

Received: Nov 24, 2023

Revised: Dec 20, 2023

Accepted: Dec 25, 2023

## การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของมีดกลึงโลหะผสม $Al_2O_3-TiC$ ในการกลึงชิ้นงานเหล็กกล้า ผสมเกรด AISI 4140

### STUDY OF THE OPTIMUM CONDITIONS OF $Al_2O_3-TiC$ ALLOY TURNING INSERTS FOR TURNING AISI 4140 WORK PIECES.

ภชรดิษฐ์ แปงจิตต์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Phacharadit Paengchit

Department of Technology Industrial, Faculty of Technical Education,

Rajamangala University of Technology

E-mail: phacharadit.p@mail.rmutk.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมของมีดกลึงโลหะผสม  $Al_2O_3+TiC$  สำหรับการกลึงวัสดุเหล็กกล้าเกรด AISI 4140 ด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ ทำการศึกษาปัจจัยการกลึงประกอบด้วยความเร็วตัดที่ระดับ 50 – 150 rev/min และอัตราป้อนที่ระดับ 0.2 - 0.6 mm/rev แตกต่างไปตามการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central composite design, CCD) และทำการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกลึงขึ้นรูปประกอบด้วยความเร็วตัดที่ระดับ 50 – 150 rev/min และอัตราป้อนที่ระดับ 0.2 - 0.6 mm/rev โดยพบว่าอัตราป้อนเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05)

ผลการวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีต่อค่าความหยาบผิวพบว่า ความเร็วตัดมีค่าเท่ากับ 50 rev/min และอัตราป้อนมีค่าเท่ากับ 0.20 mm/rev ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวอยู่ที่  $0.345 \mu m$

**คำสำคัญ** การออกแบบการทดลอง, ความหยาบผิว, การวิเคราะห์ความแปรปรวน

#### Abstract

In this work has object for study find the optimum condition of cutting tools  $Al_2O_3+TiC$  for turning steel materials AISI 4140 with automatic lathe by applying the Central composite design, CCD and analysis experimental result with analysis of variance (ANOVA)

From the study of factor, the effect on the forming consists of cutting speed at level 50 - 170 rev/min and feed rate at level 0.2 - 0.6 mm/rev it was found that feed rate Input is the main factor that has the effect surface roughness significantly (P-value < 0.05)

From analysis appropriate conditions of factor roughness is cutting speed 50 rev/min and feed rate 0.20 mm/rev found that mean roughness is  $0.345 \mu m$

**Keywords:** Central composite design, Surface roughness, ANOVA

## บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านระบบการผลิต และการมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์สูงมากขึ้น เพื่อให้สินค้ามีคุณภาพ ต้นทุนการผลิตต่ำ โดยเฉพาะงานกลึง เป็นปฏิบัติการขั้นพื้นฐานในงานอุตสาหกรรมที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเป็นการตัดโลหะที่ให้งานหมุนรอบตัวเองและเครื่องมือตัดเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน กระบวนการกลึงปกผิว เป็นกระบวนการในการลดขนาดความโตของชิ้นงาน โดยให้เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ ตัดชิ้นงานไปตามแนวขนานกับแนวแกนของชิ้นงาน (Grzesik W., 2008) ปัจจุบันได้นำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ช่วยในกระบวนการผลิตโดยเฉพาะเทคโนโลยีเครื่องจักรกลอัตโนมัติ (CNC Machine) เช่น เครื่องกลึงอัตโนมัติ (CNC Lathe) และเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) เป็นต้น สามารถทำการผลิตชิ้นงานได้จำนวนมาก ลดเวลาและลดต้นทุนการผลิตชิ้นงาน สามารถผลิตชิ้นงานมีความซับซ้อนและชิ้นงานมีคุณภาพ (Paengchit P. and Saikaew C., 2018) สร้างความเชื่อมั่นในชิ้นงานและความพึงพอใจของลูกค้า ดังนั้นกระบวนการตัดเฉือนเป็นกระบวนการผลิตขั้นวัสดุ เช่น การกลึง การกัด การเจาะ เป็นต้น เครื่องกลึงอัตโนมัติเป็นเครื่องจักรสำหรับการตัดเฉือนวัสดุ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต และเครื่องมือตัด (Cutting Tool) เป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อในกระบวนการตัดเฉือน การขึ้นรูปวัสดุ จะต้องมีการเลือกใช้สภาวะการตัดเฉือนที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกลึงอัตโนมัติ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชิ้นงาน เช่น ความหนาผิวในกระบวนการกลึงขึ้นรูปวัสดุ ได้แก่ ความเร็วรอบ อัตราการป้อน และความลึกในการกลึง (Paengchit P. and Saikaew C., 2018) (Hari Singh and Pradeep Kumar, 2004) และอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด (Tool Life) จึงมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อความหนาผิวของชิ้นงาน เนื่องจากเครื่องมือตัด เริ่มมีการสึกหรอ ส่งผลให้ค่าความหนาผิวสูงเพิ่มขึ้น และไม่ได้ตามเงื่อนไขหรือความต้องการของลูกค้าที่กำหนดและจำนวนชิ้นงานที่เสียทำให้มีต้นทุนในกระบวนการตัดเฉือนขั้นวัสดุสูงขึ้น (Tugrul özel et al, 2007), (W. Grzesik et al, 2007)

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า K.F Cai, D.S McLachlan, N Axen, R Manyatsa. (2002). ได้ทดลองใช้วัสดุคมตัดคอมโพสิต  $Al_2O_3-TiC$  ที่มี TiC ในปริมาณต่างๆ ตั้งแต่ 16 ถึง 30 vol.% ถูกเผาแบบไร้แรงดันโดยใช้ 1 wt.% Al เป็นสารเคลือบ เพื่อศึกษาค่าการนำไฟฟ้า ความแข็ง ความเหนียว และความต้านทานการสึกหรอของคอมโพสิต ผลการทดลองพบว่าความแข็งและความเหนียวเพิ่มขึ้นที่ละน้อยตามการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาตร TiC ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของปริมาตร TiC เช่นเดียวกัน (Paengchit P. and Saikaew C., 2018). ได้ทำการทดลองกลึงแข็งโดยใช้เม็ดเม็ดเซรามิกผสม  $Al_2O_3 + TiC$  สำหรับการตัดเฉือนเหล็กกล้าโครเมียมโมลิบดีนัม AISI 4140 การทดลองการกลึงใช้อัตราการป้อน 0.06 ถึง 0.1 มม./รอบ ภายใต้สภาวะแห้ง การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปรทางเดียว (MANOVA) แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาผิวและการสึกหรอด้านข้างได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญที่อัตราป้อน 0.08 มม./รอบ เป็นสภาวะการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการกลึงวัสดุ AISI 4140 (K. Aslantas, İ. Uçun, A. Çicek, 2012). ได้ศึกษาการกลึงวัสดุ AISI 52100 ที่มีความแข็ง (63HRC) โดยใช้เม็ดเม็ดผสม  $Al_2O_3-TiCN$  เซรามิกที่เคลือบและไม่เคลือบ ซึ่งมีราคาสูงกว่า คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (CBN) หรือโพลีคริสตัลไลน์คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (PCBN) ความสามารถในการขึ้นรูปของเหล็กชุบแข็งได้รับการประเมินโดยการวัดการสึกหรอของเครื่องมือ อายุการใช้งานของเครื่องมือ และผิวสำเร็จของชิ้นงาน จากผลลัพธ์ที่ได้รับ ความเสียหายประเภทการแตกหักและการเกาะเกิดขึ้นน้อยกว่าในเครื่องมือที่ไม่เคลือบผิว ในขณะที่การสึกหรอแบบหลุมเป็นประเภทความเสียหายที่พบบ่อยในเครื่องมือที่เคลือบ TiN ผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุดที่ได้รับจากการศึกษานี้คือ การเคลือบ TiN และการสึกหรอเป็นหลุมส่งผลต่อทิศทางการไหลของเศษในเครื่องมือเซรามิกที่ไม่เคลือบผิว การเกิดหลุมจะส่งผลให้รัศมีความโค้งงอของเศษลดลง นอกจากนี้ เครื่องมือตัดที่ไม่เคลือบผิวยังส่งผลให้อุณหภูมิที่ส่วนเชื่อมต่อเศษวัสดุเครื่องมือเพิ่มขึ้นอีกด้วย สิ่งนี้ทำให้เกิดผลกระทบทางความร้อนระหว่างด้านบนและด้านล่างของเศษวัสดุ ซึ่งบังคับให้เศษวัสดุโค้งงอในรัศมีที่เล็กลง เศษวัสดุจะสะสมอยู่ด้านหน้าเครื่องมือและเกาะติดกับชิ้นงาน ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการตัด ส่งผลให้คุณภาพพื้นผิว

เสื่อมลง การเคลือบ TiN ไม่เพียงแต่ทำให้เครื่องมือตัดมีความทนทานมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยรักษาคุณภาพพื้นผิวในระหว่างกระบวนการตัดอีกด้วย (K. Aslantas et al, 2012)

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มุ่งเน้นในการศึกษาและทดลองใช้วัสดุคมตัดคอมโพสิตในการแปรรูปวัสดุ เช่น คมตัดที่มีสารเคลือบ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC ที่มี TiC ในปริมาณที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 16 ถึง 30 vol.% หรือเป็นการทดลองกลึงงานโดยใช้อัตราป้อนที่แตกต่างกันตั้งแต่ช่วง 0.06 ถึง 0.1 mm/s และมีการทดลองโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกัน เช่น วัสดุ AISI 52100, AISI 4140 ในส่วนของ (Mohd et al., 2019) ได้นำวิธีการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central composite design, CCD) มาช่วยในการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมของความเร็วยรอบ (Cutting Speed) อัตราการป้อน (Feed Rate) ความลึกในการกัด (Depth of Cut) ของชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 ต่อผลตอบสนองของค่าความหยาบผิว (Surface Roughness) และการสึกหรอของเครื่องมือตัด (Flank Wear) โดยพบว่าอัตราการป้อน (Feed Rate) มีผลต่อค่าความหยาบผิว (Surface Roughness) มากกว่าความเร็วยรอบ (Cutting Speed) และ ความลึกในการกัด (Depth of Cut) ในขณะที่ความเร็วยรอบ (Cutting Speed) มีผลต่อการสึกหรอของเครื่องมือตัด (Flank Wear) มากกว่าอัตราการป้อน (Feed rate) และความลึกในการกัด (Depth of Cut) เป็นต้น ส่วนงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาและการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของความเร็วยรอบ (Cutting Speed) และอัตราการป้อน (Feed Rate) ของการกลึงชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 โดยมีค่าความแข็ง (48HRC) ชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 นี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เช่น เพลาลและชิ้นส่วนของไฮดรอลิก, แกนหมุนของเครื่องกลึง, ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ของเครื่องจักรกลต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้ทำให้มูลค่าของวัสดุประเภทดังกล่าวมีมูลค่าสูงและมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมในประเทศ ผลการทดลองของการกลึงชิ้นงานนั้นจะทำการประเมินค่าความหยาบผิว (Surface Roughness) เพื่อให้อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นงานต่างๆ สามารถนำค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการกลึงวัสดุดังกล่าวไปใช้งานได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

## วิธีการทดลอง

วัสดุและขั้นตอนการทดลอง

เหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 เป็นเหล็กโลหะผสมต่ำที่ประกอบด้วยโครเมียม โมลิบดีนัม และแมงกานีส มีความแข็งแรง ทนต่อความล้าสูง ทนต่อการเสียดสีและแรงกระแทก ความเหนียว และความต้านทานแรงบิด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มม. ยาว 100 มม. ทำการกลึงปอกให้เส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาด 20 มม. ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140



ภาพที่ 1 ลักษณะชิ้นงานในการทดลอง (เหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140)

ตารางที่ 1 ธาตุผสมทางเคมีของเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140

Element	Chromium (Cr)	Manganese, (Mn)	Carbon (C)	Silicon (Si)	Molybdenum (Mo)	Sulfur (S)	Phosphorous (P)	Iron (Fe)
Content (%)	0.80 – 1.10	0.75 – 1.0	0.380 – 0.430	0.15 – 0.30	0.15 – 0.25	0.040	0.035	Balance

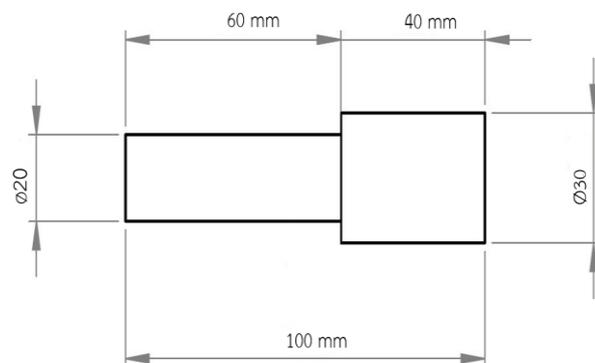
Ref: <https://www.fushunspecialsteel.com/aisi-4140-alloy-steel/>

งานวิจัยนี้ได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานไว้เจ็ดขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์: วัตถุประสงค์ในการวิจัยได้แก่ การกำหนดสภาวะการกลึงชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 ที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าความหยาบผิว (Surface Roughness; Ra)
- 2) ระบุปัจจัยของกระบวนการและตัวแปรที่สำคัญ: งานวิจัยนี้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการทดลองคือ อัตราการป้อน (Feed Rate) และความเร็วยรอบ (Cutting Speed) ส่วนตัวแปรตอบสนองได้แก่ ความหยาบผิว (Surface Roughness; Ra) ในการกลึงชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140
- 3) กำหนดระดับของปัจจัยการกลึงชิ้นงาน: ระดับของอัตราป้อน (Feed Rate) กำหนดไว้ที่ 0.2 - 0.6 mm/rev ในขณะที่ความเร็วยรอบ (Cutting Speed) กำหนดไว้ที่ 50 - 150 rev/min และระยะป้อนลึก (Depth of Cut) กำหนดไว้ที่ 0.5 mm (อ้างอิงจากผู้จำหน่าย)
- 4) ออกแบบการทดลองด้วยวิธีการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Designs; CCD): การทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Designs; CCD) 2 ปัจจัย ที่ 2 ระดับ (3 Replications) ทั้งหมด 13 การทดลอง ดำเนินการวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Design expert)
- 5) ทดลองกลึงชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 ตามการออกแบบส่วนประสมกลาง: การกลึงชิ้นงานจะใช้เครื่องกลึง CNC ยี่ห้อ Fanuc (Takisawa: รุ่น NEX-106) ดังภาพที่ 2 ภายใต้การกลึงแบบแห้ง โดยใช้เม็ดมีด (Insert) เซรามิกผสม ( $Al_2O_3 + TiC$ : Tungaloy, Japan) มีความแข็ง 84 HRC, โมดูลัสความยืดหยุ่น 400 GPa ลักษณะของเม็ดมีดจะมี 4 มุม แต่ละมุมจะทำกรงกลึงชิ้นงานหนึ่งชิ้น (1 การทดลอง) ดังภาพที่ 3



(a) เครื่องกลึง Takisawa: รุ่น NEX-106



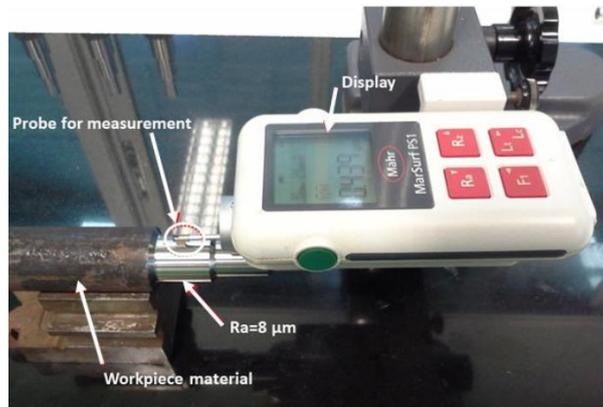
(b) ชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140

ภาพที่ 2 (a) เครื่องกลึงสำหรับทดลอง (b) ชิ้นงานสำหรับการทดลอง



ภาพที่ 3 ด้ามและเม็ดมีดมีเครื่องมือตัดยี่ห้อ Tungaloy รุ่น ASBNR2020K12-A

6) บันทึกผลการทดลองค่าความหยาบผิวชิ้นงาน: การวัดค่าความหยาบผิวชิ้นงาน (Surface Roughness; Ra) จะกำหนดตำแหน่งการวัด 3 ตำแหน่ง (มาตรฐาน BS EN ISO 4287) เพื่อหาค่าเฉลี่ย (หน่วย:  $\mu\text{m}$ ) โดยใช้เครื่องวัดความหยาบของผิวชิ้นงาน (Surface Roughness Tester) ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น SJ-210 แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 อุปกรณ์วัดความหยาบผิว

7) วิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อค่า Ra และกำหนดระดับของปัจจัยที่เหมาะสมต่อการกลึงชิ้นงาน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (2- way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Interval (C.I.)) 95 %

### ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

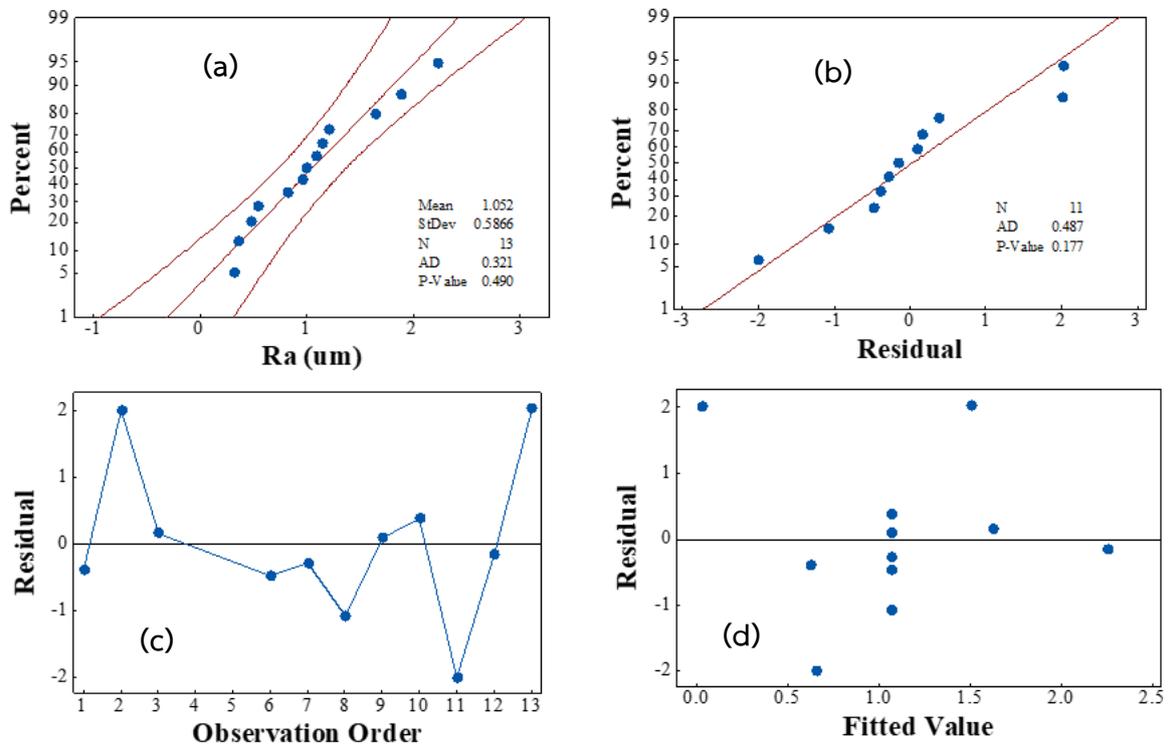
1. ดำเนินการทดลองกลึงชิ้นงานเหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 จำนวน 13 การทดลองและบันทึกค่าความหยาบผิว (Surface Roughness; Ra) ของชิ้นงาน แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลค่าความหยาบผิว (Ra) จากการกลึงชิ้นงาน AISI 4140 ด้วยมีดกลึงโลหะผสม  $Al_2O_3+TiC$ 

ลำดับ	ความเร็วรอบ (Cutting speed)	อัตราป้อน (Feed rate)	ความเรียบผิว Surface Roughness; (Ra)
1	29.29	0.40	5.459
2	50.00	0.20	3.188
3	50.00	0.60	16.456
4	100.00	0.12	4.783
5	100.00	0.68	12.057
6	100.00	0.40	9.569
7	100.00	0.40	10.005
8	100.00	0.40	8.234
9	100.00	0.40	10.849
10	100.00	0.40	11.485
11	150.00	0.20	3.586
12	150.00	0.60	22.28
13	170.71	0.40	18.836

## 2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหยาบผิวชิ้นงาน (Roughness Average, Ra)

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบชุดข้อมูลของค่า Ra ว่ามีการกระจายตัวแบบปกติหรือไม่ (Normality Test) ข้อมูลที่พล็อตลงในกราฟจะแสดงเป็นลักษณะเส้นตรงและยังอยู่ในขอบเขตของช่วงความเชื่อมั่น ดังภาพที่ 5 (a)-(d) ซึ่งยืนยันว่าการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลของค่า Ra เป็นอย่างดี



ภาพที่ 5 (a) แสดงการแจกแจงข้อมูลของผลการทดลอง (b) แสดงความน่าจะเป็นปกติของส่วนตกค้าง (c) แสดงส่วนตกค้างเทียบกับเวลา (d) แสดงส่วนตกค้างที่อยู่รอบบริเวณค่ากลาง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหยาบผิวชิ้นงาน (Roughness Average, Ra) แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนของค่าความหยาบผิวชิ้นงาน (Roughness Average, Ra)

Source	SS	df	MS	F-Value	p-value	
Model	3.0948	3	1.0316	8.9820	0.0045	significant
A-Cutting Speed	0.7900	1	0.7900	6.8785	0.0277	
B-Feed rate	2.2312	1	2.2312	19.4267	0.0017	
AB	0.0736	1	0.0736	0.6409	0.4440	
Pure Error	0.0622	4	0.0155			
Total	4.1285	12				

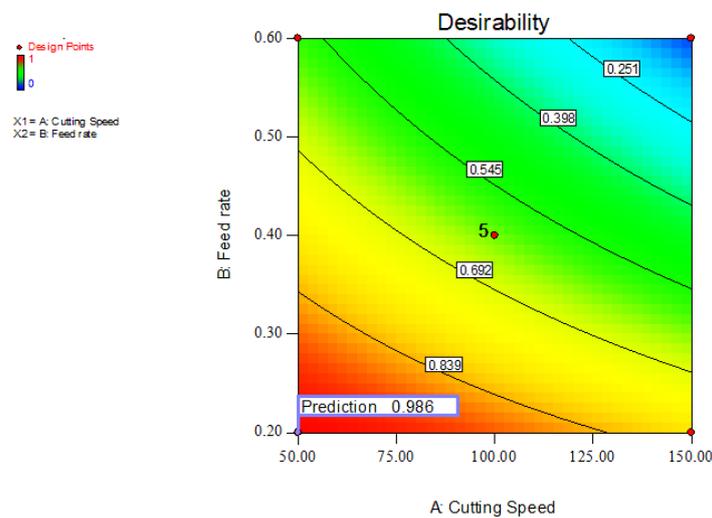
PREES = 3.62     $R^2 = 0.7496$     Adj.  $R^2 = 0.6662$     Pred.  $R^2 = 0.1192$

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า Cutting Speed และ Feed rate มีค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งสองมีผลต่อค่าเฉลี่ยความหยาบผิว (Ra) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ

0.05 ในขณะที่ Feed rate มีผลต่อค่าความหยาบผิวมากกว่า Cutting Speed ในด้านของปัจจัยร่วมพบว่าค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่าง Cutting Speed กับ Feed rate ไม่มีผลต่อค่าความเรียบผิว (Ra) ซึ่งสมการถดถอยแสดงได้ตามสมการที่ 1

$$Ra = 1.05 + 0.31 \text{ Cutting Speed} + 0.53 \text{ Feed rate} + 0.14 \text{ Cutting Speed} \times \text{Feed rate} \quad (1)$$

เมื่อวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกระบวนการกลึงชิ้นงานวัสดุ AISI 4140 ด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ ผลการศึกษาพบว่า Cutting Speed มีค่าเท่ากับ 50 rev/min และ Feed rate มีค่าเท่ากับ 0.2 mm/rev ความพึงพอใจ (Desirability) ของการทดลองเท่ากับ 0.986 ค่าความหยาบผิวมีค่า 0.345  $\mu\text{m}$  ดังภาพที่ 7 และ 8



ภาพที่ 7 ความพึงพอใจของ Model การทดลอง

Constraints						
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
Cutting Speed	is in range	50	150	1	1	3
Feed rate	is in range	0.2	0.6	1	1	3
Ra	minimize	0.3188	2.228	1	1	5
Solutions						
Number	Cutting Speed	Feed rate	Ra	Desirability		
1	50.00	0.20	0.345497	0.986	Selected	
2	52.84	0.20	0.355632	0.981		
3	50.00	0.21	0.364399	0.976		
4	56.20	0.20	0.367647	0.974		
5	86.91	0.20	0.477348	0.917		

ภาพที่ 8 ระดับของปัจจัยที่เหมาะสมของความเร็วรอบ และอัตราป้อน (Selected)

## สรุปผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงานเหล็กกล้าเกรด AISI 4140 ด้วยมีดกลึงโลหะผสม  $Al_2O_3+TiC$  จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า

1. ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความหยาบผิว
  - 1) อัตราป้อน (Feed rate) มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิวในการกลึงชิ้นงาน เมื่อเพิ่มอัตราป้อนมากขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานมีค่ามากขึ้น
  - 2) ความเร็วตัด (Cutting Speed) มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน เนื่องจากเมื่อเพิ่มความเร็วตัดสูงขึ้นชิ้นงานที่ได้จะมีค่าความหยาบผิวที่เพิ่มขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

1. ด้านโรงงานอุตสาหกรรม ในภาคอุตสาหกรรมหรือผู้ผลิตชิ้นงานที่มีการใช้วัสดุ AISI 4140 ผลิตเป็นชิ้นงานสามารถนำแนวทางการวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการกำหนดพารามิเตอร์ในการผลิตชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม
2. ด้านผู้ผลิตอุปกรณ์ การกลึง หรือเม็ดมีด (Insert) สามารถนำอัตราการสึกหรอของเครื่องมือตัดข้างต้นไปเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องมือตัดเพื่อเกิดความเหมาะสมสำหรับการใช้งานได้อย่างเหมาะสม
3. ด้านวิชาการ สามารถนำแนวทางการดำเนินการวิจัยไปเป็นแนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบจากงานกลึงที่เกิดกับกระบวนการผลิตชิ้นงานด้วยวัสดุ AISI 4140 ได้อย่างเหมาะสม

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และกรรมการผู้จัดการ บริษัท ยูเค เอ็นจิเนียริง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัยและสถานที่เก็บข้อมูลผลการทดลองครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- Grzesik W. (2008). Influence of Tool Wear on Surface Roughness in Hard Turning Using Differently Shaped Ceramic Tools. *Wear*, 256, 327-335.
- Paengchit, P., Saikaew, C. (2018). Effects of Cutting Speed and Feed Rate on Surface Roughness in Hard Turning of AISI 4140 with Mixed Ceramic Cutting Tool. *Key Engineering Materials*, 779, 153-158.
- Singh, H. & Kumar, P. (2004). Tool Wear Optimization in Turning Operation by Taguchi Method. *Indian Journal of Engineering & Materials Science*, 11, 19-24.
- Özel, T., Karpt, Y., Figueira, L., & Davim, J.L. (2007). Modelling of Surface Finish and Tool Flank Wear in Turning of AISI D2 Steel with Ceramic Wiper Inserts. *Journal of Materials Processing Technology*, 189, 192-198.
- Grzesik, W., Wanat, T., (2006). Surface Finish Generated in Hard Turning of Quenched Alloy Steel Parts Using Conventional and Wiper Ceramic Inserts. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46, 1988-1995.

- Cai, K.F., McLachlan, D.S., Axen, N., & Manyatsa, R. (2002). Preparation, Microstructures and Properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC Composites. *Ceramics International*, 28(2), 217-222.
- Paengchit, P., & Saikaew, C. (2018). Effects of Cutting Speed and Feed Rate on Surface Roughness in Hard Turning of AISI 4140 with Mixed Ceramic Cutting Tool. *Key Engineering Materials*, 779, 153-158.
- Aslantas, K., Uzun, I., & Çicek, (2012). A. Tool Life and Wear Mechanism of Coated and Uncoated Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiCN Mixed Ceramic Tools in Turning Hardened Alloy Steel. *Wear*, 274-275, 442-451.
- Mohd, A., Adnan, M. H. L., Baba, N. B., Selamat, Z. A., Rose, A. N. M., & Mohamed, S. B. (2020). Optimization of Surface Roughness and Tool Wear on AISI 4140 Using Coated Ni-YSZ for CNC Turning Process. *4th International Conference on Engineering Technology (ICET 2019)*, 1532, 1-11.
- LAUZIER, J (2023). *MachineMetrics*. Retrieved from <https://www.machinemetrics.com/blog/tool-wear>