

การออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ DESIGN AND DEVELOPMENT OF THE METAL SURFACE POLISHING MACHINE

แมน ฟักทอง¹, เกริกชัย มีหนู¹, ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมขนาดจา^{1*}, ธงชัย เครือผือ², กันตภณ โล่นพันธ์³

Man Fakthong¹, Kerkchai Meenu¹, Saksit Chuenchomnakjad^{1*},

Thongchai Khruueaphue², Kantaphon Lonphan³

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตพิษณุโลก อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

²คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ประเทศไทย 67000

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

¹Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok Campus,
Muang Phitsanulok, Thailand, 65000

²Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University,
Muang, Phetchabun, Thailand, 67000

³Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: saksit273@rmul.ac.th

วันที่ได้รับ 12 กุมภาพันธ์ 2567

วันที่แก้ไขบทความ 25 มิถุนายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 3 กรกฎาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องขัดผิวโลหะและประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการทดลองใช้ชิ้นงานทดสอบเป็นเหล็ก S45C โดยหาประสิทธิภาพเครื่องจากการเปรียบเทียบความเร็วรอบที่ 300, 600, 900, 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที และทำการเริ่มต้นขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 360, 600 และ 1,000 และทำการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน พบว่า จากขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 360 ความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที จากการทดสอบขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 ความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 900, 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที และจากขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1,000 ความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 900, 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที และพบว่า ขนาดของกระดาษทรายและความเร็วรอบที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ ขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1,000 ที่ความเร็วรอบ 1,200 รอบ/นาที

คำสำคัญ: กระบวนการขัดผิวโลหะ, การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของวัสดุ, เครื่องขัดผิวโลหะ, โลหะ, เหล็ก S45C

Abstract

The objectives of this research are to design and develop a metal polishing machine to find out the efficiency of the machine and assess the satisfaction of experts. The experiment used a test piece of S45C steel to find the efficiency of the machine by comparing rotation speeds of 300, 600, 900, 1,200 and 1,500 rpm and starting with sandpaper no. 360, 600 and 1,000 with evaluating satisfaction by 7 people. It was found that from polishing with sandpaper no. 360, the appropriate rotational speeds were 1,200 and 1,500 rpm. From testing with sandpaper no. 600, the appropriate rotational speeds were 900, 1,200 and 1,500 rpm. Moreover, from polishing with sandpaper no. 1,000, the appropriate rotational speeds are 900, 1,200, and 1,500 rpm. Hence, the results revealed that the size of sandpaper and the appropriate rotational speed for use is polishing with sandpaper no. 1,000 at a rotational speed of 1,200 rpm.

Keywords: Polishing process, Microstructure analysis, Polishing machine, Metal, S45C steel

1. บทนำ

การศึกษาคุณสมบัติ พฤติกรรม และโครงสร้างภายในของโลหะต้องมีการตรวจสอบเชิงลึกลงไปถึงระดับโครงสร้างภายใน เพื่อให้เข้าใจว่าเพราะเหตุใดโครงสร้างของโลหะจึงเปลี่ยนเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะของการให้ความร้อนหรือความเย็น ในการตรวจสอบโครงสร้างภายในของโลหะนั้นจำเป็นต้องมีกระบวนการเตรียมผิวชิ้นงานซึ่งประกอบไปด้วยการปรับผิวของชิ้นงานให้ได้ระนาบด้วยการกลึง กัด และไส เป็นต้น ต่อมาเป็นการขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทราย โดยเรียงลำดับตั้งแต่กระดาษทรายหยาบไปจนถึงกระดาษทรายละเอียด ในกระบวนการขัดชิ้นงานจะต้องมีน้ำไหลผ่านบนกระดาษทรายที่ใช้ขัดตลอดเวลาทั้งนี้เพื่อให้ น้ำช่วยหล่อเย็นไม่ให้เกิดความร้อนบนผิวหน้าของชิ้นงาน ซึ่งในโลหะบางชนิดความร้อนที่เกิดขึ้นนี้อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างภายในได้อีกด้วย ต่อมานำชิ้นงานไปขัดเงาด้วยผงอะลูมินาผสมน้ำซึ่งจะช่วยให้ผิวหน้าชิ้นงานมีความละเอียดมากยิ่งขึ้น และพร้อมสำหรับการตรวจสอบโครงสร้างของชิ้นงาน (มานพ และสำลี, 2537)

ในปัจจุบันวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และสถาบันการศึกษาหลายแห่งที่มีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับรายวิชาโลหะวิทยาในงานอุตสาหกรรม โดยหมายถึงความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลหะ คุณสมบัติ พฤติกรรม และโครงสร้างภายในของโลหะ ซึ่งอธิบายถึงวิธีการแยกแยะแบ่งประเภทโลหะ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ความรู้แขนงนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับโลหะหลายประเภท (วิวัฒน์, 2558) โดยในปัจจุบันการเรียนการสอน การเตรียม

ชิ้นงานโดยการขัดด้วยมือจะก่อให้เกิดปัญหาผิวหน้าของชิ้นงานไม่ได้ระนาบ ผิวของชิ้นงานไม่สวยงาม และใช้ระยะเวลาในการขัดชิ้นงานนาน ขึ้นอยู่กับความชำนาญของแต่ละบุคคล จึงทำให้ได้ผลการทดสอบที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งแตกต่างจากการเตรียมชิ้นงานด้วยเครื่องขัดผิวโลหะที่ผิวหน้าของชิ้นงานสวยงาม เทียงตรงและได้ระนาบมากกว่า และใช้เวลาในการขัดที่น้อยกว่าการขัดด้วยมือ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า เครื่องขัดผิวโลหะที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคาแพง (กวี, 2556) ซึ่งหลายหน่วยงานไม่สามารถจัดซื้อหามาใช้งานได้โดยเฉพาะเป็นหน่วยงานสถานศึกษาหลายแห่งยังขาดแคลนเครื่องมือในการเรียนการสอนเสมือนจริง เพื่อเป็นการฝึกทักษะด้านการปฏิบัติ การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเสมือนจริงทดแทน โดยหลังจากการสร้างจะทำการหาประสิทธิภาพของเครื่องและประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ

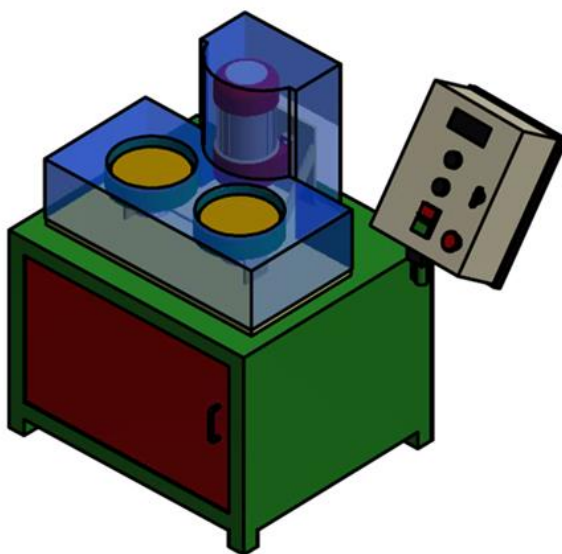
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องขัดผิวโลหะและการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 โครงสร้างเครื่องขัดผิวโลหะเดิมมีขนาด 720x520x240 มิลลิเมตร ออกแบบโดยการติดตั้งตัวส่งกำลัง คือมอเตอร์ มีสายพานและพูลเลย์เป็นตัวขับเคลื่อนให้จานขัดผิวโลหะเกิดการหมุน แต่เนื่องจากการติดตั้งมอเตอร์และจานขัดผิวโลหะมีการจับยึดให้ติดกับโครงสร้างด้านบนของเครื่องขัดผิวโลหะจึงทำให้เกิดการสั่นของเครื่องขัดผิวโลหะและมีเสียงดังในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาโครงสร้างเครื่องขัดผิวโลหะ โดยมีการพัฒนาตัวจับยึดมอเตอร์และจานขัดผิวโลหะให้ติดกับฐานด้านล่างของเครื่องขัดผิวโลหะให้มีความแน่นหนาและมั่นคงเพื่อที่จะทำให้เครื่องขัดผิวโลหะนั้นไม่เกิดการสั่นและไม่มีเสียงดังในขณะที่ปฏิบัติงาน (วรวิทย์ และชาญ, 2556) ดังภาพที่ 1

3.2 จานขัดผิวโลหะเดิมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 180 มิลลิเมตร หนา 8 มิลลิเมตร ใช้วัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมเพื่อป้องกันการเกิดสนิม มีหน้าที่เป็นตัวรองและยึดแผ่นกระดาษทราย แต่มีพื้นที่การจับยึดน้อยเกินไป ทำให้ในขณะที่ขัดโลหะตัวจานมีการขยับจึงเป็นสาเหตุให้ผิวโลหะไม่ได้ระนาบ ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาจานขัดผิวโลหะขึ้นมาใหม่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 203 มิลลิเมตร หนา 8 มิลลิเมตร โดยออกแบบให้ติดกับแกนเพลลาของเครื่องขัดผิวโลหะทำให้มีความมั่นคง จานขัดผิวโลหะไม่สามารถขยับเอียงได้ ทำให้การขัดผิวโลหะได้ระนาบและยังเพิ่มขนาดความโตของจานขัดผิวโลหะให้เท่ากับกระดาษทรายที่มีขายตามท้องตลาด (นราธิกร และคณะ, 2558)



ภาพที่ 1 ลักษณะของเครื่องตัดผิวโลหะที่ได้ทำการออกแบบโดยโปรแกรม CAD

3.3 ตัวครอบงานตัดผิวโลหะเดิมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 180 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร และสูง 14 มิลลิเมตร มีหน้าที่ล๊อคกระดาดทรายให้อยู่ติดกับงานตัดผิวโลหะ เพื่อไม่ให้กระดาดทราย ขยับ ซึ่งทำจากเหล็กจึงมีโอกาสที่จะเกิดสนิมทำให้อายุการใช้งานตัวครอบงานตัดผิวโลหะสั้นลง ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาตัวครอบงานตัดผิวโลหะให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 203 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร และสูง 20 มิลลิเมตร เพื่อให้ตัวครอบงานตัดผิวโลหะล๊อคกระดาดได้ แน่นมากขึ้น และใช้อะคริลิกในการทำตัวครอบงานตัดผิวโลหะเพื่อป้องกันการเกิดสนิม (วีระวัฒน์ และจำนง, 2548)

3.4 ตัวครอบกันน้ำเครื่องตัดผิวโลหะเดิมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 225 มิลลิเมตร และ สูง 30 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมปัญหาของตัวครอบกันน้ำของเครื่องตัดผิวโลหะมี ขอบที่ต่ำเกินไปจึงทำให้น้ำหล่อเย็นกระเด็นออกอาจเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและ พัฒนาตัวครอบกันน้ำเครื่องตัดผิวโลหะที่ผ่านการพัฒนามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 232 มิลลิเมตร และสูง 60 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม มีขอบกันน้ำที่สูงขึ้นเพื่อช่วย ไม่ให้น้ำมีการกระเด็นออก ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุและเพื่อความสะดวกในการ ปฏิบัติงาน

3.5 ฐานเครื่องตัดผิวโลหะเดิม มีขนาด 720x520x8 มิลลิเมตร ใช้สำหรับรองรับโครงเครื่องตัด ผิวโลหะและเป็นตัวยึดแบร้งสำหรับประกอบแกนเพลางานตัดผิวโลหะ ปัญหาที่พบคือตัวยึดแบร้ง สำหรับประกอบแกนเพลางานตัดผิวโลหะไม่แน่นหนา ทำให้แกนเพลางานตัดผิวโลหะเอียงไม่ได้ ระบาย ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาฐานเครื่องตัดผิวโลหะให้มีขนาด 720x520x8 มิลลิเมตร โดยได้สร้างตัวยึดแบร้งสำหรับประกอบแกนเพลางานตัดผิวโลหะขึ้นมาใหม่ ซึ่งสามารถจับ



ยึดแกนเพลางานขัดผิวโลหะได้อย่างแน่นหนา และสร้างตัวจับยึดมอเตอร์เครื่องขัดผิวโลหะให้ติดกับฐานเครื่องเพื่อให้สามารถปรับสายพานของเครื่องได้ และลดเสียงดังในขณะใช้งานเครื่องขัดผิวโลหะ (บรรเลง และประเสริฐ, 2523)

3.6 วัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนในการสร้างเครื่องขัดผิวโลหะ

3.6.1 การสร้างฝาคกรอบโครงเครื่องขัดผิวโลหะ

3.6.1.1 ตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความหนา 1.2 มิลลิเมตร จากนั้นขึ้นรูปฝาคกรอบโครงเครื่องขัดผิวโลหะด้วยวิธีการพับ เหล็กกล้าไร้สนิมแล้วใช้ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมในการเชื่อมยึดฝาคกรอบโครงเครื่องขัดผิวโลหะที่มีขนาด 720x520x240 มิลลิเมตร

3.6.1.2 ตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมให้เป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 232 มิลลิเมตร 2 วง สำหรับช่องใส่จานขัดผิวโลหะ และวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เพื่อใส่ท่อน้ำหล่อเย็น

3.6.1.3 พับแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมเพื่อทำตัวครอบมอเตอร์ แล้วนำไปเชื่อมติดกับโครงเครื่อง

3.6.1.4 เจาะรูด้านข้างเพื่อยึดติดกับฐานเครื่องขัดผิวโลหะ โดยรูที่เจาะต้องตรงกับรูที่ฐานเครื่องขัดผิวโลหะ เจาะทั้งหมด 8 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะ 5 มิลลิเมตร

3.6.1.5 เชื่อมรอยต่อทั้งหมดด้วยลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมหลังจากเชื่อมเครื่องขัดผิวโลหะเสร็จแล้วเจียรตกแต่งรอบเครื่องขัดผิวโลหะเชื่อมให้เรียบร้อย การเชื่อมประกอบโครงสร้างเครื่องขัดผิวโลหะดังภาพที่ 2 (ก)

3.6.2 การสร้างถาดรองน้ำทิ้ง

3.6.2.1 ทำการตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความหนา 1.2 มิลลิเมตร

3.6.2.2 ม้วนเหล็กกล้าไร้สนิมเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 232 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายใน 64 มิลลิเมตร และความสูง 60 มิลลิเมตร จากนั้นเชื่อมปิดด้านล่าง เจาะรูแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เป็นรูระบายน้ำทิ้ง

3.6.2.3 นำท่อสแตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร มาเชื่อมติดกับรูระบายน้ำทิ้ง สำหรับต่อเข้าสายยางระบายน้ำทิ้ง ดังภาพที่ 2 (ข)

3.6.3 การสร้างฐานเครื่องขัดผิวโลหะ

3.6.3.1 ตัดเหล็กแผ่นฐานเครื่องให้มีขนาดเท่ากับโครงเครื่องขัดผิวโลหะ โดยใช้เหล็กแผ่นขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร จากนั้นเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู

3.6.3.2 ทำตัวล้อฐานเครื่องกับโครงเครื่องขัดผิวโลหะโดยใช้เหล็กกล้าไร้สนิมล่องเชื่อมติดกับฐานเครื่องขัดผิวโลหะรอบๆ จากนั้นเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ทั้งหมด 8 รู

3.6.3.3 ตัดเหล็กแผ่นขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 60 มิลลิเมตร กว้าง 40 มิลลิเมตร ทำการเจาะรูจำนวน 4 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูเท่ากับ 16 มิลลิเมตร และตัดเหล็ก

หนา 8 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 80 มิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 30 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาเชื่อมประกอบเป็นตัวจับยึดมอเตอร์

3.6.3.4 เจียรตบแต่งรอยเชื่อมและลบคมให้เรียบร้อย แล้วพ่นสีเพื่อป้องกันสนิม ดังภาพที่ 2 (ค)

3.6.4 การสร้างงานขัดผิวโลหะ

3.6.4.1 ทำการตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร เป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 203 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

3.6.4.2 ทำการตัดเพลาลูกกลิ้งไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 200 มิลลิเมตร จากนั้นนำเพลาลูกกลิ้งไร้สนิมมาลึงปลอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 180 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

3.6.4.3 นำเพลาลูกกลิ้งไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 180 มิลลิเมตร มาเชื่อมประกอบแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 203 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 2 (ง)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องขัดผิวโลหะ (ก) ฝาครอบโครงเครื่องขัดผิวโลหะ (ข) ถาดรองน้ำทิ้ง (ค) ฐานเครื่องขัดผิวโลหะ (ง) งานขัดผิวโลหะ (จ) โต๊ะวางเครื่องขัดผิวโลหะ และ (ฉ) การประกอบเครื่องขัดผิวโลหะสมบูรณ์

3.6.5 การสร้างโตะวางเครื่องขัดผิวโลหะ

3.6.5.1 ทำการตัดเหล็กแผ่นที่มีขนาดความหนา 1.2 มิลลิเมตร กว้าง 800 มิลลิเมตร ยาว 2,000 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น และขนาดกว้าง 600 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น

3.6.5.2 ทำการตัดเหล็กกล่อง ขนาด 1.5x1.5 นิ้ว ยาว 2,000 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น ยาว 800 มิลลิเมตร จำนวน 8 ชิ้น และขนาด 1x1 นิ้ว ยาว 750 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น

3.6.5.3 ทำการเชื่อมประกอบโครงสร้างโตะวางเครื่อง ดังภาพที่ 2 (จ)

3.6.6 นำชิ้นส่วนเครื่องขัดผิวโลหะที่ได้รับการออกแบบและสร้างมาทำการประกอบเข้าด้วยกัน พร้อมติดตั้งชุดตู้ควบคุมเครื่องขัดผิวโลหะ ดังภาพที่ 2 (ฉ)

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ชิ้นงานทดสอบเป็นเหล็ก S45C หรือเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ศึกษาโครงสร้างทางโลหะวิทยาจากเฟสไดอะแกรม (FeC Diagram) โดยการเตรียมชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM A480 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 20 มิลลิเมตร โดยเปรียบเทียบกับความเร็วรอบที่ 300, 600, 900, 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที (มานพ, 2555) และทำการเริ่มต้นขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 360, 600 และ 1,000 โดยทำการขัดโลหะด้วยการจับเวลา 5 นาที และขัดด้วยผงอะลูมินาขนาด 5 ไมครอน เป็นเวลา 3 นาที เพื่อเปรียบเทียบผลจากการขัดผิวโลหะของรอยกระดาษทรายที่เหลือจากการขัด ดังภาพที่ 3 (ก) และความมันวาวที่ผิว ดังภาพที่ 3 (ข) ซึ่งจากภาพใช้เครื่องถ่ายภาพเป็นตัวสะท้อนให้เห็นความมันเงาที่ผิว หากผิวไม่มีความมันเงา จะไม่มีภาพเครื่องถ่ายภาพปรากฏขึ้นที่ผิว (ณัฐ, 2546) ซึ่งแต่ละตัวแปรจะทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำการทดลอง แล้วนำชิ้นงานที่ทำการขัดเสร็จแล้วไปทำการประเมินความพึงพอใจจากผู้ชำนาญการด้านโลหะวิทยาจำนวน 7 คน จากวิทยาลัย 3 แห่ง (ชนากร และสุชาติ, 2564) แล้วจึงนำผลที่ได้มาทำการเก็บข้อมูล



(ก)



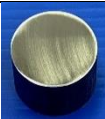
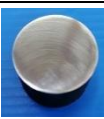
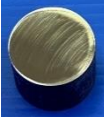
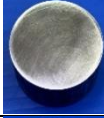
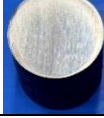
(ข)

ภาพที่ 3 (ก) รอยกระดาษทรายที่เหลือจากการขัด และ (ข) ความมันวาวที่ผิว



จากการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือผลการทดสอบดังตารางที่ 1 พบว่า การขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 360 ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการขัด คือ 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที จากการทดสอบขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการขัด คือ 900, 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที และจากการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1,000 ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการขัด คือ 900, 1,200 และ 1,500 รอบ/นาที อย่างไรก็ตามจากการศึกษา พบว่า ขนาดของกระดาษทรายและความเร็วรอบที่เหมาะสมในการเลือกไปใช้งาน คือ กระดาษทรายเบอร์ 1,000 และความเร็วรอบที่ 1,200 รอบ/นาที ซึ่งมีผลจากผู้เชี่ยวชาญประเมินความพึงพอใจผ่านทั้งหมด 7 คน โดยการพิจารณาจากความมันเงาของผิวหน้าชิ้นงาน ซึ่งสอดคล้องกับ (ณัฐ, 2546) ซึ่งชิ้นทดสอบจะมีความเงาใกล้เคียงกระจก โดยทำการทดสอบด้วยเครื่องวัดความเงา (Gloss meter) รุ่น STM-1130 B (MG6-SA) และพิจารณาจากจำนวนของรอยที่ขัด ที่ทำการตรวจสอบด้วยวิธีพินิจ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ โดยครูชำนาญการจำนวน 7 คน

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (คน)									
	กระดาษทรายเบอร์ 360			กระดาษทรายเบอร์ 600			กระดาษทรายเบอร์ 1,000			
300		ผ.	-		ผ.	4		ผ.	-	
		ม.ผ.	7		ม.ผ.	3		ม.ผ.	7	
600		ผ.	-		ผ.	4		ผ.	-	
		ม.ผ.	7		ม.ผ.	3		ม.ผ.	7	
900		ผ.	4		ผ.	5		ผ.	4	
		ม.ผ.	3		ม.ผ.	2		ม.ผ.	3	
1,200		ผ.	5		ผ.	6		ผ.	7	
		ม.ผ.	2		ม.ผ.	1		ม.ผ.	-	
1,500		ผ.	6		ผ.	5		ผ.	5	
		ม.ผ.	1		ม.ผ.	2		ม.ผ.	2	
จำนวน ผู้เชี่ยวชาญ (คน)	คะแนนเฉลี่ย									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0

*หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนน 1-7 หมายถึง ไม่ผ่าน และคะแนน 8-10 หมายถึง ผ่าน

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ พบว่า ขนาดของกระดาดทรายและความเร็วรอบที่เหมาะสมในการเลือกไปใช้งาน คือ กระดาดทรายเบอร์ 1,000 เนื่องจากความละเอียดของเม็ดกระดาดทรายสูง จึงทำให้กระบวนการขัดผิวหน้าสุดท้ายมีความมันเงาของผิวมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ (ธนากร และสุชาติ, 2564) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่และความเร็วรอบที่เหมาะสมอยู่ที่ 1,200 รอบ/นาที เนื่องจากความเร็วมากเกินไปทำให้ผิวหน้าของชิ้นงานมีลักษณะเป็นฝ้า ซึ่งเกิดจากชิ้นงานมีความร้อนขณะทำการขัดที่ความเร็วสูง (Yongsong & Bharat, 1996) และที่ความเร็วรอบน้อยเกินไปทำให้ผิวหน้าชิ้นงานทดสอบเป็นรอยและไม่มีความมันเงา เนื่องจากกระบวนการขัดไม่สามารถจัดรอยลึกออกได้หมด (Jianfeng & David, 2001) และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินให้คะแนนระดับ 8 จำนวน 2 คนและระดับ 9 จำนวน 3 คน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ผ่าน การอย่างไรก็ตาม จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเสมือนจริงทดแทนเครื่องที่ทำการจำหน่ายในท้องตลาดได้ และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำกว่าเครื่องในท้องตลาด ซึ่งสอดคล้องกับ (ไพรัช และคณะ, 2552) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับปรุงความหยาบผิวด้วยขนาดผงขัดและเส้นทางการขัดที่เหมาะสม

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิชณุโลก ที่ให้ความสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย รวมไปถึงขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ข้อมูลองค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะ ช่วยเหลือในการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดผิวโลหะและการเก็บผลวิจัย สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

7. เอกสารอ้างอิง

- กวี หวังนิเวศน์กุล. (2556). **วัสดุวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งแสงการพิมพ์.
- ณัฐ แก้วสกุล. (2546). **การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องขัดชิ้นงาน เพื่อทดสอบโครงสร้างจุลภาคแบบกึ่งอัตโนมัติ**. (วิทยานิพนธ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ.

- นรารักษ์ บุตรชา, สุรเชษฐ์ ช้อนกลิ่น, สุรัตน์ วรรณศรี, สุรินทร์ มณีศรี และธวัช วิวัฒน์เจริญ. (2558, กันยายน). **เครื่องขัดเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับงานวัสดุ**. การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 6, วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย, ขอนแก่น.
- บรรเลง ศรีนิล และประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์. (2523). **ตารางงานโลหะ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานพ ตันตระกูลบัณฑิต. (2555). **งานทดสอบวัสดุอุตสาหกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- มานพ ตันตระกูลบัณฑิต และสำลี แสงห้าว. (2537). **วัสดุช่างอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วรวิทย์ อังภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2556). **การออกแบบเครื่องจักรกล 1**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- วิวัฒน์ ไตรนิล. (2558). **โลหะวิทยา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- วีระวัฒน์ ทองงาม และจ่านง ชูด้วง. (2548). **สร้างและพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทราย** (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง, ลำปาง.
- ธนากร เกียรติขวัญบุตร และสุชาติ จันทรมณย์. (2564). การออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่. **วารสารวิชาการที่ประชุมสภาข้าราชการ พนักงาน และลูกจ้างมหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย**, 10(3). 175-185.
- ไพลิน ฤกษ์จิรสวัสดิ์. (2555). **หลักพื้นฐานของกรรมวิธีทางความร้อนของเหล็ก : Fundamentals of Heat Treatment of Steels**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพรัช ตั้งพรประเสริฐ, ชัญญาพันธ์ วิรุฬห์ศรี และศุภวัฒน์ เจียมลักษณะไพศาล. (2552, พฤศจิกายน). การปรับปรุงความหยาบผิวด้วยขนาดผงขัดและเส้นทางการขัดที่เหมาะสม. **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23**, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่
- Jianfeng, L., & Davi, A. (2001). Material Removal Mechanism in Chemical Mechanical Polishing: Theory TRANSACTIONS and ON Modeling, **IEEE SEMICONDUCTOR MANUFACTURING**, 14(2). 112-133.
- Yongsong, X., & Bharat, B. (1996). Effects of particle size, polishing pad and contact pressure in free abrasive polishing. **Wear**, 200(1-2), pp. 281-295.