บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในเนื้อหาที่จะกล่าว เป็นขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในเรื่องกระบวนการชุบเคลือบสังกะสีด้วยวิธีการจุ่มร้อน

3.1 ศึกษาพร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลทฤษฎีต่างๆเกี่ยวกับกระบวนการชุบเคลือบสังกะสีด้วยวิธีการจุ่มร้อน

ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการชุบเคลือบสังกะสีด้วยวิธีการจุ่มร้อนในแบบต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในส่วนของโลหะวิทยาของกัลป์วาไนซ์ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันการกัดกร่อน วัสดุที่เหมาะสำหรับงานชุบเคลือบผิวด้วยสังกะสี ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานและรวมถึงสมบัติของสังกะสีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการชุบเคลือบสังกะสีด้วยวิธีการจุ่มร้อน

3.2.1 การเตรียมสารเคมี

3.2.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร
2. สารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) ร้อยละ 37 โดยปริมาตร
3. สารละลายซิงค์คลอไรด์ (ZnCl) ร้อยละ 11.25 โดยมวลต่อปริมาตร
4. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (HN_4Cl) ร้อยละ 33.75 โดยมวลต่อปริมาตร
5. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. ขวดรูปชมพู่
7. น้ำกลั่น
8. แท่งแก้วกวนสารเคมี
9. ช้อนตักสารเคมี
10. เครื่องชั่งสารเคมี
11. ฟรอยด์
12. ถุงมือยาง

13. ผ้าปิดจมูก

3.2.1.2 ขั้นตอนการเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร อุณหภูมิสารละลาย 60 – 80 องศาเซลเซียส

1.1 เตรียมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร

1.2 ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม

1.3 นำน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ 200 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ที่ชั่งเตรียมไว้ลักษณะดังรูปที่ 3.1 มาใส่ในน้ำกลั่น แล้วทำการคนให้สารผสมเข้ากันจากนั้นเทลงใส่ขวดรูปชมพู่ลักษณะดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.1 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์

รูปที่ 3.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร

2.1 สารละลายไฮโดรคลอริกร้อยละ 37 โดยปริมาตร ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ทำการตวงสารละลายไฮโดรคลอริกที่ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดชมพู่ลักษณะดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 สารละลายไฮโดรคลอริกร้อยละ 37

3. สารละลายซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 45 โดยมวลต่อปริมาตร

3.1 เตรียมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร

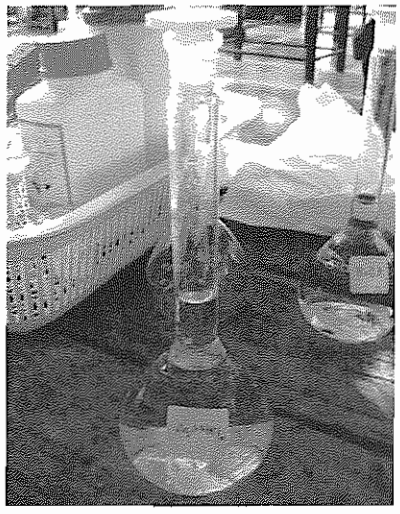
3.2 สารซิงค์คลอไรด์ 22.5 กรัม

3.3 สารแอมโมเนียมคลอไรด์ 67.5 กรัม

นำน้ำกลั่นที่เตรียมใส่บีกเกอร์ไว้ จากนั้นนำสารซิงค์คลอไรด์ลักษณะดังรูปที่ 3.4 และสารแอมโมเนียมคลอไรด์ลักษณะดังรูปที่ 3.5 ใส่ลงไปในน้ำ แล้วคนผสมให้สารละลายเข้ากับน้ำ หลังจากผสมเข้ากันแล้วนำไปใส่ลงในขวดรูปชมพู่ลักษณะดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.4 สารซิงค์คลอไรด์

รูปที่ 3.5 สารแอมโมเนียมคลอไรด์



รูปที่ 3.6 สารละลายซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์

3.3 ทำการออกแบบของกระบวนการชุบเคลือบสังกะสี

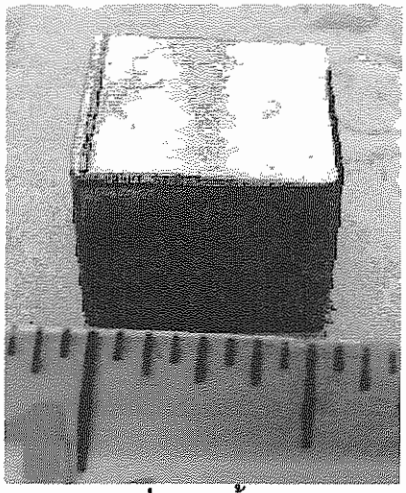
3.3.1 การเตรียมชิ้นงาน

3.3.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมชิ้นงาน

1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
2. กระดาษทรายเบอร์ 180, 360, 600, 800 และ 1000
3. เส้นลวด
4. เลื่อย
5. คีมตัดลวด
6. สว่าน

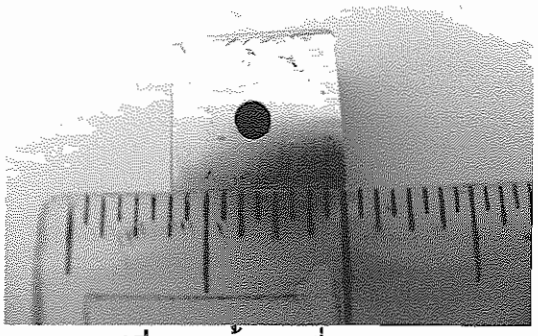
3.3.1.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

1. ทำการตัดชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ให้มีขนาด 0.5นิ้ว ×0.5นิ้ว ×0.5นิ้ว ลักษณะดังรูปที่ 3.7



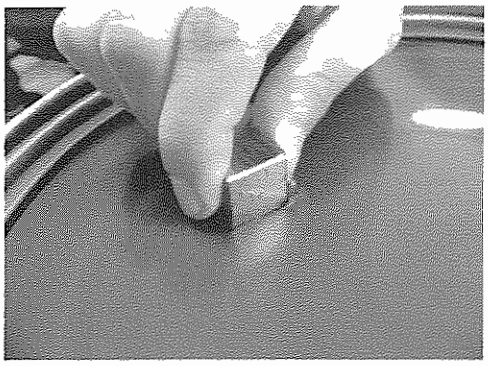
รูปที่ 3.7 ชิ้นงาน

2. เจาะรูตรงกลางชิ้นงานลักษณะดังรูปที่ 3.8 เพื่อทำการคล้องเส้นลวด



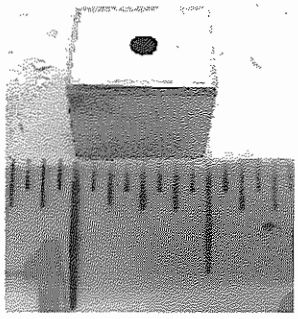
รูปที่ 3.8 ชิ้นงานที่เจาะรู

3. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 180, 360, 600, 800 และ 1000 ลักษณะดังรูปที่ 3.9 เพื่อให้ได้ผิวชิ้นงานที่เรียบ

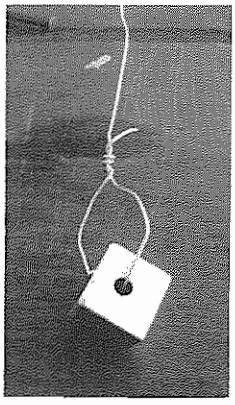


รูปที่ 3.9 แสดงการขัดชิ้นงาน

4. ชิ้นงานมีลักษณะเป็นรูลักษณะดังรูปที่ 3.10 แล้วนำชิ้นงานมาร้อยด้วยเส้นลวดลักษณะดังรูปที่ 3.11 เพื่อขณะทำการชุบเคลือบในเบ้าหลอมน้ำโลหะหลอมเหลว ซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงจึงยากต่อการหยิบยก



รูปที่ 3.10 แสดงชิ้นงานที่ผ่านการขัดผิว



รูปที่ 3.11 แสดงชิ้นงานที่คล้องด้วยลวด

3.3.2 การเตรียมบ่อชุบเคลือบ

3.3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. สังกะสี
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร
3. สารละลายไฮโดรคลอริกร้อยละ 37 โดยปริมาตร
4. สารละลายซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์ ร้อยละ 45 โดยมวลต่อปริมาตร
5. เครื่องให้ความร้อน (hot plate)
6. เทอร์โมคอปเปิ้ล และเครื่องอ่านอุณหภูมิ
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. บีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร
9. แท่งแก้วกวนสารเคมี
10. ช้อนตักสแลก
11. ฟรอยด์
12. ถุงมือยาง
13. เส้นลวด
14. เบ้าหลอมโลหะ
15. เตาหลอม

3.3.2.2 เตรียมบ่อชุบที่ 1

ในบ่อนี้มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นที่ร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการชุบ 25 นาที ลักษณะดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 บ่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

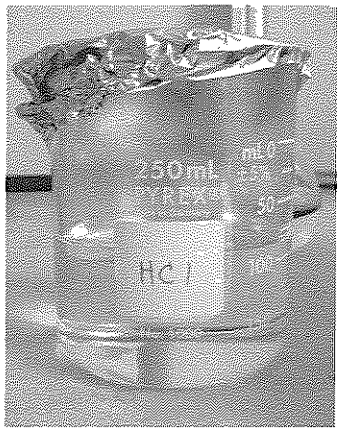
3.3.2.3 เตรียมบ่อชุบที่ 2

บ่อน้ำสะอาดและทำการตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงานลักษณะดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 น้ำสะอาด

3.3.2.4 เตรียมบ่อชุบที่ 3

ในบ่อชุบนี้มีสารละลายไฮโดรคลอริก ความเข้มข้นที่ร้อยละ 37 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิสภาพห้อง เวลาที่ใช้ในการชุบ 25 นาที ลักษณะดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 บ่อสารละลายไฮโดรคลอริก

3.3.2.5 เตรียมบ่อชุบที่ 4

บ่อน้ำสะอาดและทำการตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงาน

3.3.2.6 **เตรียมบ่อชุบที่** 5

ในบ่อชุบนี้มีสารละลายซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 45 โดยมวลต่อปริมาตร อุณหภูมิสารละลาย 75 องศาเซลเซียส ลักษณะดังรูปที่ 3.15 เวลาที่ใช้ในการชุบ 25 นาที และทำการตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงาน

รูปที่ 3.15 บ่อสารละลายซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์

3.3.2.7 **เตรียมบ่อชุบที่ 6**

มีการควบคุมปริมาณสังกะสีมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 580 องศาเซลเซียส โดยปรับเปลี่ยนเวลาในการชุบที่ 15, 50, 60 และ 120 วินาที ตามลำดับ

3.3.2.8 **เตรียมบ่อชุบที่** 7

บ่อน้ำสะอาดและทำการตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงาน

3.4 การทดสอบ

ทดสอบชิ้นงานที่ทำการชุบเคลือบสังกะสี หากผลการทดสอบออกมาไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ให้ทำการแก้ไขกระบวนการชุบเคลือบสังกะสี

3.4.1 การเตรียมชิ้นงานในการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง และการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

3.4.1.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องขัดชิ้นงาน
2. กระดาษทรายเบอร์ 180, 360, 600, 800, 1000 และ1200
3. ผ้ากำมะหยี่

4. ชิ้นงานที่ทำการขุบ

5. กรดไนเตรดร้อยละ 2 โดยมวลต่อปริมาตร

6. แอลกอฮอล์

7. ถุงมือยาง

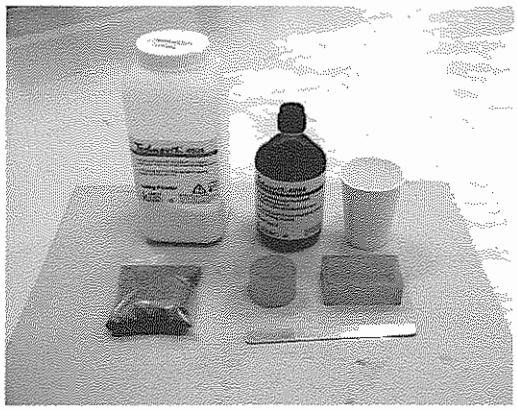
8. เรซิน

9. แบบหล่อเรซิน

10. วาสลีน

3.4.1.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานในการทดสอบ

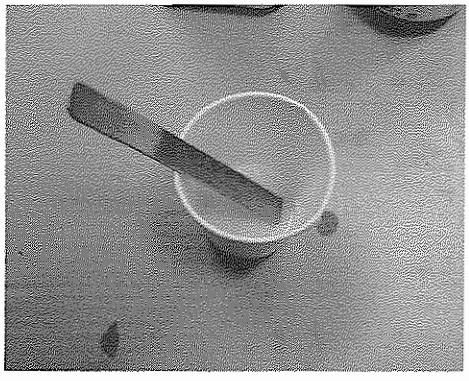
1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 3.16 แสดงวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมชิ้นงานทดสอบ

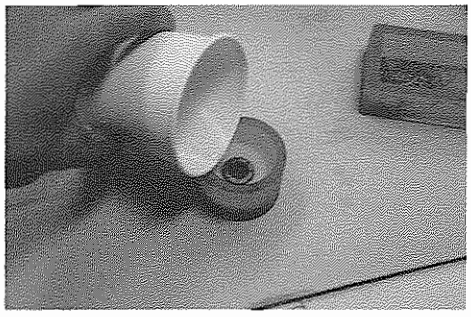
2. ทาวาสลีนที่แบบหล่อเรซินเพื่อไม่ให้เรซินติดกับแบบหล่อเรซิน จากนั้นนำชิ้นงานมาวางในแบบหล่อเรซินให้อยู่ตรงกลางแบบหล่อเรซิน

3. ผสมเรซินเพื่อทำการเรือนเย็น



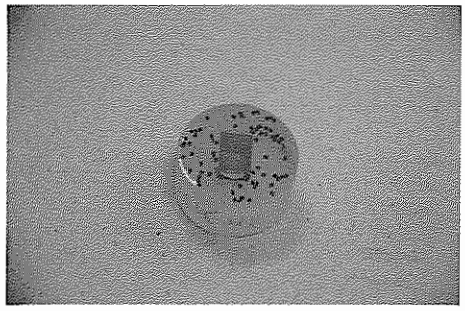
รูปที่ 3.17 แสดงการผสมเรซิน

4. นำเรซินที่ผสมไว้เทลงบนในแบบหล่อเรซินที่มีชิ้นงานวางอยู่



รูปที่ 3.18 แสดงการเทเรซินลงในแบบหล่อเรซิน

5. เมื่อชิ้นงานแข็งตัวนำชิ้นงานออกจากแบบหล่อเรซิน



รูปที่ 3.19 ชิ้นงานที่ทำการเรือนเย็น (Cold-mount)

6. นำชิ้นงานมาขัดกระดาษทราย

7. จากนั้นนำชิ้นงานที่ขัดกระดาษทรายเสร็จ นำมากัดกรดเพื่อดูชั้นสังกะสี

3.4.2 การทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope: OM)

ทดสอบชิ้นงาน 4 ชิ้น ชุบที่เวลา 15, 50, 60 และ 120 วินาที โดยส่องที่ขอบชิ้นงานเพื่อดูความหนาของชั้นสังกะสี ใช้กำลังขยายที่ 150, 300, 600 เท่า

3.4.3 การทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)

ทดสอบชิ้นงาน 2 ชิ้น ชุบที่เวลา 15 วินาที และ 120 นาที เพื่อดูภาพของชั้นเคลือบสังกะสี และตรวจสอบปริมาณของธาตุในชิ้นงานที่ทำการชุบเคลือบจะใช้ระบบ EDS ของจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

3.4.4 การทดสอบการทนละอองน้ำเกลือ (Salt Spray Test)

ทดสอบการกัดกร่อนของชิ้งานที่ไม่ได้เคลือบสังกะสีกับชิ้นงานที่ชุบเคลือสังกะสีในเวลาต่างๆ โดยใช้มาตรฐาน ASTM หมายเลข B117 ในการทดลอง

3.4.4.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ชิ้นงานชุบเคลือบสังกะสี
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร
3. ตู้กระจก
4. ตารางวัดปริมาณสังกะสีที่ถูกกัดกร่อน 56 ช่อง

3.4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมชิ้นงานที่ไม่ได้ทำการชุบเคลือบสังกะสี ชิ้นงานที่ชุบ 15 วินาที ชิ้นงานชุบที่ 50 วินาที ชิ้นงานที่ 60 วินาที และชิ้นงานที่ 120 วินาที
2. ทำเครื่องหมายกากบาทบนชิ้นงาน โดยมีความยาวเส้นละ 10 มิลลิเมตร
3. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร
   - ใช้น้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร หรือ 500 กรัม
   - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นที่ร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร

คำนวณ

ถ้าใช้น้ำกลั่น 100 กรัม ชั่งสารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม

ถ้าใช้น้ำกลั่น 500 กรัม ชั่งสารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ (5/100) x 500 = 25 กรัม

4. นำชิ้นงานวางในตู้กระจกทั้ง 5 ชิ้นงาน
5. ทำการทดลอง โดยการพ่นละอองเกลือลงบนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ให้ชิ้นงานอยู่ในอากาศแห้ง และอากาศเปียกสลับกันตลอดเวลา เป็นเวลา 10 วัน
6. ทำความสะอาดชิ้นงาน
7. จากนั้นนำสเกลที่เตรียมไว้มาวัดค่าเนื้อสังกะสีที่ถูกกัดกร่อนไปบนชิ้นงาน

3.5 จัดทำเอกสาร พร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง

จัดทำเอกสารรวบรวมผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

3.6 สรุปผลการทดลอง และทำการแก้ไข

ตรวจสอบผลการทดลองและสรุปผลผลการทดลอง หากไม่ได้ตามวัตถุประสงค์จะนำมาปรับปรุงและแก้ไข

3.7 วิเคราะห์สรุปผลและเสนอโครงงานวิจัย

วิเคราะห์สรุปผลโครงงานวิจัย เรื่องกระบวนการชุบเคลือบสังกะสี โดยนำผลการทดลองที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยที่สามารถใช้งานได้จริง พร้อมทั้งจัดทำรูปเล่มโครงงานวิจัย