บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิจัยสามารถแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. การทดลองเพื่อศึกษาการส่งผลของอัตราการขจัดเนื้องานที่เกิดจากการใช้อิเล็กโตรด 2 ชนิดคือ ทองเหลือง และทองแดง

2. เลือกชนิดของอิเล็กโตรดจากการทดลองข้อที่ 1 ที่ส่งผลให้อัตราการขจัดเนื้องานมากที่สุด จากนั้นนำมาออกแบบการทดลอง(Design Of Experiment) ด้วยวิธีฟูลแฟคทอเรียล วิธีพื้นที่ตอบสนอง และวิธีการวิเคราะห์ถดถอย เพื่อหาสมการทำนายผลและตรวจความแม่นยำ

3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือการทดลอง

1. ชิ้นงาน คือ เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดมาร์เทนซิติก

2. อิเล็กโตรด คือ ทองเหลือง และทองแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร

3. เครื่องกัดอาร์คโลหะด้วยไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองเป็นเครื่องจักรของบริษัท Supermilles Technologies จำกัด

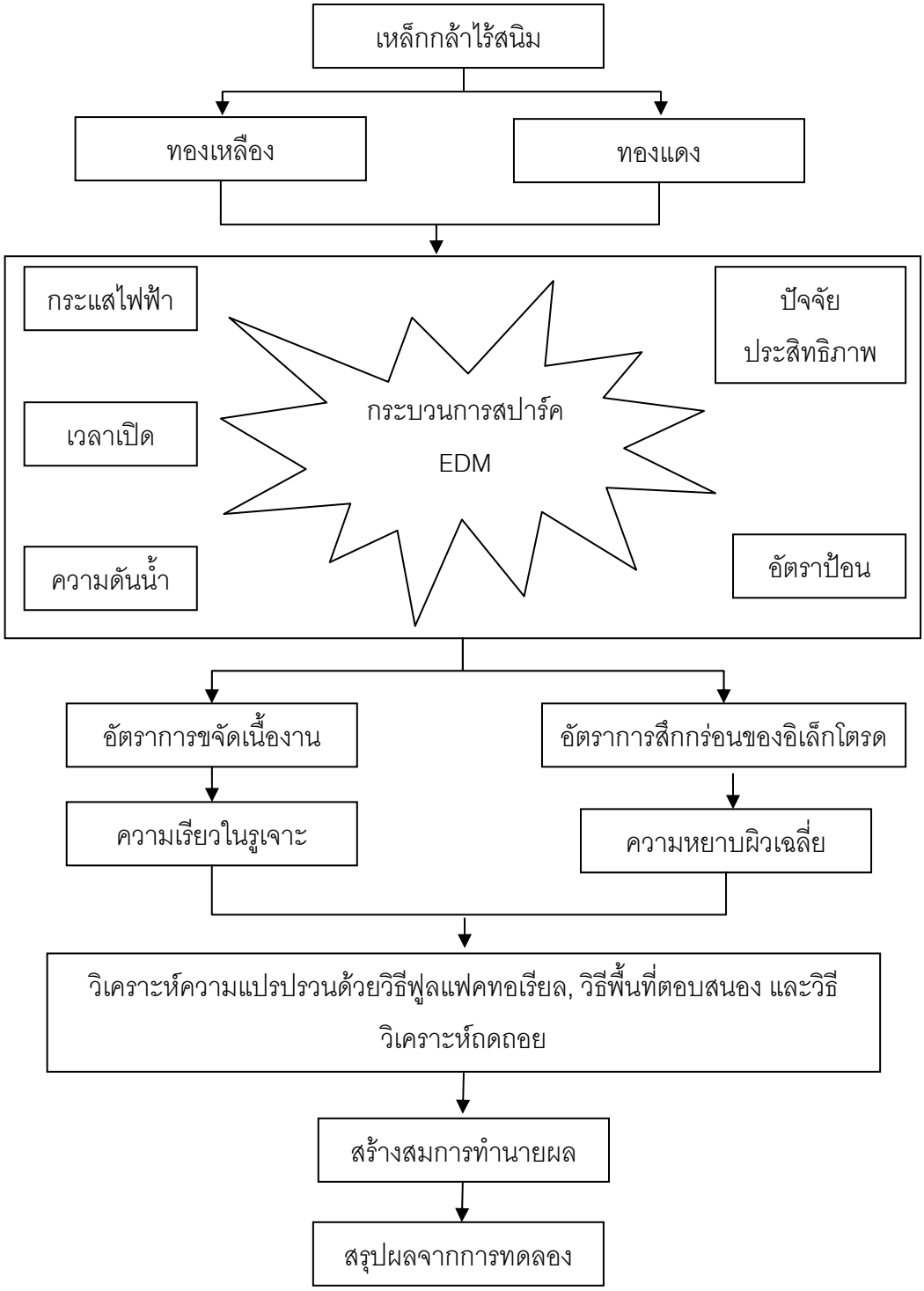
4. ของเหลวตัวกลางที่ใช้เป็นน้ำบริสุทธิ์

5.เครื่องวัดโปรไฟล์ (Profile Projector) ใช้ในการวัดช่องไฟและ ขนาดของรูหลังการกัด

6. นาฬิกาจับเวลา

7. เครื่องวัดความหยาบผิวเฉลี่ย

3.3 ขั้นตอนการทดลอง



ภาพที่ 3.1
ขั้นตอนแผนงานวิจัย

จากภาพที่ 3.1 สามารถอธิบายแผนงานวิจัยได้ดังนี้

1. ทำการทดลองกัดอาร์คชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิมด้วยอิเล็กโตรด 2 ชนิด คือ ทองเหลืองและทองแดง

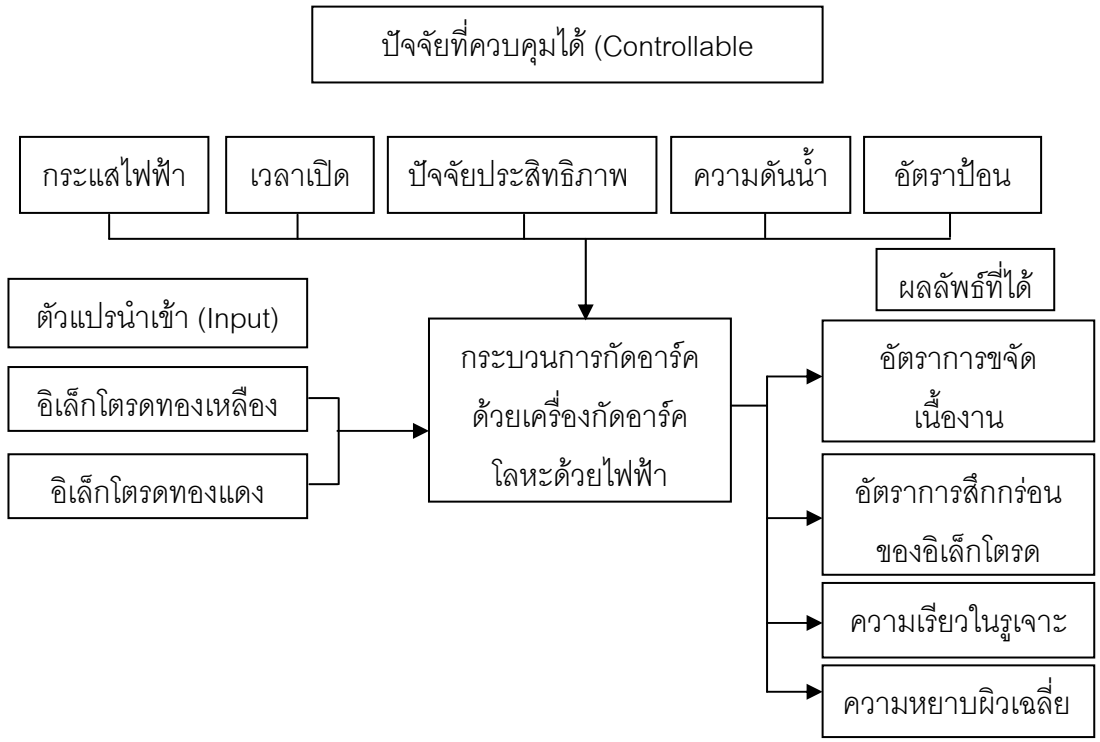
2. วิเคราะห์ผลการทดลองจากข้อ 1 ทำให้ทราบว่าอิเล็กโตรดชนิดใดส่งผลให้เกิดอัตราการขจัดเนื้องานมากที่สุด จึงเลือกอิเล็กโตรดชนิดนั้นมาทำการออกแบบการทดลองต่อไป

3. ทำการทดลองหาค่าระดับของตัวแปร ดังนี้ กระแสไฟฟ้า, เวลาเปิด, ปัจจัยประสิทธิภาพ, ความดันน้ำ และอัตราป้อน เพื่อออกแบบการทดลองแบบฟูลแฟคทอเรียลและทดลองต่อไป

4. นำผลการทดลองจากข้อ 3 มาวิเคราะห์ผลด้านต่างๆ ดังนี้ คือ อัตราการขจัดเนื้องาน, อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด, ความเรียวในรูเจาะ และอัตราป้อน

5. นำผลการวิเคราะห์จากข้อ 4 มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีฟูลแฟคทอเรียล, วิธีพื้นที่ตอบสนอง และ วิธีวิเคราะห์ถดถอย

6. สร้างสมการทำนายผล และสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 3.2

ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการกัดอาร์คด้วยเครื่องกัดอาร์คโลหะด้วยไฟฟ้า

3.4 การออกแบบการทดลองโดยอาศัยวิธีการทางวิศวกรรม

การออกแบบวิธีการทดลองนั้น ได้ใช้หลักการออกแบบการทดลอง(Design Of Experiment) แบบแฟคทอเรียล การทำการทดลองประเภทนี้ สามารถวิเคราะห์ถึงผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ต้องใช้ต้นทุน และระยะเวลาในการทดลองมาก ดังนั้น โดยทั่วไปจึงทำการทดลองเพียง 2 ระดับสำหรับแต่ละปัจจัย โดยมีผลตอบสนอง และปัจจัยต่างๆดังนี้

- ผลตอบสนอง (Response)

ผลตอบสนองของการทดลองนี้มี 4 ผลตอบสนองคือ อัตราขจัดการเนื้องาน, อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด, ความเรียวในรูเจาะ และความหยาบผิวเฉลี่ย

- ปัจจัย (Factor)

การทดลองนี้กำหนดให้มีปัจจัย 5 ปัจจัย คือ กระแสไฟฟ้า, เวลาเปิด, ปัจจัยประสิทธิภาพ, ความดันน้ำ และ อัตราป้อน

- ระดับของปัจจัย (Level) กำหนดให้มี 2 ระดับ ดังนี้

กระแสไฟฟ้า มีช่วงระดับที่ 1.4 แอมแปร์ และ 14.4 แอมแปร์

เวลาเปิด มีช่วงระดับที่ 10 ไมโครวินาที และ 90 ไมโครวินาที

ปัจจัยประสิทธิภาพ มีช่วงระดับที่ 50% และ 83.33%

ความดันน้ำ มีช่วงระดับที่ 20 กก./ ซม.^{2} และ 60 กก./ ซม.^{2}

อัตราป้อน มีช่วงระดับที่ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที และ 6 มิลลิเมตรต่อนาที

ตารางที่ 3.1

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองด้วยวิธีแฟคทอเรียล และระดับของตัวแปร

สัญลักษณ์	ตัวแปร	หน่วย	ระดับ 1	ระดับ 2
Ip	กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	1.4	14.4
T-on	เวลาเปิด	ไมโครวินาที	10	90
D.F.	ปัจจัยประสิทธิภาพ	เปอร์เซนต์	50	83.33
P	ความดันน้ำ	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	20	60
Servo	อัตราป้อน	มิลลิเมตรต่อนาที	2	10

ตารางที่ 3.2

การทดลองแฟคทอเรียล

การทดลองที่	ระดับของตัวแปร				
	เวลาเปิด	กระแสไฟฟ้า	ปัจจัยประสิทธิภาพ	ความดันน้ำ	อัตราป้อน
1	1	1	-1	-1	1
2	1	1	1	-1	1
3	-1	-1	-1	1	1
4	-1	-1	1	-1	1
5	1	-1	1	1	-1
6	1	-1	1	-1	1
7	-1	-1	1	1	-1
8	-1	-1	-1	1	-1
9	-1	-1	-1	-1	1
10	-1	1	1	-1	1
11	-1	1	-1	1	-1
12	1	-1	1	1	1
13	-1	1	1	1	1
14	-1	-1	1	-1	-1
15	1	-1	1	-1	-1
16	1	1	1	1	1
17	-1	-1	1	1	1
18	1	1	-1	-1	-1
19	-1	1	1	-1	-1
20	1	-1	-1	1	-1
21	-1	1	-1	-1	1
22	-1	-1	-1	-1	-1
23	1	1	-1	1	-1

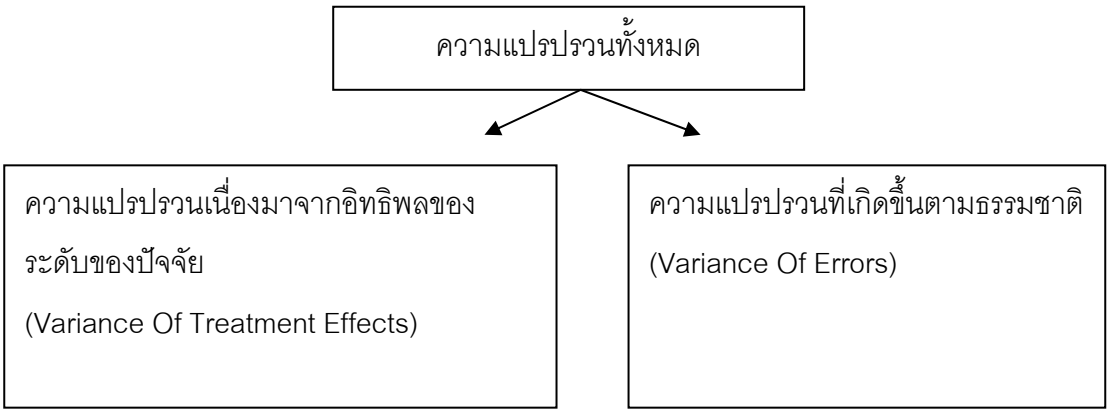
ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ตารางการทดลองแฟคทอเรียล

การทดลองที่	ระดับของตัวแปร				
	เวลาเปิด	กระแสไฟฟ้า	ปัจจัยประสิทธิภาพ	ความดันน้ำ	อัตราป้อน
24	1	-1	-1	-1	-1
25	1	-1	-1	-1	1
26	-1	1	-1	-1	-1
27	-1	1	-1	1	1
28	1	-1	-1	1	1
29	1	1	-1	1	1
30	-1	1	1	1	-1
31	1	1	1	-1	-1
32	1	1	1	1	-1

3.5. **การวิเคราะห์ความแปรปรวน**

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis Of Variance) หรือเรียกอีกอย่างว่าการวิเคราะห์ ANOVA เป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลที่มี มากว่า 2 กลุ่มขึ้นไปด้วยการทดสอบเพียงครั้งเดียว โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่แบ่งความแปรปรวนของข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ตามแหล่งที่มาหรือสาเหตุของความแปรปรวนนั้น แล้วทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบความแปรปรวนด้วยตัวสถิติ P (P -Statistic) เพื่อตรวจสอบว่าความแตกต่างของแหล่งที่มาของความแปรปรวนนั้น มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่



ภาพที่ 3.3
ความแปรปรวนที่เกิดขึ้น

3.5.1 ตั้งสมมติฐานการทดลอง

ทำการทดสอบสมมติฐานสำหรับ อัตราการขจัดเนื้องาน, อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด และความเที่ยงตรงของรู กับตัวแปรทั้ง 4 คือ กระแสไฟฟ้า, เวลาปิด, เวลาเปิด และแรงดันน้ำ ว่ามีผลต่อกันหรือไม่ สมมติมีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ดังนั้นค่านัยสำคัญ α เท่ากับ 0.05 โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. อัตราการขจัดเนื้องาน

- H_0 : อัตราการขจัดเนื้องาน ของตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปร ไม่แตกต่างกัน หรือ

- H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ โดยที่

μ_1 = อัตราการขจัดเนื้องาน ของตัวแปรเวลาเปิด

μ_2 = อัตราการขจัดเนื้องาน ของตัวแปรเวลาปิด

μ_3 = อัตราการขจัดเนื้องาน ของตัวแปรกระแสไฟฟ้า

μ_4 = อัตราการขจัดเนื้องาน ของแรงดันน้ำ

- H_1 : อัตราการขจัดเนื้องาน ของตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัว มีค่าแตกต่างจากตัวแปรอื่น

2. อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด

- H_0 : อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด ของตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปร ไม่แตกต่างกัน หรือ

- H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ โดยที่

μ_1 = อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด ของตัวแปรเวลาเปิด

μ_2 = อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด ของตัวแปรเวลาปิด

μ_3 = อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด ของตัวแปรกระแสไฟฟ้า

μ_4 = อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด ของแรงดันน้ำ

- H_1 : อัตราการสึกกร่อนของอิเล็กโตรด ของตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัว มีค่าแตกต่างจากตัวแปรอื่น

3. ความเรียวในรูเจาะ

- H_0 : ความเรียวในรูเจาะ ของตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปร ไม่แตกต่างกัน หรือ

- H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ โดยที่

μ_1 = ความเรียวในรูเจาะ ของตัวแปรเวลาเปิด

μ_2 = ความเรียวในรูเจาะ ของตัวแปรเวลาปิด

μ_3 = ความเรียวในรูเจาะ ของตัวแปรกระแสไฟฟ้า

μ_4 = ความเรียวในรูเจาะ ของแรงดันน้ำ

- H_1 : ความเรียวในรูเจาะ ของตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัว มีค่าแตกต่างจากตัวแปรอื่น