

การปรับปรุงสมบัติทางกลของโลหะ AISI 1045 โดยวิธีการรีดผิวเรียบ Mechanical properties enhancement of carbon steel AISI 1045 by deep rolling

นายธนภิต วีระพันธุ์

อ.ดร.ปริญญา จุ้ยเจิม

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร 0-2942 8555 ต่อ 2109 โทรสาร 0-2955 1811 E-mail: fengppj@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของการปรับปรุงพื้นผิว เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 โดยกระบวนการรีดผิวเรียบที่มีผลต่อค่าความหยาบและค่าความแข็งของความหนาบริเวณชั้นพื้นผิว เนื่องจากการเพิ่มปริมาณดิสโลเคชันทำให้ดิสโลเคชันเคลื่อนที่ได้ยากขึ้น ส่งผลให้มีค่าความแข็งที่เพิ่มมีความเค้นแรงกดตกค้างที่สูงขึ้น ทำให้มีความต้านทานต่อการเกิดรอยแตกที่บริเวณผิว การปรับปรุงพื้นผิวกระทำไปเพื่อลดต้นทุนในการสูญเสียของการเกิดความล้าสำหรับเพลาลูกเหล็ก AISI 1045 โดยมีการศึกษาถึงค่าความลึกของค่าความแข็งที่บริเวณผิวเพื่อบ่งบอกถึงความเค้นแรงกดตกค้างมีค่าลึกจากพื้นผิวชิ้นงาน ทำการศึกษาตัวแปรของกระบวนการรีดผิวเรียบที่อุณหภูมิห้องได้แก่ แรงกดของหัวครีรีดผิวเรียบ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1 kN อัตราการเคลื่อนที่หัวกด 0.141, 0.205 และ 0.388 mm/rev และรอบการหมุนชิ้นงาน 85 และ 150 rpm จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งสามตัวแปรมีความสำคัญ โดยแรงกดส่งผลต่อความลึกของค่าความแข็งและค่าความหยาบ อัตราการเคลื่อนที่หัวกดจะส่งผลต่อค่าความหยาบที่บริเวณผิวอย่างชัดเจน ส่วนรอบการหมุนชิ้นงานจะส่งผลต่อค่าความหยาบและค่าความแข็งเพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ : การรีดผิวเรียบ, AISI 1045, การปรับปรุงสมบัติที่บริเวณผิว, การแปรรูปอย่างถาวร

Abstract

This research studies the effects of mechanical surface treatment on carbon steel AISI 1045 using a deep rolling, which affects the roughness and hardness of the near-surface regions. Due to increased dislocation densities, the near-surface hardness values increase. Therefore, these beneficial effects can retard the crack initiation as well as propagation. Surface treatment is to

reduce cost of fatigue failure for cylindrical of the carbon steel AISI 1045. For a deep rolling, a pressure of 0.25-1.00 kN was applied at room temperature, a feed rate of 0.141, 0.205, and 0.388 mm/rev and a revolution are 85 and 150 rpm. The results show that there are three important variables, the forces effect on hardness-depth profiles and roughness. The feed rates highly effect on roughness of surface, but revolution a bit effect on roughness and micro hardness in near-surface.

Keywords: Deep rolling, AISI 1045, Mechanical surface treatment, Plastic deformation

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการนำเหล็ก AISI 1045 มาใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนอะไหล่ เครื่องจักร เผลา เป็นต้น ซึ่งการเกิดความเสียหายของวัสดุทางวิศวกรรม (Failure) เป็นความสูญเสียที่มีผลกระทบต่อการเงิน เศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคง และยังทำให้เกิดความเสี่ยงในชีวิตของผู้ใช้งาน เนื่องด้วยการเกิดความเสียหายของวัสดุนั้นมีได้หลากหลายรูปแบบแต่ส่วนใหญ่ส่วนเป็นความเสียหายที่เกิดจากความล้า (Fatigue) ของวัสดุมากถึง 90% ของการเกิดความเสียหายทั้งหมด เพราะการเกิดรอยแตกที่ผิวเนื่องจากมีความเค้นรวมศูนย์ (Stress Concentration) และการใช้งานที่รับแรงกระทำซ้ำๆ เป็นระยะเวลาหนึ่ง จะทำให้รอยแตกที่เกิดขึ้นขยายตัวจนเกิดการแตกหักของวัสดุ ดังนั้นการเพิ่มความต้านทานความล้าทำให้วัสดุมีอายุการใช้งาน (Fatigue Lifetime) ที่สูงขึ้น และลดความสูญเสียที่เกิดจากความล้าของวัสดุ

จากความต้องการดังกล่าวสามารถทำได้โดยวิธีการปรับปรุงสมบัติทางกลที่ผิวของโลหะซึ่งมีหลากหลายกระบวนการเช่น การยิงลูกเหล็ก (Shot Peening) และการรีดผิวเรียบ (Deep Rolling) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้วัสดุเสียรูป (Deformation) จะทำให้ปริมาณของดิสโลเคชันมีเพิ่มขึ้นจะส่งผลถึงค่าความแข็งที่บริเวณผิว (Work Hardening

Layer) มีค่าที่สูงขึ้น จากการที่วัสดุแปรรูปอย่างถาวร (Plastic Deformation) จะมีการยืดออกที่บริเวณผิวของวัสดุแต่เนื่องจากบริเวณที่เกิดการแปรรูปของวัสดุนั้นติดกับเนื้อของวัสดุจึงทำให้วัสดุเกิดความเค้นแรงกดตกค้าง (Compressive Residual Stress) ที่บริเวณผิวของวัสดุ ทำให้เกิดการรอยแตกร้าวที่ผิวของวัสดุเป็นไปได้ยากโดยการรีดผิวเรียบจะมีปัจจัยในการเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุได้แก่ อัตราการเคลื่อนที่ของหัวกดจำนวนรอบในการหมุนวัสดุ และแรงที่ใช้ในการรีดผิวเรียบ ซึ่งจะมีผลทำให้ความต้านทานต่อความล้าสูงขึ้นเป็นการยืดอายุการใช้งานและลดปัญหาที่เกิดความเสียหายของวัสดุได้

โดยโครงการวิจัยนี้จะเป็น การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการรีดผิวเรียบที่ให้แรงในการกดพร้อมกับการเคลื่อนที่ของหัวกดในขณะที่ขึ้นงานหมุน จะมีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงและความเค้นแรงกดตกค้างที่ผิวต่างกัน เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุดในการรีดผิวเรียบเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 มีผลทำให้ขึ้นงานทนความเค้นที่สูงขึ้นและขึ้นงานจะเกิดรอยแตกร้าวที่ผิวได้ยากโดยดูจากค่าความเรียบและวัดจากค่าความแข็ง ทำให้การใช้งานที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์

การปรับปรุงสมบัติทางกลที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 เพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้ขึ้นงานทนทานต่อความล้าที่สูงขึ้นและศึกษาและหาตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการรีดผิวเรียบที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045

วัสดุและอุปกรณ์

- 1) ขึ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.70 mm
- 2) เครื่องรีดผิวเรียบ (Deep Rolling)
- 3) เครื่องกลึง (Lathe Machine)
- 4) เครื่องขัด (Alumina Wheel และ Grinding Wheel)
- 5) เครื่องเม้าท์ (Mounting Press)
- 6) เครื่องอัลตราโซนิค (Ultrasonic Cleaner)
- 7) เครื่องตัดชิ้นงาน (High-speed Cutter)
- 8) กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope, OM) ของ Olympus รุ่น BX60 ประเทศญี่ปุ่น
- 9) เครื่องทดสอบความแข็ง (Micro-vickers Hardness Tester) ของ Mitutoyo รุ่น MVK-H1 ประเทศญี่ปุ่น
- 10) เครื่องวัดความหยาบ (Surface Roughness Tester) ของ Mitutoyo รุ่น SJ-201 ประเทศญี่ปุ่น
- 11) Image Analyzer ซอฟต์แวร์ Image-Pro Plus Version 4.5.0.29

วิธีการดำเนินโครงการงาน

1. เงื่อนไขการดำเนินโครงการงาน

ตัวแปรที่ใช้ในโครงการงานนี้มีอยู่ 3 ตัวแปรเพื่อศึกษาหาค่าความแข็งและมีความเรียบผิวที่เหมาะสมสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 1 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการรีดผิวเรียบของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045

แรงกด (kN)	0.25	0.50	0.75	1.00
ความเร็วรอบหมุนชิ้นงาน (rpm)	85	150	-	-
อัตราการเคลื่อนที่หัวกด (mm/rev)	0.141	0.205	0.388	-

2. ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

ทำการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.70 mm ให้มีขนาดยาว 140 mm ทั้งหมด 6 ชิ้น ซึ่งใน 140 mm จะแบ่งช่วงเป็น บริเวณส่วนปลายทั้งสองด้าน 30 mm รวมเป็น 60 mm เพื่อไว้สำหรับจับยึดชิ้นงานกับเครื่องกลึง และบริเวณขั้นศูนย์กลาง และบริเวณตรงกลางช่วงละ 20 mm จำนวน 4 ช่วง รวมเป็น 80 mm เพื่อแบ่งช่วงการทดสอบในตัวแปรต่างๆ จากนั้นทำการเจาะขั้นศูนย์กลางชิ้นงานทั้ง 6 ชิ้น

3. ขั้นตอนการรีดผิวเรียบ

นำเครื่องรีดผิวเรียบติดตั้งเข้ากับเครื่องกลึง จากนั้นทำการจับยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่องกลึงและขั้นศูนย์กลางและทำการตั้งค่าตัวแปรที่จะศึกษาโดยชิ้นงานที่ 1-3 จะตั้งค่าที่ความเร็วรอบในการหมุนชิ้นงาน 85 rpm และชิ้นงานที่ 4-6 จะตั้งค่าความเร็วรอบในการหมุนชิ้นงาน 150 rpm จากนั้นชิ้นงานที่ 1,4 จะตั้งค่าการเคลื่อนที่ของหัวกดเท่ากับ 0.141 mm/rev ชิ้นงานที่ 2,5 จะตั้งค่าการเคลื่อนที่ของหัวกดเท่ากับ 0.205 mm/rev และชิ้นงานที่ 3,6 จะตั้งค่าการเคลื่อนที่ของหัวกดเท่ากับ 0.388 mm/rev โดยแรงกดของตัวรีดผิวเรียบจะเปลี่ยนไปทุกๆ 0.25 kN เมื่อผ่านทุกๆ ช่วง 20 mm ของทั้ง 6 ชิ้นงาน

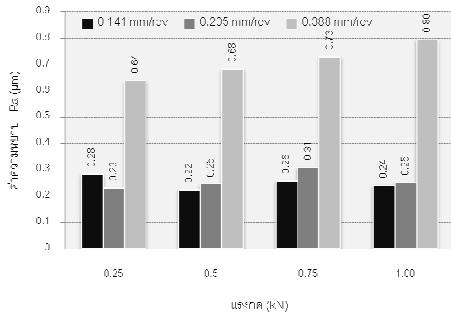
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์

นำชิ้นงานที่ผ่านการรีดผิวเรียบไปวัดความหยาบของผิวที่เงื่อนไขต่างๆ พร้อมทั้งวัดค่าความเรียบผิวของชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบโดยวัดจากส่วนปลายของชิ้นงานที่บริเวณขั้นศูนย์กลาง หลังจากนั้นทำการตัดชิ้นงาน โดยแบ่งตัดแต่ละชิ้นตามเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งจะได้ชิ้นงานสำหรับทดสอบแต่ละเงื่อนไขทั้งหมด 24 ชิ้น จากนั้นทำการแบ่งครึ่งเพื่อทำการวิเคราะห์ค่าความแข็งบริเวณตรงกลางที่ผ่านการรีดผิวเรียบ ทำการเม้าท์ชิ้นงานทั้ง 24 ชิ้น และอีก 1 ชิ้น สำหรับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการบวนการรีดผิวเรียบ จากนั้นทำการขัดหยาบจนถึงขัดผงอะลูมิน่า และนำชิ้นงานที่ผ่านการขัดไปตรวจสอบวัดค่าความแข็ง โดยทำการดูรอยกดจากกล้องจุลทรรศน์แบบแสงและใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ระหว่างผิวกับรอยกด

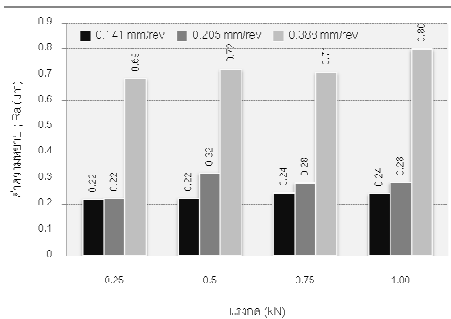
ผลการทดลอง

1. ลักษณะความหยาบที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบ

จากการทดลองปรับปรุงพื้นผิวเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ด้วยกระบวนการรีดผิวเรียบที่แรงกด 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 kN ความเร็วรอบหมุนชิ้นงาน 85 และ 150 rpm และอัตราการเคลื่อนที่ของหัวกด 0.141, 0.205, 0.388 mm/rev เมื่อวัดค่าความหยาบพบว่าค่าความหยาบเฉลี่ย (Roughness Average : Ra) ของชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบมีค่า Ra = 0.44 μm และชิ้นงานที่ผ่านการรีดผิวเรียบที่เงื่อนไขต่างๆ พบว่ามีค่า Ra = 0.22-0.80 μm ดังรูปที่ 1 และ 2



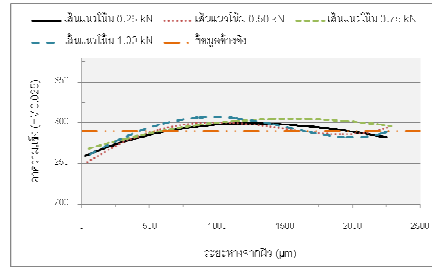
รูปที่ 1 เปรียบเทียบค่าความหยาบเฉลี่ย (Ra) ของเงื่อนไขต่างๆ ที่ความเร็วรอบการหมุนชิ้นงาน 85 rpm



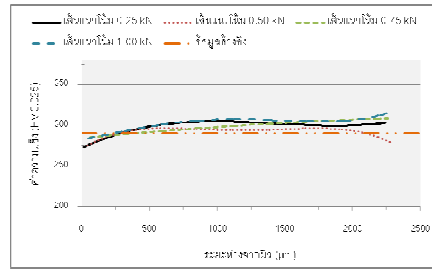
รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่าความหยาบเฉลี่ย (Ra) ของเงื่อนไขต่างๆ ที่ความเร็วรอบการหมุนชิ้นงาน 150 rpm

2. ลักษณะความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบ

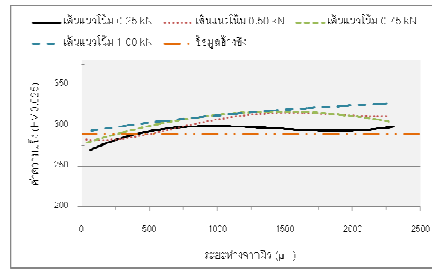
การทดสอบค่าความแข็งบริเวณผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบได้ค่าความแข็ง 260-320 HV ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความแข็งอยู่ที่ 290.13 HV ชิ้นงานที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิวด้วยกระบวนการรีดผิวเรียบที่ แรงกด 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 kN ความเร็วรอบในการหมุนชิ้นงาน 85, 150 rpm และ อัตราการเคลื่อนที่ของหัวกด 0.141, 0.205, 0.388 mm/rev พบว่าค่าความแข็งมีแนวโน้มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยประมาณ 10-40 HV หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 4-14% ดังรูปที่ 3 ถึง รูปที่ 8



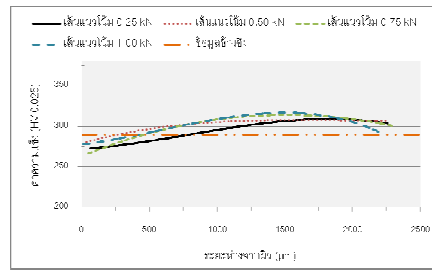
รูปที่ 3 ค่าความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบภายใต้เงื่อนไข 85 rpm, 0.141 mm/rev



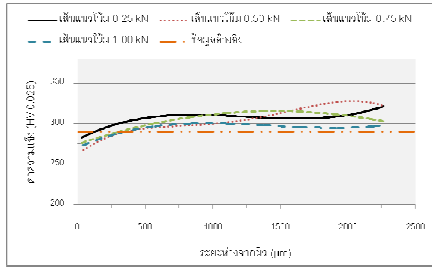
รูปที่ 4 ค่าความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบภายใต้เงื่อนไข 85 rpm, 0.141 mm/rev



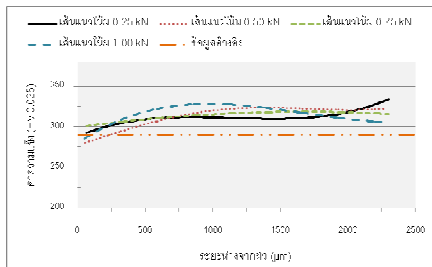
รูปที่ 5 ค่าความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบภายใต้เงื่อนไข 85 rpm, 0.141 mm/rev



รูปที่ 6 ค่าความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบภายใต้เงื่อนไข 85 rpm, 0.141 mm/rev



รูปที่ 7 ค่าความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบภายใต้เงื่อนไข 85 rpm, 0.141 mm/rev



รูปที่ 8 ค่าความแข็งที่บริเวณผิวหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบภายใต้เงื่อนไข 85 rpm, 0.141 mm/rev

อภิปรายผลการทดลอง

1. อิทธิพลของแรงกดที่ส่งผลต่อสมบัติบริเวณพื้นผิวชิ้นงาน

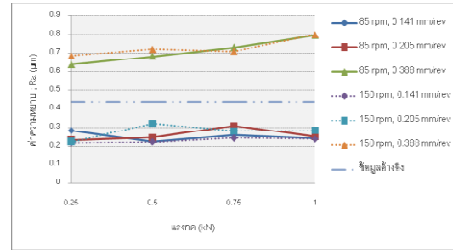
จากการพิจารณาแรงกดที่ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 kN เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความหยาบเฉลี่ยหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบนั้น ค่าที่วัดได้มีความใกล้เคียงกันมากจนแทบจะไม่มีนัยสำคัญกัน ดังรูปที่ 9

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความแข็งพบว่าการรีดผิวเรียบด้วยเงื่อนไขที่ใช้แรงกดสูงมีแนวโน้มที่ค่าความแข็งที่บริเวณผิวเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 3-8 ซึ่งมีค่าความแข็งสูงขึ้นเฉลี่ย 4-14% จากความแข็งเฉลี่ยเดิม แต่เนื่องจากลักษณะของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีลักษณะโครงสร้าง 2 อย่างได้แก่ เฟอร์ไรต์และเพอร์ไรท์ อีกทั้งมีเกรนที่ละเอียด ทำให้ค่าความแข็งจากการวัดนั้นมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากใช้เครื่องมือวัดค่าความแข็งที่มีขนาดเล็ก รวมถึงมีกลไกการเกิดวิฤกษ์การความแข็งที่เป็นลักษณะอ่อนตัวลงเมื่อมีการะโหลดมากระทำเป็นวิฤกษ์ จึงไม่สามารถบอกได้ว่า จะเพิ่มอายุการใช้งานก่อนการเกิดความเสียหาย อีกทั้งเนื่องจากค่าความแข็งอ้างอิงบ่งบอกว่าเป็นเหล็กที่ผ่านการให้ความร้อนก่อนการขึ้นรูปส่งผลให้มีลักษณะเกรนที่ละเอียดและมีค่าความแข็งที่สูง

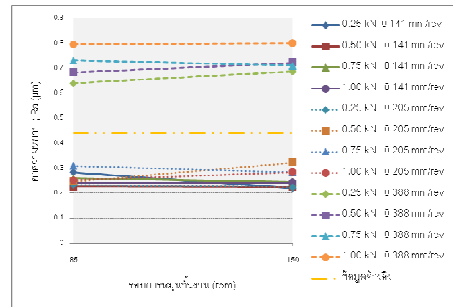
2. อิทธิพลของการหมุนชิ้นงานที่ส่งผลต่อสมบัติบริเวณพื้นผิวชิ้นงาน

จากการทดลองพบว่าอิทธิพลของการหมุนชิ้นงานส่งผลต่อค่าความหยาบที่ผิวเฉลี่ย ดังรูปที่ 10 พบว่าเมื่อใช้ความเร็วรอบการหมุนชิ้นงานที่ 85 รอบต่อนาที มีค่าความหยาบแตกต่างอยู่ที่ไม่เกิน 0.1 μm ซึ่งแทบจะไม่มีแตกต่างจากการใช้ความเร็วรอบการหมุนชิ้นงานที่ 150 รอบต่อนาที โดยสามารถดูแนวโน้มได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการหมุนของชิ้นงานจะส่งผลต่อค่าความหยาบเฉลี่ยสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาความเร็วรอบการหมุนชิ้นงานที่ 85 รอบต่อนาที และ 150 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 3-8 จากผลการทดลองพบว่า ค่าความแข็งที่ได้จากการหมุนชิ้นงานด้วยจำนวนรอบ 150 รอบต่อนาที จะได้น้ำมันค่าความแข็งที่สูงกว่าค่าความแข็งที่ได้จากการหมุนชิ้นงานด้วยจำนวนรอบ 85 รอบต่อนาที ประมาณ 5-10 HV เนื่องจากการหมุนที่จำนวนรอบสูงกว่าจะทำให้การกดซ้ำรอยเดิมเป็นไปได้สูงกว่าการหมุนด้วยจำนวนรอบที่ต่ำ ดังนั้นจำนวนรอบการหมุนของชิ้นงานจึงมีอิทธิพลต่อค่าความแข็งของชิ้นงาน



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบแรงกดที่มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบเฉลี่ยหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบที่เงื่อนไขต่างๆ

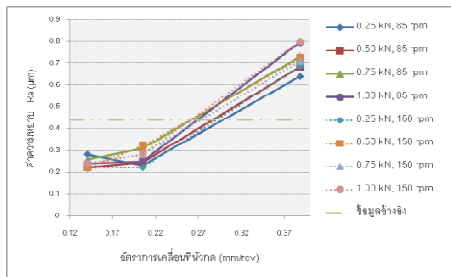


รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบรอบการหมุนชิ้นงานที่มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบเฉลี่ยหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบที่เงื่อนไขต่างๆ

3. อิทธิพลของอัตราการเคลื่อนที่ของหัวกดที่ส่งผลต่อสมบัติบริเวณพื้นผิวชิ้นงาน

จากการพิจารณาอัตราการเคลื่อนที่ของหัวกดที่ 0.141, 0.205 และ 0.388 mm/rev เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์แล้วพบว่า อัตราการเคลื่อนที่ของหัวกดที่ใช้ในการรีดผิวเรียบนั้น ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแต่ส่งผลต่อค่าความหยาบเฉลี่ยที่บริเวณผิว โดยชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบด้วยเงื่อนไขต่างๆ นั้นมีค่าความหยาบเฉลี่ยระหว่าง 0.22-0.80 μm ซึ่งมีทั้งค่าที่ต่ำและสูงกว่าชิ้นงานที่ยังไม่ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบที่มีค่าความหยาบเฉลี่ย $R_a = 0.44 \mu\text{m}$ เนื่องจากผิวของชิ้นงานปกติค่อนข้างมีความเรียบดังนั้นค่าที่วัดได้จึงค่อนข้างต่ำ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบ โดยเงื่อนไขที่ใช้อัตราการเคลื่อนที่ของหัวกดชิ้นงานส่งผลต่อค่าความหยาบเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ดังรูปที่ 11 เนื่องจากลักษณะของการรีดไปอย่างช้าๆ ทำให้หัวคมีโอกาสดัมพ์สกับบริเวณผิวได้มาก ดังนั้นแรงกดที่ใช้จึงสามารถอัดไปที่ผิวได้ดี ทำให้เกิดการแปรรูปอย่างถาวรได้ลึกนั้นหมายถึงค่าความหยาบเฉลี่ยลดลงและเนื่องจากมีลักษณะการรีดที่สม่ำเสมอจึงทำให้การรีดผิวสามารถอัดได้เท่ากันทั่วชิ้นงาน และเมื่อเพิ่มอัตราการเคลื่อนที่ที่หัวกดเร็ว โอกาสที่หัวกดสัมผัสกับบริเวณผิวน้อยลง จึงมีบริเวณที่ไม่ได้รับแรงกดส่งผลให้เกิดการแปรรูปอย่างถาวรไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดรอยของการรีดค่าความหยาบเฉลี่ยที่วัดได้จึงเพิ่มขึ้นมากกว่าชิ้นงานที่ยังไม่ผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบ



รูปที่ 11 กราฟเปรียบเทียบรอบการหมุนชิ้นงานที่มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบเฉลี่ยหลังผ่านกระบวนการรีดผิวเรียบที่เงื่อนไขต่างๆ

สรุปผลการทดลอง

ค่าจำนวนรอบการหมุนชิ้นงานเป็นตัวแปรที่มีผลต่อค่าความแข็งและค่าความหยาบที่บริเวณผิว เมื่อใช้ค่าจำนวนรอบการหมุนชิ้นงานที่สูง 150 rpm มีแนวโน้มส่งผลให้มีค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นและค่าความหยาบที่บริเวณผิวมีค่าเพิ่มขึ้น

อัตราการเคลื่อนที่ของหัวกดเป็นตัวแปรที่มีผลต่อค่าความหยาบที่บริเวณผิวของเหล็กกล้า AISI 1045 ซึ่งค่าที่เหมาะสมกับกระบวนการรีดผิวเรียบคือ 0.141 mm/rev มีแนวโน้มส่งผลให้มีค่าความหยาบที่บริเวณผิวมีค่าลดลง

ค่าแรงกดซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญเพราะมีอิทธิพลต่อค่าความแข็งของชิ้นงาน แต่เนื่องจากเนื่องจากลักษณะของเหล็กกล้า AISI 1045 มีลักษณะโครงสร้าง 2 อย่างได้แก่ เฟอร์ไรต์และเพอร์ไรท์ ทำให้ได้ค่าความแข็งที่ได้คลาดเคลื่อนไปบ้าง รวมถึงมีกลไกการการเกิดวัฏจักรความแข็งที่มีลักษณะอ่อนตัว จึงไม่สามารถทำนายได้ว่าจะเพิ่มอายุการใช้งานก่อนการเกิดความเสียหายได้หรือไม่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนในการสนับสนุนงานวิจัยนี้ อีกทั้งสถานที่ในการทำงานวิจัยในการศึกษา รวมทั้งขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.ปฎิภาณ ชัยเฉลิม ที่คอยให้คำปรึกษาคำแนะนำงานวิจัย

สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยและส่งเสริมการเรียนในระดับปริญญาตรี

เอกสารอ้างอิง

ลักขมี อังกูร์ซัด. อิทธิพลของการแปรรูปที่ผิวโดยกระบวนการทางกล ต่อความหนาชั้นเคลือบของกระบวนการคาร์บูไรซิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551

พนงษ์นิชานนท์ ขนรกุล. การหาตัวแปรการรีดผิวเรียบที่เหมาะสมสำหรับเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิก AISI 420. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553

El-Tayeb, N. S. M., K. O. Low, et al. (2007). "Influence of roller burnishing contact width and burnishing orientation on surface quality and tribological behaviour of Aluminium 6061." Journal of Materials Processing Technology **186**(1-3): 272-278.

Hassan, A. M. and A. S. Al-Bsharat (1996). "Influence of burnishing process on surface roughness, hardness, and microstructure of some non-ferrous metals." Wear **199**(1): 1-8.

Juijerm, P. and I. Altenberger (2007). "Fatigue Performance Enhancement of Steels using Mechanical Surface Treatments." Materials and Minerals **17**(1): 59-65.

Nikitin, I. and M. Besel (2008). "Correlation between residual stress and plastic strain amplitude during low cycle fatigue of mechanically surface treated austenitic stainless steel AISI 304 and ferritic-pearlitic steel SAE 1045." Materials Science and Engineering: A **491**(1-2): 297-303.

Wagner, L. (1999). "Mechanical surface treatments on titanium, aluminum and magnesium alloys." Materials Science and Engineering A **263**(2): 210-216.