air vacuum cleaner prototype had a good to very good quality.

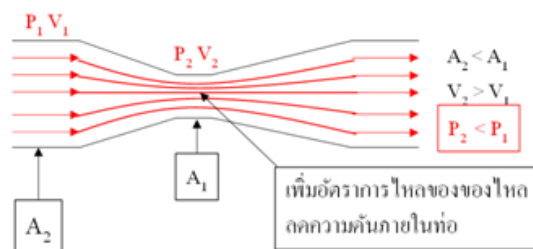
Keywords: Debris Removal Machine, Scrap Removal Machine

บทนำ

ในพื้นที่การทำงานภายในโรงงานอุตสาหกรรม มักมีเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น เศษไม้ ชี้เลื่อย เศษผงเหล็ก และเศษกระจกขนาดเล็ก เป็นต้น โดยเป็นเศษวัสดุที่เกิดขึ้นจากการทำงานของพนักงานและตกหล่นอยู่บริเวณพื้นโรงงานจำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งภายหลังเสร็จสิ้นการทำงานจะต้องมีพนักงานที่คอยทำความสะอาดเพื่อนำไปทิ้งลงถังขยะ บางครั้งเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น เศษผงเหล็กขนาดเล็กที่เกิดจากการตัด การเจียร อาจไปติดตามซอกตามมุมของเครื่องจักรหรือในพื้นที่แคบ บางครั้งการเก็บกวาดทำความสะอาดอาจจะทำได้ไม่หมด ซึ่งหากเศษวัสดุดังกล่าวเข้าไปเกาะตามเครื่องจักร หรือเกาะที่ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่มีการหมุนจะส่งผลให้เครื่องจักรอุปกรณ์เกิดการชำรุด และบางครั้งอาจเกิดการฟุ้งกระจายของเศษวัสดุเหลือใช้ในอากาศซึ่งอาจจะเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอวัยวะที่สำคัญ เช่น ตา ปอด เป็นต้น ซึ่งอาจเกิดการระคายเคืองและอาจทำให้เกิดความพิการ หรือเกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้หากพนักงานจะต้องปฏิบัติงานในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของเศษวัสดุเหลือใช้ (Rookijjakampanich, 2018)

นอกจากพื้นที่ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงกลึงเหล็ก และโรงไม้ จะมีเศษวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวแล้ว ในพื้นที่ของโรงฝึกปฏิบัติการของนักเรียนที่ฝึกปฏิบัติงานประเภทงานตะไบ ช่างยนต์ ช่างเชื่อม และช่างกล ในสถานศึกษาที่จัดการศึกษาระดับอาชีวศึกษา มีเศษวัสดุเหลือใช้ที่เกิดจากการปฏิบัติงาน เช่น เศษผงเหล็กขนาดเล็ก จากการตัด ตะไบ เจาะชิ้นงาน เป็นจำนวนมากซึ่งเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกับในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในการจัดเก็บเศษวัสดุเหลือใช้ประเภทนี้โดยทั่วไปมักทำโดยการกวาดด้วยไม้กวาด จึงมักทำให้เกิดปัญหาเศษวัสดุไปติดตามซอกมุมของเครื่องจักรหรือตามมุมของสถานที่ปฏิบัติงาน หรืออาจจะแก้ปัญหาโดยการใช้เครื่องดูดฝุ่นมาดูดทำความสะอาดตามซอกตามมุมของเครื่องจักรหรือตามมุมของสถานที่ปฏิบัติงาน ซึ่งหากพื้นที่การปฏิบัติงานเป็นบริเวณกว้างจะทำให้ต้องสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำมาสะอาดเศษวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เห็นความสำคัญในการแก้ไขปัญหาข้างต้น จึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ โดยใช้ลมอัดที่ผลิตขึ้นโดยเครื่องทาลมภายในโรงงานมาใช้ประโยชน์ โดยนำหลักการเวนจูรี (Venturi)



ภาพที่ 1 หลักการการไหลแบบเวนจูรี (Venturi)



จากภาพที่ 1 แสดงหลักการการไหลแบบเวนจูรี เมื่ออากาศไหลผ่านท่อที่มีลักษณะเป็นคอขวด จะทำให้อากาศที่ไหลผ่านบริเวณนั้นมีความเร็วเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดความแตกต่างของความดัน ส่งผลให้บริเวณคอขวดมีความดันที่ลดลง เกิดเป็นสภาวะสุญญากาศ ยิ่งอากาศไหลผ่านคอขวดเร็วเท่าไรก็จะทำให้เกิดสุญญากาศภายในท่อมากขึ้น ทั้งนี้ Tuntikul Manorat and Jaiwung (2017) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลเครื่องเติมอากาศใต้ผิวน้ำแบบเวนจูรีสำหรับบำบัดน้ำเสีย พบว่ายิ่งเพิ่มความเร็วยรอบของกังหันมากขึ้น และมีการเปิดท่ออากาศไหลเข้ามากขึ้นก็จะทำให้สมรรถนะในการถ่ายเทออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Mahaputtanathai et al. (2013) ได้ทำการสร้างเครื่องกลเติมอากาศอย่างง่าย โดยใช้หลักการเวนจูรีร่วมกับคันชักแบบประยุกต์ในการเพิ่มความดันในท่อผสม พบว่าที่เงื่อนไขอัตราส่วนน้ำต่ออากาศ 1:1 และความดันภายในท่อผสม 0.35 kPa/cm^2 ได้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจนลงไปในน้ำดีที่สุด นอกจากนี้ Yuan Xi et al. (2016) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นบริเวณปากดักจับฝุ่นที่ใช้ลมแบบสวนทิศ โดยใช้วิธีจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำการหาพื้นที่ที่เหมาะสมของปากดักจับฝุ่นที่ใช้ลมแบบสวนทิศ พบว่าเมื่ออัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของปากท่อและความกว้างมีค่าน้อยกว่า 0.47 และมุมเอียงมีค่าน้อยกว่า 105° จะทำให้ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากท่อและขนาดของมุมเอียง ความเร็วของอากาศที่ไหลเข้าเครื่องจะมีความเร็วที่สูงขึ้นโดยที่ให้อากาศดักจับฝุ่นใกล้กับพื้น นอกจากนี้ก็ยังพบว่าในการดูดจะไม่เหลือของเศษวัสดุ และประสิทธิภาพโดยรวมในการดูดจับฝุ่นจะลดลง 27% เมื่อเพิ่มความเร็วในการดูดจาก 5 km/h เป็น 15 km/h ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นจะลดลง 9% และ 33% เมื่อทำการดักจับฝุ่นที่มีขนาด 45 และ $152 \mu\text{m}$ ตามลำดับ นอกจากนี้ Yuan Xi et al. (2018) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคฝุ่นและอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ ของปากดักจับอนุภาคที่ใช้ลมแบบสวนทิศ ซึ่งได้ทำการทดสอบกับเศษอิฐ เศษหิน แกรนิต เศษแก้ว และไม้ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยทำการศึกษารายละเอียดของท่อทางไหลออกของอากาศมีความแตกต่าง 2 ขนาด 160 และ 200 มิลลิเมตร พบว่าความเร็วของลมที่บริเวณทางเข้าของปากดูดอนุภาคจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่อความยาวเพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่ความเร็วและความดันบริเวณทางออกด้านหลังจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางต่อความยาว โดยความเร็วลมที่ทางเข้าด้านหน้าจะลดลงจาก 48.5 m/s เหลือ 40.2 m/s เมื่ออัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางต่อความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 0.11 เป็น 0.16 ทั้งนี้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ จะสามารถถูกดูดได้โดยง่ายในระยะเวลานั้น ในการดูดอนุภาคขนาด 160 mm จะใช้เวลาในการดูดหมด 183 วินาที

จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการนำหลักการเวนจูรีมาเป็นแนวทางการออกแบบสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุโดยใช้ลมอัดที่ผลิตขึ้นโดยเครื่องทำลมภายในโรงงานมาใช้ประโยชน์ซึ่งเครื่องดังกล่าวจะสามารถช่วยทำความสะอาดเศษวัสดุเหลือใช้ตามซอกตามมุมของเครื่องจักรหรือตามมุมของสถานที่ปฏิบัติงานได้ดี ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่พนักงานในโรงงานและนักศึกษาในโรงฝึกปฏิบัติในสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษา ผู้วิจัยต้องการออกแบบเครื่องดูดเศษวัสดุโดยใช้วัสดุเศษเหลือที่มีอยู่ในโรงฝึกปฏิบัติเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง ตลอดจนใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือใช้ให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ได้เครื่องดูดเศษวัสดุเหลือใช้ เพื่อใช้ในโรงฝึกปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุ
2. เพื่อทดสอบเวลาในการดูดเศษวัสดุ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องดูดเศษวัสดุ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ขอบเขตของการวิจัย

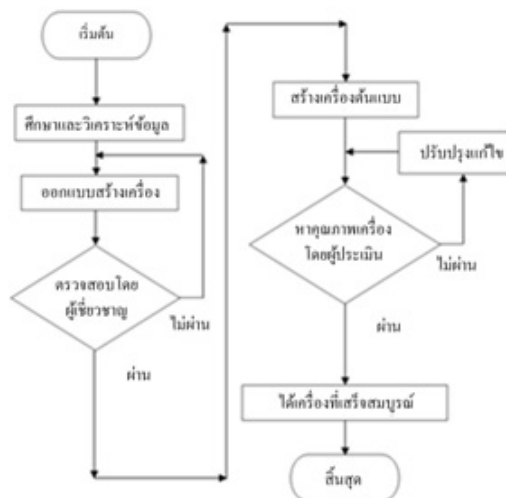
ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นแก้ไขปัญหาในกระบวนการทำความสะอาด และจัดเก็บเศษผงเหล็กขนาดเล็ก ที่เหลือจากกระบวนการ ตัด ตะไบ หรือเจาะชิ้นงาน ซึ่งทำความสะอาดยากโดยการใช้ไม้วาด โดยได้นำหลักการการออกแบบทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบตลอดจนหาคุณภาพเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบที่ผลิตได้ โดยทำการทดลองใช้พื้นที่โรงฝึกปฏิบัติการของนักเรียนอาชีวศึกษาในวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมาสาขานครินทร์

2. วิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 การออกแบบและการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุโดยใช้หลักการเวนจูรี โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

จากภาพที่ 2 ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุ โดยใช้หลักการเวนจูรี ที่สามารถดูดเศษวัสดุประเภท เศษผงตะไบเหล็ก เศษเหล็กที่เหลือจากการเจาะ เศษเหล็กขนาดเล็กในการตัดเหล็ก จากนั้นจึงทำการออกแบบเครื่องดูดเศษวัสดุโดยใช้วัสดุเศษเหลือที่มีอยู่ในโรงฝึกปฏิบัติเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง ตลอดจนใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือใช้ให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด และตรวจสอบความเหมาะสมด้วยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อได้แบบเครื่องดูดเศษวัสดุที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ จากนั้นนำเครื่องต้นแบบที่ได้ไปทดลองและหาคุณภาพโดยผู้ประเมินที่ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล และผู้ชำนาญงานด้านโรงกลึงภายในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

2.2 การทดสอบคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

การทดลองคุณภาพเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ จะทำการทดลองออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.2.1 การทดสอบความสามารถในการดูดเศษวัสดุของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

ทำการทดสอบความสามารถในการดูดเศษวัสดุของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ โดยจะควบคุมความดันของลมอัดให้อยู่ที่ 4 บาร์ ทำการทดสอบดูดเศษวัสดุ 3 ประเภท ได้แก่ เศษกระจกที่แตกมีลักษณะกลมมนที่มีขนาด



ประมาณ 20 มิลลิเมตร ทายหยาบ และเศษกลิ้ง โดยวัสดุแต่ละประเภทมีน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม และทดสอบดุดเศษวัสดุในพื้นที่ขนาด 1 ตร.ม. ทั้งนี้ทำการทดสอบจำนวน 4 ครั้ง แล้วหาเวลาเฉลี่ยในการดุดเศษวัสดุทั้ง 3 ประเภท

2.2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องดุดเศษวัสดุต้นแบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง โดยมี 2 กลุ่มซึ่งกลุ่มแรก เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านจักรกล ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานในการทำงานด้านการสอน ช่างยนต์ ช่างเชื่อม ช่างกลโรงงาน จำนวน 6 ท่าน และกลุ่มที่สองจะเป็นผู้ชำนาญงานในสถานประกอบการด้านโรงกลึงภายในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ท่าน จากนั้นทำการออกแบบประเมินความพึงพอใจโดยการศึกษาข้อมูล ประเด็นคำถาม และวิธีการประเมินแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการร่างแบบประเมิน จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ทำการปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบประเมินความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการประเมินจริง ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแสดงดังภาพที่ 3 ทั้งนี้แบบประเมินความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์สำหรับใช้ในการประเมินจริงจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยลักษณะของแบบประเมินจะทำการประเมินความพึงพอใจ ได้แก่ ด้านการออกแบบและโครงสร้าง ด้านการเลือกใช้วัสดุ และด้านคุณภาพของเครื่องดุดเศษวัสดุต้นแบบ และประเมินความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องดุดเศษวัสดุต้นแบบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนนความพึงใจระดับ 1.00 เท่ากับ น้อยมาก

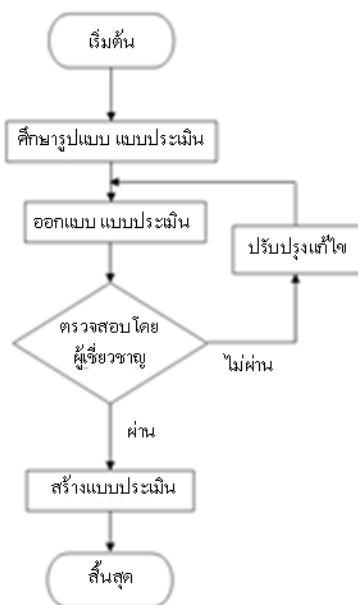
คะแนนความพึงใจระดับ 2.00 เท่ากับ น้อย

คะแนนความพึงใจระดับ 3.00 เท่ากับ ปานกลาง

คะแนนความพึงใจระดับ 4.00 เท่ากับ ดี

คะแนนความพึงใจระดับ 5.00 เท่ากับ ดีมาก

ตอนที่ 2 แบบประเมินข้อความปลายเปิด (Open ended question) โดยให้ผู้ประเมินที่ทำการประเมินเครื่องดุดเศษวัสดุต้นแบบได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระทั้งในด้านการออกแบบและโครงสร้าง ด้านการเลือกใช้วัสดุ ด้านคุณภาพของเครื่องดุดเศษวัสดุต้นแบบ ตลอดจนสามารถให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ ได้

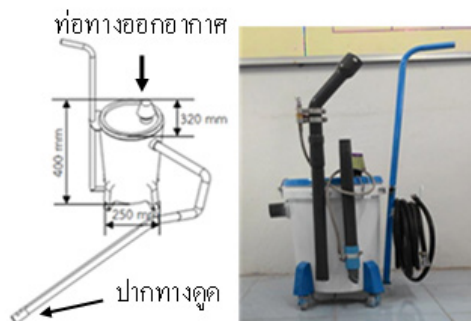


ภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องดุดเศษวัสดุต้นแบบ

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

1. การออกแบบและการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

จากการออกแบบและการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบที่สามารถดูดเศษวัสดุประเภทเศษผงตะไบเหล็ก เศษผงเหล็กที่เหลือจากการเจาะ และเศษผงเหล็กขนาดเล็กในการตัดเหล็ก ทราวยหยาบ เศษกระจก โดยใช้หลักการเวนจูรี โดยใช้วัสดุเศษเหลือที่มีอยู่ในโรงฝึกปฏิบัติมาสร้างเครื่อง ซึ่งลักษณะของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบที่ผลิตได้ ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยเครื่องมีหลักการทำงาน คือ จะทำการต่อสายลมอัดกับท่อลมอัดที่ติดตั้งภายในโรงฝึกปฏิบัติการ ระดับความดันลมอัดที่ใช้จะถูกควบคุมให้มีค่าเท่ากับ 4 บาร์ โดยลมอัดจะไหลเข้าไปในท่อทองแดงที่ติดตั้งไว้ด้านนอกและขนานไปตามความยาวของท่อดูดเศษวัสดุ ซึ่งท่อทองแดงดังกล่าวจะโค้งงอเพื่อสอดเข้าไปตรงบริเวณก่อนถึงปลายของท่อดูดเศษวัสดุ ทั้งนี้ที่ท่อทองแดงจะทำการติดตั้งวาล์วเปิดปิดลมอัดไว้ เมื่อทำการเปิดวาล์ว ลมอัดจะไหลผ่านท่อทองแดงและไหลเข้าไปในท่อดูดเศษวัสดุ เมื่อลมอัดไหลผ่านเข้าไปในท่อดูดเศษวัสดุด้วยความเร็วก็จะเกิดสภาวะสุญญากาศตรงบริเวณปากท่อดูดเศษวัสดุ ทำให้เศษวัสดุจะถูกดูดผ่านท่อดังกล่าวและถูกส่งต่อไปยังถังเก็บเศษวัสดุ ส่วนลมก็จะไหลออกตรงบริเวณฝาถังเก็บเศษวัสดุ ทั้งนี้บริเวณทางออกของลมจะทำการติดตั้งกรองอากาศเพื่อป้องกันการฟุ้งออกของเศษวัสดุจากถังเก็บ



ภาพที่ 4 เครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

2. การทดสอบคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

2.1 การทดสอบความสามารถในการดูดเศษวัสดุของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

การทดสอบความสามารถในการดูดเศษวัสดุของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ โดยทำการทดสอบดูดเศษวัสดุ 3 ประเภท ได้แก่ วัสดุประเภทเศษกระจกที่แตกที่มีขนาดประมาณ 20 มิลลิเมตร ทราวยหยาบ และเศษกลิ้ง ในการทดสอบจะใช้วัสดุทดสอบจำนวน 0.5 กิโลกรัม และวางวัสดุทดสอบพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่าทราวยหยาบจะใช้เวลาเฉลี่ยในการดูดเร็วที่สุดเนื่องจากเป็นเศษวัสดุที่มีน้ำหนักเบาที่สุดโดยจะใช้เวลา 31.32 วินาที รองลงมาก็เป็นเศษกระจก และเศษกลิ้ง เนื่องจากเศษกลิ้งจะมีลักษณะเป็นเส้นเล็ก ยาว และขดตัวเป็นม้วน จึงทำให้ดูดได้ยากกว่าวัสดุอื่น (Yuan,Yan, Yonghou, Weijiao, & Kai, 2018) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสามารถในการดูดเศษวัสดุของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

ชนิดวัสดุ	พื้นที่ที่ใช้ทดสอบดูดเศษวัสดุ (ตร.ม.)	จำนวนน้ำหนักที่ใช้ (กิโลกรัม)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)
1. เศษกระจก	1	0.5	48.84
2. ทราวยหยาบ	1	0.5	31.32
3. เศษกลิ้ง	1	0.5	55.56

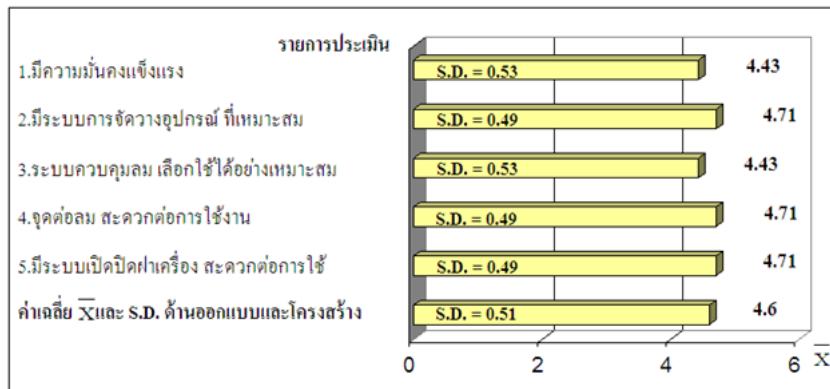


2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ

ทำการประเมินคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบโดยทำการทดลองในลักษณะเดียวกับการทดลองของ Srichoo & Suwannasee (2012) ซึ่งได้ทำการประเมินคุณภาพของเครื่องย่อยขวดแก้วสำหรับประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล และผู้ชำนาญงานด้านโรงกลึงภายในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา และทำการประเมินความพึงพอใจ ได้แก่ ด้านการออกแบบและโครงสร้าง ด้านการเลือกใช้วัสดุ และด้านคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ และความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบในด้านออกแบบและโครงสร้าง

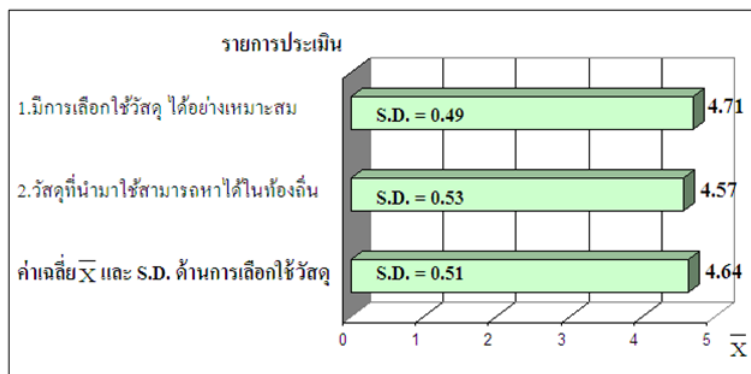
ค่าเฉลี่ย ของคะแนนความพึงพอใจที่ทำการประเมินโดยผู้ประเมินทั้ง 7 ท่าน จากแบบประเมินทุกข้อมีค่าเท่ากับ 4.60 แสดงให้เห็นว่าการออกแบบและโครงสร้าง มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี-ดีมาก (4.00 – 5.00 เท่ากับระดับดี-ดีมาก) โดยเครื่องที่ผลิตได้มีความโดดเด่นในเรื่องการจัดวางอุปกรณ์ที่เหมาะสม จุดต่อลมสะดวกต่อการใช้งาน ตลอดจนตัวเครื่องมีระบบเปิดปิดฝาเครื่องที่สะดวกต่อการใช้โดยมีระดับคะแนนสูงถึง 4.71 ทั้งนี้ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในด้านออกแบบและโครงสร้างมีค่าไม่เกิน 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ประเมินทั้ง 7 ท่านให้คะแนนประเมินความพึงพอใจในด้านการออกแบบและโครงสร้างที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องดูดเศษวัสดุ ในด้านออกแบบและโครงสร้าง

2.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องดูดเศษวัสดุ ในด้านการเลือกใช้วัสดุ

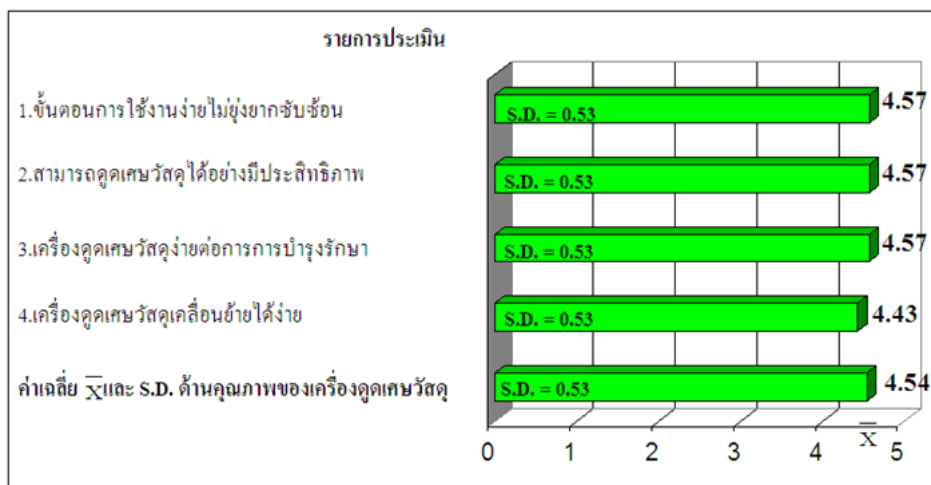
ผลคะแนนจากแบบประเมินทุกข้อโดยคิดค่าเฉลี่ย ของผู้ประเมินทั้ง 7 ท่าน ได้เท่ากับ 4.64 แสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้วัสดุ มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี-ดีมาก (4.00 – 5.00 เท่ากับระดับดี-ดีมาก) โดยเครื่องมีความโดดเด่นในด้านการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ปรากฏว่าผลคะแนนจากแบบประเมินทุกข้อในด้านการออกแบบและโครงสร้างมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องและใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องดูดเศษวัสดุในด้านการเลือกใช้วัสดุ

2.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องดูดเศษวัสดุในด้านคุณภาพ

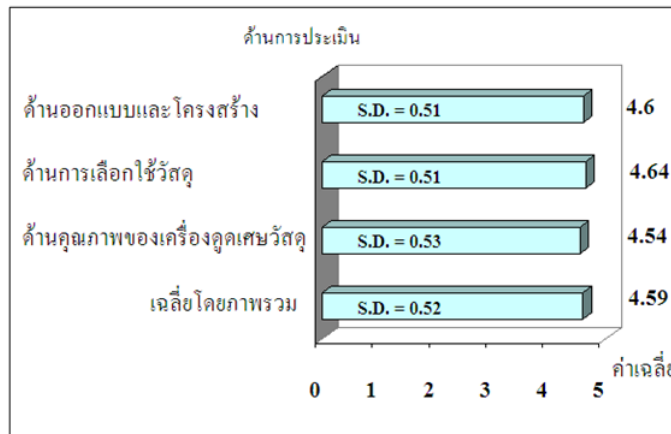
จากการพิจารณาค่าเฉลี่ย ของผู้ประเมินทั้ง 7 ท่าน มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เท่ากับ 4.54 (เกณฑ์ 4.00-5.00) แสดงว่ามีความพึงพอใจในระดับดี-ดีมาก โดยเครื่องมีขั้นตอนการใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถดูดเศษวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการบำรุงรักษา ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าไม่เกิน 1 คือ เท่ากับ 0.53 แสดงว่า คะแนนความพึงพอใจของเครื่องดูดเศษวัสดุ ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องและใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องดูดเศษวัสดุในด้านคุณภาพ

2.2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องดูดเศษวัสดุในภาพรวม

จากผลการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญงาน มีค่าเฉลี่ย 4.59 แสดงว่า ผู้ประเมินมีความพึงพอใจโดยภาพรวมในระดับดี-ดีมากแสดงให้เห็นว่าตัวเครื่องมีคุณภาพ และมีการทำงานที่ดี ทั้งในด้าน ออกแบบและโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุ และคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุ โดยผู้ประเมินทุกท่านมีความเห็นสอดคล้องและ ใกล้เคียงกัน และ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบโดยภาพรวม

2.2.5 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

จากการแบบประเมินข้อคำถามปลายเปิด โดยให้ผู้ประเมินที่ทำการประเมินเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระทั้งในด้านการออกแบบและโครงสร้าง ด้านการเลือกใช้วัสดุ ด้านคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบ ตลอดจนสามารถให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

- การนำวัสดุเหลือใช้ คือถังสีเปล่ากลับมาใช้ประโยชน์ เป็นส่วนประกอบหลักของเครื่องดูดเศษวัสดุ เป็นสิ่งที่ดี ช่วยลดต้นทุนทางธุรกิจได้ทางอ้อม และหากมีการออกแบบให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเพื่อบรรจุเศษวัสดุได้ปริมาณมากขึ้นก็จะช่วยให้ไม่ต้องเปิด-ปิด เครื่องดูดเศษวัสดุบ่อยครั้ง
- ส่วนของท่อดูดเศษวัสดุ มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของเศษวัสดุที่ทดลอง ถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นควรออกแบบให้สามารถดูดเศษวัสดุได้หลากหลายประเภท
- ควรมีการออกแบบให้มีระบบแสดงความดันลม เพื่อแสดงถึงปริมาณลมขณะเครื่องดูดเศษวัสดุกำลังทำงาน

สรุป

จากการนำหลักการเวนจูรีมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องดูดเศษวัสดุจากท่อลมในโรงปฏิบัติการ พบว่า เครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้งานได้จริง และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดเก็บทำความสะอาดเศษเหล็กขนาดเล็กที่เหลือจากกระบวนการ ตัดตะไบ หรือเจาะชิ้นงาน สามารถดูดเศษกระจุจขนาดเล็ก ทวายหยาบ และเศษกิ้งได้ดี ทั้งนี้ เศษวัสดุที่มีน้ำหนักเบาจะใช้เวลาในการจัดเก็บได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบได้รับความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญในการทำงานทั้งในด้านการออกแบบและโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุ คุณภาพและความพึงพอใจโดยรวมที่ระดับคะแนน 4.6, 4.64, 4.54 และ 4.59 ซึ่งเป็นเกณฑ์คะแนนในระดับดี - ดีมาก

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องดูดเศษวัสดุต้นแบบเพื่อนำไปใช้กับสถานประกอบการหรือโรงฝึกปฏิบัติขนาดเล็ก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงขีดจำกัดในการดูดเศษวัสดุที่มีขนาดใหญ่ที่เครื่องดูดเศษวัสดุสามารถดูดได้ และ



ควรมีการทดสอบโดยแม้มันที่ทำความสะอาดซึ่งเป็นผู้ที่ใช้เครื่องดูดเศษวัสดุเป็นประจำ ความเป็นไปได้การนำไปทดลองใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และจุดคุ้มทุนตามหลักเศรษฐศาสตร์

รายการอ้างอิง (References)

- Mahaputtanathai, P., et al. (2013). Construction of Simple Aerator. *Ramkhamhaeng Research Journal of Sciences and Technology*, 16(2), 76-86. (in Thai)
- Popruksanun, N. (2014). *Research Methodology* (7th ed.) Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Rookijjakarnpanich, J. (2018). *Safety Engineering for Industrial Engineering*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Srichoo, S., & Suwaannasee, V. (2012). The development of Glass Bottle Recycling Machine. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 4(2), 91-101.
- Tuntikul, S., Manorat, W., & Jaiwung, P. (2017). Evaluation of Submersible Venturi Aerator for waste water treatment. *The 18th TSAE National Conference and the 10th TSAE International Conference : TSAE 2017*. (in Thai)
- Vongviset, S., & Keawnai, S., (2018). *Fluid Mechanics* (2nd ed.) Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Yuan, X., et al. (2016). Research on Numerical Analysis and Dust Collection Efficiency of Reverse Blowing Pickup Mouth. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 51(1), 105-112.
- Yuan, X., Yan, D., Yonghou, X., Weijiao, L., & Kai, C., (2018). Numerical Study on Particle Suction Performance of Reverse Blowing Pickup Mouth. *Journal of Physics: Conference Series*, 1064(2018), 012044.
- Yuktatud, P., (2009). *Mechanical Engineering Design* (2nd ed.) Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)