

อิทธิพลผงอลูมินาที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวสำหรับวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61

โดยใช้เทคนิคกระบวนการปรับผิวละเอียด

Influences of Alumina Powder on Surface Roughness of Tool Steel Material

SKD61 by Lapping Surface Technique

ชาญณรงค์ สุภา¹ ประพันธ์ ยาวาระ² บุญกิจ อุ้นพิกุล³ ดนัย สอนสุภาพ¹ ชนาธิป กาลจักร¹ และ สมเกียรติ เดิมสุข^{1*}¹สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม²สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม³สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

Charnnarong Supa¹ Praphan Yawara² Boonkit Unpikul³ Danai Sornsuphap¹Chanathip Kalchuk¹ and Somkiat Thermsuk^{1*}¹Department of Industrial Technical Education, Faculty of Technical Education²Department of Industrial Technology, Faculty of Technical Education³Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering

Rajamangala University of Technology Isan Khonkaen Campus

*Corresponding author Email: somkiat.th@rmuti.ac.th

(Received: February 16, 2024; Revise: June 26, 2024; Accepted: June 29, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของผงอลูมินาที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวโดยใช้เทคนิคกระบวนการปรับผิวละเอียดสำหรับวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ 4 ขนาดผงขัดอลูมินา คือ ขนาด 0.05, 0.30, 1.00, 3.00 ไมโครเมตร และ 6 ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด คือ 30, 60, 90, 120, 150, 180 นาที ตามลำดับ ในการเตรียมผิวชิ้นงานทดสอบสำหรับการทดลอง ใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณผงขัดอลูมินา 400 มิลลิลิตร น้ำยาหล่อลื่นผงขัดอลูมินา 400 มิลลิลิตร และน้ำสะอาด 2 ลิตร เพื่อใช้ในการปรับผิวชิ้นงานทดลองที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Ra) 0.1–0.5 ไมโครเมตร ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงสถิติพบว่าขนาดผงขัดอลูมินา 0.05 ไมโครเมตร ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด เท่ากับ 30 นาที ส่งผลให้ได้มาซึ่งค่าความหยาบผิวโดยเฉลี่ย (Ra) ละเอียดที่สุดเท่ากับ 0.0544 ไมโครเมตร เมื่อพิจารณาค่าความพึงพอใจ (Desirability : D) เกี่ยวกับการประมวลผลเชิงสถิติ พบว่า มีค่าสูงถึง 87.99%

คำสำคัญ: ผงขัดอลูมินา ออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล กระบวนการปรับผิวละเอียด

Abstract

This research was to study the Influences of alumina powder on surface roughness by lapping surface technique for tool steel material SKD61, factorial experimental design technique. were applied to analyze 4

sizes of alumina lapping powder, namely 0.05, 0.30, 1.00, 3.00 μm and 6 time periods for lapping, namely 30, 60, 90, 120, 150, 180 min, respectively. Specimen surface preparation for experiments the ratio between 400 ml of alumina lapping powder, 400 ml of alumina lapping lubricant and 2 l of clean water was used to adjust the surface of the experimental specimen with the average surface roughness (Ra).0.1–0.5 μm the best results regarding statistical analysis were found. The size of alumina lapping powder was 0.05 μm , and the finishing time was 30 min, resulting in the best average roughness (Ra) of 0.0544 μm . (Desirability: D) Regarding statistical processing, it was found that the value was as high as 87.99%.

Keywords: Alumina powder, Factorial experiment, Lapping process

1. บทนำ

กระบวนการปรับผิวละเอียดได้รับผลกระทบอย่างมากจากพารามิเตอร์หลายรายการ โดยเน้นความสำคัญของปัจจัยเช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ความดัน และระยะเวลาที่มีการติดต่อกันระหว่างจานปรับผิว ผงขัด และชิ้นงานที่กำลังประมวลผล คุณภาพมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตร่วมสมัย โดยเป็นสิ่งสำคัญเดียวที่สามารถมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าได้ ไม่ว่าจะเป็นในอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือในกลุ่มอุตสาหกรรมอวกาศที่กว้างขวาง คุณภาพพื้นผิวถูกประเมินผ่านการวัดความหยาบของพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ [1–3] การใช้กระบวนการขัดเพื่อให้ได้ลูมินาคุณภาพสูงผ่านการขัดและขัดเงาแบบระบบ เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อให้ได้ความแม่นยำสูงเพื่อทำให้พื้นผิวของวัสดุมีความเรียบเนียนและประณีตมากขึ้น กระบวนการนี้มักนิยมใช้กับวัสดุลูมินา ทำให้วัสดุสวยงามและมีคุณค่ามากขึ้น การใช้วิธีนี้มักพบในการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดและคุณภาพสูง [4–5] ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมต่างๆ เติบโตและขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ความสำคัญของการวิจัยและการวิเคราะห์พื้นผิวการใช้งานมีมากขึ้น โดยเฉพาะพื้นผิวที่ต้องการความหยาบสูงเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และผลลัพธ์ที่ดีที่สุด การขัดเงาเป็นวิธีที่โดดเด่นในกระบวนการปรับแต่งพื้นผิวอุตสาหกรรม เนื่องจากเทคนิคการขัดที่แม่นยำสามารถควบคุมพื้นผิวชิ้นงานได้อย่างดีเยี่ยม [6–8] กระบวนการขัดและขัดเงาขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเสียดสีแบบเลื่อนระหว่างอนุภาคกับพื้นผิวของชิ้นงานเป็นหลัก ในขั้นตอนนี้ แผ่นขัดหรือแผ่นขัดเงา (หรือที่เรียกว่าเครื่องขัดเงา) จะเคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวของชิ้นงานเพื่อขับเคลื่อนอนุภาคสารละลายที่มีลักษณะคล้ายทรายหรือโคลนไปบนพื้นผิวที่สัมผัสกัน แรงเสียดทานแบบเลื่อนนี้มีบทบาทสำคัญในการขัดวัสดุและปรับแต่งพื้นผิว ซึ่งนำไปสู่การสร้างผิวที่เรียบเนียนและปรับเปลี่ยนให้ตรงตามความต้องการได้ [9–10] การขัดมีข้อดีที่โดดเด่น เช่น ประสิทธิภาพสูง ความสามารถในการปรับตัว ความแม่นยำ และความเสียหายของพื้นผิวน้อยที่สุด ทำให้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างพื้นผิวเรียบและซับซ้อน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการตัดเฉือนแบบการตัด การกัด และการเจาะที่ การขัดแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก การขัดมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนพื้นผิวให้เป็นไปตามความต้องการโดยที่ความแม่นยำและคุณภาพของผลลัพธ์ยังคงสูงสุด [11–13] ในการขัดเป็นวิธีการที่คุ้นเคยและใช้กันอย่างแพร่หลายในงานปัจจุบัน เป็นการปรับแต่งพื้นผิวที่มีรูปร่างและลักษณะต่างๆ เช่น พื้นผิวระนาบ ทรงกระบอก ทรงกรวย และรูปร่างที่ซับซ้อนอื่นๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำและคุณภาพในงานที่ต้องการ [14–15] การวัดที่แม่นยำมีความสำคัญอย่างยิ่งในเทคโนโลยีที่มีความแม่นยำสูง เช่น กระบวนการขัดพื้นผิว ความแม่นยำและความเชื่อถือได้ในการวัดเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการประเมินและควบคุมคุณภาพของพื้นผิว การวัดที่แม่นยำช่วยให้มั่นใจได้ว่าผลลัพธ์มีคุณภาพตามที่คาดหวังและสอดคล้องกับข้อกำหนดและความต้องการเฉพาะ เช่น การปรับความเรียบ การวัดที่แม่นยำยังช่วยในการควบคุมความคลาดเคลื่อนที่ตั้งใจไว้และปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น โดยมีความมั่นใจในข้อมูลที่ได้จากการวัดที่แม่นยำและเชื่อถือได้ [16–17] วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพล

ผงอลูมินาที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวสำหรับวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 โดยใช้เทคนิคกระบวนการปรับผิวละเอียด โดยใช้ขนาดผงขัดอลูมินา 4 ประเภท คือ ขนาด 0.05, 0.30, 1.00, 3.00 ไมโครเมตร ช่วงเวลาในกระบวนการปรับผิวละเอียด คือ 30, 60, 90, 120, 150, และ 180 นาที โดยการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบและวิเคราะห์การทดลองเชิงสถิติ (Design and Analysis of Experiment : DOE) เพื่อทำการหาพารามิเตอร์กระบวนการที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. รูปแบบการดำเนินงาน

ในกระบวนการขึ้นงานทดสอบโดยการใช้วัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 แบบ (Flat Bar) ทำการตัดเฉือนแปดผิวด้วยเครื่องกัด (Milling Machine) ให้ได้ขนาด $26 \times 40 \times 8$ มิลลิเมตร แล้วเก็บผิวละเอียดด้วยกระบวนการเจียรไนราบด้วยล้อหินเจียรไนอะลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminum Oxide) ซึ่งหินเจียรไนที่ใช้ในการทดลองนี้คือ ชนิดหินสีขาว (Aluminum Oxide) ขนาด $205 \times 19 \times 31.75$ มิลลิเมตร และเบอร์ของหิน (Grit Sizle) คือ เบอร์ WA60JV ให้มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Ra) 0.1–0.5 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1

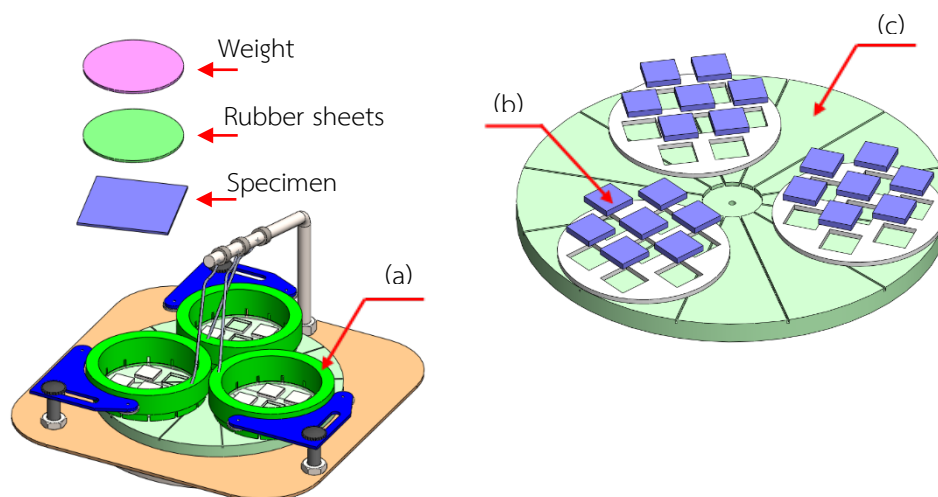


รูปที่ 1 กระบวนการเจียรไนราบด้วยล้อหินเจียรไนอะลูมิเนียมออกไซด์

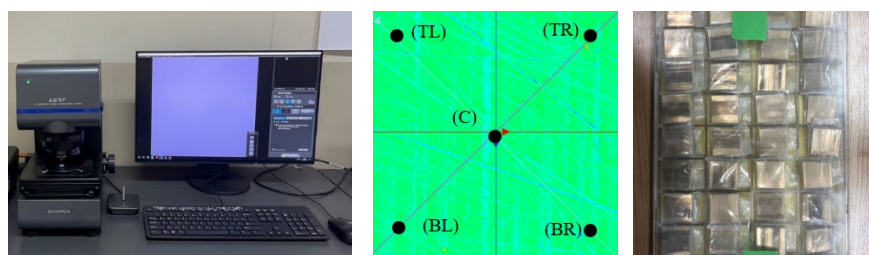
กระบวนการทดลองปรับผิวละเอียดนั้นจะเริ่มตั้งแต่การผสมอัตราส่วนระหว่างปริมาณผงขัดอลูมินา 400 มิลลิตร น้ำยาหล่อลื่นผงขัดอลูมินา 400 มิลลิตร และน้ำสะอาด 2 ลิตร เพื่อใช้ในการปรับผิวชิ้นงานทดลองที่ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Ra) 0.1–0.5 ไมโครเมตร จากนั้นทำการเปิดเครื่องปรับผิวละเอียด (Lapping Machine) ดังแสดงในรูปที่ 2 ให้ส่วนผสมเข้ากันก่อนโดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นงานลงงานขัด โดยจะแบ่งทั้งหมด 4 ชุด ชุดละ 9 ชิ้น ชุดที่ 1 ใช้ผงขัดอลูมินา ขนาด 0.05 ไมโครเมตร ชุดที่ 2 ใช้ผงขัดอลูมินาขนาด 0.30 ไมโครเมตร ชุดที่ 3 ใช้ผงขัดอลูมินาขนาด 1.00 ไมโครเมตร และชุดที่ 4 ใช้ผงขัดอลูมินา 3.00 ไมโครเมตร หลังจากนั้นทำการขัดชิ้นงานตามลำดับชุด ขั้นตอนต่อมาเป็นการนำเอาชิ้นงานทดสอบ (Specimen) ของวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 มาดำเนินการทดลองโดยนำชิ้นงานทดสอบเรียงลงบนจานขัดของเครื่องปรับผิวละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 3 จากนั้นทำการทดลองด้วยการปรับตั้งเป็นช่วงเวลาในกระบวนการปรับผิวละเอียด คือ 30, 60, 90, 120, 150, และ 180 นาที เพื่อทำการเก็บข้อมูลค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Average Surface Roughness : Ra) การวัดค่าความหยาบผิวชิ้นงาน จะใช้กล้องจุลทรรศน์ (3D Measuring Laser Microscope รุ่น OLS5000) ดังแสดงในรูปที่ 4 ข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองนี้ ซึ่งรวมถึงค่าความหยาบผิวเฉลี่ยที่สอดคล้องกับแต่ละช่วงเวลา ถูกนำเสนอในรูปแบบการแสดงด้วยกราฟ ไม่เพียงแต่สรุปผลลัพธ์ แต่ยังช่วยให้เข้าใจอย่างละเอียดเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างระยะเวลาของกระบวนการการปรับปรุงผิวและความหยาบของผิววัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 ข้อมูลที่ได้รับจะให้ข้อมูลข้อสังเกตเกี่ยวกับผลกระทบของระยะเวลาการปรับปรุงผิวที่ดีต่อคุณภาพผิว



รูปที่ 2 (a) ผงขัดอลูมินา (Al_2O_3) (b) เครื่องขัดผิวละเอียด lap-master model 15



รูปที่ 3 (a) Conditioning Rings (b) Specimen (c) Polishing Plate



รูปที่ 4 กล้องจุลทรรศน์ 3D Measuring Laser Microscope รุ่น OLS5000

3. ผลการวิจัย

เมื่อดำเนินการทดลองครบทั้งหมดตามแผนการทดลองเชิงสถิติ (Statistical) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) โดยมีขนาดผงขัดอลูมินาที่ทำการศึกษามี 4 ประเภท คือ ขนาด 0.50, 0.30, 1.00, 3.00 ไมโครเมตร ตามลำดับ ช่วงเวลาในกระบวนการปรับผิวละเอียด คือ 30, 60, 90, 120, 150, และ 180 นาที เป็นพารามิเตอร์หลักสำคัญ ส่วนผลตอบสนอง (Response) สำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติเป็นค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (R_a) ของชิ้นงานทดสอบสำหรับวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 ดังแสดงข้อมูลรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าความหยาบผิว (Ra) สำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติ

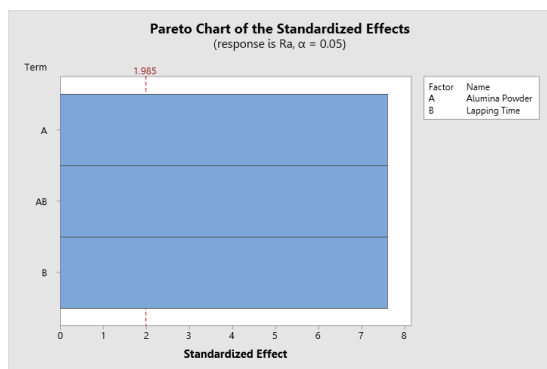
ขนาดผงอลูมินา (Alumina Size; μm)	ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด (Lapping Time; min)					
	30	60	90	120	150	180
0.05	0.174	0.174	0.290	0.272	0.176	0.223
0.05	0.227	0.227	0.278	0.278	0.193	0.307
0.05	0.187	0.187	0.269	0.276	0.176	0.264
0.05	0.251	0.251	0.321	0.249	0.209	0.234
0.05	0.194	0.194	0.294	0.270	0.173	0.271
0.30	0.204	0.202	0.235	0.223	0.228	0.264
0.30	0.190	0.237	0.173	0.207	0.115	0.204
0.30	0.221	0.194	0.193	0.200	0.213	0.230
0.30	0.176	0.208	0.163	0.211	0.228	0.252
0.30	0.194	0.187	0.203	0.218	0.186	0.200
1.00	0.144	0.129	0.156	0.145	0.184	0.198
1.00	0.168	0.133	0.148	0.146	0.182	0.175
1.00	0.162	0.140	0.154	0.142	0.170	0.133
1.00	0.165	0.161	0.169	0.149	0.208	0.175
1.00	0.161	0.157	0.144	0.167	0.185	0.159
3.00	0.112	0.122	0.118	0.107	0.159	0.169
3.00	0.100	0.139	0.135	0.098	0.165	0.162
3.00	0.103	0.109	0.143	0.135	0.150	0.138
3.00	0.095	0.120	0.142	0.103	0.168	0.142
3.00	0.134	0.119	0.130	0.124	0.177	0.136

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะพบว่า พารามิเตอร์ขนาดผงขัดอลูมินา กำหนดให้เป็น A (Alumina Size) ทั้ง 4 ขนาด คือ ขนาด 0.50, 0.30, 1.00, 3.00 ไมโครเมตร และพารามิเตอร์ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด กำหนดให้เป็น B (Lapping Time) ทั้ง 6 ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด คือ 30, 60, 90, 120, 150, 180 นาที ตามลำดับ มีอิทธิพลต่อผลตอบสนองค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Ra) ของชิ้นงานทดสอบวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 ทั้งในส่วนของอิทธิพลหลักของแต่ละพารามิเตอร์ (Main Effect) และอิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ (Interaction) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากค่า P-Value < ค่า α หรือ $0.01 < 0.05$

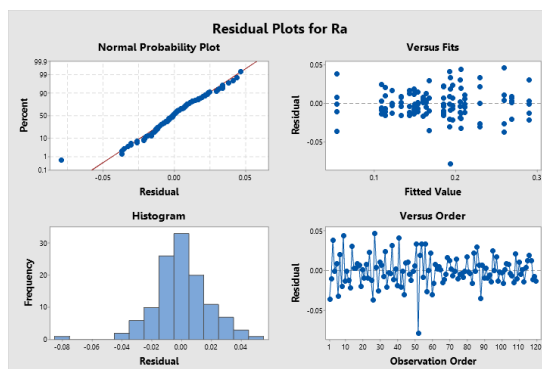
ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment)

Source	DF	SS	MS	F-value	p-value
Model	23	0.33656	0.014633	33.58	< 0.001
Linear	8	0.19297	0.024121	55.36	< 0.001
Alumina Powder(A)	3	0.12823	0.042743	98.10	< 0.001
Lapping Time (B)	5	0.06474	0.012948	29.72	< 0.001
2-Way Interactions	15	0.14359	0.009573	21.97	< 0.001
(A) * (B)	15	0.14359	0.009573	21.97	< 0.001
Error	96	0.04183	0.000436	–	–
Total	119	0.37839		–	–

เมื่อได้ทำการพิจารณาการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Residual) ผังพาเรโตแสดงมาตรฐานผลกระทบ (Pareto Chart of the Standardized Effects) แสดงให้เห็นค่าปัจจัย A คือ ผงขัด (Alumina Powder), B คือ เวลาในการปรับผิวละเอียด (Lapping Time) เมื่อ AB คือ ผงขัด (Alumina Powder) เวลาในการปรับผิวละเอียด (Lapping Time) พบว่าเกินเส้นวิกฤต ดังนั้น ปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยนี้ มีผลต่อค่าความความหยาบผิวของชิ้นงานหลังจากทำการปรับผิวละเอียดชิ้นงาน ด้วยกระบวนการปรับผิวละเอียด (Lapping) อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 5 เมื่อทำการพิจารณาจากผลดำเนินการทดลองซึ่งอาศัยโปรแกรม Minitab มาทำการวิเคราะห์ผลทดลอง การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง ซึ่งผลการตรวจสอบสามารถแสดงได้โดยสมมติฐานว่ารูปแบบของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) ที่ได้จากข้อมูลทำการทดลองต้องเป็นไปตามหลักการคือ ค่าส่วนตกค้างต้องมีการแจกแจงแบบปกติของค่าความผิดพลาด จากกราฟ Versus Fits ตรวจสอบความแปรปรวนคงที่ของค่าความผิดพลาด โดยข้อมูลที่ติดต้องมีความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดต้องสม่ำเสมอ จากกราฟ Versus Order ความเป็นอิสระต่อกัน ข้อมูลมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยข้อมูลที่ติดต้องมีลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ดี ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 Pareto Chart of the Standardized Effect

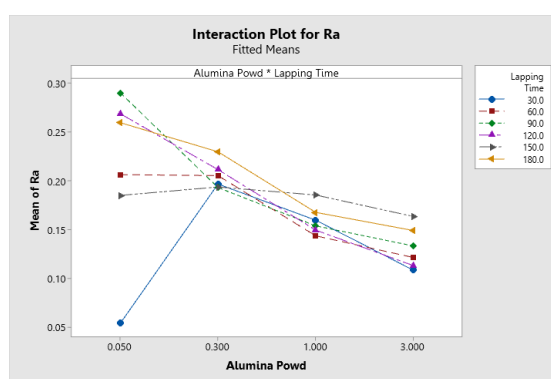


รูปที่ 6 การวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด (Residual)

เมื่อทำการพิจารณากราฟอิทธิพลหลักของแต่ละพารามิเตอร์ (Main Effect Plot) ดังแสดงในรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟทั้ง พารามิเตอร์ขนาดผงขัดอลูมินา (Alumina Size) และพารามิเตอร์ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด (Lapping Time) ไม่ขนานกับเส้นอ้างอิง (Reference Line) ในแนวแกนนอน (Horizontal Axial) นั้นหมายความว่า พารามิเตอร์ทั้ง 2 พารามิเตอร์ ดังกล่าวนี้นี้ มีอิทธิพลต่อผลตอบแทนค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (R_a) ของชิ้นงานทดสอบวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 ซึ่งก็ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันกับผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ อิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ (Interaction Plot) ดังแสดงในรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยขนาดผงขัดอลูมินา (Alumina Size) และปัจจัยช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด (Lapping Time) แนวโน้มมีทิศทางไม่เหมือนกัน มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ ที่ระดับความเชื่อมั่นเชิงสถิติ 95% ยังถือว่าผลอย่างมีนัยสำคัญ หมายความว่า อิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ทั้ง 2 พารามิเตอร์ดังกล่าวนี้นี้ มีอิทธิพลต่อผลตอบแทนค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (R_a) ของชิ้นงานทดสอบวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 ซึ่งก็ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันกับผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) ดังแสดงในตารางที่ 2

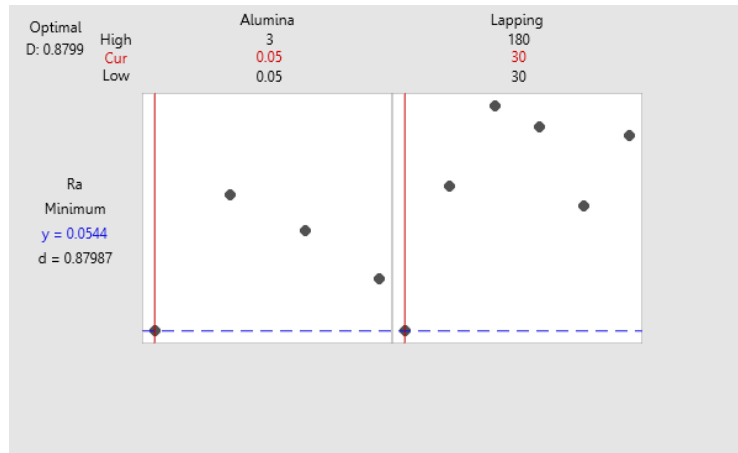


รูปที่ 7 กราฟอิทธิพลหลักของแต่ละพารามิเตอร์



รูปที่ 8 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์

ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ทั้ง 2 แบบ พารามิเตอร์ ได้แก่ พารามิเตอร์ขนาดผงขัดอลูมินา (Alumina Size) และพารามิเตอร์ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด (Lapping Time) ที่จะส่งผลให้คุณภาพผิวชิ้นงานวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 โดยค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (R_a) ที่มีค่าเหมาะสมที่สุด (Minimize) ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าว คือ ขนาดผงขัดอลูมินา เท่ากับ 0.05 ไมโครเมตร และช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด เท่ากับ 30 นาที จะส่งผลให้ได้ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต R_a เท่ากับ 0.0544 ไมโครเมตร นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าความพึงพอใจ (Desirability : D) เกี่ยวกับการประมวลผลเชิงสถิติ พบว่า มีค่าสูงมากถึง 87.99% ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน (Response Optimization)

4. อภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการปรับผิวละเอียดมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยของเวลาและผงขัด ช่วงเวลาในการปรับผิวละเอียด คือ 30, 60, 90, 120, 150, 180 นาที โดยมีขนาดผงขัดอลูมินาที่ทำการศึกษาคือ 4 ประเภท คือ ขนาด 0.50, 0.30, 1.00, 3.00 ไมโครเมตร ตามลำดับ เป็นพารามิเตอร์หลักสำคัญ เมื่อทำการพล็อตกราฟเปรียบเทียบค่าความหยาบผิว (Ra) ของชิ้นงานแต่ละชิ้นสามารถรู้ได้ว่าชิ้นงานที่มีค่าความหยาบผิว (Ra) เหมาะสมที่สุดก็คือ ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการปรับผิวละเอียดด้วยผงขัดขนาด 0.05 ไมโครเมตร ซึ่งใช้เวลาในการขัดที่ 30 นาที ได้ค่าความละเอียดอยู่ที่ 0.0544 ไมโครเมตร และได้ค่าความเชื่อมั่นที่ 87.99%

5. สรุปผลการวิจัย

การดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอลูมินาที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวโดยใช้เทคนิคกระบวนการปรับผิวละเอียดสำหรับวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD61 ที่ใช้ในกระบวนการปรับผิวละเอียด ส่วนค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Ra) ของชิ้นงานที่เตรียมก่อนทำการปรับผิวละเอียด ระดับความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Ra) 0.1–0.5 ไมโครเมตร ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการปรับผิวละเอียดดังกล่าวได้แก่ ขนาดผงขัดอลูมินา เท่ากับ 0.05 ไมโครเมตร และชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการปรับผิวละเอียดด้วยผงขัดขนาด 0.05 ไมโครเมตร ซึ่งใช้เวลาในการขัดที่ 30 นาที ได้ค่าความละเอียดอยู่ที่ 0.0544 ไมโครเมตร และได้ค่าความเชื่อมั่นที่ 87.99%

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ผู้เขียนขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่อำนวยความสะดวกห้องปฏิบัติการใช้เครื่องปรับผิวละเอียด (Lapping) ปฏิบัติการใช้กล้องจุลทรรศน์ 3D Measuring Laser Microscope สำหรับดำเนินการวิจัย ตลอดจนการใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ Minitab มาช่วยดำเนินการวิเคราะห์ผลการทดลอง เพิ่มความเชื่อมั่นถูกต้องการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Deaconescu and T. Deaconescu, “Improving the Quality of Surfaces Finished by Lapping by Robust Parameter Design,” *Journal of Economics, Business and Management*, pp. 1–4, 2014. doi:10.7763/joebm.2014.v2.88
- [2] N. Mandal, B. Doloi, and B. Mondal, “Predictive Modeling of Surface Roughness in High-Speed Machining of AISI 4340 Steel Using Yttria Stabilized Zirconia Toughened Alumina Turning Insert,” *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, vol. 38, pp. 40–46, May 2013. doi:10.1016/j.ijrmhm.2012.12.007
- [3] J. L. Yuan, P. Zhao, J. Ruan, Z. X. Cao, W. H. Zhao, and T. Xing, “Lapping and Polishing Process for Obtaining Super-Smooth Surfaces of Quartz Crystal,” *Journal of Materials Processing Technology*, vol.183, no. 1–3, pp. 116–119, Jul. 2003. doi:10.1016/s0924-0136(03)00058-x
- [4] J. Khan, “A Lapping and Polishing Process to Achieve High Quality Alumina Surfaces for Applications in Device Fabrication,” *Thin Solid Films*, vol. 220, no. 1–2, pp. 222–226, Nov. 1992. doi:10.1016/0040-6090(92)90576-w
- [5] G. Q. Cai, Y. S. Lu, R. Cai, and H. W. Zheng, “Analysis on Lapping and Polishing Pressure Distribution,” *CIRP Annals*, vol. 47, no. 1, pp. 235–238, 1998. doi:10.1016/s0007-8506(07)62825-x
- [6] S. Thermsuk, S. Thammasang, D. Sonsuphap, and T. Sombat, “Influence Parameters the Surface Roughness of JIS SCMS420 Stainless Steel on Lapping Process,” *Advances in Manufacturing Processes, Intelligent Methods and Systems in Production Engineering*, pp. 423–430, 2022. doi:10.1007/978-3-030-90532-3_33
- [7] S.Thammasang, and S. Thermsuk, “Influence of the Surface Quality of Stainless Steel JIS 420 and JIS 440 on Lapping Process,” *Advances in Dynamical Systems and Applications*, vol. 16, no. 2, pp. 1867–1881, 2021.
- [8] M. Jin, L. Wang, S. Ye, H. Qi, J. Kang, T. Hong, Z. Fang, and X. Dong, “A novel functionally graded lapping and polishing method for the improvement of Material Removal Uniformity,” *Journal of Manufacturing Processes*, vol. 50, pp. 102–110, Feb. 2020. doi:10.1016/j.jmapro.2019.12.039
- [9] T. K. Doi, O. Ohnishi, E. Uhlmann, and A. Dethlefs, “Lapping and Polishing,” *Handbook of Ceramics Grinding and Polishing*, pp. 263–325, 2015. doi:10.1016/b978-1-4557-7858-4.00006-6
- [10] A. T. H. Beaucamp, K. Nagai, T. Hirayama, M. Okada, H. Suzuki, and Y. Namba, “Elucidation of Material Removal Mechanism in Float Polishing,” *Precision Engineering*, vol. 73, pp. 423–434, Jan. 2022. doi:10.1016/j.precisioneng.2021.10.004
- [11] Y. Wang, B. Zou, and C. Huang, “Tool Wear Mechanisms and Micro-Channels Quality in Micro-Machining of Ti-6al-4v Alloy Using the Ti(C7n3)-Based Cermet Micro-Mills,” *Tribology International*, vol. 134, pp. 60–76, Jun. 2019. doi:10.1016/j.triboint.2019.01.030

- [12] Y. Wang, B. Zou, J. Wang, Y. Wu, and C. Huang, “Effect of The Progressive Tool Wear on Surface Topography and Chip Formation in Micro-Milling of Ti-6Al-4V Using Ti(C7N3)-Based Cermet Micro-Mill,” *Tribology International*, vol. 141, p. 105900, Jan. 2020. doi:10.1016/j.triboint.2019.105900
- [13] H. Yang, W. Ding, Y. Chen, S. Laporte, J. Xu, and Y. Fu, “Drilling Force Model for Forced Low Frequency Vibration Assisted Drilling of Ti-6Al-4V Titanium Alloy,” *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 146, p. 103438, Nov. 2019. doi:10.1016/j.ijmachtools.2019.103438
- [14] A. P. Babichev, N. V. Mategorin, D. V. Getmanskii, P. D. Motrenko, and V. V. Nelidin, “Vibrational Lapping of Cylindrical Parts,” *Russian Engineering Research*, vol. 29, no. 1, pp. 99–101, Jan. 2009. doi:10.3103/s1068798x09010250
- [15] H. Qi, D. Wen, Q. Yuan, L. Zhang, and Z. Chen, “Numerical Investigation on Particle Impact Erosion in Ultrasonic-Assisted Abrasive Slurry Jet Micro-Machining of Glasses,” *Powder Technology*, vol. 314, pp. 627–634, Jun. 2017. doi:10.1016/j.powtec.2016.08.057
- [16] K.-Y. Chang, Y.-H. Song, and T.-R. Lin, “Analysis of Lapping and Polishing of a Gauge Block,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 20, no. 6, pp. 414–419, Sep. 2002. doi:10.1007/s001700200171
- [17] J. C. Aurich, B. Kirsch, D. Setti, D. Axinte, A. Beaucamp, P. Butler-Smith, and H. Yamaguchi, “Abrasive Processes for Micro Parts and Structures,” *Cirp Annals*, vol. 68, no. 2, pp. 653–676, 2019. doi:10.1016/j.cirp.2019.05.006