



อิทธิพลของสภาวะการตัดเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS 304 ด้วยเลเซอร์ที่มีผลต่อความหยาบผิว

The Influencer of cutting condition for stainless steel SUS 304 laser on surface roughness

นรา บุรีพันธ์¹ ศิวกร อ่างทอง²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110

E-mail: buriphan@hotmail.com

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการผลิตด้วยแสงเลเซอร์ที่มีระบบควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control, CNC) เป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมไทย ทั้งนี้เพราะเลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีคุณสมบัติเด่นคือ เป็นคลื่นแสงที่มีระเบียบ มีลักษณะเป็นลำแสง ความเข้มแสงสูง จึงมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ได้หลายด้านเช่น การใช้เลเซอร์เพื่อ การเจาะ การตัด หรืองานเชื่อม ในวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความหยาบผิว ในการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304

ในการดำเนินการศึกษาวิจัยใช้วิธีการทดสอบการตัดชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 หน้า 4 มม. ด้วยเครื่องตัดแบบเลเซอร์ โดยกำหนดตัวแปรหลักของการตัด 3 ตัวประกอบด้วย พลังงานของเลเซอร์ (Power), ความถี่ในการปล่อยแสง (Frequency) และความเร็วตัด (Cutting Speeds) ตัวแปรตามคือ ค่าความหยาบผิว (Surface Roughness) งานวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง แฟกทอเรียล 3³ แล้ววิเคราะห์ผลการทดลองด้วยสถิติ

จากผลทดสอบและวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า พลังงาน ความถี่ในการปล่อยแสงของเลเซอร์ และ ความเร็วตัดมีอิทธิพลต่อความหยาบผิว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α) 0.05 และจากการวิเคราะห์ผลจากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสภาวะการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 หน้า 4 มม. ด้วยเครื่องตัดแบบเลเซอร์ ที่ให้ค่าความหยาบผิวต่ำสุด คือการตัดโดยใช้ค่าพลังงานของเลเซอร์ 800 (w), ค่าความถี่ 200 (Hz) และค่าความเร็วตัด 500 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งจะได้ค่าความเรียบผิวประมาณ 1.25 ไมครอน

คำหลัก กระบวนการตัดโลหะ/พลังงานของเลเซอร์/ความถี่/ความเร็วตัด/ความหยาบผิว

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตต่างมุ่งที่จะพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจซึ่งสามารถเพิ่มผลกำไรให้กับบริษัทผู้ผลิต ด้วยเหตุนี้รู้ทางวิชาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่จึงถูกนำมาช่วยในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในแข่งขันในตลาด [1] จะเห็นได้ว่างานวิศวกรรมการผลิตในยุคปัจจุบัน ต้องมีการศึกษาและวิจัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตในด้านต่างๆ

อย่างต่อเนื่อง เช่น อุตสาหกรรมผลิตจิ๊ก ฟิ๊กเจอร์ อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ต่างก็ใช้วิทยาการความรู้และเทคโนโลยีใหม่มาช่วยในกระบวนการผลิต ยกตัวอย่างเช่นการนำเทคโนโลยีเลเซอร์มาประยุกต์ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมการผลิตโดยอาศัยการควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control, CNC) ทั้งนี้เพราะเลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีคุณสมบัติเด่นคือ เป็นคลื่นแสงที่มีระเบียบ มีลักษณะเป็นลำแสง ความเข้มแสงสูง จึงมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ได้หลายด้านเช่น การใช้เลเซอร์เพื่อ การเจาะ การตัด หรืองานเชื่อม

คุณสมบัติเด่นที่สำคัญของเลเซอร์ที่ทำให้เป็นที่นิยมนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิต เพราะเลเซอร์เป็นแสงที่มีความเข้มสูง และเป็นลำแสง เมื่อโฟกัสจะมีขนาดเล็กสามารถทำงาน เจาะ ตัด เชื่อมวัสดุต่างๆได้เป็นอย่างดี และขนาดของรอยที่เกิดขึ้นในการเจาะ ตัด หรือรอยเชื่อม จะมีขนาดเล็กและคมชัดมาก ทำให้สามารถทำงานที่มีความละเอียดสูงได้ อย่างไรก็ตามเลเซอร์ที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมต้องมีกำลังสูงเช่น เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ Laser) [2] ซึ่งการควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปแล้วจะมีระบบการทำงานอยู่ 2 ลักษณะ คือ (1) แบบให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถทำการเครื่องหมาย หรือตัดวัสดุที่มีความละเอียดสูงได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่นการทำเครื่องหมาย บนตัวไอซี เป็นต้น และ (2) แบบระบบลำแสงเคลื่อนที่ (Flying Optics) ซึ่งจะนิยมใช้ในระบบที่มีพื้นที่การทำงานขนาดใหญ่และเลเซอร์กำลังสูง ข้อดีของการใช้เลเซอร์ในงานประเภทนี้คือไม่มีการสะสมความร้อนในวัสดุ ทำให้วัสดุไม่เกิดการบิดงอหลังจากทำการตัดแล้ว[3]ในระบบการทำงานของเครื่องตัดเลเซอร์อุตสาหกรรมนั้นมีตัวแปรที่สำคัญเช่น กำลัง (Power) ความถี่ (Frequency) อัตราเร็วในการเดินป้อน (Feed Rate) ชนิดของก๊าซและแรงดันก๊าซที่ช่วยในการตัดชิ้นงาน ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดเลเซอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับ การควบคุมตัวแปรเหล่านี้ให้เหมาะสม กับชนิดของวัสดุและความหนาของชิ้นงาน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพผิวของชิ้นงานในกระบวนการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ โดยการทำการทดลองปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรเช่น กำลัง ความถี่ และ อัตราเร็วในการเดินป้อน แล้วนำมาวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อสมบัติความเรียบผิวของรอยตัด อีกทั้งยังเพื่อเป็นการกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการตัดชิ้นงานให้ได้ความเรียบผิวตามความต้องการของผู้ใช้งานอีกด้วย



2. การทดลอง

2.1 การออกแบบการทดลอง

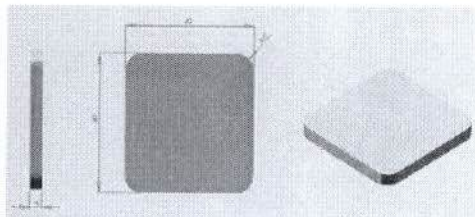
การออกแบบการทดลองโดยวิธี แฟคทอเรียล 3³ ทำซ้ำกัน 3 ครั้ง ที่ ซึ่งการกำหนดสภาวะการตัดเฉือนประกอบด้วย ค่าพลังงาน (Power) มี 3 ระดับคือ 700,800,900 (w.) ค่าความถี่ในการปล่อยแสง(FREQ) มี 3 ระดับคือ 100,200,300 (Hz.) และ ค่าความเร็วตัด (Feed) มี 3 ระดับคือ 400,500,600 (mm/min)

ตารางที่ 1 กำหนดค่าสภาวะการตัดเฉือนสำหรับการทดลอง

ค่าพลังงานเลเซอร์	ความถี่ในการปล่อยแสง	ความเร็วตัด		
		400	500	600
700	100	A ₁	A ₂	A ₃
	200	B ₁	B ₂	B ₃
	300	C ₁	C ₂	C ₃
800	100	D ₁	D ₂	D ₃
	200	E ₁	E ₂	E ₃
	300	F ₁	F ₂	F ₃
900	100	G ₁	G ₂	G ₃
	200	H ₁	H ₂	H ₃
	300	I ₁	I ₂	I ₃

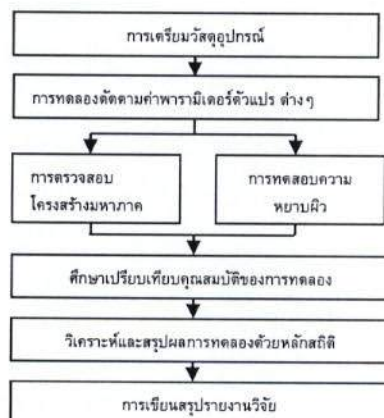
2.2 ชนิดงานในการทดสอบ

จากรูปภาพที่ 1 ขนาดของชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบวัสดุทดลองคือเหล็กกล้าโรสนิม เกรด SUS 304 กว้าง 25 มม.ยาว 50 มม.ความหนาที่ 4 มม.



รูปที่ 1 แสดงขนาดของชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิเมตร)

2.3 ขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 2 แผนการไหลแสดงขั้นตอนการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลตัวแปรของการตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ต่อเหล็กกล้าโรสนิม SUS 304 สามารถแบ่งขั้นตอนในการปฏิบัติงานดังแสดงในรูปที่ 2

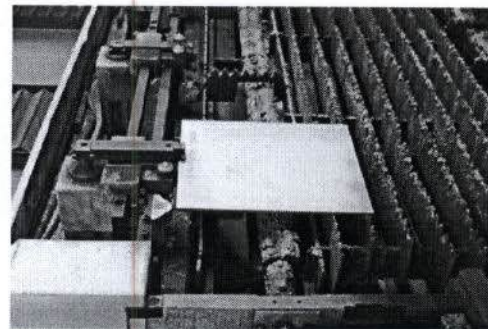
2.4 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานทดสอบ

2.4.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็ก SUS 304 เป็นเหล็กเกรดเป็น มาตรฐานของเหล็กคือ JIS

2.4.2 นำเครื่องเลเซอร์มาทำการตัดแผ่นเหล็กตามขนาดที่กำหนดไว้

2.4.3 นำเครื่องเลเซอร์มาทำการตรวจสอบระบบต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน

2.4.4 ทำการจับยึดชิ้นงานที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการจับยึดชิ้นงานบนเครื่องตัดเลเซอร์

2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัย

2.5.1 เครื่องวัดความเรียบผิว (Profilometer)ยี่ห้อ Mitutoyo Surfest SV-3000

2.5.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกาว (Scanning Electron Microscopy: SEM) รุ่น JSM 5410

2.5.3 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แบบดิจิตอล ยี่ห้อMitutoyo

2.6 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการตัดชิ้นงานและทดสอบชิ้นงาน

2.6.1 ตัดชิ้นงานตามตารางที่ 1 ตารางการกำหนดการตัดเฉือนสำหรับการทดลอง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชิ้นงานที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องตัดด้วยเลเซอร์



2.6.2 นำชิ้นงานที่ตัดเสร็จแล้วมาทำความสะอาดโดยปราศจากคราบน้ำมัน

2.6.3 นำชิ้นงานทำการตรวจสอบความหยาบผิวด้วยเครื่องวัดความเรียบผิว แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์

2.6.3 หลังจากวัดค่าความหยาบผิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำชิ้นงานเดินมาส่ง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

3 ผลการทดลอง

จากการทดลองตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 404 ด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ โดยกำหนดค่าของตัวแปรการตัด 3 ตัวแปร คือ พลังงานของเลเซอร์ ความถี่ในการปล่อยแสงเลเซอร์ และ ความเร็วในการตัด ซึ่งได้กำหนดไว้ตามเงื่อนไขการทดลองดัง ตารางที่ 1 ในการทดลองจะเรียงลำดับระดับการทดลองตามระดับของค่าพลังงานที่ใช้ ดังนี้ ระดับต่ำ (700 W), ระดับกลาง (800 W) และ ระดับสูง (900 W) ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ผลจากการวัดค่าความหยาบผิว

จากการนำชิ้นงานที่ได้จากการตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ทั้งหมดนำมาวัดค่าความหยาบผิวจากชิ้นงานทั้งหมดพบว่าชิ้นงานที่ให้ค่าความหยาบผิวน้อยสุด คือในระดับที่ 1.25 ไมครอน โดยได้จากการสังเกตการตัดที่ต้องใช้ ค่าพลังงานของเลเซอร์ที่ระดับ 800 w. ค่าความถี่ในการปล่อยแสงที่ ระดับ 200 Hz. และ ค่าความเร็วตัดที่ ระดับ 500 มม.ต่อ นาที

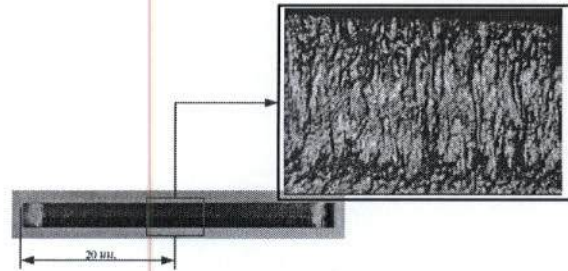
3.2 การวิเคราะห์ผลด้วยการส่องกล้องจุลทรรศน์ แบบส่องกราด (SEM)

จากการสังเกตบริเวณรอยตัดของชิ้นงาน จะเห็นได้ว่ารอยตัดของชิ้นงานที่ได้จากการตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ จะแบ่งออกเป็น 2 โซน คือบริเวณโซนด้านบนจะมีความหยาบน้อยกว่า บริเวณโซนด้านล่างจะมีความหยาบมากกว่าดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งขนาดของความหยาบผิวบริเวณรอยตัดและระยะความกว้างของโซนด้านบนและด้านล่างของรอยตัด จะขึ้นอยู่กับตัวแปรที่ใช้ในการตัด



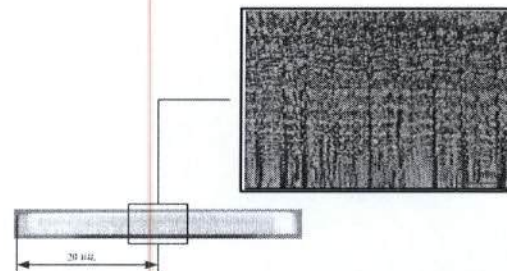
รูปที่ 5 แสดงลักษณะของบริเวณรอยตัดของชิ้นงาน

จากรูปที่ 6 แสดงลักษณะผิวของรอยตัดบนชิ้นงานที่ตัดด้วยเครื่องเลเซอร์ โดยใช้ค่าพลังงานของแสงเลเซอร์ 900 w., ค่าความถี่ในการปล่อยแสง 100 Hz. และ ค่าความเร็วตัดที่ 600 mm./min ซึ่งวัดค่าความหยาบผิววัดได้ที่ 1.99 ไมครอน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) ขยาย 200 เท่า



รูปที่ 6 แสดงลักษณะผิวของรอยตัดบนชิ้นที่มีความหยาบขนาด 1.99 μm .

รูปที่ 7 แสดงลักษณะผิวของชิ้นงานที่ตัดโดยใช้ ค่าพลังงานของแสงเลเซอร์ 800 w., ค่าความถี่ในการปล่อยแสง 200 Hz. และ ค่าความเร็วตัดที่ 500 mm./min และวัดค่าความหยาบผิววัดได้ 1.25 ไมครอน (เป็นค่าความหยาบผิวที่น้อยที่สุดที่สามารถตัดได้ด้วยเครื่องตัดเลเซอร์) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) ขยาย 200 เท่า



รูปที่ 7 แสดงลักษณะผิวของรอยตัดบนชิ้นที่มีความหยาบขนาด 1.25 μm .

3.3 การวิเคราะห์ชิ้นงานที่มีครีบริบ

จากชิ้นงานที่ทำการทดลองในการตัดด้วยเลเซอร์ มีชิ้นงานจำนวน 81 ชิ้น ที่มีครีบริบซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจนเป็นจำนวน 24 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 29.62 เปอร์เซนต์ ความสูงของครีบริบโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3 มม. และมีรอยไหมบริเวณครีบริบด้วย ซึ่งการเกิดครีบริบซึ่งมีผลจากการกำหนดตัวแปรการตัดที่ไม่เหมาะสม การใช้ค่าพลังงานเลเซอร์ ความถี่ในการปล่อยแสง และความเร็วตัดที่ไม่สัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้ความร้อนที่ขึ้นบริเวณรอยตัดสูงมากเกินไปจนเกิดเป็นรอยไหมและทำให้เนื้อของโลหะที่หลอมละลายเกิดเป็นครีบริบติดอยู่กับชิ้นงาน ถึงแม้ว่าการเกิดครีบริบซึ่งจะไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยตรงกับชิ้นงาน เพราะชิ้นงานเหล่านี้ยังสามารถนำไปใช้งานได้ แต่ต้องเสียเวลาในการปรับแต่งเพื่อเอาครีบริบที่เกิดขึ้นออกจากชิ้นงานเสียก่อน ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น



รูปที่ 8 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=700\text{w}$, $f=100\text{Hz}$ และ $CS = 500\text{ mm/min}$



รูปที่ 9 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=700\text{w}$, $f=100\text{Hz}$ และ $CS = 600\text{ mm/min}$



รูปที่ 10 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=700\text{w}$, $f=200\text{Hz}$ และ $CS = 600\text{ mm/min}$



รูปที่ 11 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=700\text{w}$, $f=300\text{Hz}$ และ $CS = 500\text{ mm/min}$



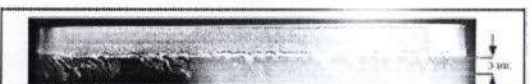
รูปที่ 12 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=700\text{w}$, $f=300\text{Hz}$ และ $CS = 600\text{ mm/min}$



รูปที่ 13 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=800\text{w}$, $f=100\text{Hz}$ และ $CS = 500\text{ mm/min}$



รูปที่ 14 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=800\text{w}$, $f=100\text{Hz}$ และ $CS = 600\text{ mm/min}$



รูปที่ 15 แสดงครีปที่เกิดขึ้นจากตัดโดยใช้ $W=900\text{w}$, $f=100\text{Hz}$ และ $CS = 600\text{ mm/min}$

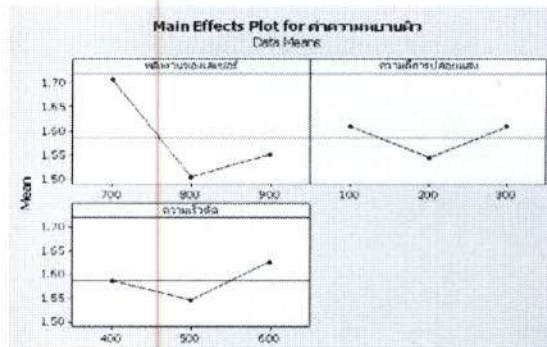
3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ผล ANOVA โดยการอ่านค่า P-Value ที่ได้จากตาราง ANOVA ว่าค่า P-Value ของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วมปัจจัยใดที่มีค่าน้อยกว่า ค่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าปัจจัยตัวนั้นมีอิทธิพลต่อความหยาบผิว หรือ หากค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าปัจจัยนั้นไม่มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิว เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าการตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ด้วยปัจจัยหลักและปัจจัยร่วมที่มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 หรือไม่

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ANOVA ของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

Source	DF	Ssq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
พลังงานเลเซอร์	2	0.616484	0.616484	0.308242	42.76	0.000
ความถี่การปล่อยแสง	2	0.074328	0.074328	0.037164	5.16	0.009
ความเร็วตัด	2	0.085602	0.085602	0.037164	5.94	0.005
พลังงานเลเซอร์*ความถี่การปล่อยแสง	4	0.819553	0.819553	0.204888	28.42	0.000
พลังงานเลเซอร์*ความเร็วตัด	4	0.200879	0.200879	0.050220	6.97	0.000
ความถี่การปล่อยแสง*ความเร็วตัด	4	0.097679	0.097679	0.024420	3.39	0.015
พลังงานเลเซอร์*ความถี่การปล่อยแสง*ความเร็วตัด	8	0.550440	0.55044	0.068805	9.54	0.000
Error	54	0.389267	0.389267	0.007209		
Total	80	2.834232				

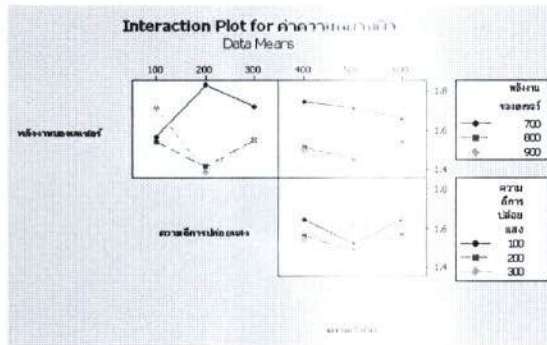
$R = 0.9849037$ $R\text{-Sq} = 86.27\%$ $R\text{-Sq(Adj)} = 79.63\%$



รูปที่ 15 กราฟแสดงการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก

จากผลการทดลอง การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก ทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ ค่าพลังงานเลเซอร์, ค่าความถี่ปล่อยแสง และ ค่าความเร็วตัด สังเกตจาก รูปที่ 15 จะพบว่ากราฟเส้นแต่ละปัจจัยจะมีค่าความเหมาะสม คือ ค่าพลังงานเลเซอร์ อยู่ในระดับ 800 w, ค่าความถี่ปล่อยแสง อยู่ระดับ 200 Hz. และ ค่าความเร็วตัด 500 mm / min.

จากผลการทดลอง การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วม ทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ ค่าพลังงานเลเซอร์ คู่กับ ค่าความถี่ปล่อยแสง , ค่าพลังงานเลเซอร์ คู่กับ ค่าความเร็วตัด , ค่าความถี่ปล่อยแสง คู่กับ ค่าความเร็วตัด สังเกตจาก รูปที่ 16 จะพบว่ากราฟเส้นแต่ละปัจจัยร่วม จะมีค่าความเหมาะสม คือ ค่าพลังงานเลเซอร์คู่กับค่า -



รูปที่ 16 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วม

ความถี่ปล่อยแสงที่ระดับ 800 w, 200 Hz, ค่าพลังงานเลเซอร์ คู่กับ ค่าความเร็วตัดที่ระดับ 800 w, 500 mm/min, ค่าความถี่ปล่อยแสง คู่กับ ค่าความเร็วตัดที่ระดับ 200 w, 500 mm/min.

4. สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัย และทดลอง การศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อความหยาบผิวในการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ที่มีเงื่อนไขการตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ ในทางวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ANOVA การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก พบว่า ค่าพลังงาน, ความถี่ปล่อยแสง และค่าความเร็วตัด ทั้ง 3 ปัจจัยหลัก มีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิว ในการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 อย่างมีนัยสำคัญ โดยจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Minitab) ช่วยในการทดลอง โดยอ่านค่าจาก ค่า P-Value นั้นทั้ง 3 ปัจจัยหลักมีค่า P-Value $P = 0.05$ แสดงว่าปัจจัยทั้ง 3 มีอิทธิพลต่อการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ที่มีผลต่อความเรียบของผิว

ดังนั้นผู้วิจัย จึงได้ทำการทดสอบหาความเหมาะสมของปัจจัยร่วม คือ ค่าพลังงาน * ค่าความถี่ปล่อยแสง * พลังงาน * ค่าความเร็วตัด, ค่าความถี่ปล่อยแสง/ค่าความเร็วตัด และ พลังงาน * ค่าความถี่ปล่อยแสง/ค่าความเร็วตัด โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Minitab) ช่วยในการทดลอง โดยอ่านค่าจาก ค่า P-Value โดยปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\alpha = 0.05$ แสดงว่าปัจจัยร่วมทั้ง 3 มีอิทธิพลต่อการตัดเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ที่มีผลต่อความเรียบของผิว จากผลการทดลองนี้ ผู้วิจัย และ ปัจจัยร่วม สามารถใช้วิธีการหาค่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบของการตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ คือ การใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของปัจจัยหลัก และ การหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยร่วม มาทำเปรียบเทียบกัน ว่าค่าใดที่ส่งผลให้เกิดความหยาบผิวที่น้อยที่สุด สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

- (ก) พลังงานของเลเซอร์ (Power) มีค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ 800 w.
- (ข) การปล่อยแสง (FREQ) มีค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ 200 Hz.

(ค) ความเร็วตัด(mm/min) ที่ให้ค่าความหยาบผิวน้อยที่สุดคือ 500 mm/min

ซึ่งได้นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ ทำการทดสอบการตัด และ ทำการวัดค่าความหยาบผิว สรุปผลของการตัดจากค่าพารามิเตอร์สามารถวัดได้ค่าความหยาบผิว ที่ 1.25 ไมครอน เป็นค่าที่ยอมรับได้ในการผลิตเพราะให้ค่าที่มีความเรียบที่สุดจากผลการทดสอบทั้งหมด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัย และ แนะนำ การใช้เครื่องมือต่างๆในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประสาน แสงเขียว, การศึกษาอิทธิพลของเครื่องมือตัดในกระบวนการตัดเฉือนเหล็กกล้าไร้สนิม AISI304, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553
- [2] ปราโมทย์ อัมพร, การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อ การเจาะของเหล็กกล้าไร้สนิม AISI304, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552
- [3] ประพล เปี่ยมศักดิ์, การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความเรียบผิว ในการกัดเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น D2, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551
- [4] ภูริต ฐะกิจเกษม และ ทศนชัย ผ่องผาย, การศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิภาพของอิเล็กเมนต์แบบเชิงเส้นไม่เชิงเส้นในการจำลองการรีดเย็นของเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 19 ฉบับที่ 3 ก.ย. - ธ.ค. 2552
- [5] รัตติกรณ์ เสาร์แดน, การศึกษาประสิทธิภาพวัสดุอิเล็กโตรดต่างชนิดในการอีทีเอ็มทั้งสแตนเลสคาร์ไบด์, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554
- [6] T Dobrev, D T Pham and S S Dimov, Electro-chemical polishing: a technique for surface improvements after laser milling.
- [7] เลเซอร์ ทัศนวิทย์และการประยุกต์ : Wilson, J.F.B. Hawkes, รศ.สุพล รักวิจัย เรียบเรียง