

บทที่ 4

การเตรียมและทดสอบคุณภาพของนํ้ายาชุบโครเมียม โดยการชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน

บทนำ

สำหรับอุตสาหกรรมการพอกผิวโลหะในประเทศไทย กรรมวิธีการชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) ยังไม่เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายเท่าใดนัก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาแพง ทั้งในส่วนของชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบ รวมถึงนํ้ายาชุบที่มักต้องซื้อจากบริษัทฯ ที่เป็นผู้ผลิต เนื่องจากในการเตรียมนํ้ายาให้ได้คุณภาพในการชุบนั้นเป็นเรื่องซึ่งค่อนข้างลำบาก และเป็นความลับทางการค้าของแต่ละบริษัทฯ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการเตรียมนํ้ายาชุบโครเมียมขึ้นเอง เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ต้องสูญเสียไปกับการซื้อนํ้ายา และเนื่องจากปัญหาที่พบมากที่สุดประการหนึ่งในการชุบโครเมียมคือ การเคลือบผิวของโครเมียมไม่ดีพอ ซึ่งพบว่าสาเหตุที่สำคัญส่วนหนึ่งมาจากอัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้เตรียมนํ้ายาชุบโครเมียม ซึ่งได้แก่ปริมาณกรดโครมิก (CrO_3) และปริมาณกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เป็นสำคัญ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการเตรียมนํ้ายาชุบโครเมียม ที่มีส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิก (CrO_3) ต่อปริมาณกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ในอัตราส่วนต่างๆ แล้วทำการทดลองชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้าลงบนชิ้นงานเหล็กกล้าละมุน หลังจากนั้นจะทำการทดสอบคุณภาพของนํ้ายาชุบโครเมียมสูตรต่างๆ เหล่านั้น โดยการวัดค่าความแข็ง (Hardness)

และทดสอบความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ เพื่อจัดเตรียมนํ้ายาชุบโครเมียมสูตรที่ให้คุณภาพในการชุบที่ดีที่สุดในห้องทดลอง

การวางแผนงานวิจัย

1. ทำการจัดเตรียมนํ้ายาชุบโครเมียมที่มีอัตราส่วนของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วนต่างๆ
2. เตรียมชิ้นงาน
3. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบโครเมียมแบบแอดัมด้วยไฟฟ้า
4. กำหนดรายละเอียดของการทดลอง
5. นํานํ้ายาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่ได้จัดเตรียมขึ้นไปทำการชุบแบบแอดัมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าอะลูมิเนียม
6. นำชิ้นงานแผ่นเหล็กที่ชุบแล้วไปทดสอบคุณภาพของนํ้ายาชุบ ได้แก่ การทดสอบค่าความแข็ง และความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ พร้อมทั้งวัดความหนาของผิวชุบ (โครเมียม) ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมนํ้ายาชุบโครเมียม

- ก. สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมนํ้ายาชุบโครเมียม ได้แก่
 1. กรดโครมิก (CrO_3)
 2. กรดกำมะถัน (H_2SO_4)
 3. น้ำกลั่น



รูปที่ 43 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาชุบโครเมียม

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาชุบโครเมียม ได้แก่

1. เครื่องชั่งสารเคมี
2. ปีกเกอร์ ขนาด 100 600 และ 1000 ml.
3. ช้อนตักสาร
4. แท่งแก้วคน
5. ปิเปต พร้อมลูกยาง
6. กระจกตวง
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. ขวดน้ำกลั่น
9. ขวดพลาสติกใส่สารละลาย พร้อมฝาปิด
10. ปากกาเขียนแก้ว
11. ตัวล่อ ทาจากตะกั่วผสมดีบุก
12. แผ่นทองเหลืองตัดเป็นลอนลูกชุก
13. แปรงลวดทองเหลือง
14. วัสดุทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น ฟองน้ำ แปรงล้างขวด

ผงซักฟอก ผ้าเช็ดมือ เป็นต้น

ค. ขั้นตอนการเตรียมน้ำยาชุบโครเมียม

1. ชั่งกรดโครมิก โดยใช้ช้อนตักสารใส่ปิកเกอร์ให้ได้น้ำหนัก (กรัม) ตามที่ต้องการ
2. ใส่น้ำกลั่นลงในปิกเกอร์ประมาณ $1/3$ ของจำนวนน้ำยาที่ต้องการผสม
3. ใสกรดโครมิกที่ชั่งมาลงไปในปิกเกอร์น้ำกลั่นช้าๆ และกวนตลอดเวลาจนกรดโครมิกละลายหมด
4. ใช้นิเปตดูดกรดกำมะถันในปริมาตรที่ต้องการ เติมลงไปช้าๆ พร้อมทั้งกวนให้น้ำยาเข้ากันตลอดเวลา
5. เติมน้ำกลั่น เพื่อปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการเตรียม พร้อมทั้งกวนน้ำยาให้เข้ากัน
6. หากการต้มมีน้ำยา เนื่องจากน้ำยาชุบโครเมียมที่เตรียมขึ้นทั้งหมดนี้จะยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ทันทีที่ต้องทำการต้มมีน้ำยาก่อน เพื่อกำจัดสารเจือปนต่างๆในน้ำยาชুবออก โดยนำตัวล่อ (โลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก) ต่อเข้ากับขั้วบวกของตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack) และนำแผ่นทองเหลืองซึ่งตัดเป็นลอนลูกชุกแบบลอนสังกะสี (ทำหน้าที่แทนชิ้นงาน) ต่อเข้ากับขั้วลบของตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยที่ทั้งตัวล่อและแผ่นทองเหลืองจุ่มอยู่ในสารละลายของโครเมียม เติมนกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจร ตอนแรกเปิดกระแสไฟสูงๆ ก่อน และค่อยๆลดต่ำลง ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการชุบเคลือบผิวที่แผ่นทองเหลือง (แทนชิ้นงาน) สังเกตว่าถ้าแผ่นตัวล่อมีสีน้ำตาล และที่แผ่นทองเหลือง (ชิ้นงาน) มีสีเงิน ก็แสดงว่าน้ำยานั้นพร้อมที่จะนำไปชุบได้แล้ว
7. ถ้ายังไม่ต้องการใช้น้ำยา ให้ทำการเทน้ำยาชุบโครเมียมที่เตรียมได้ลงในขวดพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำยา ปิดฝาให้สนิท

ง. การกำหนดอัตราส่วนของปริมาณกรดโครมิก (CrO_3) ต่อปริมาณกรดกำมะถัน (H_2SO_4)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงอัตราส่วนของปริมาณกรดโครมิก ต่อปริมาณกรดกำมะถัน ที่จะให้คุณภาพของน้ำยาชุบโครเมียมที่ดีที่สุด ซึ่งจากการศึกษา งานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาเกี่ยวกับการชุบโครเมียม ทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกศึกษา ที่ค่าอัตราส่วนของปริมาณกรดโครมิก (CrO_3) ต่อปริมาณกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ทั้งหมด 5 อัตราส่วน คือ 75:1 100:1 125:1 150:1 และ 175:1

เนื่องจากกรดกำมะถัน (H_2SO_4) มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.84 แต่กรดกำมะถันอยู่ในรูปสารละลาย ดังนั้นกรดกำมะถัน 1 กรัม จะมีปริมาตรเท่ากับ 0.54 cc.

ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$V = m/D$$

เมื่อ V = ปริมาตรของกรดกำมะถัน (H_2SO_4)

m = มวลของกรดกำมะถัน (H_2SO_4)

D = ค่าความถ่วงจำเพาะของกรดกำมะถัน

ดังนั้นในงานวิจัยจะทำการเตรียมกรดโครมิกและกรดกำมะถันในปริมาณ

ดังต่อไปนี้

สูตรที่ 1 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 75:1 = 75 \text{ g.} : 0.54 \text{ cc.}$

สูตรที่ 2 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 100:1 = 100 \text{ g.} : 0.54 \text{ cc.}$

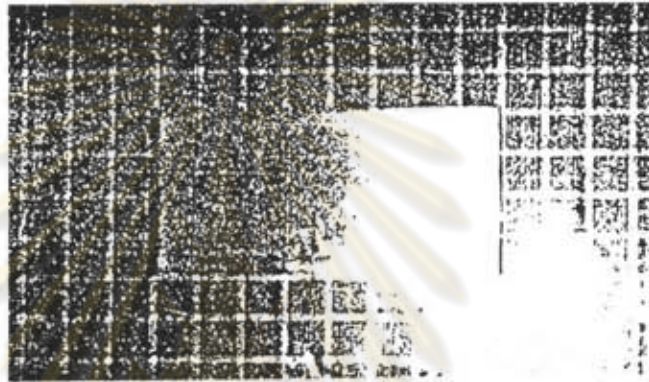
สูตรที่ 3 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 125:1 = 125 \text{ g.} : 0.54 \text{ cc.}$

สูตรที่ 4 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 150:1 = 150 \text{ g.} : 0.54 \text{ cc.}$

สูตรที่ 5 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 175:1 = 175 \text{ g.} : 0.54 \text{ cc.}$

การเตรียมชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบในงานวิจัยนี้ ได้แก่ เหล็กกล้าอะลูมิเนียมชนิดแผ่น (Mild Steel Sheet) ซึ่งมีความกว้าง 1.5 นิ้ว ยาว 3 นิ้ว หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำการเตรียมผิวชิ้นงานด้านหนึ่ง เพื่อที่จะใช้เป็นผิวงานเพื่อทำการชุบโครเมียมแบบแอดัมด้วยไฟฟ้า



รูปที่ 44 ลักษณะชิ้นงานทดสอบ

การเตรียมผิวชิ้นงาน

ก. การขัดผิวอย่างหยาบ

เป็นการขัดผิวขั้นแรก เพื่อเอาผิวเหล็กสีดำออกทั้งหมด (เปิดผิว) โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการขัดได้แก่ แปรงลวด (Wire Brush)

ข. การขัดละเอียด

เป็นขั้นตอนต่อจากการขัดหยาบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลบรอยต่าง ๆ ที่กินเข้าไปในผิวชิ้นงานอันเนื่องมาจากการขัดอย่างหยาบ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการขัดละเอียดได้แก่ ล้อขัดที่เคลือบด้วยผงทรายเบอร์ 280 ขึ้นไป

ค. การขัดเงา

เป็นการขัดในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อลบรื้อรอยที่เกิดจากการขัดละเอียด เพื่อให้ได้ผิวชิ้นงานที่เรียบและมันวาว โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการขัดเงา

ได้แก่ สลื้อผ้า พร้อมยาขัด ใช้ความเร็วรอบในการขัดประมาณ 2900 รอบต่อนาที

ง. เคลือบผิวชิ้นงานด้วยซีเมนต์ หรือวาสลิน

จ. สรุปลขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

1. จัดหาเหล็กกล้าอะลูมิเนียมชนิดแผ่น ขนาดกว้าง 1.5 นิ้ว ยาว 3 นิ้ว หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร

2. ทำการขัดผิวอย่างหยาบด้วยแปรงลวด

3. ตรวจสอบชิ้นงานด้วยการเป่า ว่าผิวเหล็กสะอาดออกหมดแล้ว

หรือไม่

4. ทำการขัดผิวอย่างละเอียดด้วยลื้อขัดที่เคลือบด้วยผงทราย

5. ตรวจสอบผิวชิ้นงานด้วยแว่นขยาย 10 x

6. ทำการขัดเงาด้วยลื้อผ้า และยาขัด

7. ตรวจสอบผิวชิ้นงานด้วยแว่นขยาย 10 x

8. ทำการเคลือบผิวชิ้นงานที่ขัดแล้วด้วยซีเมนต์ หรือวาสลิน

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบโครเมียมแบบแถมด้วยไฟฟ้า

ประกอบด้วย

1. ชุดอุปกรณ์จ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack)

2. สายไฟขั้วบวก (Flexible anodic cable)

3. สายไฟขั้วลบ (Flexible cathodic cable)

4. ชุดด้ามถือ (Stylus)

5. สำลี

6. ผ้ากอซ

7. ชิ้นงาน (เหล็กกล้าอะลูมิเนียมชนิดแผ่น)

8. นำยาชุบโครเมียม ที่มีส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วนต่างๆ กัน

- สูตรที่ 1 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 75:1 = 75 \text{ g.}:0.54 \text{ cc.}$
- สูตรที่ 2 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 100:1 = 100 \text{ g.}:0.54 \text{ cc.}$
- สูตรที่ 3 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 125:1 = 125 \text{ g.}:0.54 \text{ cc.}$
- สูตรที่ 4 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 150:1 = 150 \text{ g.}:0.54 \text{ cc.}$
- สูตรที่ 5 $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 175:1 = 175 \text{ g.}:0.54 \text{ cc.}$

9. ภาชนะใส่น้ำยาชุบโครเมียม

10. นาฬิกาจับเวลา

รายละเอียดของการทดลอง

- ก. แรงเคลื่อนไฟฟ้า ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 6 โวลท์
- ข. เวลาที่ใช้ในการชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้า กำหนดให้ใช้เวลาในการชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้าคงที่ เป็นเวลา 15 นาที เหตุที่กำหนดให้เวลาในการชุบคงที่ เนื่องจากต้องการสังเกตผลกระทบ (effect) ของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อคุณภาพในการชุบของน้ำยาชุบ (โดยการวัดค่าความแข็ง และความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ) และความหนาของผิวชุบ
- ค. การเตรียมชิ้นงาน และการเตรียมผิวของชิ้นงาน ให้เป็นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น
- ง. ทำการทดลองชุบโครเมียมแบบแถมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน โดยทำการแถมน้ำยาแต่ละสูตรต่อชิ้นงาน 3 ชิ้น (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ต่อ น้ำยา 1 สูตร)

การชุบโครเมียมแบบแถมด้วยไฟฟ้า



ก. ขั้นตอนการชุบโครเมียม

1. ปิดผิวชิ้นงานในส่วนที่ไม่ต้องการแถม (Masking) โดยให้เหลือพื้นที่ที่จะทำการแถมขนาด 1" x 1"

2. ทำความสะอาดผิวชิ้นงาน เนื่องจากชิ้นงานที่ได้จัดเตรียมไว้ มีการเคลือบผิวด้วยวาสนินเพื่อป้องกันสนิม ดังนั้นก่อนที่จะนำชิ้นงานมาทำการชุบ ต้องล้างคราบไขมันออกจากชิ้นงานให้หมดก่อน โดยมีขั้นตอนการทำทำความสะอาดผิวชิ้นงาน (โพรเกรส เคมิเคล, หจก., พิมพ์ตีต) ดังนี้

- ก) ล้างด้วยน้ำยาต่างร้อน
- ข) ล้างด้วยน้ำกลั่น
- ค) ล้างด้วยน้ำยาล้างไฟฟ้า
- ง) ล้างด้วยน้ำกลั่น
- จ) จุ่มกรดเกลือ 10% โดยปริมาตร
- ฉ) ล้างด้วยน้ำกลั่น
- ช) ล้างด้วยน้ำยาล้างไฟฟ้าซ้ำ
- ซ) ล้างด้วยน้ำกลั่น
- ฌ) จุ่มกรดกำมะถัน 10% โดยปริมาตร
- ญ) ล้างด้วยน้ำกลั่น

หรืออาจทำความสะอาดผิวชิ้นงานโดยใช้ทินเนอร์ แล้วล้างด้วยน้ำผสมผงซักฟอก

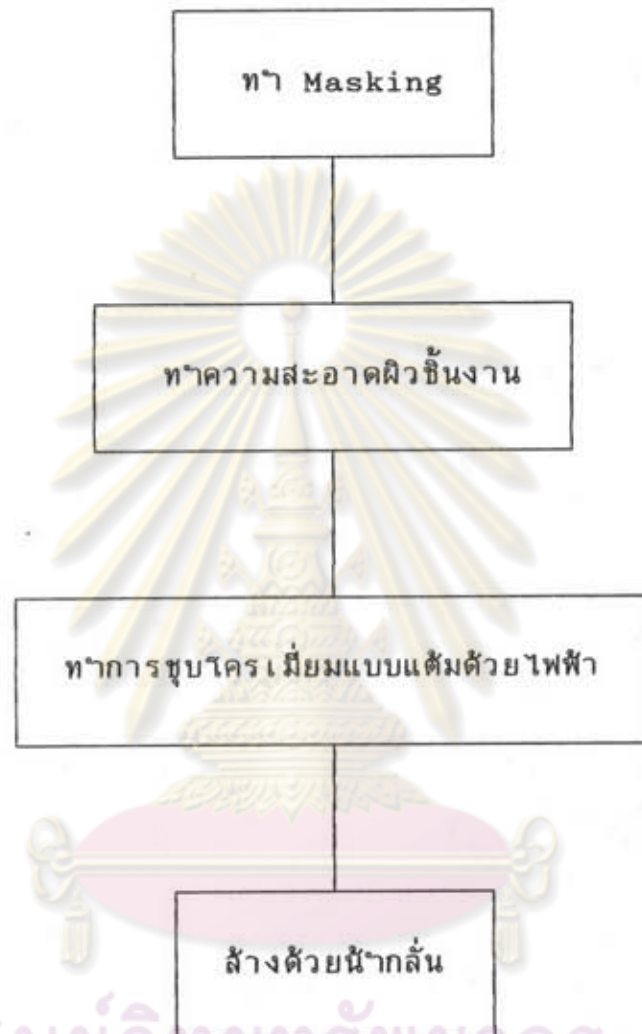
3. ทำการแถมชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบโครเมียมสูตรต่างๆ ภายใต้อิทธิพลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและเวลาที่กำหนด คือใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 6 โวลต์ แถมน้ำยาชุบโครเมียมบนชิ้นงานเป็นเวลา 15 นาที (รูปที่ 45)



รูปที่ 45 การซุบโครเมียมแบบแอดัมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน

4. สร้างชิ้นงานด้วยน้ำกัลล์ แล้ว เช็ดให้แห้ง

สรุปขั้นตอนการชุบโครเมียมแบบแถมด้วยไฟฟ้า



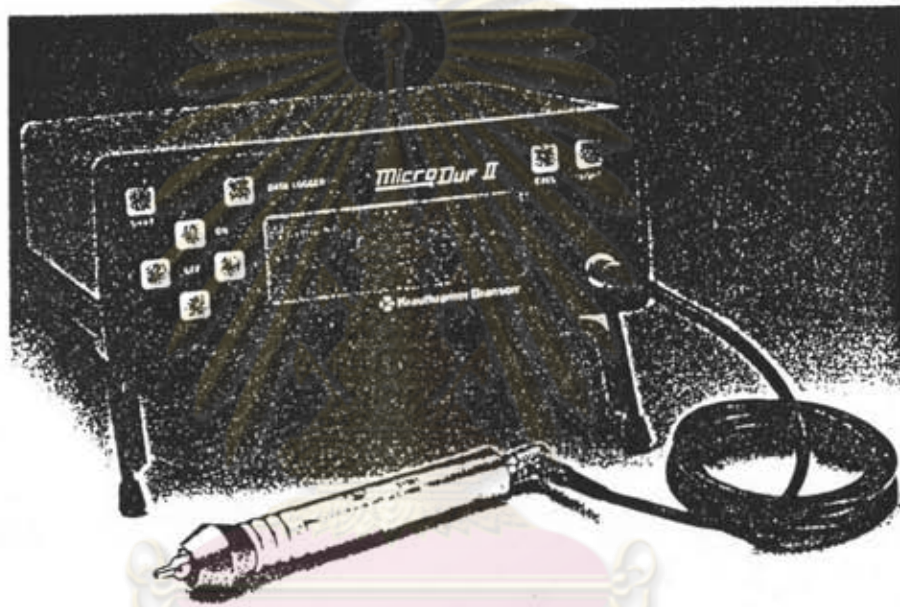
การทดสอบคุณภาพของน้ำยาชุบโครเมียม

ก. การวัดค่าความแข็ง (Hardness Test)

1. วิธีการทดสอบ

สามารถทำการวัดค่าความแข็งของผิวชุบโครเมียมได้ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Microdur II hardness tester ซึ่งเครื่องที่ใช้

ทดสอบนี้เป็น Model Mic2 Serial No. 31990-1814 (จากภาควิชา
เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ลักษณะของเครื่องมือ
ทดสอบจะเป็นดังรูปที่ 46 การวัดค่าความแข็งสามารถทำได้โดยง่าย โดยการถือ
หัวกดในลักษณะที่ตั้งฉากกับชิ้นงานทดสอบ ดังรูปที่ 47 เมื่อหัวกดสัมผัสกับชิ้นงาน
ให้ออกแรงกดลงบนชิ้นงาน เครื่องก็จะให้ค่าความแข็งของผิวหุบบอกมาในระบบ
ตัวเลข



รูปที่ 46 MICRODUR II HARDNESS TESTER



รูปที่ 47 ลักษณะการจับหัวกดทดสอบในการวัดค่าความแข็งของผิวหุบบ

2. ตารางสำหรับบันทึกผลการทดสอบ

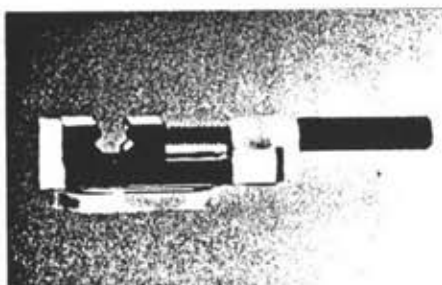
ตารางที่ 6 ตารางบันทึกผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อคุณภาพของน้ำยาชุบ (ค่าความแข็ง) เมื่อทำการชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้า

น้ำยาชุบโครเมียม (CrO ₃ : H ₂ SO ₄)	คุณภาพของน้ำยาชุบ (ค่าความแข็ง)
75 : 1	
100 : 1	
125 : 1	
150 : 1	
175 : 1	

ข. การทดสอบความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ

1. วิธีการทดสอบ

ก) วิธีตะไบ (File Test) มีวิธีการทดสอบดังนี้
ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาดที่พอเหมาะ ใช้ปากกาขีดชิ้นงานทดสอบให้แน่น แล้วใช้ตะไบหยาบ ตะไบขอบชิ้นงานที่ถูกตัดเพื่อให้โลหะชุบลอกโดยตะไบในทิศทางจากโลหะพื้นฐานไปยังผิวชุบ ท้ามุมประมาณ 45 องศากับผิวชุบ (มอก.544-2528)



รูปที่ 48 ปากกาจับชิ้นงาน

ข) วิธีดัดโค้ง (Bending Test)

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ คือ Shimadzu Universal Testing Machine (DSS-10T) เป็นการทดสอบเพื่อดูรอยปริแตกที่ผิวของเมื่อให้แรงกดค่าต่างๆ (kgf) โดยกำหนดให้ความยาวพิกัดชิ้นงานเท่ากับ 40 มม.

2. ตารางสำหรับบันทึกผลการทดสอบ

ตารางที่ 7 ตารางบันทึกผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อคุณภาพของน้ำยาชุบ (ความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ) เมื่อทำการชุบแบบแอดัมด้วยไฟฟ้า

น้ำยาชุบโครเมียม (CrO ₃ : H ₂ SO ₄)	คุณภาพของน้ำยาชุบ (ความสามารถในการ ในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ)
75 : 1	
100 : 1	
125 : 1	
150 : 1	
175 : 1	

ค. การวัดความหนาของฉิวชุบ (โครเมียม)

1. วิธีการทดสอบ

ก) โดยวิธีการชั่งน้ำหนักชิ้นงานก่อนและหลังการชุบ แล้วนำมาคำนวณหาค่าความหนาของฉิวชุบ

ข) วิธีการถ่ายภาพ ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope รุ่น JSM-T220A

2. ตารางสำหรับบันทึกผลการทดสอบ

ตารางที่ 8 ตารางบันทึกผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตร
ที่มีต่อความหนาของฉิวชุบ (โครเมียม)

น้ำยาชุบโครเมียม (CrO ₃ : H ₂ SO ₄)	ความหนาของฉิวชุบ (โครเมียม)
75 : 1	
100 : 1	
125 : 1	
150 : 1	
175 : 1	