

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ในการทำแม่พิมพ์ยาง

- 3.1.1.1 กรอบอะลูมิเนียมวัดขนาดแม่พิมพ์ (aluminium mold frame)
- 3.1.1.2 ยางสำหรับทำแม่พิมพ์ (mold rubber)
- 3.1.1.3 มีดผ่าแม่พิมพ์ (mold knife)
- 3.1.1.4 หัวจุกทางน้ำโลหะเข้า (sprue former)
- 3.1.1.5 ต้นแบบตัวเรือน (jewelry model)
- 3.1.1.6 เครื่องอัดแม่พิมพ์ยาง (vulcanizer machine)

3.1.2 อุปกรณ์ในการหล่อเทียนและติดต้น

- 3.1.2.1 เครื่องฉีดเทียน (wax injector)
- 3.1.2.2 เทียน (wax)
- 3.1.2.3 สเปรย์ แป้ง และแปรงสำหรับทำความสะอาดแม่พิมพ์ยาง
- 3.1.2.4 ฐานยาง (sprue base)
- 3.1.2.5 หัวแรงไฟฟ้า

3.1.3 อุปกรณ์ในการทำแม่พิมพ์ปูนหล่อและอบเผา

- 3.1.3.1 กระบอกหล่อ
- 3.1.3.2 ปูนปลาสเตอร์หล่อแบบต้นเทียน
- 3.1.3.3 ชามผสมปูนหล่อ
- 3.1.3.4 เครื่องผสมปูนหล่อ
- 3.1.3.5 เครื่องสุญญากาศ (vacuum machine)
- 3.1.3.6 กระบอกตวงน้ำและตาชั่ง
- 3.1.3.7 เตาอบแม่พิมพ์

3.1.4 อุปกรณ์ในการหลอมและหล่อโลหะ

- 3.1.4.1 เตาหลอมและหล่อแบบสุญญากาศ Yasui VPC (vacuum pressure casting machine) พร้อมอุปกรณ์ที่ใช้ในการหลอมโลหะ
- 3.1.4.2 กระบอกหล่อที่ได้จากการอบเผาแม่พิมพ์ปูนหล่อ
- 3.1.4.3 อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการหลอมและหล่อโลหะ
- 3.1.4.4 เครื่องทำความสะอาดชิ้นงานความดันสูง

3.1.5 อุปกรณ์ในการตรวจสอบการกัดกร่อนด้วยวิธีทางเคมีไฟฟ้า

- 3.1.5.1 ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (reference electrode) คือ Ag/AgCl
- 3.1.5.2 ขั้วไฟฟ้าวัดกระแส (counter electrode) คือ แท่งแพลตตินัม (Pt rod)
- 3.1.5.3 ขั้วไฟฟ้าโลหะทดสอบ (working electrode) คือ ชิ้นงานตัวอย่างโลหะผสมเงิน 92.5% - ทองแดง - แมงกานีส
- 3.1.5.4 ชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ใช้ทดสอบการกัดกร่อน
- 3.1.5.5 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)
- 3.1.5.6 เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
- 3.1.5.7 โถดูดความชื้น (desiccator)
- 3.1.5.8 ชุดเครื่องแก้วในการเตรียมสารเคมี
- 3.1.5.9 เครื่องขัดโลหะ
- 3.1.5.10 กระดาษทราย (SiC paper) เบอร์ 400, 600, 800, 1000 และ 1200

3.1.6 เครื่องมือวิเคราะห์ผลการทดลอง

- 3.1.6.1 กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical microscope)
- 3.1.6.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscope; SEM)
- 3.1.6.3 Energy Dispersive X-ray spectroscopy (EDX)
- 3.1.6.4 เครื่องมือทดสอบแรงดึง (Universal tensile testing machine)
- 3.1.6.5 เครื่องมือทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ (Vickers hardness testing machine)
- 3.1.6.6 เครื่องมือวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน (Atomic Absorption Spectroscopy; AAS)
- 3.1.6.7 เครื่องมือวัดค่าสีบนผิววัสดุ (Spectrophotometer)
- 3.1.6.8 เครื่องโพเทนชิโอสแตทที่ใช้ทดสอบการกัดกร่อนด้วยวิธีทางเคมีไฟฟ้า เป็นเครื่องใช้งานหลายวัตถุประสงค์ (General Purpose Electrochemical System; GPES) รุ่น PGSTAT 20

3.2 วัสดุดิบ

- 3.2.1 เม็ดโลหะเงินบริสุทธิ์ 99.99 เปอร์เซ็นต์
- 3.2.2 เม็ดโลหะทองแดงบริสุทธิ์ 99.99 เปอร์เซ็นต์
- 3.2.3 แท่งโลหะผสมทองแดงและแมงกานีส : 50%Cu - 50%Mn โดยน้ำหนัก

3.3 สารเคมี

- 3.3.1 โซเดียมซัลไฟด์นาโนไฮเดรต($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)
- 3.3.2 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)
- 3.3.3 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)
- 3.3.4 กรดกำมะถัน (H_2SO_4)
- 3.3.5 กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3)
- 3.3.6 กรดกัดแก้ว (HF)
- 3.3.7 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)
- 3.3.8 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- 3.3.9 ผงเพชร (diamond paste) ขนาด 3, 1 และ $\frac{1}{4}$ ไมครอน
- 3.3.10 แอลกอฮอล์
- 3.3.11 น้ำกลั่น

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

ในแต่ละส่วนผสมของโลหะทั้ง 8 ชุด ทำการทดลองดังนี้

- 3.4.1 นำต้นแบบตัวเรือนลักษณะแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทำจากโลหะเงินสเตอร์ลิง ขนาด กว้าง 9 มิลลิเมตร ยาว 26 มิลลิเมตร และหนา 1.5 มิลลิเมตร มาทำแม่พิมพ์ยาง เพื่อใช้ในการฉีดเทียนและนำไปหล่อต่อไป
- 3.4.2 ฉีดเทียนที่หลอมละลาย ให้เข้าไปในแม่พิมพ์ยางด้วยเครื่องฉีดเทียน ได้แบบเทียน ลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดดังข้อ 3.4.1 จำนวน 60 ชิ้น
- 3.4.3 นำแบบเทียน (wax pattern) ที่ได้มาติดต้นเทียนเพื่อจัดให้เป็นกลุ่มอย่างมีระเบียบ เพื่อสามารถหล่อชิ้นงานได้ครั้งละจำนวนมาก
- 3.4.4 ชั่งน้ำหนักต้นเทียนที่ได้ เพื่อนำไปคำนวณหาส่วนผสมโลหะที่ต้องการหล่อ
- 3.4.5 นำต้นเทียนจากข้อ 3.4.4 ใส่ในกระบอกล้อ แล้วตวงอัตราส่วนระหว่างปูนหล่อและน้ำให้เหมาะสม โดยให้น้ำมีน้ำหนัก 37 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปูนหล่อ
- 3.4.6 ผสมปูนหลอกับน้ำด้วยเครื่องผสมปูนหล่อ แล้วดูดอากาศออกจากเนื้อปูนหลอกด้วย เครื่องสูญญากาศ (vacuum machine) หลังจากนั้นเทปูนลงในกระบอกล้อ แล้วดูด อากาศออกอีกครั้ง
- 3.4.7 รอให้กระบอกล้อแห้งโดยทิ้งไว้ในสภาวะปกติ แล้วนำกระบอกล้อเข้าเตา อบเผาแม่พิมพ์ปูนหล่อ เพื่อขจัดเทียนออกจากแม่พิมพ์ปูนหล่อ โดยเพิ่มอุณหภูมิ เตาขึ้นช้า ๆ และคงที่ไว้ที่อุณหภูมิ $580\text{ }^{\circ}\text{C}$ ใช้เวลาในการอบเผาทั้งล้นประมาณ 12 ชั่วโมง
- 3.4.8 เตรียมส่วนผสมและอุปกรณ์ในการหลอมและหล่อโลหะผสมเงินสเตอร์ลิงทั้งหมด 8 ชุด โดยชั่งน้ำหนักเม็ดเงินบริสุทธิ์ 99.99% เม็ดทองแดงบริสุทธิ์ 99.99% และ โลหะผสมทองแดง - แมงกานีส 50 : 50 โดยน้ำหนัก ให้มีปริมาณแมงกานีส ดังนี้

0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อัตราส่วนน้ำหนักที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 3.1

- 3.4.9 หลอมและหล่อโลหะผสมที่ละลายจนครบ 8 ชุด ด้วยเครื่องหลอมและหล่อแบบสูญญากาศ Yasui VPC โดยกวนน้ำโลหะขณะโลหะหลอมละลาย แล้วหล่อที่อุณหภูมิ 990 °C สำหรับโลหะผสมที่ไม่ได้เติมแมงกานีส และ 1,030 °C สำหรับโลหะผสมแมงกานีส
- 3.4.10 นำแม่พิมพ์ออกจากเครื่องหล่อโลหะ ทิ้งไว้ให้โลหะเย็นตัวลง ประมาณ 30 นาที แล้วนำแม่พิมพ์ไปทำความสะอาดชิ้นงานหล่อด้วยเครื่องฉีดน้ำความดันสูง เพื่อทำลายปูนหล่อออกจากกระบอกหล่อ
- 3.4.11 นำต้นชิ้นงานโลหะที่ได้ทำความสะอาดด้วยการจุ่มกรดกัดแก้วเพื่อกัดผิวชิ้นงานให้สะอาด
- 3.4.12 ตัดแต่งและขัดชิ้นงาน เพื่อนำไปทดสอบ วิเคราะห์คุณสมบัติ และสรุปผลต่อไป

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมของโลหะเงินสเตอร์ลิง

โลหะผสม ชุดที่	ส่วนผสมทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)			น้ำหนักรที่ใช้ (กรัม)		
	เงิน	ทองแดง	แมงกานีส	เงิน	ทองแดง	ทองแดง - แมงกานีส
1	92.5	7.5	0	185	15	0
2	92.5	7.0	0.5	185	13	2
3	92.5	6.5	1.0	185	11	4
4	92.5	6.0	1.5	185	9	6
5	92.5	5.5	2.0	185	7	8
6	92.5	5.0	2.5	185	5	10
7	92.5	4.5	3.0	185	3	12
8	92.5	4.0	3.5	185	1	14

หมายเหตุ : ส่วนผสมนี้เป็นอัตราส่วนเปรียบเทียบน้ำหนักของเงิน ทองแดง และทองแดง-แมงกานีส ถ้าน้ำหนักทั้งหมดที่ใช้ในการหลอมและหล่อแต่ละชุดเท่ากับ 200 กรัม

3.5 ระเบียบและวิธีการตรวจสอบ

3.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุเงิน ทองแดง และแมงกานีสด้วยเครื่องมือ Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

ส่งชิ้นตัวอย่างทดสอบไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเงิน ทองแดง และแมงกานีส ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ และบริษัท dmc² Metals (Thailand) Ltd. ด้วยเครื่องมือ AAS

วิธีการทดสอบหาปริมาณธาตุด้วย AAS ทำได้โดย

- 3.5.1.1 ชั่งตัวอย่างทดสอบปริมาณ 0.3 กรัม ละลายในกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 10 มิลลิลิตร
- 3.5.1.2 ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จนละลายหมด แล้วไล่ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ออกให้หมด จากนั้นผสมน้ำให้ได้ปริมาตรรวม 50 มิลลิลิตร
- 3.5.1.3 วิเคราะห์ปริมาณธาตุโดยนำไปเผาด้วย air-acetylene โดยใช้ความร้อนประมาณ $6,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพื่อให้สารทดสอบเกิดการแตกตัวเป็นอะตอม แล้วทำการกระตุ้นอะตอมให้เข้าสู่สถานะ excited state เพื่อให้เกิดการคายพลังงานออก
- 3.5.1.4 วัดค่าพลังงานที่คายออกมาเทียบกับตอนเริ่มต้น จะทำให้ทราบค่าพลังงานส่วนที่ถูกดูดกลืนไป แล้วนำค่าที่ได้มาเทียบกับค่ามาตรฐานของเครื่องมือ จะทำให้ทราบว่าชิ้นตัวอย่างทดสอบมีส่วนผสมของโลหะที่ต้องการทราบเป็นปริมาณเท่าใด

3.5.2 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

- 3.5.2.1 เตรียมชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมเงินสเตอร์ลิง ที่มีส่วนผสมของปริมาณแมงกานีสต่าง ๆ กัน โดยตัดชิ้นงานหล่อแล้วเตรียมผิวโดยขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400, 600, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ แล้วขัดละเอียด (polishing) ด้วยผงเพชรขนาด 3, 1 และ $\frac{1}{4}$ ไมครอน ตามลำดับ หลังจากนั้นล้างคราบสกปรกด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ แล้วเป่าให้แห้ง
- 3.5.2.2 ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวด (SEM) และตรวจสอบปริมาณของธาตุผสมในโครงสร้างที่พบด้วย EDX
- 3.5.2.3 กัดกรด (etching) ที่ผิวชิ้นงานด้วย $50\% \text{H}_2\text{O}_2 + 25\% \text{NH}_4\text{OH} + 25\% \text{H}_2\text{O}$ โดยปริมาตร เป็นเวลา 5 - 10 วินาที
- 3.5.2.4 ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง ที่กำลังขยาย 50, 100, 200 และ 500 เท่า บันทึกรูปตามกำลังขยายที่เหมาะสม
- 3.5.2.5 วิเคราะห์และสรุปผล

3.5.3 การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ (Vickers Hardness Test)

- 3.5.3.1 เตรียมชิ้นงานเพื่อทำการวัดความแข็ง โดยขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400, 600, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ แล้วขัดละเอียดด้วยผงเพชรขนาด 3, 1 และ $\frac{1}{4}$ ไมครอน ตามลำดับ ล้างคราบสกปรกด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ เป่าให้แห้ง
- 3.5.3.2 วัดค่าความแข็งแบบวิกเกอร์ตามมาตรฐาน ASTM E 92 - 82⁽³¹⁾ ด้วยเครื่องวัดความแข็งแบบวิกเกอร์ระบบดิจิทัล โดยให้น้ำหนักกด 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 10 วินาที

- 3.5.3.3 วัดขนาดรอยกดทั้งสองแกน (d_1 และ d_2) แล้วคำนวณค่าความแข็งแบบวิกเกอร์ (HV) จากสูตรดังสมการ

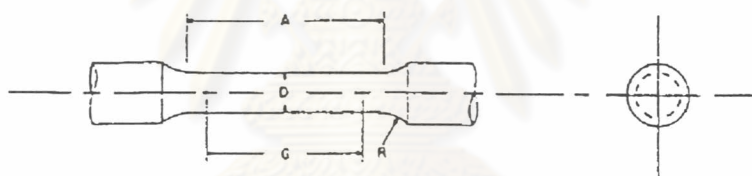
$$HV = \frac{2P \sin(\alpha/2)}{d^2} = \frac{1.8544P}{d^2} \quad (3.1)$$

เมื่อ P = แรงกด (กิโลกรัม)
 d = ความยาวเฉลี่ยของเส้นทแยงมุม 2 ด้าน (d_1 และ d_2) หน่วยเป็นมิลลิเมตร
 α = มุมระหว่างหน้าของหัวกดเพชรทรงปิรามิด = 136°

- 3.5.3.4 เปลี่ยนบริเวณกดใหม่ แล้วกดซ้ำตามข้อ 3.5.3.2 และ 3.5.3.3 อีกจำนวน 3 ครั้ง คำนวณค่าความแข็งวิกเกอร์ (HV)
 3.5.3.5 หาค่าเฉลี่ยของความแข็ง แล้ววิเคราะห์และสรุปผล

3.5.4 การทดสอบแรงดึง (Tensile Test)

- 3.5.4.1 ตัดชิ้นงานและกลึงขึ้นรูปให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และขนาด gage length 20 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน ASTM E 8M - 96 ดังรูปที่ 3.1



G = Gage length = 20.0 ± 0.1 mm.

D = Diameter = 4.0 ± 0.1 mm.

R = Radius of fillet, min = 4 mm.

A = Length of reduced section, min = 24 mm.

รูปที่ 3.1 แสดงภาพชิ้นทดสอบแรงดึง ⁽³²⁾

- 3.5.4.2 นำชิ้นทดสอบไปทดสอบแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง Universal tensile test ระบบอัตโนมัติ ขนาด 150 kN รุ่น series IX โดยบริษัท Instron Corporation กำหนดความเร็วในการดึง (tension speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที เพื่อหาค่าความต้านทานแรงดึง (tensile strength) ความเค้นจุดคราก (yield strength) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation)
 3.5.4.3 วิเคราะห์และสรุปผล

3.5.5 การตรวจสอบสีผิวหลังจากทำการอบให้ความร้อน

- 3.5.5.1 นำชิ้นงานที่ได้จากการหล่อที่เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 9 มิลลิเมตร ยาว 26 มิลลิเมตร และหนา 1.5 มิลลิเมตร ทั้ง 8 ส่วนผสม มาเตรียมผิวโดยขัดผิวด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400, 600, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ ล้างด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ แล้วเป่าให้แห้ง
- 3.5.5.2 นำชิ้นงานไปอบให้ความร้อนในเตาที่สภาวะบรรยากาศ ที่อุณหภูมิ 100, 200 และ 300 °C เป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง ในแต่ละอุณหภูมิ
- 3.5.5.3 ทิ้งไว้ให้เย็นตัวในเตา แล้วสังเกตดูสีผิวของชิ้นงานที่เปลี่ยนแปลงไป บันทึกผล
- 3.5.5.4 วิเคราะห์และสรุปผล

3.5.6 การทดสอบความต้านทานการหมอง

- 3.5.6.1 นำชิ้นงานที่ได้จากการหล่อที่มีขนาดดังข้อ 3.5.5.1 ทั้ง 8 ส่วนผสม เตรียมผิวชิ้นงานโดยขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400, 600, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ ล้างด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ แล้วเป่าให้แห้ง ชั่งน้ำหนักชิ้นงานก่อนการทดสอบ แล้ววัดค่าความสว่าง L^* และค่าสี a^* , b^* ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Macbeth color – eye[®] 7000 โดยให้ไฟสีขาว (artificial daylight) D65 มุม 2 องศา
- 3.5.6.2 แขนงชิ้นงานไว้ในภาชนะปิดที่มีบรรยากาศของไอซัลเฟอร์ ซึ่งได้จากการละลายโซเดียมซัลไฟด์นาโนไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$) ในน้ำจนอิ่มตัว แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีผิวของชิ้นงาน เมื่อเวลาผ่านไป 0.5, 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง บันทึกผล
- 3.5.6.3 ชั่งน้ำหนักชิ้นงานหลังจากทดสอบการหมอง แล้วนำชิ้นงานไปวัดค่าความสว่าง L^* และค่าสี a^* , b^* ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์อีกครั้ง
- 3.5.6.4 นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของชิ้นงาน (DE^*) จะได้ค่า DE^* ของโลหะทดสอบแต่ละชุดที่เวลาทดสอบต่างๆ กัน แล้ววิเคราะห์และสรุปผล

3.5.7 การทดสอบการกัดกร่อนของฟิล์มที่เกิดขึ้นหลังการเติมธาตุผสมแมงกานีส ด้วยกระบวนการทางเคมีไฟฟ้าโดยเทคนิคโพเทนชิโอดินามิกส์ (Potentiodynamic Technique)

- 3.5.7.1 นำชิ้นงานที่ได้จากการหล่อที่มีขนาดดังข้อ 3.5.5.1 มาเตรียมผิวโดยขัดผิวด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400, 600, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ ล้างด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ แล้วเป่าให้แห้ง เก็บไว้ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 3.5.7.2 ติดตั้งเครื่องโพเทนชิโอสแตทกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยชิ้นงานต่อกับขั้วไฟฟ้าโลหะทดสอบ (working electrode; WE) ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (reference electrode; RE)

คือ ซิลเวอร์/ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag/AgCl) และขั้วไฟฟ้าวัดกระแส (counter electrode; CE) คือ แท่งแพลตตินัม (Pt rod) พร้อมทั้งจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ในสารละลายเพื่อวัดอุณหภูมิ

- 3.5.7.3 วัดเส้นโพลาริเซชันของชิ้นงานในสารละลายที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก⁽³³⁾ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการป้อนศักย์ไฟฟ้า (potential scanning rate) 0.1 มิลลิโวลต์ต่อวินาที พื้นที่ของโลหะทดสอบที่จุ่มในสารละลาย เท่ากับ 1.49 ตารางเซนติเมตร
- 3.5.7.4 วัดเส้นโพลาริเซชันในสารละลายเช่นเดียวกับข้อ 3.5.7.2 แต่ปล่อยก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในสารละลายจนอิ่มตัว
- 3.5.7.5 หาค่า E_{corr} , E_{pp} , I_p , E_p และ I_{corr} จากเส้นโพลาริเซชันที่ได้ แล้วคำนวณหาอัตราการกัดกร่อน จากสูตรดังสมการ

$$CR = \frac{3272 \cdot I_{corr} \cdot EW}{d \cdot A} \quad (3.2)$$

เมื่อ	CR	=	corrosion rate (mm/year)
	I_{corr}	=	corrosion current density (A)
	EW	=	equivalent weight (g)
	d	=	density (g/cm ³)
	A	=	surface area (cm ²)

- 3.5.7.6 วิจารณ์พฤติกรรมการกัดกร่อนของโลหะทดสอบและสรุปผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิกระบวนการทดลอง

