

## บทที่ 3

### ขั้นตอน และวิธีดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการทดลอง เพื่อสร้างแผนภูมิพอร์เบซซ์ของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

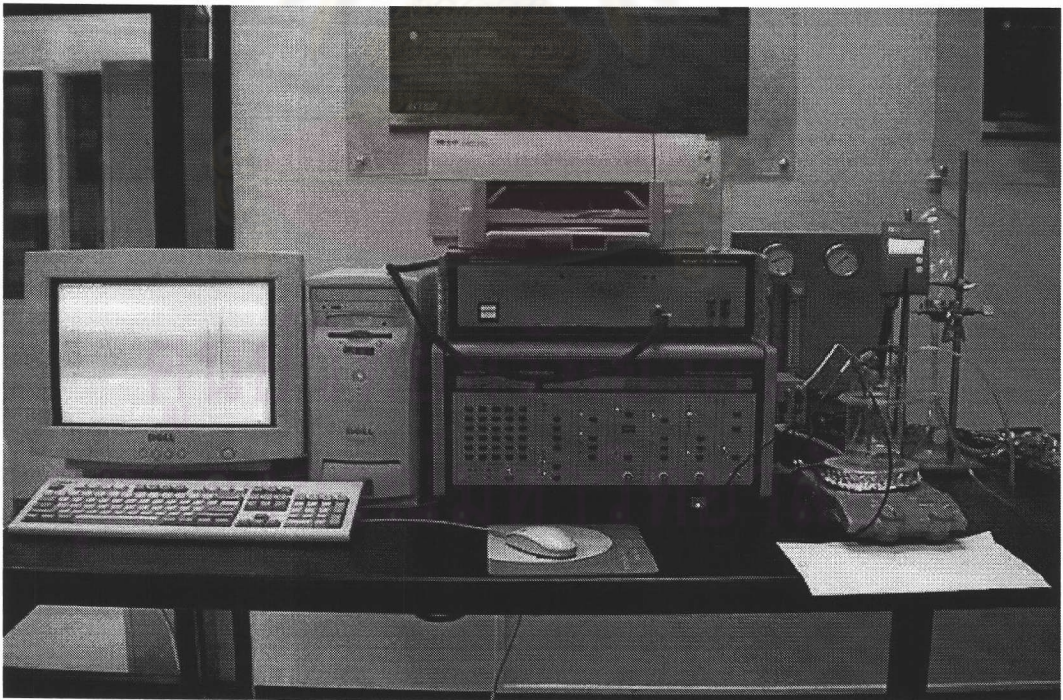
#### 3.1 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

##### 3.1.1 อุปกรณ์

##### 3.1.1.1 เครื่องโพเทนชิโอสแตท

เครื่องโพเทนชิโอสแตท ที่ใช้เป็นเครื่องที่ใช้งานได้หลายวัตถุประสงค์ เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้เทคนิคทางไฟฟ้าเคมีได้หลายเทคนิค เช่น การหาอัตราการกัดกร่อนของวัสดุ การหาค่าโพเทนเชียล

เครื่องที่ใช้ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้เป็นเครื่อง Potensiostat / Galvanostat Model 273A ของบริษัท EG&G Princeton Applied Research. ดังรูปที่ 3.1

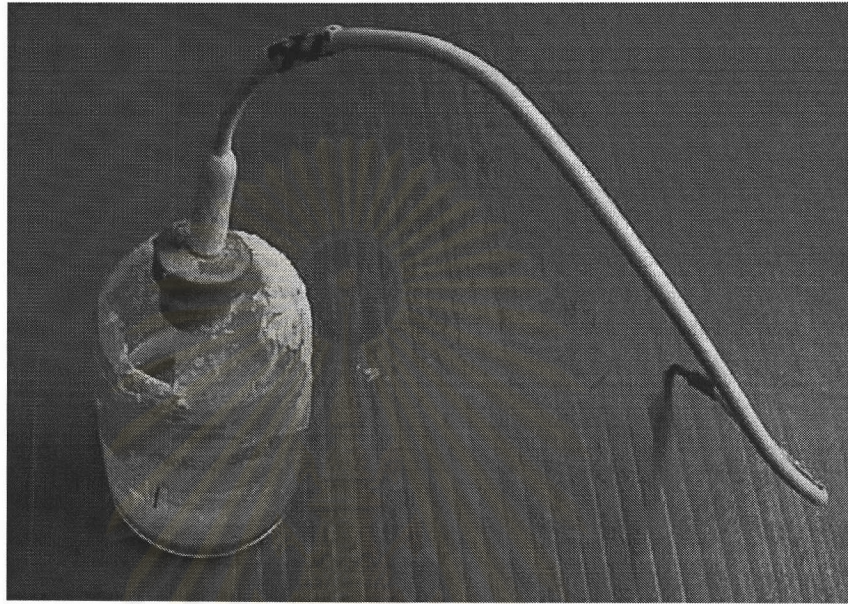


รูปที่ 3.1 แสดงเครื่อง Potensiostat /Galvanostat Model 273 A



### 3.1.1.2 อิเล็กโทรดที่ใช้

อิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) คือ Ag/AgCl (3 M KCl) ของบริษัท EG&G Model 273 AUX A/D ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงอิเล็กโทรดอ้างอิง ( Ag/AgCl 3M KCl

อิเล็กโทรด วัดกระแส (Counter Electrode) คือ แท่งคาร์บอน (Graphite K 47's carbon electrode) รูปที่ 3.3



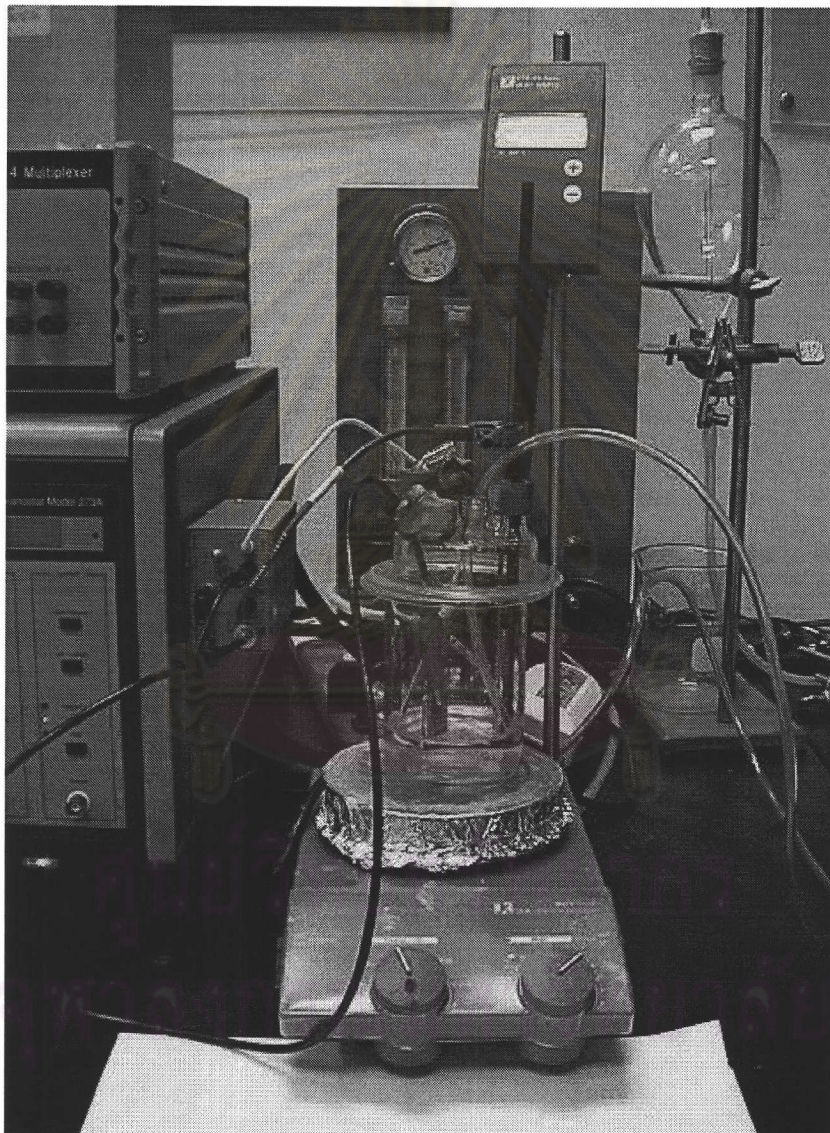
รูปที่ 3.3 แสดงอิเล็กโทรดวัดกระแส

อิเล็กโทรดตัวอย่าง (Working Electrode) คือ ชิ้นงานทดสอบเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์



### 3.1.1.3 เครื่องกวนและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Hot Plate Controller)

เครื่องกวนแม่เหล็กและเครื่องควบคุมอุณหภูมิเป็นเครื่องตัวเดียวกันใช้สำหรับการทดลอง เป็นเครื่องกวนรุ่น Kika Labortechnik RTC basic สามารถปรับอัตราในการกวนและควบคุมอุณหภูมิของสารละลายได้ โดยในการทดลองจะใช้สำหรับกวนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกันตลอดการทดลอง พร้อมทั้งทำการควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้มีอุณหภูมิคงที่ตลอดการทดลองดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องกวนและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ



3.1.1.4 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ที่ใช้ คือ ออกซิเจนมิเตอร์รุ่น DO Meter OM 14 (HORIBA) ดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

3.1.15 เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)

เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง ใช้สำหรับทำการวัดค่า pH ของสารละลาย รุ่นที่ใช้คือ OAKlon Waterproof PC 300 Series ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH – Meter)

### 3.1.2 การเตรียมสารละลาย

#### 3.1.2.1 การเตรียมสารละลายสำหรับการหาเส้นโพลาริเซชัน

น้ำที่ใช้สำหรับการทดลองเป็นน้ำที่กำจัดแร่ธาตุ (DI Water) เพื่อนำไปเตรียมสำหรับการทดลองสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีความเข้มข้นของคลอไรด์ค่าต่าง ๆ กันคือ 4, 975, 9,900, 19,607 และ 33,816 พีพีเอ็ม โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นตัวปรับความเข้มข้นและปรับค่าพีเอชที่ค่า 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ที่แต่ละค่าความเข้มข้นคลอไรด์ด้วยกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.1.2.2 การเตรียมสารเคมีและสารละลายที่ใช้ตรวจสอบหาไอออนที่ละลายจากผิวโลหะใช้น้ำกำจัดแร่ธาตุเป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ใช้ดังมีรายการต่อไปนี้

1. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร
2. สารละลายแอมโมเนีย ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) 30% โดยปริมาตร
3. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 28 % โดยปริมาตร
4. สารละลายโพแทสเซียมไซยาไนด์ 0.2 โมลต่อลิตร
5. สารละลายกรดคาร์ตาริก 1.0 โมลต่อลิตร
6. สารละลายอิมิตัวโซเดียมคาร์บอเนต
7. สารละลายอิมิตัวโซเดียมคาร์บอเนต
8. สารละลาย 1% ไดเมทิลไกลออกซิมในแอลกอฮอล์
9. สารละลายอิมิตัวของนิกเกิลไดเมทิลไกลออกซิม
10. สารละลาย 0.0012% เมททีลีนบลู
11. สารละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ 0.1 โมลต่อลิตร
12. สารละลายแอมโมเนียมคอลลอยด์ไนเตรท
13. สารละลายเลดทูไนเตรท 1 โมลต่อลิตร
14. กระดาษกรอง
15. ไฮดรอกซีซัลเฟต

3.1.2.3 การเตรียมสารละลายไอออนสำหรับเปรียบเทียบผลไอออนจากการทดลองสารละลายดังรายการต่อไปนี้ ใช้น้ำกำจัดแร่ธาตุเป็นตัวทำละลาย

- |                               |     |          |
|-------------------------------|-----|----------|
| 1. สารละลายเฟอร์รัสไนเตรท     | 1   | พีพีเอ็ม |
| 2. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์    | 0.5 | พีพีเอ็ม |
| 3. สารละลายโครเมียมซัลเฟต     | 1   | พีพีเอ็ม |
| 4. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต | 1   | พีพีเอ็ม |



5. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต	1.0	พีพีเอ็ม
6. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	5	พีพีเอ็ม
7. สารละลายนิกเกิลซัลเฟต	1	พีพีเอ็ม
8. สารละลายโพแทสเซียมโมลิบเดต	1	พีพีเอ็ม

### 3.1.3 การเตรียมชิ้นงานทดลอง

ชิ้นงานทดลองเตรียมโดยใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ UNS S 31803 ความหนา 2.5 มิลลิเมตร มาตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 25 x 35 มิลลิเมตร ส่วนผสมทางเคมีของแผ่นเหล็กแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์เป็น( % โดยน้ำหนัก)

ส่วนผสม	C	P	S	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Nb	Cu	V	Co	N
ผลการวิเคราะห์	0.039	0.00	<0.001	0.91	0.90	4.54	21.60	3.20	0.02	0.09	0.077	0.08	0.00
UNS S 31803	0.03	0.03	0.02	1.00	2.00	4.5-6.5	21-23	2.5-3.5	-	-	-	-	0.08 -0.2

นำแผ่นเหล็กที่ตัดได้ตามขนาดดังกล่าวไปขัดแต่งขอบชิ้นงานจนได้ขนาด 20 x 30 มิลลิเมตร และขัดผิวเพื่อทำความสะอาดด้วยกระดาษทรายหยาบและละเอียดจนถึงเบอร์ 1200 หลังจากนั้นทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ เพื่อล้างคราบไขมันโดยใช้เครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นอุลตราโซนิค แล้วเก็บชิ้นงานไว้ในเดสทิกเคเตอร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดชั้นฟิล์มออกไซด์ที่เสถียร

### 3.2 ขั้นตอนการทดลอง

เนื่องจากขอบเขตของการทดลอง เพื่อสร้างแผนภูมิพอร์เบิร์ตจากเส้นโพลาริเซชันจำเป็นต้องควบคุมสภาวะการทดลองให้คงที่ จึงต้องทดลองเพื่อกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ให้เหมาะสมซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ ได้แก่

- 3.2.1 การหาเวลาที่ใช้ทำให้ออกซิเจนจากอากาศอิมมิดีในสารละลาย
- 3.2.2 การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับแช่ชิ้นงานก่อนการสแกน

3.2.3 การหาอัตราการสแกนที่เหมาะสมในการหาเส้นโพลาริเซชัน

3.2.4 การหาเส้นโพลาริเซชันของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์เพื่อนำไปสร้างแผนภูมิพอร์เบซ

3.2.5 การหาไอออนของโลหะในพื้นที่การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ (General Corrosion)

และในพื้นที่การกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion)

3.2.1 การหาเวลาที่ใช้ทำให้ออกซิเจนจากอากาศอิมิตัวในสารละลาย เป็นการทดลองเพื่อหาเวลาที่ใช้ทำให้ออกซิเจนอิมิตัวในสารละลายเนื่องจากออกซิเจนจะมีผลต่อรูปร่างของโพลาริเซชัน เพราะออกซิเจนเป็นตัวออกซิไดซิงเอเจนต์ ดังนั้นจะต้องควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนในสารละลายคงที่เท่ากันทุกการทดลอง โดยทำให้ออกซิเจนอิมิตัวในสารละลาย ซึ่งจะสอดคล้องกับสภาวะการใช้งานจริงที่ย่อมมีออกซิเจนละลายอยู่ในสารละลาย การทดลองที่ 3.2.1 จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเวลาที่ทำให้ ออกซิเจนในสารละลายอิมิตัวซึ่งจะนำไปใช้สำหรับการทดลองต่อไป

3.2.2 การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับแช่ชิ้นงานก่อนการสแกน ในการสแกนศักย์ไฟฟ้าจำเป็น ต้อง ทำให้ชิ้นงานอยู่ในสภาวะนิ่ง (Steady State) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการหาเวลาที่เหมาะสมในการ แช่ชิ้นงานก่อนการสแกนหลังจากนำชิ้นงานทดสอบจุ่มลงในสารละลายที่มีออกซิเจนละลายจนอิมิตัว แล้ว โดยการจับเวลาหลังการจุ่มชิ้นงานลงในสารละลาย และบันทึกค่า  $E_{ocp}$  (Open Circuit Potential) จนกระทั่งค่า  $E_{ocp}$  เริ่มคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเวลาเปลี่ยนไป แสดงว่าสภาวะของผิวชิ้น งานเข้าสู่สภาวะนิ่ง (Steady State) ในสารละลายแล้วจึงสามารถเริ่มต้นสแกนได้ โดยการเริ่มต้นสแกน ควรเริ่มจากจุดที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าค่า  $E_{ocp}$  ประมาณ 50 มิลลิโวลต์ (mV) เพื่อไม่ให้ชิ้นงาน เกิดโพลาริเซชันมากเกินไป จนทำให้ค่า  $E_{corr}$  ต่างจากค่า  $E_{ocp}$  มาก ซึ่งจะทำให้ได้ผลผิดพลาด นอกจากนี้ การจุ่มชิ้นงานลงในสารละลายที่มีค่าพีเอช และความเข้มข้นของคลอไรด์ต่างกันอัตราการเปลี่ยนแปลง  $E_{ocp}$  จะต่างกัน ดังนั้นหากเริ่มสแกนที่ศักย์ไฟฟ้าขณะที่ยังไม่เข้าสู่สภาวะนิ่งกับสารละลาย แล้วจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเวลาสำหรับเริ่มสแกนที่ เหมาะสม

3.2.3 การหาอัตราการสแกนที่เหมาะสมในการหาเส้นโพลาริเซชัน ในการหาเส้นโพลาริเซชัน ด้วยวิธีไซคลิกโวลตาเมตตรีโพเทนชิโอดนามิก (Cyclic Voltammetry Potentiodynamic) ทำการทดลอง โดยใช้เครื่องโพเทนชิโอสแตท อัตราการสแกนจะมีผลต่อรูปร่างของเส้นโพลาริเซชัน ในการทำการ ทดลองโดยใช้อัตราการสแกนที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ได้ข้อมูลคลาดเคลื่อน ในการทดลองนี้จึงได้ ทดลองเพื่อวัตถุประสงค์หาอัตราการสแกนที่เหมาะสม คือ เป็นอัตราการสแกนที่เร็วที่สุดที่ให้ค่า  $E_{corr}$  คงที่แม้จะเปลี่ยนอัตราการสแกนให้ช้ากว่านี้ค่า  $E_{corr}$  จะไม่เปลี่ยนแปลง



3.2.4 การหาเส้นโพลาริเซชันของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เพื่อนำไปสร้างแผนภูมิพอร์เบิร์ต มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนภูมิพอร์เบิร์ตของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ ในสารละลายที่มีคลอไรด์ผสมและมีปริมาณออกซิเจนในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 25 °C โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองข้อ 3.2.1, 3.2.2 และ 3.2.3 (เวลาที่ใช้ทำให้ออกซิเจนจากอากาศอิ่มตัวในสารละลาย เวลาที่ใช้แช่ชิ้นงานในสารละลาย ก่อนการสแกน และอัตราการสแกนที่เหมาะสม) ทำให้สามารถเตรียมสภาวะการทดลองที่ถูกต้องได้

ผลที่ได้จากการทดลองนี้จะทำให้ได้แผนภูมิพอร์เบิร์ต ซึ่งสามารถทำนายการกัดกร่อน และคำนวณอัตราการกัดกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ ในสารละลายที่มีออกซิเจนในอากาศอิ่มตัว ที่ค่าพีเอช ความต่างศักย์ระหว่างโลหะกับสารละลาย และความเข้มข้นของคลอไรด์ในสารละลายต่างกัน ได้

3.2.5 การหาไอออนของโลหะในพื้นที่การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ ( general corrosion ) และในพื้นที่การกัดกร่อนแบบรูเข็ม ( pitting corrosion ) เป็นการทดลองเพื่อหาไอออนของโลหะในพื้นที่การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ และพื้นที่การกัดกร่อนแบบรูเข็ม ในขณะที่ชิ้นงานเกิดการกัดกร่อนในสภาวะดังกล่าว เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณ

### 3.3 วิธีทดลอง

#### 3.3.1 การหาเวลาที่ใช้ทำให้ออกซิเจนจากอากาศอิ่มตัวในสารละลาย

1. เตรียมสารละลายที่มีคลอไรด์ผสม 4,975, 9,900, 19,607 และ 33,816 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 25 °C ปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร (เท่ากับปริมาตรสารละลายที่ใช้ในการทดลอง) ค่าพีเอช 2 และ 12
2. วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในสารละลายแต่ละตัวอย่าง
3. ใช้เครื่องพ่นอากาศพ่นลงในสารละลาย จับเวลาและบันทึกค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในสารละลายทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งมีค่าคงที่ (อิ่มตัว)
4. นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนกับเวลา และเลือกเวลาที่ทำให้ออกซิเจนอิ่มตัวเพื่อนำไปใช้สำหรับการทดลองต่อไป

#### 3.3.2 การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับแช่ชิ้นงานก่อนการสแกน

1. แช่ชิ้นงานลงในสารละลายที่ความเข้มข้นคลอไรด์ 4,975 และ 33,816 พีพีเอ็ม ที่ค่าพีเอช 2 และ 12 โดยมีออกซิเจนอิ่มตัวจากอากาศแล้ว โดยให้พื้นที่ของชิ้นงานจุ่มในสารละลายที่ทำการทดลองเป็นพื้นที่ 4 ตารางเซนติเมตร และใช้อัตราคววนสารละลาย 450 รอบต่อนาที



2. บันทึกค่า  $E_{ocp}$  ที่เป็นช่วง ๆ ได้แก่ 0.5, 1, 2.5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 และ 120 นาที สังเกตค่าจนพบว่าค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเวลาผ่านไปจึงหยุดการทดลอง

3. นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $E_{ocp}$  กับเวลา และ เลือกเวลาที่เหมาะสม คือเวลาที่ค่า  $E_{ocp}$  เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเพื่อใช้ในการทดลองต่อ ๆ ไป

### 3.3.3 การหาอัตราการสแกนที่เหมาะสมในการหาเส้นโพลาริเซชัน

1. เตรียมสารละลายที่มีคลอไรด์ผสม 4,975 และ 33,816 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 25 °C ปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรและพ่นอากาศจนกระทั่งสารละลายมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัว จุ่มชิ้นงานให้พื้นที่ของชิ้นงานจุ่มในสารละลาย 4 ตารางเซนติเมตร และค่าพีเอช 2 และ 12 แล้วกวาดด้วยอัตราการกวาดสารละลาย 450 รอบต่อนาที

2. ทดลองสแกนแต่ละสภาวะในอัตราการสแกนเท่ากับ 1.667, 0.332 และ 0.166 มิลลิโวลต์ต่อวินาที เพื่อหาอัตราการวัดที่เร็วที่สุดที่ให้ค่า  $E_{corr}$  คงที่ แม้จะเปลี่ยนอัตราการสแกนที่ช้ากว่านี้ค่า  $E_{corr}$  จะไม่เปลี่ยนแปลง

3. เมื่อได้อัตราการสแกนที่เหมาะสมแล้ว ทำการทดลองซ้ำที่อัตราการสแกนนั้นอีก 3 ครั้ง เพื่อยืนยันว่าได้ค่าที่ถูกต้อง

4. นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการทดลองที่ 3.3.4

### 3.3.4 การหาเส้นโพลาริเซชันของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เพื่อนำไปสร้างแผนภูมิพอร์เบทซ์

1. นำชิ้นงานไปทดลองหาเส้นโพลาริเซชันด้วยวิธี Cyclic Potentiodynamic โดยใช้สภาวะการทดลองดังนี้

- ค่าพีเอช มีค่าเท่ากับ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12
- ปริมาตรของสารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ความเข้มข้นของคลอไรด์มีค่าเท่ากับ 4,975, 9,900, 19,607 และ 33,816 พีพีเอ็ม
- สารละลายอิ่มตัวด้วยออกซิเจนจากอากาศ
- อัตราการกวาดสารละลาย 450 รอบต่อนาที
- อุณหภูมิของสารละลาย 25 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ของอิเล็กโทรดวัดกระแสจุ่มในสารละลายเท่ากับ 4 ตารางเซนติเมตร
- พื้นที่ของชิ้นงานจุ่มในสารละลายเท่ากับ 4 ตารางเซนติเมตร
- อัตราการสแกนมีค่าเท่ากับ 0.166 มิลลิโวลต์ต่อวินาที
- การสแกนกลับเมื่อกระแสมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิแอมแปร์

การปรับค่าพีเอชที่ค่า 8, 10 และ 12 จำเป็นต้องทำให้สารละลายมีสภาพเป็นสารละลายบัฟเฟอร์โดยใช้กรดซิตริกผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์เพียงเล็กน้อย เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนอยู่ในอากาศจะละลายในสารละลายกลายเป็นกรดคาร์บอนิกทำให้ค่าความเป็นกรดลดลงได้ และ ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่จะใช้พ่นลงในสารละลาย โดยนำอากาศไปผ่านลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนักเสียก่อนใช้พ่นลงในสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

2. ทำการทดลองซ้ำที่แต่ละสภาวะความเป็นกรดและ ความเข้มข้นของคลอไรด์อย่างน้อย 3 ครั้ง

3. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิพอร์เบซ ด้วยวิธีของ Verink [5] โดยกำหนดจุด  $E_{corr}$ ,  $E_{pp}$ ,  $E_t$  และ  $E_{pr}$

3.3.5 การหาไอออนของโลหะในพื้นที่การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ (General Corrosion) และในพื้นที่การกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion)

สารละลายที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ สารละลายที่มีความเข้มข้นคลอไรด์ 4,975, 9,900, 19,607 และ 33,816 พีพีเอ็ม ที่ค่าพีเอช เท่ากับ 2, 6 และ 12

3.3.5.1 การทดลองหาไอออนในพื้นที่การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ

1. เชื้อชิ้นงานลงในสารละลาย ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วตั้งค่าศักย์ไฟฟ้าของเครื่องโพเทนชิโอสแตทไปที่ค่า  $E_{ocp} + 100$  มิลลิโวลต์ และทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง

2. เก็บตัวอย่างสารละลายในขณะที่ยังป้อนศักย์ไฟฟ้าแก่เซลล์ทดสอบอยู่และนำไปตรวจสอบไอออนของโลหะตามวิธีที่อธิบายไว้ในภาคผนวก ค โดยทดสอบเปรียบเทียบกับสารละลายไอออนสำหรับเปรียบเทียบผลที่เตรียมไว้แล้ว

3.3.5.2 การทดลองหาไอออนในพื้นที่การกัดกร่อนแบบรูเข็ม

1. ตั้งค่าศักย์ไฟฟ้าของเครื่องโพเทนชิโอสแตทให้สูงกว่าค่า  $E_t$  ที่ได้จากการทดลองที่

3.3.4 ในสภาวะที่ค่าความเข้มข้นของคลอไรด์และค่าความเป็นกรดเดียวกัน 100 มิลลิโวลต์

2. จุ่มชิ้นงานลงในสารละลายและปรับค่ากระแสให้มีค่า 4 มิลลิแอมป์ หรือปรับค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าค่า  $E_t$  100 มิลลิโวลต์ ทิ้งไว้ที่ค่านี้ 1 ชั่วโมง (สังเกตเห็นสารละลายเปลี่ยนสี)

3. ชักตัวอย่างสารละลายขณะยังให้ศักย์ไฟฟ้ากับเซลล์ทดสอบอยู่และนำไปตรวจสอบหาไอออนตามวิธีที่อธิบายไว้ในภาคผนวก ค โดยทดสอบเปรียบเทียบกับสารละลายไอออน สำหรับเปรียบเทียบผลที่เตรียมไว้แล้ว



จากผลการวิเคราะห์ไอออนที่ได้ ระบุชนิดของไอออนในแผนภูมิจากข้อ 3.3.4 แต่ละจุดให้สอดคล้องกัน แล้วเปรียบเทียบแผนภูมิพอร์เบิร์ตของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ ในน้ำบริสุทธิ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับแผนภูมิพอร์เบิร์ต แผนภูมิพอร์เบิร์ตของโลหะผสม Fe - Cr - Ni ที่ได้จากการคำนวณ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย