บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการกัดเหล็ก S50C ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ความเร็วตัด อัตราป้อน และแรงดันลม เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องกัดอัตโนมัติ CNC ชนิดชิ้นงานเป็นเหล็ก S50C ซึ่งมีค่าความแข็งระหว่าง 56 ± 2 HRC มีดคาร์ไบด์ชนิดสำหรับกัดงานแข็ง เตาอบชุบแข็ง เครื่องทดสอบหาค่าความแข็ง ปั๊มลมและเกจวัดแรงดันลม เครื่องวัดหาค่าความขรุขระของพื้นผิว และเครื่องโปรไฟล์โปรเจคเตอร์ การวิจัยได้กำหนดตัวแปรในการทดลองคือ ตัวแปรต้นได้แก่ความเร็วตัด อัตราป้อนและแรงดันลมในการหล่อเย็น ส่วนตัวแปรตามได้แก่ ค่าความเรียบ (คุณภาพของผิวงาน) และอายุการใช้งานของคมมีดคาร์ไบด์ที่ระดับการสึกหรอ $V_{B\ max}$ = 0.60 มิลลิเมตร.โดยกำหนดให้ความเร็วตัด 3 ระดับ คือ 50 , 100 และ 150 เมตร/นาที อัตราป้อน 3 ระดับ คือ 100 , 200 และ 300 มิลลิเมตร/นาที และแรงดันลมในการหล่อเย็น 3 ระดับคือ 2 , 4 และ 6 บาร์ ชิ้นงานมีขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร และความหนา 20 มิลลิเมตร/ ชิ้น ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของความเรียบผิวงานและอายุการใช้งานของคมตัดมีดคาร์ไบด์ ในการกัดเหล็ก S50C ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ Factorial Design แบบ 3^3 ค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ F – ratio และค่าระดับความเชื่อมั่น 95% หรือที่ระดับนัยสำคัญ 5% (Q = 0.05) ในการศึกษาได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) รวมชิ้นงาน 12 ชิ้น จากนั้นจึงได้ทดลองกับชิ้นงานตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้จนครบ 54 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน) และอายุการใช้งานของคมมีดคาร์ไบด์ เพื่อหาค่าอิทธิพลหลัก (Main Effect) ของตัวแปรแต่ละตัวและค่าอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างตัวแปรทั้งสามโดยได้ผลการทดลองดังนี้

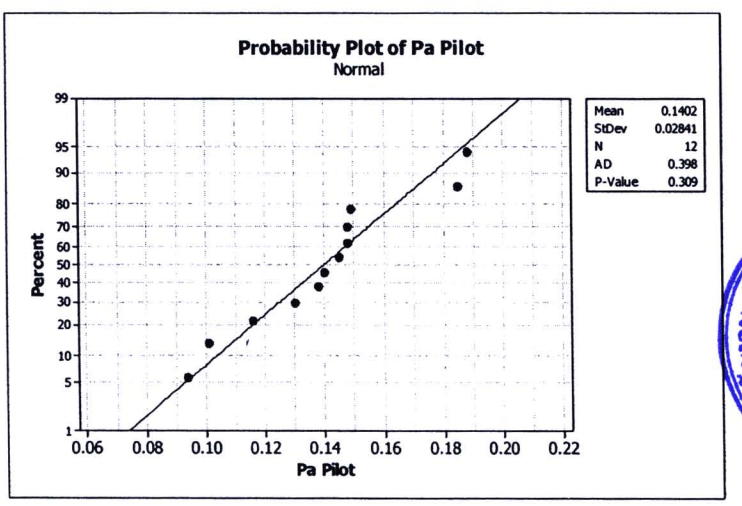
4.1 ผลของการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) ของความเรียบผิว

การศึกษาการดำเนินการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาระดับของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับการทดลอง ผลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า ค่าความเรียบผิวที่ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความเรียบผิวงานกัด (μm) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

แรงดันลม (Pressure) (บาร์)	ความเร็วตัด (Cutting Speed) (เมตร/นาที)	อัตราป้อน (Feed) (มิลลิเมตร/นาที)		
		100	200	300
2	50	0.149	0.185	0.188
	100			
	150	0.101	0.094	0.148
4	50			
	100			
	150			
6	50	0.138	0.140	0.145
	100			
	150	0.116	0.130	0.148

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วตัด อัตราป้อน และแรงดันลมในการหล่อเย็น ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ค่าความเรียบของผิวงาน ทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดผิวมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .309 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสมสามารถที่จะทำไปดำเนินการทดลองต่อไปได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

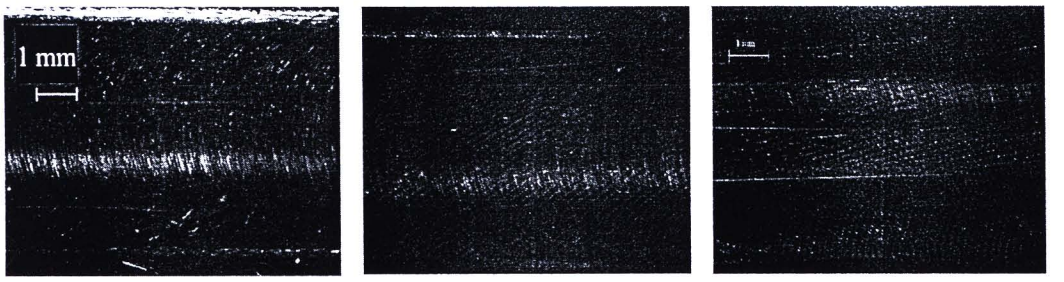
รูปที่ 4.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของการทดลองเบื้องต้น

4.2 ผลการทดลองหาความเรียบผิว

ผลที่ได้จากการทดลองคือค่าความเรียบผิวที่วัดได้ตามเงื่อนไขการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจากการทดลองพบว่า ค่าความเรียบผิวที่ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และรูปถ่ายความเรียบผิวของชิ้นงานแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.2 ส่วนรูปถ่ายความเรียบผิวของชิ้นงานทั้งหมดไว้ในภาคผนวก ค.

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานกัด (μm) ที่วัดได้จากการทดลอง

แรงดันลม (Pressure) (บาร์)	ความเร็วตัด (Cutting Speed) (เมตร/นาที)	อัตราป้อน (Feed) (มิลลิเมตร/นาที)		
		100	200	300
2	50	0.149	0.185	0.188
		0.111	0.185	0.193
	100	0.130	0.194	0.165
		0.090	0.159	0.171
	150	0.101	0.094	0.148
		0.085	0.107	0.159
4	50	0.149	0.155	0.158
		0.146	0.150	0.165
	100	0.130	0.131	0.153
		0.158	0.145	0.160
	150	0.101	0.122	0.148
		0.131	0.138	0.145
6	50	0.138	0.140	0.145
		0.143	0.156	0.178
	100	0.142	0.145	0.155
		0.138	0.146	0.158
	150	0.116	0.130	0.148
		0.126	0.130	0.163



ก ข ค

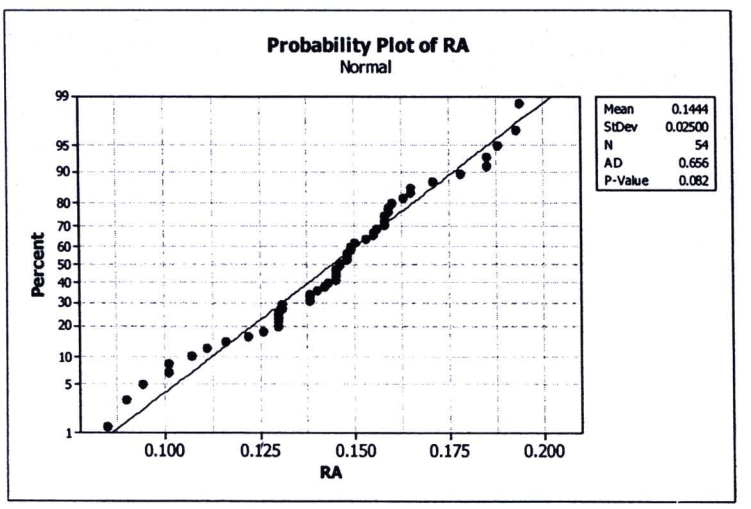
รูปที่ 4.2 รูปถ่ายความเรียบผิวของชิ้นงาน

ก. ที่ระดับแรงดันลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาที

ข. ที่ระดับแรงดันลม 4 บาร์ ความเร็วตัด 100 เมตร/นาที อัตราป้อน 200 มิลลิเมตร/นาที

ค. ที่ระดับแรงดันลม 6 บาร์ ความเร็วตัด 150 เมตร/นาที อัตราป้อน 300 มิลลิเมตร/นาที

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองแล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วตัด อัตราป้อน และแรงดันลมในการหล่อเย็น ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดผิวมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .082 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสมสามารถที่จะทำไปวิเคราะห์ผลต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลจากการทดลองความเรียบผิว

4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

ผู้วิจัยได้นำค่าความเรียบผิวของชิ้นทดลอง (Ra) ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ที่นัยสำคัญ α = .05 ที่ส่งผลต่อการทดลองความเรียบผิว (Ra) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ ANOVA ของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของงานกัด

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:RA

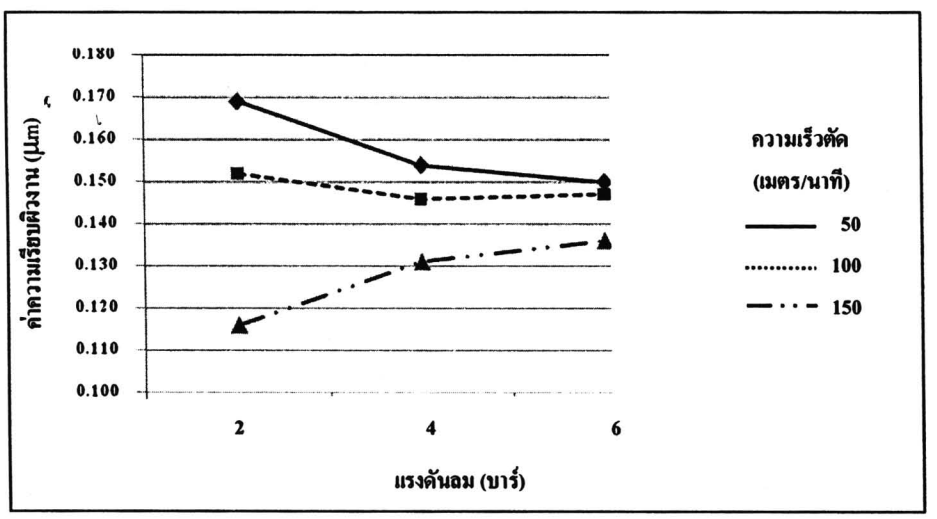
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.029[a]	26	.001	6.714	.000
Intercept	1.126	1	1.126	6.849E3	.000
Pressure	2.359E-5	2	1.180E-5	.072	.931
Cutting Speed	.009	2	.004	26.118	.000
Feed	.011	2	.005	32.115	.000
Pressure * Cutting Speed	.003	4	.001	3.811	.014
Pressure * Feed	.004	4	.001	5.817	.002
Cutting Speed * Feed	.001	4	.000	1.702	.179
Pressure * Cutting Speed * Feed	.002	8	.000	1.579	.178
Error	.004	27	.000		
Total	1.159	54			
Corrected Total	.033	53			

a. R Squared = .866 (Adjusted R Squared = .737)

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ส่งผลกระทบต่อความเรียบของผิวงานคือ แรงดันลมในการหล่อเย็นมีความสัมพันธ์กับความเร็วตัด และแรงดันลมในการหล่อเย็นมีความสัมพันธ์กับอัตราป้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

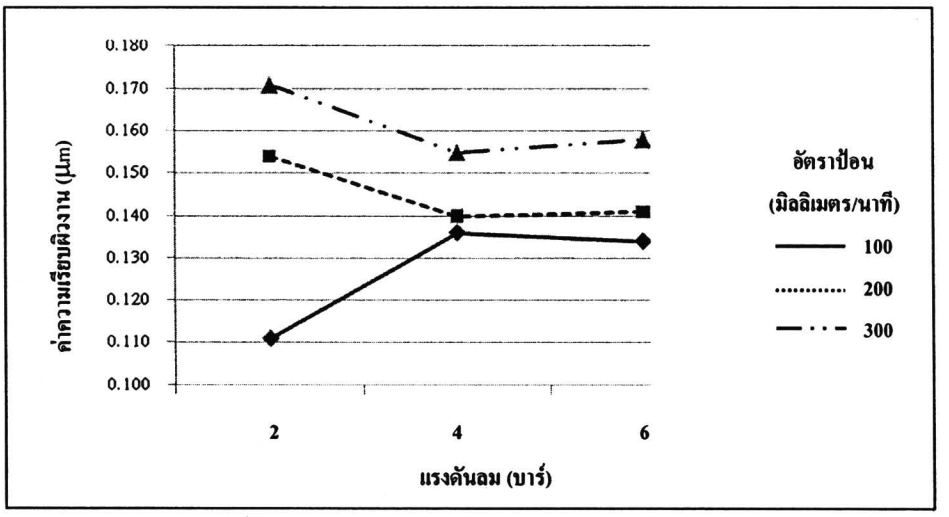
การวิเคราะห์หาปฏิกิริยาสัมพันธ์ (Interaction) หรืออิทธิพลร่วมของการทดลอง หลังจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าประมาณแบบช่วงของความเรียบผิวงานกัด Estimated Marginal Means of Ra สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรตามตารางที่ 4.3 ได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างแรงดันลมในการหล่อเย็นและความเร็วตัด พบว่าค่าความเรียบผิว (Ra) ละเอียดที่สุดคือ การใช้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ระดับ 2 บาร์ และความเร็วตัด 150 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.116 μm และ ค่าความเรียบผิว (Ra) ที่หยาบที่สุดคือ การใช้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ระดับ 2 บาร์ และความเร็วตัด 50 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.168 μm ดังรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองความเรียบผิว ระหว่างแรงดันลมและความเร็วตัด

2. เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างแรงดันลมในการหล่อเย็นและอัตราป้อน พบว่าค่าความเรียบผิว (Ra) ละเอียดที่สุด คือ การใช้แรงดันลมในการหล่อเย็น ที่ระดับ 2 บาร์ และอัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.111 μm และ ค่าความเรียบผิว (Ra) ที่หยาบที่สุดคือ การใช้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ระดับ 2 บาร์ และอัตราป้อน 300 มิลลิเมตร /นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.171 μm ดังรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองความเรียบผิว ระหว่างแรงดันลมและอัตราป้อน

4.4 ผลของการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) ของอายุการใช้งานของคมมีดคาร์ไบด์

การศึกษาการดำเนินการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาระดับของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับการทดลองผลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

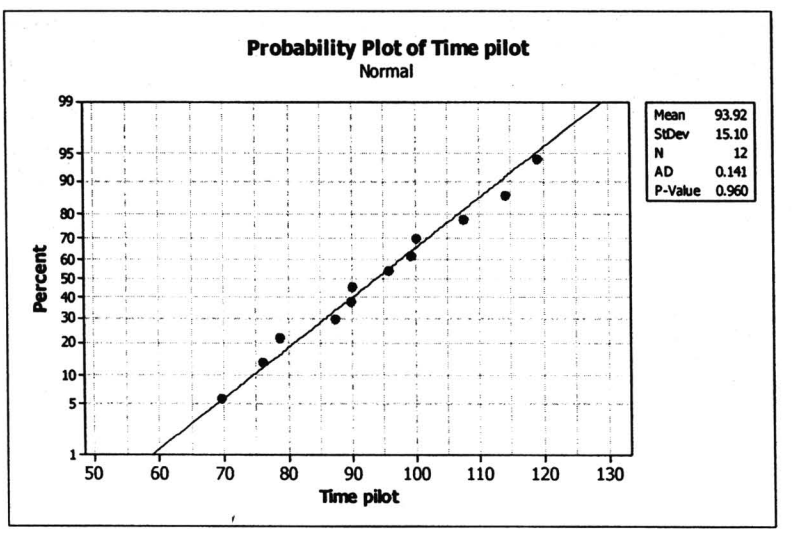
ตารางที่ 4.4 อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์(นาที)สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร ค่าที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

แรงดันลม (Pressure) (บาร์)	ความเร็วตัด (Cutting Speed) (เมตร/นาที)	อัตราป้อน (Feed) (มิลลิเมตร/นาที)		
		100	200	300
2	50	107.45	95.71	112.11
	100			
	150	99.27	87.26	76.00
4	50			
	100			
	150			

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์(นาที)สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร ค่าที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

แรงดันลม (Pressure) (บาร์)	ความเร็วตัด (Cutting Speed) (เมตร/นาที)	อัตราป้อน (Feed) (มิลลิเมตร/นาที)		
		100	200	300
6	50	119.00	100.00	90.09
	100			
	150	89.78	69.65	78.69

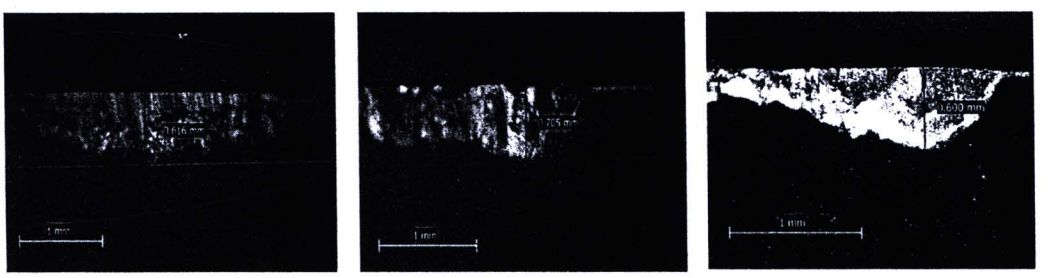
เมื่อได้ค่าอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตรที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความ เร็วตัด อัตราป้อนและแรงดันลมในการหล่อเย็นที่มีอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ค่าอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดผิวมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .960 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสมสามารถที่จะทำไปดำเนินการทดลองต่อไปได้ ดังแสดง ในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การทดสอบการแจกแจงปกติของการทดลองเบื้องต้น

4.5 ผลการทดลองหาอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์

ผลที่ได้จากการทดลองคือวัดค่าของระยะเวลาอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\ MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร วัดได้จากการทดลองตามเงื่อนไขการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ซึ่งมีรูปถ่ายการสึกหรอของมีดคาร์ไบด์แสดงตัวอย่างไว้ในรูปที่ 4.7 ส่วนรูปถ่ายการสึกหรอของมีดคาร์ไบด์ทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ค. และกราฟอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์แสดงไว้ในภาคผนวก ง.



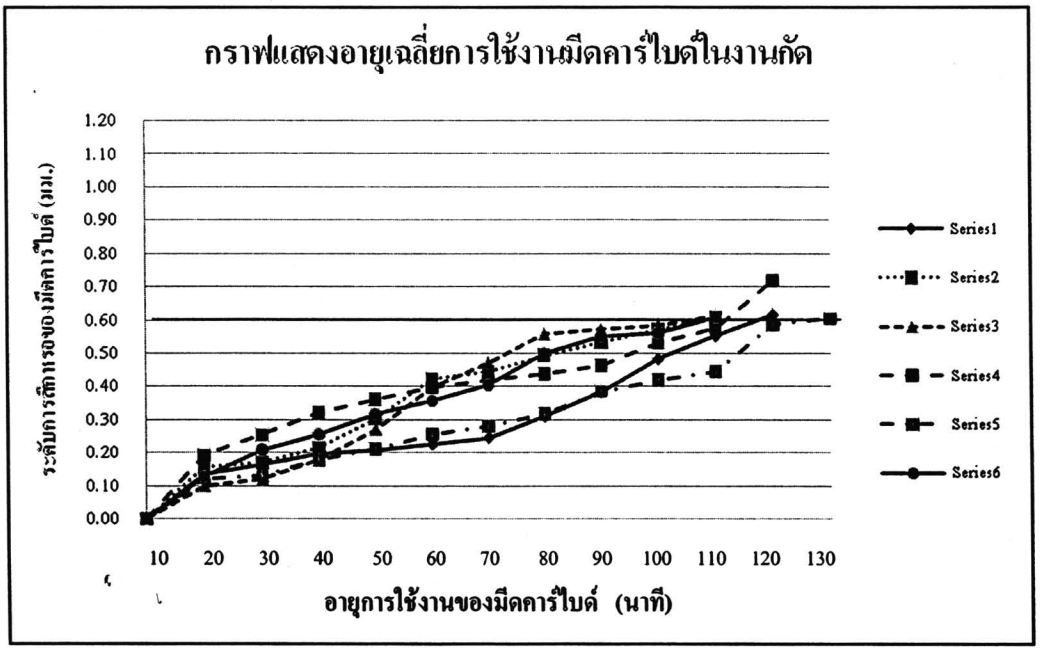
ก ข ค

รูปที่ 4.7 รูปถ่ายการสึกหรอของมีดคาร์ไบด์

ก. ที่ระดับแรงดันลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาที

ข. ที่ระดับแรงดันลม 4 บาร์ ความเร็วตัด 100 เมตร/นาที อัตราป้อน 200 มิลลิเมตร/นาที

ค. ที่ระดับแรงดันลม 4 บาร์ ความเร็วตัด 150 เมตร/นาที อัตราป้อน 300 มิลลิเมตร/นาที



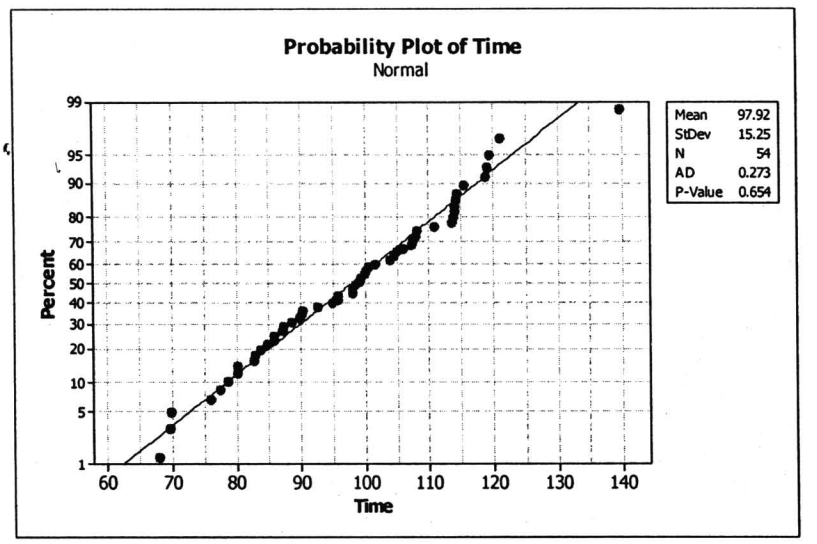
ข้อมูลชุด 1 คือ หล่อเย็นลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาที การทดลองครั้งที่ 1
ข้อมูลชุด 2 คือ หล่อเย็นลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาที การทดลองครั้งที่ 2
ข้อมูลชุด 3 คือ หล่อเย็นลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 200 มิลลิเมตร/นาที การทดลองครั้งที่ 1
ข้อมูลชุด 4 คือ หล่อเย็นลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 200 มิลลิเมตร/นาที การทดลองครั้งที่ 2
ข้อมูลชุด 5 คือ หล่อเย็นลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 300 มิลลิเมตร/นาที การทดลองครั้งที่ 1
ข้อมูลชุด 6 คือ หล่อเย็นลม 2 บาร์ ความเร็วตัด 50 เมตร/นาที อัตราป้อน 300 มิลลิเมตร/นาที การทดลองครั้งที่ 2

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที)สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตรในงานกัดที่วัดได้จากการทดลอง

แรงดันลม (Pressure) (บาร์)	ความเร็วตัด (Cutting Speed) (เมตร/นาที)	อัตราป้อน (Feed) (มิลลิเมตร/นาที)		
		100	200	300
2	50	107.45	95.71	112.11
		105.20	101.55	98.00
	100	103.74	90.00	84.74
		106.00	100.50	94.91
	150	99.27	87.26	76.00
		98.31	82.66	80.00
4	50	115.43	113.91	114.44
		121.10	118.72	108.00
	100	107.88	92.50	113.97
		104.41	95.72	98.96
	150	104.85	83.63	67.85
		99.76	85.72	69.73
6	50	119.00	100.00	90.09
		139.56	119.31	110.85
	100	113.44	85.57	82.85
		113.80	88.49	107.10
	150	89.78	69.65	78.69
		86.99	77.39	80.00

เมื่อได้ค่าของอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร ในงานกัดที่วัดได้จากการทดลองแล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของ ความเร็วตัด อัตราป้อน และแรงดันลมในการหล่อเย็นที่มีอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ค่าอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดผิวมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .654 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสมสามารถที่จะทำไปวิเคราะห์ผลต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลจากการทดลองอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์

4.6 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

ผู้วิจัยได้นำค่าอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์สำหรับการสึกหรอที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ที่นัยสำคัญ α = .05 ที่ส่งผลต่อการทดลองอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ ANOVA ของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพล
ต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Wear

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10867.617[a]	26	417.985	7.764	.000
Intercept	517775.501	1	517775.501	9.617E3	.000
Pressure	276.325	2	138.163	2.566	.095
Cutting Speed	6118.980	2	3059.490	56.829	.000
Feed	2311.112	2	1155.556	21.464	.000
Pressure * Cutting Speed	531.713	4	132.928	2.469	.069
Pressure * Feed	234.362	4	58.591	1.088	.382
Cutting Speed * Feed	322.942	4	80.735	1.500	.230
Pressure * Cutting Speed * Feed	1072.183	8	134.023	2.489	.036
Error	1453.594	27	53.837		
Total	530096.712	54			
Corrected Total	12321.211	53			

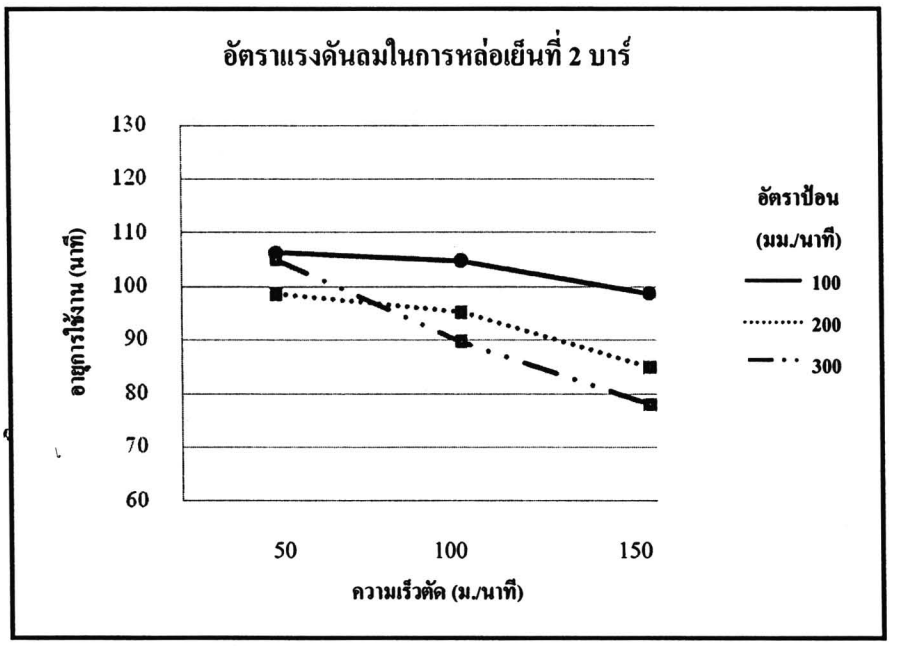
a. R Squared = .882 (Adjusted R Squared = .768)

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์กระจายของข้อมูล พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) คือ แรงดันลมในการหล่อเย็น ความเร็วตัด และอัตราป้อน ส่งผลต่ออายุการใช้งานซึ่งทำให้เกิดความสึกหรอของมีดคาร์ไบด์ที่ระดับ $V_{B\,MAX}$= 0.60 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

การวิเคราะห์หาปฏิกิริยาสัมพันธ์ (Interaction) หรืออิทธิพลร่วมของการทดลอง หลังจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าประมาณแบบช่วงของอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ในงานกัด Estimated Marginal Means of Wear แยกตามระดับของแรงดันลมในการหล่อเย็น 2 , 4 และ 6 บาร์ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ดังนี้

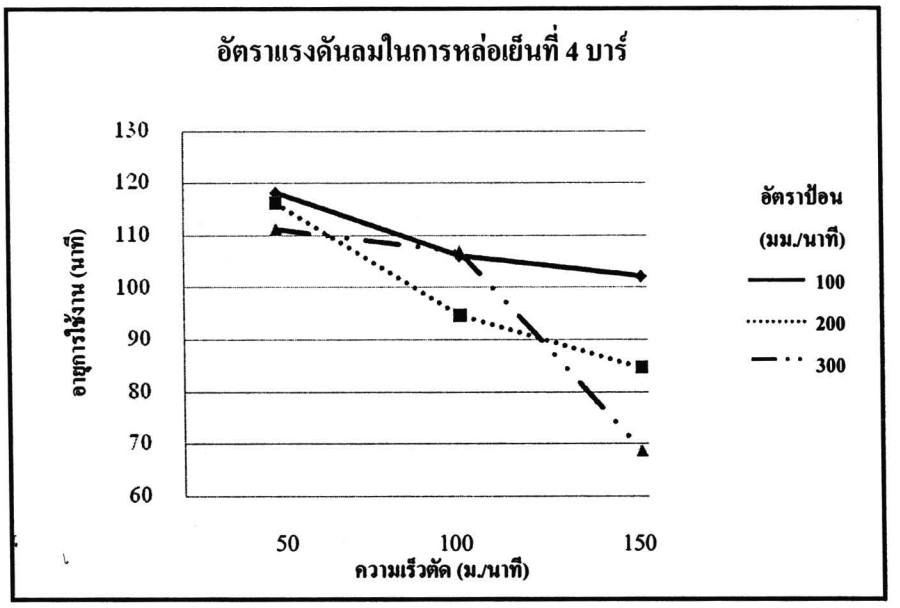
1. เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมที่อัตราแรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 2 บาร์ พบว่าอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ที่ระดับ V_{BMAX}= 0.60 มิลลิเมตร มีอายุการใช้งานน้อยที่สุด คือ อัตราป้อน 300 มิลลิเมตร/นาที และความเร็วตัด 150 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 78 นาที และมีอายุการใช้งานมากที่สุด คือ

อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาทีและความเร็วตัด 50 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 106.33 นาที ดังรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 4.10



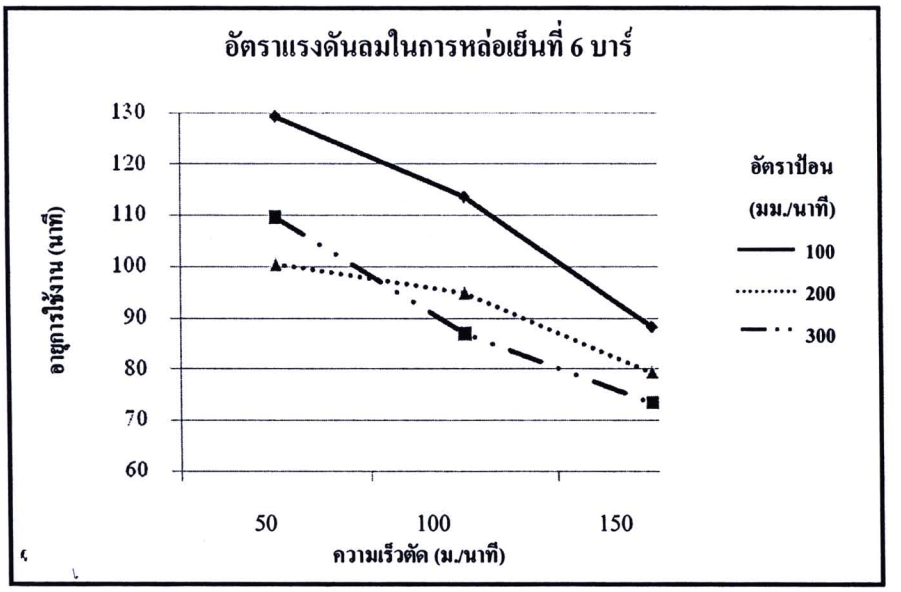
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองระยะเวลาในการสึกหรอระหว่างอัตราป้อนและความเร็วตัดที่ระดับแรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 2 บาร์

2. เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมที่อัตราแรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 4 บาร์ พบว่าอายุการใช้งานของ มีดคาร์ไบด์ที่ระดับ V_{BMAX}= 0.60 มิลลิเมตร มีอายุการใช้งานน้อยที่สุด คือ อัตราป้อน 300 มิลลิเมตร/นาทีและความเร็วตัด 150 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 68.79 นาที และมีอายุการใช้งานมากที่สุด คือ อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาทีและความเร็วตัด 50 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 118.26 นาที ดังรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองระยะเวลาในการสึกหรอระหว่างอัตราป้อนและความเร็วตัดที่ระดับแรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 4 บาร์

3. เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมที่อัตราแรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 6 บาร์ พบว่าอายุการใช้งานของมีด คาร์ไบด์ที่ระดับ V_{BMAX}= 0.60 มิลลิเมตร มีอายุการใช้งานน้อยที่สุด คือ อัตราป้อน 200 มิลลิเมตร/นาทีและความเร็วตัด 150 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 73.52 นาที และมีอายุการใช้งานมากที่สุด คือ อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาทีและความเร็วตัด 50 เมตร/นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 129.28 นาที ดังรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองระยะเวลาในการสึกหรอระหว่างอัตราป้อนและความเร็วตัดที่ระดับแรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 6 บาร์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย